ISBN 961-6324-19-5
9 789616 324199

Osrednji nauk te knjige je pomembnost prepoznavanja in polnega razumevanja narave ter omejitev našega znanja. V tem, kar pogosto imenujemo negotovost, se pravzaprav skrivajo pomembne tehnične razlike. Pri vseh dejavnostih v študijah primerov se je uporabila določena, formalna ali neformalna oblika ocene tveganja. Vendar pa se je zanemarjalo dejstvo, da ocena tveganja nekaterih dejavnikov zagotovo ne bo zajela. Razlog za to je nevednost, ki je vir neizbežnih presenečenj ali nenapovedanih posledic.

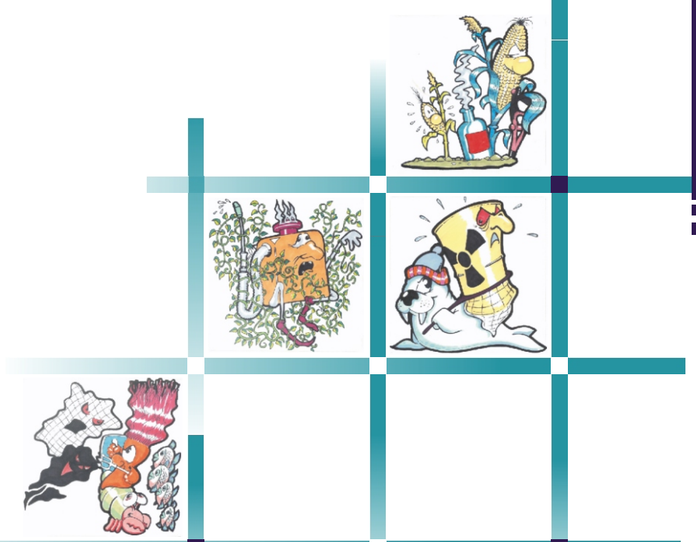
REPUBLIKA SLOVENIJA MINISTRSTVO ZA OKOLJE, PROSTOR IN ENERGIJO
AGECIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Evropska Agencija za okolje

EIONET-SI

Pozne lekcije iz zgodnjih svaril: previdnostno načelo 1896 - 2000

Pozne lekcije iz zgodnjih svaril: previdnostno načelo 1896 - 2000



Kje je modrost,
ki smo jo izgubili v znanju
in kje je znanje,
ki smo ga izgubili v informacijah?

T.S. Eliot

Pozne lekcije iz zgodnjih svaril: previdnostno načelo 1896–2000

Uredniški odbor:
Poul Harremoës (glavni urednik)
David Gee (urednik EEA)
Malcolm MacGarvin (izvršni urednik)
Andy Stirling (urednik)
Jane Keys (urednik)
Brian Wynne (urednik)
Sofia Guedes Vaz (urednik EEA)

Vodji projekta:
David Gee in Sofia Guedes Vaz
Evropska agencija za okolje

Pozne lekcije iz zgodnjih svaril: previdnostno načelo 1896 – 2000

Izvirnik publikacije je bil objavljen kot »Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000« pri Uradu za uradne publikacije Evropskih skupnosti (2001) za Evropsko agencijo za okolje.
© Evropska agencija za okolje, 2001

Prevod je objavljen v skladu z dogovorom z Evropsko agencijo za okolje. Skladnost prevoda z izvirnikom zagotavlja Agencija RS za okolje.
© MOPE, Agencija RS za okolje, 2004

Opomba
Vsebina te publikacije ni vedno v skladu z uradnim mnenjem Evropske komisije ali drugih institucij Evropskih skupnosti. Niti Evropska agencija za okolje niti katerakoli oseba ali podjetje, ki deluje v imenu agencije, ni odgovorna za interpretacijo podatkov iz te publikacije.

Dodatne informacije o Evropski uniji so na voljo na internetu (http://europa.eu.int).

Vse pravice pridržane
Elektronsko ali mehansko razmnoževanje publikacije, vključno s fotokopiranjem, snemanjem ali kopiranjem ni dovoljeno brez pisnega dovoljenja imetnika avtorskih pravic.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

504.03/.06(4)

GEE, David
Pozne lekcije iz zgodnjih svaril: previdnostno načelo 1896-2000 : poročilo o okoljskih vprašanjih / [vodja projekta David Gee in Sofia Guedes Vaz ; ilustracije Marijan Pečar ; prevod Urad za uradne publikacije Evropskih skupnosti Luxemburg]. - 1. izd., 1. natis. - Ljubljana : MOPE, Agencija Republike Slovenije za okolje, 2004

Prevod dela: Late lessons from early warnings

ISBN 961-6324-19-5

1. Gl. stv. nasl. 2. Vaz, Sofia Guedes
213807104

Publikacija tiskana na recikliranem papirju, beljenem brez uporabe klora.

Izdalo: MOPE – Agencija RS za okolje
Oblikovanje slovenske naslovnice in ilustracije: Marijan Pečar
Avtor fotografije na naslovnici: Franjo Maček
Oblikovanje besedila in tisk: Littera picta d.o.o.
Naklada: 1000 izvodov
Ljubljana, junij 2004
1. izdaja, I. natis

IZVIRNIK

Uredniški odbor
Poul Harremoës (glavni urednik)
David Gee (urednik EEA)
Malcolm MacGarvin (izvršni urednik)
Andy Stirling (urednik)
Jane Keys (urednik)
Brian Wynne (urednik)
Sofia Guedes Vaz (urednik EEA)

Vodja projekta
David Gee in Sofia Guedes Vaz
Evropska agencija za okolje

Evropska agencija za okolje
Kongens Nytorv 6
DK-1050 Kopenhagen K
Danska
Tel.: (45) 33 36 71 00
Faks: (45) 33 36 71 99
e-pošta: eea@eea.eu.int
internet: http://www.eea.eu.int
Urad za uradne publikacije Evropskih skupnosti,
ISBN - 92-9167-323

SLOVENSKA IZDAJA

Uredili
dr. Irena Rejec Brancelj
mag. Nataša Kovač

Prevod
Urad za uradne publikacije Evropskih skupnosti, Luxembourg

Strokovni pregled
dr. Gregor Muri

Jezikovni pregled
Maja Nemec

Redakcijski popravki
mag. Albert Kolar
Aleš Veršič
mag. Barbara Bernard Vukadin
Nika Zupan
Tanja Zupan
Urška Povše

MOPE – Agencija RS za okolje
Vojkova 1/b
SI-1000 Ljubljana
Slovenija
Tel.: + 386 1 478 40 00
Faks: + 386 1 478 40 52
e-pošta: gp.arso@gov.si
internet: http://www.arso.gov.si
ISBN 961-6324-19-5

Predgovor

Vedeti in ne vedeti. Ukrepati ali ne ...?

Naloga Evropske agencije za okolje (v nadaljevanju EEA) je zagotavljati informacije, ki so neposredno uporabne za izboljšanje kakovosti sprejemanja odločitev in za sodelovanje javnosti. Agencija večkrat daje informacije v okoliščinah, ki so z znanstvenega vidika nejasne in pri katerih postaja vse bolj pomembno previdnostno načelo, vsebovano v Maastrichtski pogodbi o Evropski uniji. Kaže, da vse večje inovacijske zmožnosti znanosti že prekašajo njeno sposobnost predvidevanja posledic uporabe teh inovacij v praksi, obseg človekovih posegov v naravo pa vse bolj povečuje možnosti, da kateri od nevarnih učinkov postane resen problem svetovne razsežnosti. Zato je pomembno, da ovrednotimo izkušnje iz preteklosti in se iz njih naučimo, kako bi se lahko prilagodili na spreminjajoče se okoliščine in izboljšali svoje delo, posebno kar zadeva zagotavljanje informacij in prepoznavanje zgodnjih svaril.

Pozne lekcije iz zgodnjih svaril obravnavajo zbiranje informacij o nevarnostih, ki jih prinašajo človekove gospodarske dejavnosti, in sprejem ukrepov za zavarovanje okolja in zdravja posameznih vrst in ekosistemov, ki so od njega odvisni, ter vprašanje, kako naj ljudje živimo s posledicami svojega ravnanja.

Poročilo temelji na študijah primerov. Avtorji študij primerov, ki so vsi po vrsti izvedenci na posameznih področjih okoljskih, zaposlitvenih in potrošniških tveganj, so morali ugotoviti datume zgodnjih svaril, analizirati načine, kako so bili oziroma niso bili ti podatki uporabljeni pri zmanjševanju tveganj, in opisati, kakšne so bile posledice z vidika stroškov, koristi in lekcij za prihodnost.

Lekcije, ki so izhajale iz njihovih zgodb, je uredniška ekipa pod vodstvom znanstvenega odbora EEA strnila v »dvanajst poznih lekcij«. Z nekaterimi posledicami poznih lekcij, ki so pomembne za postopke oblikovanja politike in s tem povezanim pretokom informacij, se bomo podrobneje ukvarjali v posebni publikaciji.

Previdnostno načelo je vprašanje, ki ne zadeva le Evropske unije (v nadaljevanju EU): zaradi njegovega potencialnega vpliva na trgovino bi njegovo uveljavljanje utegnilo imeti posledice svetovnih razsežnosti. Na pogovore glede uveljavljanja previdnostnega načela, ki trenutno potekajo med EU in Združenimi državami, nekoliko slabo vpliva zmeda glede pomena terminov, uporabljenih v razpravi. To poročilo naj bi pripomoglo k boljšemu in bolj poenotenemu razumevanju preteklih odločitev v zvezi z nevarnimi tehnologijami in na ta način, upamo, pripomoglo k boljšemu čezatlantskemu sporazumevanju pri prihodnjih odločitvah. Morda pa bo poročilo pripomoglo tudi k izboljšanju dialoga *znotraj* obeh, tako EU kot ZDA, kjer trenutno potekajo koristne razprave za uporabo previdnostnega načela in proti njemu.

Nobenega dvoma ni več, da smo se na mnogih področjih prepozno odločili. V naslednjih petdesetih letih bomo priča nekaj tisoč več primerom kožnega raka, saj so današnji otroci izpostavljeni večjim količinam ultravijoličnega sevanja; v ozonskem plašču, ki bi nas v normalnih razmerah ščitil, je zaradi delovanja klorofluorogljikovodikov (CFC-jev) in drugih sintetičnih kemikalij namreč zazevala »luknja«. V istem obdobju bo več tisoč Evropejcev umrlo za mezoteliomom, ene najbolj bolečih in neozdravljivih oblik raka, ki ga povzroči vdihavanje azbestnega prahu. Obakrat lahko govorimo o presenečenju. O nevarnosti teh koristnih tehnologij namreč nismo »vedeli ničesar«, vse dokler ni bilo prepozno, da bi zaustavili nepopravljive posledice. Obakrat je bilo latentno obdobje med začetkom izpostavljanja in poznejšimi učinki tako dolgo, da smo v desetletjih zgradili »nize« neustavljivih posledic, preden smo lahko sprejeli ukrepe za preprečevanje nadaljnjega izpostavljanja.

Prva poročila o poškodbah zaradi sevanja izhajajo že iz leta 1896 (od tod naslov poročila).

Prvo jasno in verodostojno zgodnje svarilo glede azbesta se je pojavilo dve leti zatem, 1898. Podoben signal za ukrepanje proti CFC-jem je prišel leta 1974, čeprav bo najbrž kdo ugovarjal, da smo pomembne znake spregledali že prej. V tem poročilu obravnavamo še enajst splošno znanih nevarnosti. Bralce vabimo, naj presodijo, ali bi, tako kot pri azbestu in CFC-jih, zgodnja svarila lahko vodila do zgodnejšega ukrepanja za zmanjševanje tveganja, kar bi družbo v celoti stalo manj.

Stroški preventivnih ukrepov so navadno oprijemljivi, jasno razporejeni ter pogosto kratkoročni, če pa ukrepanje ni pravočasno, so stroški teže določljivi, manj jasno porazdeljeni in navadno dolgoročni, kar povzroča posebne težave pri upravljanju. Prav zato je zelo težko pretehtati skupne prednosti in pomanjkljivosti ukrepanja oz. neukrepanja, saj so, kot nam kažejo študije primerov v zadevo vpletene tudi etične in gospodarske presoje.

Na podlagi študij primerov se postavlja ključno vprašanje, kako priznati znanstveno negotovost in se odzvati ne samo nanjo, ampak tudi na nevednost oziroma stanje ne-vedenja, iz katerega se lahko porajajo ne le znanstvena odkritja, temveč tudi neprijetna »presenečenja«, kot so luknje v ozonskem plašču in redke oblike raka. Sokrat je poznal odgovor na to vprašanje, saj je menil, da je nevednost vir modrosti. Kot izhaja iz večine študij primerov, je pri odlaganju sprejetja preventivnih ukrepov igrala ključno vlogo zmotna »gotovost«, da ni nobene škode. Hlinjenje vednosti pa nima seveda nič skupnega z znanostjo. Taka »gotovost« zelo malo pripomore k zmanjševanju nevednosti, saj je za ugotavljanje nenamernih učinkov človekovih dejavnosti potrebnih več znanstvenih raziskav in dolgoročno spremljanje.

Bi lahko bolj zgodaj vedeli za nevarnosti ali jih predvideli? Bi lahko kakorkoli »vedeli več« ali »vedeli bolje«, s čimer bi upravičili naziv, ki smo si ga sami podelili: *Homo sapiens* – »razumni človek«?

Tisti, ki bodo prebrali študije primerov v *Poznih lekcijah*, bodo najbrž ugotovili, da je pred nami še dolga pot. Na podlagi študij primerov smo izluščili nekaj možnih smernic, ki jih navajamo v poglavju Dvanajst poznih lekcij.

Sokrat se najbrž ni zavedal ali pa je le slutil, da so »vse stvari povezane« oziroma da vplivajo druga na drugo, zaradi česar je treba preprosto znanost linearnih, mehanističnih načel dopolniti z dinamičnimi in vse bolj prodornimi lastnostmi sistemskih znanosti. Potencialne sistemske nestabilnosti tako kompleksnih pojavov, kot je spreminjanje podnebja ali obnašanje možganskih celic, so lahko odločilna, pa čeprav nenapovedljiva določila naše usode, pa naj bodo to sistemi, ki vzdržujejo stabilnost Zalivskega toka, ali sistemi, ki povzročajo »genomske nestabilnosti« obsevanih celic.

Znanost, razdeljena po področjih, pa naj bo še tako učena, ni dovolj dobra podlaga za predvidevanje ali blaženje vplivov tako kompleksnih sistemov. A zadostna količina znanja sama po sebi ni dovolj: treba je ravnati modro in pravočasno. Naloga Evropske agencije za okolje je med drugim, da s celostnimi ocenami pomaga razširiti bazo znanja in s tem podpre nosilce odločanja pri predvidevanju možnih posledic ukrepanja ali neukrepanja pristojnih organov in interesnih skupin.

Zdi se nam nemogoče, da bomo kdaj imeli dovolj znanja in da bomo dovolj modro ukrepali pri množici vprašanj, povezanih z okoljem in zdravjem. Medsebojna povezanost odprtih vprašanj, hitrosti tehnoloških sprememb, našega omejenega razumevanja ter »časa za poškodovanje in zdravljenje« ekoloških in bioloških sistemov, v katere lahko človek s svojo tehnologijo že v nekaj desetletjih vnese zmedo - vse to so okoliščine, v katerih se maščuje vsaka napaka. Nekateri ljudje se bojijo ali mislijo, da bi previdnejši pristop k preprečevanju, potencialno nepopravljivih nevarnosti zadušil inovativnost ali ogrozil znanstveni napredek. V resnici pa nas čakajo velikanski izzivi in priložnosti na področju razumevanja kompleksnih in porajajočih se sistemov ob sočasnem zadovoljevanju človekovih potreb in zniževanju stroškov za zdravje in okolje. Veliko študij primerov kaže, da bi širša uporaba previdnostnega načela celo pospešila inovacije in na-

predek znanosti, saj bi tehnologije iz 19. stoletja in preproste znanstvene rešitve iz prve industrijske revolucije nadomestile »okoljsko učinkovite« tehnologije in sistemska znanost tretje industrijske revolucije.

Na podlagi študij primerov iz *Poznih lekcij* se poraja še zadnje in logično vprašanje: Zakaj se tako dolgo nismo zmenili niti za zgodnja opozorila niti za »glasna in pozna« svarila? Na vprašanje si bo moral bralec skoraj v celoti odgovoriti sam, mi lahko le ugotavljamo, da je bila odsotnost politične volje za sprejem ukrepov za zmanjšanje tveganj zaradi navzkrižja stroškov in koristi v teh zgodbah celo pomembnejši dejavnik kot dostopnost zanesljivih informacij. Kot je ugotovil že Aristotel, naše dojemanje sveta pretežno določa naše ravnanje, na to pa odločilno vplivajo informacije. A čigave informacije dobivamo? So »resnične, poštene in neodvisne«? So razumljive politikom in poslovnežem, ki so redko strokovnjaki, a morajo kljub temu sprejemati težke odločitve?

Poročilo opozarja na pomembnost zanesljivih in poenotenih informacij za učinkovito vodenje politike in sodelovanje interesnih skupin pri sprejemanju odločitev, še posebej kar zadeva kompleksnost, nevednost, visoka tveganja in potrebo po »kolektivnem učenju«. Ne smemo pozabiti, da zakonodaja EU definira kot varne tiste izdelke, ki ne pomenijo »nesprejemljivih tveganj« pri normalni ali predvidljivi uporabi. Javnost je pripravljena sprejemati tveganja, če sodeluje pri odločitvah, ki prinašajo in obvladujejo takšna tveganja, pri čemer je treba upoštevati vrednote, prepričanja in splošne koristi. Prav zato razumno vodenje javne politike v zvezi z vprašanji, povezanimi z znanostjo, zahteva več kot dobro znanost – pod vprašajem niso le ekonomske, ampak tudi etične izbire. Ta problematika ne zadeva le strokovnjakov in politikov, ampak nas vse.

Zato se nadejam, da bo to poročilo prispevalo k boljšim in dostopnejšim, znanstveno podprtim informacijam in bolj učinkovitemu sodelovanju interesnih skupin pri upravljanju gospodarskih dejavnosti, s čimer bi lahko čim bolj zmanjšali okoljske in zdravstvene izdatke in povečali inovativnost.

Ni dovolj, da imajo tisti, ki odločajo, več in bolj kakovostne informacije. Morali bi tudi pogosteje modro ravnati, da bi tako dosegli boljše ravnovesje med koristmi inovacij in tveganji, ki jih prinašajo. Če bomo znali pozne lekcije iz zgodnjih svaril preteklega stoletja uporabiti v praksi, bomo morda v tem stoletju ustvarili boljše ravnovesje.

Rad bi se zahvalil uredniški ekipi in avtorjem, ki so sprejeli izziv in sodelovali pri izdelavi tega poročila, pa tudi kolegom, ki so ga pregledali, in znanstvenemu odboru EEA, ki je pri tem odigral pomembno vlogo.

Na koncu bi se rad zahvalil Davidu Geeju, ki je bil pobudnik tega poročila, in vsem članom osebja EEA, ki so s svojim prispevkom omogočili njegov nastanek.

Domingo Jiménez Beltrán
izvršni direktor (1994 - 2002)

Zahvala

Ekipi urednikov se zahvaljujemo za njihovo neprecenljivo pomoč in sodelovanje pri ustvarjanju te knjige: Poul Harremoës (glavni urednik), Malcolm MacGarvin (izvršni urednik), Andy Stirling (urednik), Brian Wynne (urednik), Jane Keys (urednica), David Gee in Sofia Guedes Vaz (urednika EEA).

Zahvaljujemo se tudi avtorjem in recenzentom. Avtorji: Malcolm MacGarvin, Barrie Lambert, Peter Infante, Morris Greenberg, David Gee, Janna G. Koppe, Jane Keys, Joe Farman, Dolores Ibarreta, Shanna H. Swan, Lars-Erik Edqvist, Knud Brrge Pedersen, Arne Semb, Martin Krayer von Krauss, Poul Harremoës, Michael Gilbertson, David Santillo, Paul Johnston, William J. Langston, Jim W. Bridges, Olga Bridges, Patrick van Zwanenberg in Erik Millstone. Recenzenti: Joel Tickner, Richard Young, Wolfgang Witte, Stuart Levy, Henk Aarts, Jacques Nouws, Michael Skou Andersen, Anthony Seaton, Harry Aiking, Leonard Levy, Ron Hoogenboom, Glen Fox, Andrew Watterson, Arturo Keller, Finn Bro Rasmussen, Sandrine Dixson-Decleve, Hilkka Vahervuori, Grete Rstergaard, Erik Arvin, Eberhard Morgenroth, Guus Velders, Madhava Sarna, Tom Webster, Niklas Johansson, Ernst Boersma, Nigel Bell, Beldrich Moldan, John Seager, Kees van Leeuwen, Mark Montforts in Robert Luttik.

Nazadnje se zahvaljujemo tudi članom Znanstvenega odbora EEA: Philippu Bourdeauju, Eileen Buttle, Robertu Kroesu, Boju Janssonu in Poulu Harremoësthu, predsedniku uredniške ekipe.

Vsebina

Predgovor 7
Zahvala 10
1. Uvod 15
1.1 Pozne lekcije iz zgodnjih svaril: učenje na podlagi dogodkov iz preteklosti 15
1.2 Kaj je previdnostno načelo? 17
1.3 Začetki uporabe previdnostnega načela: London, 1854 18
1.4 Preprečevanje nesreč: povezovanje znanosti in javne politike 19
1.5 Viri 20
2. Ribištvo: prelov */Malcolm MacGarvin/* 22
2.1 Zgodnja svarila 22
2.2 Angleško ribištvo v 19. stoletju 22
2.3 Ribolov sardel v Kaliforniji od dvajsetih let do leta 1942 25
2.4 Novofundlandska trska 26
2.5 Varovanje postane neizogibno 29
2.6 Ekosistemski pristop 31
2.7 Pozne lekcije 33
2.8 Viri 34
3. Sevanje: Zgodnja svarila, pozni odzivi */Barrie Lambert/* 38
3.1 Rentgenski žarki 38
3.2 Radioaktivnost in radioaktivne snovi 39
3.3 Prvi ukrepi za nadzor izpostavljenosti sevanju 40
3.4 Povojno razpotje: opravičljivost, optimizacija, omejitev 41
3.5 Sklepne ugotovitve 43
3.6 Viri 44
4. Benzen: zgodovinski pregled na ameriško in evropsko obravnavanje poklicne izpostavljenosti */Peter F. Infante /* 45
4.1 Zgodnja svarila 45
4.2 Ukrepanje in neukrepanje 46
4.3 Razprava 49
4.4 Sklepne ugotovitve in lekcije za prihodnost 53
4.5 Viri 55
5. Azbest: od čudežne do nevarne rudnine */David Gee in dr. Morris Greenberg/* 60
5.1 Uvod 60
5.2 Prva zgodnja svarila o azbestozi in nekaj odzivov 61
5.3 Prva svarila o azbestnem raku 62
5.4 Zgodnja, pretresljiva svarila o mezoteliomu 63
5.5 Ukrepanje in neukrepanje zakonodajnih organov in drugih 64
5.6 Stroški in prednosti ukrepanja in neukrepanja 66
5.7 Katera so sporočila zgodbe o azbestu? 67
5.8 Viri 70
6. PCB-ji in previdnostno načelo */Janna G. Koppe in Jane Keys/* 73
6.1 Uvod 73
6.2 Čedalje več dokazov o obstojnosti, prisotnosti in strupenosti 75
6.3 Ukrepi industrije in vlad v sedemdesetih letih 75

6.4 Znanstveno razumevanje se poglobi 76
6.5 Ukrepi vlad v osemdesetih in devetdesetih letih 79
6.6 Načini širjenja PCB-jev v okolje 79
6.7 Zadnja nesreča s PCB-ji 80
6.8 Sklepne ugotovitve 81
6.9 Viri 83
7. Halogenirani ogljikovodiki, ozonska plast in previdnostno načelo
/Joe Farman/ 86
7.1 Pregled 86
7.2 Zgodnje obdobje 88
7.3 Trideseta leta 20. stoletja – industrija klorofluoroogljikovodikov (CFC) je rojena 89
7.4 Sedemdeseta leta – seme dvoma 90
7.5 Montrealski protokol in ozonska luknja 91
7.6 Pozne lekcije 92
7.7 Viri 94
8. Zgodba o DES: dolgoročne posledice izpostavljenosti pred rojstvom
/Dolores Ibarreta in Shanna H. Swan/ 95
8.1 Uvod 95
8.2 Optimistični začetki 95
8.3 Tragične posledice 96
8.4 DES neučinkovit pri preprečevanju spontanega splava 97
8.5 Ocenjevanje obsega škode 98
8.6 Lekcije zgodbe o DES 99
8.7 Viri 102
9. Antibiotiki kot pospeševalci rasti - skregano z zdravo pametjo
/Lars-Erik Edqvist in Knud Børge Pedersen/ 105
9.1 Uvod 105
9.2 Prva svarila 106
9.3 Nadaljnje ukrepanje ali neukrepanje 106
9.4 Prednosti in pomanjkljivosti uporabe pospeševalcev rasti 109
9.5 Sklepne ugotovitve in lekcije za prihodnost 110
9.6 Viri 111
10. Žveplov dioksid: od zaščite človeških pljuč do obnove odmaknjenih jezer
/Arne Semb/ 113
10.1 Mrtve ribe, umirajoči gozdovi 114
10.2 Protokol CLRTAP (1985) in nadaljnji dogodki 117
10.3 Pozne lekcije 119
10.4 Viri 120
11. MTBE v bencinu kot nadomestilo za svinec
/Martin Krayer von Krauss in Poul Harremoës/ 122
11.1 Uvod 122
11.2 Svinec v bencinu 122
11.3 Primer MTBE 122
11.4 Koristi MTBE 123
11.5 Vplivi MTBE 123
11.6 Odzivi 125
11.7 Današnje usmeritve 127
11.8 Razprava v povezavi s previdnostnim načelom 128
11.9 Sklepne ugotovitve 132
11.10 Viri 133

12. Previdnostno načelo in zgodnja svarila o kemični onesnaženosti Velikih jezer */Michael Gilbertson/* 138
12.1 Prva pomembna zgodnja svarila 138
12.2 Datumi in vrsta naslednjih ukrepanj oziroma neukrepanj 139
12.3 Posledice institucionalnih odgovorov 141
12.4 Stroški in koristi 142
12.5 Sklepi in lekcije za prihodnost 143
12.6 Viri 145
13. Premazi proti obraščanju na osnovi tributilkositra (TBT): zgodba o ladjah, polžih in navidezna dvospolnost */David Santillo, Paul Johnston in William J. Langston/* 148
13.1 Uvod 148
13.2 Nastanek problema TBT 148
13.3 Arcachonski zaliv 149
13.4 Britanska pristanišča in obalne vode 150
13.5 Globalno onesnaževalo 152
13.6 Učinkovitost nadzora pri majhnih plovilih 152
13.7 Pomen večjih plovil 154
13.8 Napredek v smeri splošne opustitve 155
13.9 Vprašanje alternativ 156
13.10 Pozne lekcije zgodbe o TBT 157
13.11 Sklepi: previdnost ali ukrepanje za nazaj? 159
13.12 Viri 159
14. Hormoni kot spodbujevalci rasti: previdnostno načelo ali politična presoja tveganja? */Jim W. Bridges in Olga Bridges/* 166
14.1 Uvod 166
14.2 Vplivi estrogenskih spojin na prostoživeče živalske vrste 169
14.3 Katere negotovosti so se pojavljale v zvezi z uporabo estrogenskih spodbujevalcev rasti za zdravje ljudi? 169
14.4 Se je pristop, za katerega so se odločili v Evropski komisiji, izkazal za pravega? 170
14.5 Splošni sklepi in ugotovitve 171
14.6 Viri 172
15. »Bolezen norih krav« - od osemdesetih let do leta 2000: kako so zagotovila spodkopala previdnost */Patrick van Zwanenberg in Erik Millstone/* 174
15.1 Uvod 174
15.2 Nova bolezen goveda 174
15.3 Začetne odločitve 175
15.4 Strokovni nasveti in nadzor 176
15.5 Postavljanje hiše iz kart 178
15.6 Neuspehi in končni propad političnega konstrukta 181
15.7 Sklepi 182
15.8 Viri 183
16. Dvanajst poznih lekcij */Skupina urednikov/* 185
16.1 Uvod 185
16.2 Dvanajst poznih lekcij 186
16.3 Širši pomen previdnosti 200
16.4 Viri 207
17. Sklepne ugotovitve 210
17.1 Pozne lekcije iz zgodnjih svaril 211
Biografije avtorjev 213

1. Uvod

1.1 Pozne lekcije iz zgodnjih svaril: učenje na podlagi dogodkov iz preteklosti

Leta 1898 je Lucy Deane, britanska inšpektorica za tovarne, ugotovila: *'Škodljivi učinki azbestnega prahu so sprožili tudi preiskave mineralnega prahu z mikroskopom, ki jih je opravil kraljevi zdravstveni inšpektor. Jasno se je pokazalo, da so delci ostri in nazobčani kot steklo – če so bile ustvarjene razmere, da so se dvignili od tal in lebdeli v zraku, je bil njihov vpliv tako škodljiv, kot je bilo pričakovati.'* (Deane, 1898)

Sto let pozneje, leta 1998, se je britanska vlada odločila prepovedati uporabo "belega" azbesta, to odločitev pa je naslednje leto sprejela tudi Evropska unija (v nadaljevanju EU). V Veliki Britaniji dandanes zaradi azbesta umre 3.000 ljudi na leto, v Zahodni Evropi pa se v prihodnjih petintridesetih letih pričakuje kakih 250.000 do 400.000 primerov raka, katerega vzrok je izpostavljenost azbestu v preteklosti (Peto, 1999).

To poročilo obravnava predvsem upoštevanje, zanemarjanje in morebitno napačno razumevanje previdnostnega načela pri opredeljevanju nevarnosti pri varstvu pri delu, v javnem zdravstvu in okolju v stotih letih med letoma 1890 in 1990. Stroški in koristi ukrepanja oziroma neukrepanja vlad in drugih pri odzivanju na "zgodnja svarila" o nevarnosti nam dajejo vsebino tega prispevka. Namen tega poročila je ugotoviti, ali se iz teh dogodkov lahko naučimo česa, kar bi nam lahko pomagalo preprečevati ali vsaj čim bolj zmanjšati prihodnje vplive drugih snovi, ki se lahko izkažejo za škodljive, in sicer ne da bi pri tem ovirali inovacije ali izpostavljali znanost.

To poročilo je primer informacij, ki so potrebne za pomoč EU in državam članicam Evropske agencije za okolje (EEA), da opredelijo in določijo premišljene in učinkovite politike, ki varujejo okolje in prispevajo k trajnostnemu razvoju. Posredovanje takšnih informacij je zakonska dolžnost EEA, neodvisne agencije Evropske skupnosti, ki je bila ustanovljena leta 1993 za posredovanje objektivnih informacij organom EU, ki oblikujejo politike, in državam članicam EU (predpisa Sveta 1210/90 in 993/99).

Pri prizadevanjih, da bi zmanjšali sedanja in prihodnja tveganja, smo to, kar smo se naučili v preteklosti, le redko upoštevali. Zgodovina izbranih nevarnosti, predstavljenih v tem poročilu, je torej prikaz tega, kar smo se naučili *pred nedavnim*. Štirinajst študij primerov (razvrščenih časovno glede na prvi datum zgodnjega svarila) je bilo izbranih iz niza dobro znanih nevarnosti, ki grozijo delavcem, javnosti in okolju, in katerih vpliv danes dovolj dobro poznamo, da je mogoče sklepati, kako uspešno so se jih lotile vlade in civilna družba. Takšni sklepi bi morali temeljiti na "duhu takratnega časa" in ne na razkošju zapoznelega spoznanja. Obstajajo tudi drugi vplivi na javno zdravje in okoljske nesreče, ki pa v tem poročilu niso bili obravnavani, npr. talidomid (James, 1965), svinec (Millstone, 1997) in Aralsko jezero (Small, 2001). Ti so vir dodatnih informacij o nenamernih posledicah ter boju med gospodarstvom in družbenimi interesi, iz katerih se lahko naučimo nekaj dodatnih lekcij iz preteklosti.

Avtorje, ki so proučevali študijske primere, smo prosili, naj svoje prispevke sestavijo okrog štirih ključnih vprašanj:

- Kdaj je prišlo do prvega verodostojnega znanstvenega "zgodnjega svarila" o možni nevarnosti?
- Kdaj in kaj so ali česa niso storili državni organi ali drugi za zmanjšanje tveganja?
- Kakšni so stroški in koristi ukrepanja ali neukrepanja, vključno z njihovo porazdelitvijo med skupinami in po času?
- Kaj smo se naučili, kar bi lahko pomagalo pri sprejemanju odločitev v prihodnosti?

Izbrani so bili primeri in avtorji, ki so lahko zanimivi za bralce na obeh straneh Atlantika. Tri poglavja so posvečena severnoameriškim problemom (onesnaževanje Velikih jezer) ali predvsem severnoameriškemu pristopu k reševanju problemov, ki se tičejo tudi Evrope, npr. benzen in DES (estrogen dietilbestrol, ki se uporablja med nosečnostjo), avtorji pa so znanstveniki iz Severne Amerike (Gilbertson, Infante in soavtor Swann). Tri poglavja zajemajo vprašanja, o katerih Severna Amerika in Evropa nista soglasni (hormoni kot spodbujevalci rasti, azbest in MTBE v bencinu). Preostala tri vprašanja pa so pomembna tako za Severnoameričane, njihovo javno zdravje in okolje kot tudi za Evropejce. Včasih pravijo, da Združene države ne uporabljajo previdnostnega načela, opozoriti pa je treba (gl. preglednico 1.1), da so Združene države pomagale pri uveljavljanju načela "preprečevanje iz previdnosti", ne da bi ga nujno imenovale "previdnostno načelo".

vi prispevki kratki, kar je bila očitna ovira za podrobno obravnavo problemov; želeli smo namreč izluščiti le ključne ugotovitve iz preteklih dogodkov in ne podrobnih analiz, ki so jih pripravili že drugi: te lahko dobite na podlagi virov, ki so navedeni v vsakem poglavju.

Poudarjeno je bilo, da avtorji študij primerov niso brez izrazitega lastnega mnenja, saj so bili večinoma aktivni udeleženci v dogodkih in procesih, ki so oblikovali zgodovino; ti so na kratko povzeti v vsakem poglavju. Joe Farman, avtor poglavja o halogeniranih ogljikovodikih, je npr. odkril 'luknjo' v stratosferski plasti ozona; Morris Greenberg je pomagal ustvariti prvi register azbestnega mezotelioma; Michael Gilbertson se je večino svoje poklicne kariere ukvarjal s preučevanjem onesnaževanja Velikih jezer in se zavzemal za njihovo sanacijo; Peter Infante je opravil prvo skupinsko epidemiološko raziskavo o delavcih, ki so izpostavljeni benzenu. Infante je

Preglednica 1.1

Nekateri primeri 'preprečevanje iz previdnosti' v Združenih državah

Vir: EEA

Problem	'Preprečevanje iz previdnosti'
Prehrambna varnost (rakotvorni dodatki)	Delaneyevo določilo v Zakonu o hrani, zdravilih in kozmetičnih sredstvih (Food, Drug and Cosmetics Act), 1957–96, ki je izločilo rakotvorne snovi živalskega izvora iz prehrambne verige ljudi.
Prehrambna varnost (BSE)	Prepoved uporabe okuženega ovčjega in kozjega mesa v prehrambni verigi živali in ljudi v zgodnjih 1970-ih letih, kar je morda pripomoglo k temu, da so se ZDA izognile BSE.
Okoljska varnost (CFC)	Prepoved uporabe klorofluoroogljikovodikov (CFC) v aerosolih leta 1977, nekaj let pred tem preden so bili podobni ukrepi sprejeti v večini evropskih držav.
Javno zdravje (DES)	Prepoved uporabe DES kot spodbujevalca rasti pri govedu v letih 1972–1979, skoraj 10 let pred prepovedjo v EU leta 1987.

Previdnostno načelo je postalo sporno tudi zaradi sporov med EU in ZDA glede uporabe hormonov pri govedu, gensko spremenjenih organizmov (v nadaljevanju GSO), svetovnega segrevanja in drugih vprašanj, pri katerih so bili spodbujeni previdnostni pristopi. O tem, kaj previdnostno načelo pomeni, in kako naj bi se izvajalo, potekajo burne razprave (da ne govorimo o terminološki zmedi, zlasti med politiki na obeh straneh Atlantika). Eden od ciljev tega poročila je poskus izboljšati čezatlantsko razumevanje uporabe previdnostnega načela pri oblikovanju politike.

Avtorje študij primerov, ki so svoje delo opravili brezplačno, smo prosili, da naj bodo njiho-

vrsto let delal na ameriškem Ministrstvu za zdravje in varnost (the US Health and Safety Department) ter si prizadeval za zmanjšanje izpostavljenosti delavcev benzenu in drugim onesnaževalom. Vsi drugi avtorji so odigrali bolj ali manj pomembno vlogo na področjih, ki jih obravnavajo v svojih poglavjih: če ne bi poglobljeno preučevali področij, o katerih pišejo v našem poročilu, jih ne bi zaprosili za njihov prispevek. Od vseh smo – kot od uglednih znanstvenikov na svojih področjih – pričakovali čim večjo objektivnost pri odgovarjanju na štiri vprašanja, ki smo jim jih zastavili. Vključenost avtorjev v dogajanje, povezano s proučevanjem študij primerov, o katerih pišejo, je torej predstavljena bralcem.

Vse študije primerov obravnavajo 'lažne neškodljivosti', ko da so to snovi ali dejavnosti, ki so nekoč pri vladah in drugih veljali za neškodljive, dokler niso dokazali njihove škodljivosti. Toda, ali ni 'lažnih škodljivosti', kjer se je ukrepalo na podlagi previdnostnega načela, a se je to pozneje izkazalo za nepotrebno? Menili smo, da moramo vključiti tudi takšne primere, vendar kljub temu, da smo povabili nekaj predstavnikov industrije, naj jih predstavijo, in o tem z njimi podrobno razpravljali, nismo našli dobrih primerov. Našo pozornost je pritegnila ameriška publikacija *Dejstva proti strahovom (Facts versus fears)* (Lieberman in Kwon, 1998), ki poskuša predstaviti 25 primerov 'lažnih škodljivosti'. Ko smo jih podrobneje preučili, se je izkazalo, da tudi tisti, ki so jih predlagali, niso bili dovolj prepričljivi, da bi šest najočitnejših predstavili v našem poročilu. Tako še vedno stojimo pred izzivom predstaviti 'lažne škodljivosti': med možnimi kandidati, ki so bili omenjeni, sta prepoved odlaganja gošče s čistilnih naprav v Severno morje in 'hrošč tisočletja leta 2000'.

1.2 Kaj je previdnostno načelo?

Albert Schweitzer (1875–1965) je bil morda pesimist, ko je dejal: »Človek je izgubil sposobnost predvidevanja in preventivnega ukrepanja, končal bo tako, da bo uničil Zemljo.« Vendar pa ni lahko biti moder, preden je prepozno, zlasti če se lahko vplivi na zdravje ali okolje pokažejo šele daleč v prihodnosti in če so dejanski ali dozdevni stroški njihovega odvračanja visoki in takojšnji. Preprečevanje nesreč navadno zahteva ukrepanje, preden obstajajo čvrsti dokazi o škodi, zlasti če bi bila škoda zapoznela in nepopravljiva; takšen pristop do znanstvenih dokazov in oblikovanja politike je del tega, čemur danes pravimo previdnostno načelo.

Preprečevanje iz previdnosti pogosto uporabljajo v medicini in javnem zdravstvu, kjer pacienta običajno poučijo o prednosti dvoma v diagnozo ("bolje varen kot obžalujoč"). Previdnostno načelo in njegova uporaba pri okoljskih nevarnostih in z njimi povezanih negotovostih pa sta se začela pojavljati kot nedvoumen in jasen pojem v okoljski znanosti šele v sedemdesetih letih, ko so se nemški znanstveniki in politiki poskušali spopasti z "umiranjem gozdov" *(Waldsterben)* in vzroki zanj, vključno z onesnaževanjem zraka.

Glavni element previdnostnega načela, ki so ga razvili, je bilo splošno pravilo javnega političnega delovanja pri potencialno resnih ali nepopravljivih nevarnostih za zdravje ali okolje, pri čemer je treba ukrepati proti potencialnim nevarnostim, *preden* obstajajo trdni dokazi o škodi, upoštevajoč verjetne stroške in koristi ukrepanja in neukrepanja. Vendar pa previdnostni pristop zahteva veliko več kot vzpostavljanje ravni dokaza, potrebne za upravičevanje ukrepanja, s katerim naj bi zmanjšali nevarnost ('sprožilec' za ukrepanje). *Vorsorgeprinzip* ('načelo predvidevanja' ali 'previdnosti') v nemškem Zakonu o čistem zraku iz leta 1974 (Boehmer-Christiansen, 1994), kot je bilo opisano v poročilu o Zakonu o čistem zraku iz leta 1985 (Boehmer-Christiansen, 1994), je vključeval naslednje elemente:

- raziskave in spremljanje stanja za zgodnje odkrivanje nevarnosti;
- splošno zmanjšanje obremenjevanja okolja;
- spodbujanje 'čiste proizvodnje' in inovacij;
- načelo sorazmernosti, po katerem stroški ukrepanja, da se prepreči nevarnost, ne bi smeli biti nesorazmerni z verjetnimi koristmi;
- pristop sodelovanja med deležniki za reševanje skupnih problemov s celovitimi ukrepi politike, katerih cilj je izboljšati stanje okolja, konkurenčnost in zaposlenost;
- ukrepi za zmanjšanje nevarnosti, preden so na voljo 'dokazi' o škodi, če so njeni učinki lahko resni ali nepopravljivi.

Po letu 1970 se je previdnostno načelo naglo povzpelo na politični lestvici in je bilo vključeno v številne mednarodne sporazume, zlasti na področju morskega okolja, kjer je obilo ekoloških podatkov o onesnaževanju obrodilo malo razumevanja, a veliko zaskrbljenosti: 'Na voljo je ogromno podatkov, a kljub vsem tem podatkom … smo dosegli nekakšen plato v svojem razumevanju, čemu so te informacije namenjene … To je vodilo k previdnostnemu načelu'. (*Bilten o onesnaževanju morja, Marine Pollution Bulletin*, 1997) Pove-

Preglednica 1.2 Previdnostno načelo v nekaterih mednarodnih pogodbah in sporazumih

Vir: EEA

Montrealski protokol o snoveh, ki tanjšajo ozonski plašč, 1987 'Podpisnice tega protokola … so se odločile, da bodo zaščitile ozonski plašč, in sicer s **previdnostnimi ukrepi**, s katerimi bodo celovito nadzorovale skupne svetovne emisije snovi, ki ga tanjšajo.'
Konferenca o Severnem morju, 1990 'Udeleženke … bodo še naprej uporabljale **previdnostno načelo**, tj. ukrepale bodo, da bi se izognile potencialno škodljivim vplivom snovi, ki so težko razgradljive, strupene/toksične ali se bioakumulirajo, tudi če ni znanstvenih dokazov, s katerimi bi lahko dokazali vzročno povezanost med emisijami in njihovimi učinki.'
Deklaracija iz Ria o okolju in razvoju, 1992 'Za varstvo okolja bodo države čim bolj uporabljale **previdnostni pristop** skladno s svojimi zmožnostmi. Kjer obstaja resna nevarnost, da bo prišlo do nepopravljive škode, se pomanjkanje popolne znanstvene gotovosti ne more uporabiti kot razlog za odlaganje stroškovno učinkovitih ukrepov za preprečevanje uničevanja okolja.'
Okvirna konvencija o podnebnih spremembah, 1992 'Podpisnice bi morale uporabljati **preventivne ukrepe** pri napovedovanju, preprečevanju ali zmanjševanju vzrokov podnebnih sprememb in lajšati njihove škodljive učinke. Kjer obstaja resna nevarnost, da bo prišlo do hude ali nepopravljive škode, se pomanjkanje popolne znanstvene gotovosti ne more uporabiti kot razlog za odlaganje takšnih ukrepov, pri čemer se je treba zavzemati za stroškovno učinkovitost politik in ukrepov, ki so namenjeni odpravljanju podnebnih sprememb, s čimer naj bi dosegli koristi za celoten planet ob čim manjših stroških.'
Pogodba o Evropski uniji (Maastrichtska pogodba), 1992 'Okoljska politika Skupnosti … naj temelji na **previdnostnem načelu** in načelih, po katerih je treba preventivno ukrepati, okoljsko škodo prvenstveno popravljati pri izvoru ter v skladu z načelom, po katerem onesnaževalec plača.'
Kartagenski protokol o biološki varnosti, 2000 'Skladno **s previdnostnim pristopom** je cilj tega protokola zagotavljanje ustrezne zaščite pri varnem prenosu in uporabi živih spremenjenih organizmov, ki so produkt sodobne biotehnologije in lahko negativno vplivajo na ohranjanje in trajnostno rabo biotske raznovrstnosti. Hkrati je treba upoštevati tveganje za zdravje ljudi, še posebej v čezmejnem prometu.'
Stockholmska konvencija o obstojnih organskih onesnaževalih, 2001. Previdnost, vključno s preglednostjo in udeležbo javnosti, se uresničuje v celotni pogodbi, posebej pa je omenjena v uvodu, ciljih, določilih za dodajanje obstojnih organskih onesnaževal in določanje najboljših razpoložljivih tehnologij. Cilj se glasi: 'Ob upoštevanju **previdnostnega pristopa**, kot je opredeljen v načelu 15 Deklaracije iz Ria o okolju in razvoju, je cilj te konvencije varovati zdravje ljudi in okolje pred težko razgradljivimi organskimi onesnaževali.'

dano bolj splošno: načelo 15 v Deklaraciji ZN o okolju in razvoju, ki je bila sprejeta v Rio de Janeiru leta 1992 (glej preglednico 1.2), je to načelo razširilo na okolje kot celoto.

Uporaba različnih izrazov v teh pogodbah in sporazumih, npr. 'previdnosto načelo' (precautionary principle), 'previdnostni pristop' (precautionary approach) in 'preventivni ukrepi' (precautionary measures), lahko povzroči težave pri komuniciranju in dialogu o tem, kako se najbolje spopasti z znanstveno negotovostjo in potencialnimi nevarnostmi. Sklepna poglavja tega poročila poskušajo razjasniti nekatere od teh dvoumnosti.

V Evropi je previdnostno načelo dobilo najpomembnejšo podporo v obliki sporočila Evropske komisije o previdnostnem načelu (Evropska komisija, 2000) in odloka Ministrskega sveta v Nici, prav tako leta 2000. Ta dva dokumenta sta pomembno prispevala k praktičnemu izvajanju previdnostnega načela zlasti v povezavi z udeležbo zainteresiranih in izogibanjem trgovinskih sporov. Nekatera najpomembnejša vprašanja, ki jih odpirajo študije primerov in sporočilo Evropske komisije, so podrobneje obravnavana v sklepnih poglavjih.

1.3 Začetki uporabe previdnostnega načela: London, 1854

Začetki uporabe previdnostnega načela segajo daleč pred leto 1970, ko se je načelo uporabljalo zlasti v javnem zdravstvu. V Evropi ga je med prvimi uporabil dr. John Snow, ki je leta 1854 priporočil, naj odstranijo ročico za črpanje iz vodnjaka v ulici Broad Street, da bi tako zaustavili epidemijo kolere, ki je tedaj razsajala po središču Londona. Nekaj dokazov o povezavi med onesnaženo vodo in kolero je pet let pred tem objavil sam Snow (Snow, 1849). To niso bili trdni dokazi, vendar so Snowu zadostovali, da je predlagal ukrepe za izboljšanje zdravstvenih razmer, saj bi bili stroški za njihovo izvajanje precej manjši kot posledice in stroški, ki bi nastali, če jih ne bi izvajali (glej primer 1.1).

Primer 1.1: Preprečevanje iz previdnosti Johna Snowa

V desetih dneh med 31. avgustom in 9. septembrom leta 1854 je za kolero umrlo približno 500 ljudi v župniji St. James, kamor je spadalo območje Golden Square v središču Londona. John Snow, londonski zdravnik, avtor trideset strani obsegajoče knjižice *The Mode of Communication of Cholera (Način širjenja kolere)*, ki jo je objavil na lastne stroške leta 1849, je preučil epidemijo. Pred izbruhom v četrti Golden Square je Snow preučeval kolero in oskrbo z vodo v dveh različnih vodovodnih sistemih v južnem Londonu: v enem je bila voda čista, v drugem pa onesnažena z vodo iz kanalizacije. Preden se je lotil raziskovanja primera Golden Square, je s to nepopolno raziskavo že dobil podatke, ki so podpirali njegovo teorijo, po kateri se kolera širi z onesnaženo vodo.

Kratka preiskava je pokazala, da je vseh triinosemdeset ljudi, ki so umrli na območju Golden Square, črpalo vodo iz vodnjaka v ulici Broad Street, namesto da bi uporabljali čistejšo vodo iz vodovodnega omrežja, ki je bila v tistem času sicer na voljo, vendar ni bila tako priljubljena. 7. septembra je Snow priporočil odstranitev vodne črpalke v ulici Broad Street, kar je utemeljil s trditvijo, da 'ni ... kolere ..., razen med ljudmi, ki imajo navado, da pijejo vodo, ki jo načrpajo v ulici Broad Street'. Oblasti so naslednji dan odstranile ročico z vodnjaka in tako pripomogle k pospešenemu upadanju obolevnosti za kolero in preprečile nadaljnje okužbe iz tistega vira.

Snow je pozneje izdelal eno prvih epidemioloških kart bolezni in možnih virov okužbe in jo 4. decembra 1854 predstavil Epidemiološkemu društvu v Londonu. Na karti je bila predstavljena povezava med smrtmi, ki jih je povzročila kolera, in vodnjaki v bližini ulice Broad Street.

S Snowovimi pogledi na vzroke za okužbo s kolero se večina takratnih pomembnih znanstvenikov ni strinjala. Kraljevo združenje zdravnikov (Royal College of Physicians), ki je opravilo raziskavo izbruha kolere v letih 1853 in 1854, je pretehtalo tudi Snowovo tezo in jo zavrnilo kot 'neubranljivo'. Enako je storil tudi Splošni odbor za zdravstvo leta 1854: 'Ne vidimo razloga, da bi sprejeli to prepričanje.' Prepričani so bili, da se kolera širi po zraku.

Biološki mehanizem, ki je osnova za povezavo med onesnaženo vodo in kolero, je bil med tem uspešnim preprečevanjem iz previdnosti leta 1854 še neznan: pokazal se je šele trideset let pozneje, ko je Koch v Nemčiji objavil odkritje bakterije vibrio cholerae.

Vir: EEA, na podlagi Brody *idr.*, 2000

Če bi bila Snowova domneva napačna, bi bili posledica te napake pravzaprav le jezni meščani, ki bi ostali brez običajnega vodnega vira, ki pa so navsezadnje želeli, da se epidemija kolere zaustavi. Ti stroški so bili majhni v primerjavi s stroški, ki bi nastali, če bi se Snow motil in *ne bi* odstranili ročice črpalke potem, ko so bili na voljo dokazi o povezavi med črpalko v ulici Broad Street in kolero. Njegovi dokazi, ki so bili videti kot povezava, so bili dovolj zanesljivi: kolero je povzročala voda, onesnažena s fekalijami iz kanalizacije, manjša izpostavljenost tej vodi pa je pripomogla, da se je zmanjšala tudi nevarnost okužbe.

Zgodba o Johnu Snowu in koleri je bila včasih tudi napačno razložena in predstavljena, kot primer, kako so lahko očitni dokazi o škodi in njenih vzrokih uporabljeni na razmeroma nesporen način. Vendar pa je bil to klasičen primer preprečevanja iz previdnosti, ki je vključevala več ključnih elementov pristopa k znanstveni negotovosti, nevednosti in oblikovanju politik. Ti elementi vključujejo razliko med 'vedenjem' o nevarnosti in njenih verjetnih vzrokih ter 'razumevanjem' kemičnih, bioloških in drugih procesov, ki povzročajo to povezavo; zavedanju potencialnih posledic napačne odločitve ter uporabe manjšine znanstvenih mnenj pri političnem odločanju. Ta vprašanja so obravnavana v sklepnih poglavjih tega poročila.

Obstajajo številne razlike med kolero, azbestom (ki so ga začeli uporabljati približno v času Snowovega odkritja) in drugimi škodljivimi snovmi v študijah primerov, med katerimi ni nepomemben časovni zamik med izpostavljenostjo nevarni snovi in škodi za zdravje, ki je pri koleri pomenil nekaj ur, pri azbestu in večini drugih preučenih snovi pa desetletja. Če bi vlade uporabile podoben pristop preprečevanja iz previdnosti kot dr. Snow, ko je bilo objavljeno zgodnje svarilo o azbestu, bi se večini tragedij in neznanskim stroškom, ki so povezani z izpostavljenostjo azbestu, lahko izognili.

1.4 Preprečevanje nesreč: povezovanje znanosti in javne politike

Dr. Snow je kot znanstvenik in oblikovalec politike deloval v znanstveni negotovosti in pod političnim pritiskom, tako kot vsi, ki jim je naložena odgovornost varovanja javnosti in okolja pred potencialno nevarnimi gospodarskimi dejavnostmi. Danes politiki delujejo

v podobnih razmerah kot dr. Snow, le da je njihov položaj veliko težji zaradi večjega tveganja in večje negotovosti (gospodarske, zdravstvene in okoljske), povezane z dejavnostmi velikega obsega (Beck, 1992), ter zaradi izpostavljenosti večjim pritiskom javnih občil (Smith, 2000). Delujejo tudi v okviru bolj demokratičnih institucij in so odgovorni bolj izobraženim in angažiranim državljanom, ki imajo dober dostop do informacij na internetu. Globalizacija in prosta trgovina stanje še bolj zapleteta, to pa velja tudi za nova znanstvena spoznanja. Prav v takšnih okoliščinah, ko se poskuša preprečiti morebitne resne in nepopravljive posledice ob nesorazmernih stroških, je lahko previdnostno načelo uporabno. Oblikovalcem politike in politikom pomaga v okoliščinah, ko čakanje na trdne dokaze o škodljivosti lahko resno ogrozi javno zdravje ali okolje, ali oboje, preden se preventivno ukrepa.

Doseganje soglasja glede zgodovine priznanih nevarnosti, kot so azbest, klorofluoroogljikovodiki (CFC) in druge študije primerov, ni enostavno, vendar je lažje kot doseganje soglasja o tem, kako se lotiti sedanjih vprašanj, ki so predmet polemik, npr. podnebne spremembe, mobilni telefoni ali gensko spremenjeni organizmi. Obstajajo nekateri uveljavljeni kriteriji, kako pomagati znanstvenikom pri prehodu iz 'povezanosti' na 'vzročnost' pri ugotavljanju ogroženosti zdravja (Hill, 1965). Ni pa splošno sprejetih meril za pomoč politikom pri oblikovanju zdravih političnih odločitev v znanstveni negotovosti, kljub temu da obstaja več dobrih predlogov (Raffensperger in Tickner, 1999; Gee, 1997).

Literature o ocenah tveganja in zmanjševanju nevarnosti, ki lahko pomaga nosilcem odločanja v določenih okoliščinah, je sicer veliko, pomagamo pa si lahko tudi z zgodovinskim pogledom na stvari. V tem poročilu je prikazana bogata zgodovina nevarnosti, zato se lahko iz njega naučimo veliko dragocenega. V 16. poglavju so navedene izkušnje, ki lahko pomagajo pri ugotavljanju zdravih in učinkovitih ukrepov javne politike. Ti lahko prispevajo k zmanjšanju prihodnjih stroškov, povezanih z napačnimi prepričanji glede okoljskih in zdravstvenih tveganj. V prihodnosti si zlasti želimo videti manj 'lažnih neškodljivosti', vendar pa nam dosedanje izkušnje lahko tudi pomagajo zmanjšati nevarnosti, ki jih prinašajo sicer manj pogoste 'lažne škodljivosti', ki se jih prav tako bojimo.

Zaupanje javnosti v politike in znanstvenike, ki poskušajo varovati ljudi in naš planet pred nevarnostmi, je zelo majhno, zlasti v Evropi, kjer so BSE v Veliki Britaniji in drugod, dioksini v Belgiji ter afera v Franciji, kjer je bila kri pri transfuzijah okužena z virusom HIV, veliko prispevali k splošnemu nezaupanju. Vlade se tega zavedajo in se poskušajo ustrezno odzvati, npr. z Belo knjigo EU o upravljanju v Evropi (julij 2001). Ta priporoča večjo udeležbo javnosti pri sodelovanju med znanostjo, tehnologijo in družbo. Namen tega poročila je prispevati k razpravi o vse bolj aktualnem vprašanju demokratizacije znanstvenih dognanj in dosežkov.

1.5 Viri

Beck, U., 1992. *Risk Society*, Sage, London.

Boehmer-Christiansen, S., 1994. 'The precautionary principle in Germany: Enabling government', v O'Riordan, T. in Cameron, J. (izdaja), *Interpreting the precautionary principle',* str. 3, Cameron and May, London.

Brody, H. *idr.*, 2000. 'Map-making and myth-making in Broad Street: the London cholera epidemic, 1854', *Lancet* Vol. 356, strani 64–68.

Deane, Lucy (1898). 'Report on the health of workers in asbestos and other dusty trades', v HM Chief Inspector of Factories and Workshops, 1899, *Annual Report for 1898,* strani 171–172, HMSO, London (gl. tudi the Annual Reports for 1899 and 1900, stran 502).

Evropska komisija, 2000. Communication from the Commission on the Precautionary Principle, COM (2000) 1, Bruselj.

Gee, D,1997. Approaches to Scientific Uncertainty, v Fletcher, T. in Michael, A. J. M.

(izdaja), *Health at the crossroads: Transport policy and urban health*, Wiley, London.

Hill, A. B., 1996. 'The environment and disease: Association or causation?' *Proceedings of the Royal Society of Medicine* Vol. 58, strani 295–300.

James, WH, 1965. 'Teratogenetic properties of thalidomide' *Br Med J*, 1965 30. oktober; 5469:1064

Lieberman, A. J. in Kwon, S. C., 1998. *Facts versus fears: A review of the greatest unfounded health scares of recent times*, tretja dopolnjena izdaja, junij 1998, American Council on Science and Health, New York, na http://www.acsh.org.

Millstone, E., 1997. *Lead and public health*, Earthscan, London.

Marine Pollution Bulletin, 1997. Vol. 34, št. 9, strani 680–681.

Peto, J., 1999. The European mesothelioma epidemic, *B. J. Cancer* Vol. 79, februar, strani 666–672.

Raffensperger, C. and Tickner, J., 1999. *Protecting public health and the environment: Implementing the precautionary principle*, Island Press, Washington, DC.

Snow, J., 1849. *On the mode of communication of cholera*, London.

Smith, J. 2000. *The Daily Globe: Environmental change, the public and the media*, Earthscan, London.

2. Ribištvo: prelov

Malcolm MacGarvin

Ribištvo se je moralo stoletja ubadati z negotovostmi in jih poskušati obvladati. Ta tematika predstavlja dvojni izziv, saj so temeljna previdnostna načela enaka kot pri onesnaževalih, praktičen pristop k izvajanju pa je precej drugačen.

Pozne lekcije so vsekakor ustrezna tema za morsko ribištvo. Zavest o dogodkih, kakor so opisani v tem prispevku (od srednjega veka, škotskega ribištva v 19. stoletju, zloma ribolova sardel v Kaliforniji sredi dvajsetega stoletja in do propada staleža trske na severu Kanade v devetdesetih letih dvajsetega stoletja), nas včasih žalostno spomni na ponavljanje zgodovine. Iz preteklosti pa se vsekakor lahko naučimo tudi kaj pozitivnega. V zadnjem desetletju se vedno bolj zavedamo potrebe po izrazito previdnostnem pristopu. Na območjih, kot je Severni Atlantik, je trenutno ključni problem najti način, ki bo ribičem omogočil, da kljub nenehno navzočim kratkoročnim ekonomskim pritiskom iz ozadja teorijo spremenijo v prakso.

2.1 Zgodnja svarila

Razmerja med previdnostnimi pristopi, kulturnimi vidiki, tehnološko zmožnostjo ter tveganji in koristmi so zapletena. Ničesar novega ni v spreminjajočih se stopnjah previdnostnega ravnanja in svarilih o nevarnosti pretiranega izkoriščanja. Obstajajo celo nekateri dokazi, da so v preteklosti zaradi prelova morskih virov določene severnoameriške domorodne skupnosti po vsej verjetnosti izumrle. Druge pa so omejile svoje ulove s pravicami in tabuji, k čemur jih je spodbudilo poznavanje ribje ekologije. Stoletja so uspevali ohranjati razmeroma velik ulov rib, na primer lososa, kar je ravno v nasprotju z ravnanjem komercialnih ribičev, ki jim je v kratkem času uspelo bodisi močno razredčiti ali celo povsem iztrebiti posamezne populacije (McEvoy, 1986).

Tudi v srednjeveški Evropi so se ljudje zavedali, da je prelov rib mogoč. Prvi poziv k previdnostnemu ravnanju izvira iz obdobja med letoma 1376 in 1377 (March, 1953). Angleškemu parlamentu je bila predložena peticija za prepoved mreže »s tako majhnim očesom, da iz nje ne more še tako majhna riba, ki zaide vanjo, in je zatorej prisiljena ostati v njej in ujeta … zaradi katere omenjeni ribiči ujamejo toliko majhnih rib, da z njimi potem krmijo prašiče. To je v veliko škodo celotnemu ljudstvu v kraljestvu in uničuje ribištvo v tamkajšnjih krajih, zaradi česar potem prosijo za odškodnine«. V odgovor na to izjavo je bila ustanovljena komisija »usposobljenih oseb za raziskovanje in potrditev resnice o tej trditvi in nato naj se ukrepa, kakor je prav«. Od takrat do konca 19. stoletja je bilo v Angliji (in tudi drugod) precej poskusov regulacije ribolova s sredstvi, ki jih še vedno poznamo (kot so ukrepi iz leta 1716, ki zajemajo najmanjšo velikost očesa mreže, prepoved goljufanja z namestitvijo ene mreže v drugo in minimalne velikosti iztovorjenih rib).

2.2 Angleško ribištvo v 19. stoletju

Tako kot drugod, se je tudi v Angliji ribištvo v 19. stoletju hitro razvijalo. Negotovost glede posledic ribolova dragocenega sleda (slanikov) in razmaha ribolova drugih vrst z vlečnimi mrežami (kar je bil nedavno pred tem odkril »laični« prebivalec Wicka, zgodovinar Ian Sutherland (Sutherland, brez datuma)) je poleg drugega spodbudila vrsto uradnih raziskav med letoma 1866 in 1893 (Poročilo, 1866; Poročilo, 1885).

2.2.1 Ribolov sleda na Škotskem

Zaradi naravnih vzrokov količina številnih vrst morskih rib opazno niha. Pri sledu in njegovih sorodnicah, kot je sardela, je v nekaj desetletjih mogoče opaziti ogromne spremembe. Precej dolgo je trajalo, preden so ljudje dojeli, da ribolov lahko spremeni naravne cikle. Leta 1865 je daljnovidni James Bertram (Bertram, 1865, str. 277–282) dokumentiral obalne ulove

škotskega sleda med letoma 1818 in 1863, ko se je površina visečih mrež, ki jih je vozila posamezna ladja, povečala s 3.800 na 14.000 kvadratnih metrov, ulov pa se je kljub temu zmanjšal s 125 na 82 cranov (sodčkov-votla mera 170 litrov za sveže slede). Ti podatki so mu kar preveč očitno kazali, da »nadaljnji dokazi niso potrebni«. Zapisal je: »Vedno sem bil skeptičen glede neizčrpnosti ribjih jat in z lahkoto si lahko predstavljam, da bi bil prelov rib, ki se mu nekateri ljudje toliko posmehujejo, več kot mogoč … Glede na stanje se bojim, da se bo veliko ribištvo v Wicku nekega dne končalo. Ko se je vse skupaj začelo, je ribič lahko mreže, ki jih je potreboval, nosil v košari na hrbtu, zdaj pa potrebuje voz in močnega konja.«

Nadaljnje ukrepanje oziroma neukrepanje
Izkazalo se je, da so bile Bertramove besede preroške. Več desetletij pozneje je Thomas Huxley, predsednik Kraljevske akademije in inšpektor za ribištvo (ki ni bil neumen, a je zdaj nepriljubljen zaradi svojega komentarja, da »je morski ribolov neizčrpen« (Huxley, 1883)), še vedno trdil, da glede britanskega sleda na splošno »ni ničesar, kar bi kazalo, kolikor sam opažam, da je bilo v večletnem povprečju njihovo število večje ali manjše kakor zdaj« (Huxley, 1881). Leta 1883 pa je parlamentarni odbor celo menil, da »ni nobenega kazalca za kakršenkoli upad števila sledov v našem odprtem morju«. Iztovore so po vsej verjetnosti enačili z velikostjo staleža, ne da bi upoštevali, da je šlo za večje prizadevanje, večje zajeto območje in daljšo sezono.

V devetdesetih letih 19. stoletja je Nemec Heincke, v nasprotju s splošnim prepričanjem, ugotovil, da sled obstaja v jatah, ki jih je potrebno ločeno obravnavati. Do takrat so izginile tudi najbolj skrite jate Wicka in Moraya Firtha. Ribolov se je premaknil še dlje od obale in v prvi polovici 20. stoletja je ulov sleda v severnem Atlantiku na splošno nihal brez ugotovljenih zakonitosti. Razlog za to pa niso bile toliko pretekle izkušnje in ravnanje, temveč predvsem nemir na trgih celinske Evrope, ki je zadrževal tehnološki potencial novih motoriziranih ribiških ladij za ribolov z visečimi mrežami. Ko se je pozneje v drugi polovici 20. stoletja razvilo »industrijsko« ribištvo za pridobivanje ribje moke in olja, se je podcenjevalo tako novo tehnologijo kot varnostne omejitve. To je v sedemdesetih letih 20. stoletja pripeljalo severnomorskega sleda do roba propada, kar je bil povod za prepoved ribolova. Staleži so si opomogli, in ko je bil ribolov spet dovoljen, je bilo industrijsko ribištvo sleda omejeno, vendar je pritisk ribolova za »prehrano ljudi« ostal tolikšen, da je bilo treba sredi devetdesetih let uvesti nadaljnje preventivne ukrepe, dokler si niso staleži še enkrat opomogli. Kot se zdi, smo se do konca devetdesetih let 20. stoletja vendarle naučili dovolj, da smo preprečili popoln propad, težko pa bi se pohvalili z modelom učinkovitega upravljanja.

2.2.2 Prihod parnih plovil z vlečnimi mrežami

Pomemben korak v razvoju dogodek s konca 19. stoletja je bil začetek ribolova »pridnenih« rib (kot so trske, vahnje, moli in morski listi) s parnimi plovili z vlečnimi mrežami. To je omogočilo dostop do območij, ki so prenevarna oziroma nedostopna za plovila na jadra ali vesla (naravni ustreznik sodobnim območjem »brez ribolova«). To je povečalo zmožnost vleke mrež, kar je imelo za posledico vse večje ulove. Ribolov z vlečnimi mrežami je razdelil strokovnjake in ribiče. Glavne pritožbe so se nanašale na dejstva, da ribolov z vlečnimi mrežami uničuje ikre na morskem dnu, povzroča ulov nezrelih rib, ima za posledico izgube zaradi poškodovanih rib ter se prekriva z ribolovom drugih ribičev. Poleg tega ribiči, ki lovijo z vlečnimi mrežami (mobilni outsiderji), izčrpavajo tradicionalna ozemlja drugih. Zanimivo je, da so se že leta 1883 ribiči, ki so lovili z vlečnimi mrežami in imeli bazo v Yarmouthu, prostovoljno odločili, da v določenih letnih časih ne bodo lovili na določenih območjih na odprtem morju. Tako naj bi se izognili ulovu nezrelih rib. Vendar so to odločitev spodkopavali drugi ribiči z vlečnimi mrežami, zato so namero opustili.

Nadaljnje ukrepanje oziroma neukrepanje
Leta 1865 je Bertram sprožil obtožbe proti ribolovu z vlečnimi mrežami, čeprav je tudi sam menil, da je takšen način ribolova najboljši, če se ga uporablja preudarno (Bertram, 1865, str. 308). Do leta 1883 so na podlagi parla-

mentarne preiskave sprožili še eno raziskavo, katere ugotovitev je bila, da ulov nezrelih rib pri ribolovu z vlečnimi mrežami ni vreden omembe (da je manjši od ulova nezrelih rib pri ribolovu s tradicionalnimi večkratnimi trnki in parangalom), da je bila večina ulovljenih rib nepoškodovana in zatorej primerna za prodajo ter da od komercialnih vrst ležijo na morskem dnu samo ikre sleda, pa še glede teh je vprašljivo, ali bi jih z mrežami sploh poškodovali. Glede učinkov ribolova z vlečnimi mrežami v najbolj dostopnih obalnih vodah pa je McIntosh, avtor raziskave, dejal, da bi jih »z ribolovom z vlečnimi mrežami zelo lahko opustošili« in da bi bila začasna ustavitev ribolova z vlečnimi mrežami »zelo dragocen poskus. To bi pomirilo zagovornike različnih stališč, poleg tega tako ne bi tvegali in ne bi nikomur škodili.« To so podprli škotski ribiški funkcionarji, nekateri drugi strokovnjaki, nekateri ribiči, ki so lovili z vlečnimi mrežami, ter tudi dokazi iz sosednjih držav in Združenih držav Amerike. Sklep preiskave je bil, da kljub medsebojnim obtožbam ribičev za kakršenkoli upad »na zaloge rib precej vplivajo« naravna nihanja. Zaradi izgube dragocenega ulova prepovedi ne bi mogli upravičiti, razen če bi izsledki raziskave nedvoumno pokazali, da je to nujno.

To je bilo sporno. (Samo) na Škotskem so kljub preiskavi sprejeli politično odločitev, da prepovedo ribolov z vlečnimi mrežami v obalnih vodah, vključno z Morayem in drugimi morskimi ožinami. To se je nadaljevalo do dvajsetih let 20. stoletja, ko so ribiči pod pritiskom šibkega trga sleda in iskanja alternativ začeli vleči svoje ribiške mreže s plovci, ki so jih učinkovito uporabljali kot vlečne mreže. Začetni veliki ulovi trsk in morskih listov so kazali, da je prejšnja politika uspešno omogočala vzdrževanje staležev.

2.2.3 Stroški in koristi

Mogoče je navesti nekaj kvalitativnih ugotovitev glede neposrednih stroškov in koristi ukrepov iz 19. stoletja, ki zadevajo ribolov angleškega sleda in ulov te vrste z vlečnimi mrežami (MacGarvin in Jones, 2000). Škotska mesta, kot je Wick, ki so bila močno odvisna od lokalnega ribolova sleda, so začela izumirati. Centralizacija, ki je spremljala ribolov z vlečnimi mrežami, je prispevala k razcvetu večjih središč, kot so Fraserburgh, Peterhead in Aberdeen, kar je šlo na škodo manjših skupnosti. Enak razcvet so doživela tudi domača pristanišča, kot so Grimsby, Hull, Newlyn, Fleetwood in Swansea, ki so bila oporišča ladij za ribolov z vlečnimi mrežami in so lovila tudi daleč proti jugu.

V daljšem obdobju je 19. stoletje nanizalo dogodke, ki jih je mogoče spremljati do današnjega dne. Če se osredotočimo na Škotsko, so ulov in tonaža plovil (vključno z ladjevjem za ribolov sleda in pridnenih rib) med letoma 1898 in 1998 ostali precej nespremenjeni, to je približno 333.000 oziroma 109.000 ton (Škotski urad, od 1898 do danes). Vendar je število ladij upadlo z 11.536 na 2661, število ribičev pa s 36.161 na 7771. Število ladij na jadra in vesla je z 11.383 padlo na ničlo, močno pa se je povečala poraba fosilnih goriv. Razvoj je zelo nihal, na splošno pa se razcvet ni ohranjal. Do konca devetdesetih let 20. stoletja je bil v skladu z Zeleno knjigo Evropske komisije za ribištvo (Evropska komisija, 2001b), povprečen čisti dobiček na kapital, vložen v škotsko ladjevje za ribolov pridnenih rib, samo 0,1 odstotka na leto.

Vprašamo se lahko, kaj sploh smo pridobili z naložbami v tehnologijo. Če nič drugega je opazen upad števila smrti na morju (čeprav ribolov še naprej ostaja nevarna dejavnost). V uspešnih letih je ribolov nekaterim posameznikom morda pomenil način za pridobitev precejšnjega kapitala na relativno odročnem območju, kjer so ekonomske priložnosti precej omejene. Ta kapital je bilo potem mogoče naložiti v druge dejavnosti oziroma kam drugam, kjer so bili dobički višji. V takšnih okoliščinah ni pretiranega zanimanja za ohranjanje trajnostnega ribištva. Za druge (verjetno za večino) pa je to bil in ostal način življenja z globoko ukoreninjeno željo, da ga ohranijo za prihodnje generacije, in imeli so občutek, da jih silijo naprej po poti, katere smeri ne obvladajo.

Sprememba sestave ulova na Škotskem je bila v tem obdobju, ki je zajemalo celo stoletje, v celoti precej podobna tisti na Severnem morju. Prvič, povsod po Severnem morju je ulov sleda za prehrano ljudi postal manj pomemben.

Povečal se je ulov pridnenih rib, potem pa je upadel in izpodrinil ga je »industrijski« ulov (na začetku sledov, spratov in skuš, pozneje pa vrst, kot je peščena jegulja), ki se je od leta 1950 silovito povečal. Vrhunec je bil dosežen, ko je celotni ulov v Severnem morju v sedemdesetih letih dosegel 2,2 od 3,5 milijona ton. To kaže na globalni vzorec »ribolova po prehrambni mreži navzdol« (Pauly idr., 1998), ki poteka od vrst s (potencialno) visoko vrednostjo do industrijskih rib, ki so na nižjem prehranjevalem nivoju (t. i. trofični nivo) in kjer je tudi vrednost enote ulova nižja. Domnevamo lahko, da bo obsežna odstranitev biomase zaradi ribištva vplivala tudi na druge vrste, vendar je trenutno na voljo le malo izčrpnih podatkov.

2.3 Ribolov sardel v Kaliforniji od dvajsetih let do leta 1942

V dvajsetih letih 20. stoletja so strategije izkoriščanja ter strokovne in upravljavske ureditve že začele prevzemati sedanjo obliko. Na tem področju je bil daleč spredaj ribolov sardel v Kaliforniji. Ribe so prvotno konzervirali za prehrano ljudi, vendar sta postala zaradi tržnih razmer, podobnih tistim, s katerimi so se srečali britanski ribiči sleda, ribja moka in olje veliko pomembnejša ter sta poganjala gospodarstvo.

Takrat ni bilo nobenih omejitev ulova. Kalifornijski državni strokovnjaki, ki so sodelovali pri nadziranju ribištva, so sredi dvajsetih let 20. stoletja jasno poudarjali, da je treba ravnati previdno: »Treba se je izogibati nepotrebnemu izčrpavanju zaloge, dokler raziskave ne pokažejo, da je prelov rib mogoče pravočasno odkriti.« (McEvoy, 1986, str. 160–161) Naloga vlade je bila »ne le kar najbolj pomagati, temveč tudi zagotoviti stalnost, saj je to edini dejavnik, ki združuje vse udeležene strani in prihajajoče generacije« (McEvoy, 1986, str. 159). Tako kot na Škotskem desetletja prej se ulov ni več povečeval sorazmerno z vedno večjim naporom, vloženim vanj; povprečna starost rib je padala in ladje so morale potovati dlje in loviti dlje. To je klasičen znak prelova rib. Priporočena je bila omejitev. V državnem laboratoriju za ribištvo so menili, da je naraščajoča intenzivnost ribolova »zadosten dokaz za prepričanje, da smo na poti uničenja in velike izgube«, čeprav je še obstajala negotovost.

2.3.1 Nadaljnje ukrepanje oziroma neukrepanje

Urad za ribištvo, ki je bil zvezni organ Združenih držav, je bil drugačnega mnenja. Čeprav so priznavali, da so dokazi o izčrpavanju precejšnji, ni bilo »izrazitega ali prepričljivega dokaza, ki bi vsakogar zadovoljil«, da sardele pretirano izkoriščajo. Njihovo mnenje je bilo: »Ohranjanje za nas pomeni razumno porabo. Ne verjamemo v kopičenje zalog naših ribjih virov.« In ne samo to: »Trdno smo prepričani, da nepotrebne omejitve ovirajo ali omejujejo zdravo podjetništvo.« (McEvoy, 1986, str. 162–166)

Mnenja ribičev so se razhajala. Tisti, za katere je bil razvoj dogodkov neugoden, so menili, da se izpraznitvi ni mogoče izogniti. Tisti, ki jim je razvoj prinašal koristi, so menili, da gre za zaroto, ki naj bi »osiromašila eno od redkih uspešnih dejavnosti med recesijo«, da je mogoče vse spremembe pripisati okoljskim nihanjem in da so sardele tako plodne, da si bodo kmalu opomogle. Nekritično popuščanje njihovim zagotovilom, da je sardel dovolj, je bila »groba … srednjeveška sholastika«.

Spor se je glasno nadaljeval in se ni razrešil, dokler ni kalifornijski guverner leta 1939 nadomestil državnih strokovnjakov z drugimi strokovnjaki »za nujne primere« ter zamenjal tone poročil, ki so pričala o »očitnih« znakih pretiranega izčrpavanja in »nujnosti« zmanjšanja ulova (1938), z izjavami, da »ni nobenega razloga za zaskrbljenost« (1942). Potem so se dogovorili o povečanju ulova (da bi »podprli vojne napore«), vendar se je v istem letu stalež sardel zmanjšal na minimum. Šele sredi osemdesetih let 20. stoletja so se začeli kazati znaki okrevanja (Naravoslovni muzej v San Diegu, 2000).

2.3.2 Stroški in koristi

Kakor pri angleškem ribištvu je tudi tu težko opredeliti vpliv intenzivnega lova na druge vrste morskih organizmov. Z ekonomskega vidika je bila donosnost predelave ribje moke in

olja pred zlomom izredna, saj so si mnogi obrati v tridesetih letih 20. stoletja v eni sezoni povrnili celotno naložbo (McEvoy, 1986, str. 145).

Kar zadeva predelovalna podjetja, kot sta Starkist in Van Camp, bi lahko trdili, da so imela najboljšo gospodarsko strategijo, saj so zelo hitro in učinkovito »izkoristila« ribe v bližini povečanega povpraševanja trga po ribah, potem pa preselila opremo in poslovanje v Južno Ameriko. Tam so bila zelo dejavna pri začetkih ulova perujskih sardonov, pri čemer so sledili kalifornijskemu modelu, dejavnost pa je propadla na začetku sedemdesetih let 20. stoletja (McEvoy, 1986, str. 155).

2.4 Novofundlandska trska

Kmalu po kalifornijski izkušnji so se menedžerji posvečali vse bolj zapletenim računicam, saj so hoteli kar največ iztržiti iz omejenih informacij o velikostih staležev in učinku intenzivnega ribolova. Pri tem so si pomagali z vse zmogljivejšimi računalniki. V sedemdesetih letih 20. stoletja je prevladovalo optimistično mnenje, da se je mogoče izogniti preteklim napakam.

To je še posebej veljalo za stalež novofundlandske severne trske. Ta zgodovinsko največji stalež trske na svetu so evropski ribiči izkoriščali od 16. stoletja naprej (Oddelek za ribištvo in oceane, 2000). Vendar se je intenzivnost ribolova v šestdesetih letih 20. stoletja drastično povečala in leta 1968 dosegla vrhunec z 800.000 tonami, potem pa padla precej pod količine, ki jih je dejansko odobril mednarodni nadzorni organ. Ta organ je bil Mednarodna komisija za ribištvo severozahodnega Atlantika (ICNAF), za katero so mnogi Kanadčani menili, da je neučinkovita (O'Reilly Hinds, 1995), kar je veljalo tudi za njeno naslednico, Organizacijo ribištva severozahodnega Atlantika (NAFO) (Day, 1995).

Konec sedemdesetih let 20. stoletja je Kanada uporabila takratno novelo Konvencije ZN o pomorskem pravu in razširila svojo pristojnost z 12 na 200 navtičnih milj, namen pa je bil dobiti precejšnji del tega staleža pod svoj nadzor. Z določitvijo zavestno strožjih omejitev ulova na približno 20 odstotkov populacije, s čimer naj bi prispevali k njeni obnovi, so hoteli vpeljati ukrepe, ki jih nekateri še vedno vidijo kot varovalne. Izračuni Oddelka za ribištvo in oceane so to potrdili, in ulov kanadskih plovil z vlečnimi mrežami na odprtem morju se je povečal. Leta 1988 je Oddelek za ribištvo in oceane trdil, da se je »od leta 1976 stalež severne trske petkrat povečal«, kar je bilo splošno sprejeto kot zgled previdnega in strokovno utemeljenega upravljanja, ki lahko preobrne na videz brezupen položaj.

2.4.1. Nadaljnje ukrepanje oziroma neukrepanje

Edina skupina, ki se ni strinjala, so bili obalni ribiči, ki (v nasprotju z ribiči na odprtem morju) po večini niso nadgradili svoje tehnologije in se niso mogli sprijazniti z vedno manjšimi ulovi kljub domnevnemu povečanju staleža. Ker njihovih protestov niso upoštevali, so naročili preiskavo, ki so jo potem poimenovali Keatsovo poročilo, objavljeno leta 1986. Keats je opozoril na (premalo upoštevane) retrospektivne analize samega Oddelka za ribištvo in oceane, ki so kazale na stalno in resno podcenjevanje ribolovnega pritiska na stalež od uvedbe kanadskega nadzora, »zaradi česar smo od leta 1977 dosledno ulovili od 1,5- do 3-kratno količino (od dovoljenega 20-odstotnega odlova staleža)« (Keats idr., 1986). Oddelek za ribištvo in oceane je to trditev zavrnil, rekoč, da gre za »pristransko psevdoznanost, napisano v podporo dnevni politiki« (Finlayson, 1994). Keats je kljub temu pritegnil pozornost medijev, kar je zveznega ministra za ribištvo prisililo, da je pripravil uradno poročilo.

Alversonovo poročilo iz leta 1988 je bilo pri uradnikih visoko cenjeno, saj so ga pripravili strokovnjaki za ribištvo. V njegovem glavnem delu so ugotovili, da se je stalež od leta 1977 povečal, čeprav je bil ta proces od leta 1982 »verjetno zelo počasen«. Navedli pa so tudi, da je bil »ribolovni izkoristek dejansko precej večji od zastavljenega« zaradi »stalnega precenjevanja trenutne velikosti ribjega staleža«. Težava je bila v tem, da so bili za oceno staleža za izbrano leto potrebni podatki tudi za

približno pet naslednjih let, preden so se ocenjeni ribolovni izkoristek in ocene biomase za izbrano leto »učinkovito združili v pravilen odgovor«. Krajše kot je bilo to obdobje, toliko bolj je odsevalo samo predviden obseg ribolovnega izkoristka. To je usodna napaka, saj se staležtako izčrpa, da je odvisen od uspešnosti drstenja le v zadnjih nekaj letih (kar je sedaj nekaj običajnega za mnoge ribje populacije). Poleg tega pa daje metoda z upoštevanjem le kratkoročnih podatkov lažno gotovost, če dejanski ribji stalež v tistem obdobju strmo upada. Alverson je pokazal, kako zavajajoči so bili sklepi o velikosti staleža za širok razpon pri oceni ribolovnega izkoristka, ki so jih nakazovali podatki. V povzetku izvršilnega organa je bilo to postavljeno na glavo, saj je bilo navedeno, da so bili izračuni Oddelka za ribištvo in oceane o ribolovni smrtnosti »v okviru ocen, ki so jih podpirali podatki«, čeprav čisto na njihovem spodnjem koncu.

Oddelek za ribištvo in oceane je bil odgovoren za objavo Alversonovega poročila. Kot je Alverson javno omenil, je »presenetljivo, da smo si tako blizu«. Oddelek za ribištvo in oceane je v svojem odgovoru poudaril, da »je bila razlika v številkah za vsega skupaj približno od 4 do 5 odstotkov … sklepi … so precej podobni (glede velikosti ribjega staleža in vzroka za upad priobalnega ribištva) … in torej tudi verodostojnost strokovnosti Oddelka za ribištvo in oceane ni bila vprašljiva«. Zasebno pa je bila Alversonova skupina manj optimistična; opravili so notranjo ponovno presojo metodologije Oddelka za ribištvo in oceane. Ocena iz leta 1989 je vsebovala domnevo, da je bil dejanski ribolovni izkoristek večji in da stalež rib ne raste. Ocena je vsebovala tudi priporočilo o dejanski prepolovitvi ulova na odprtem morju.

Ponovna presoja je veljala kot dokaz, da se je Oddelek za ribištvo in oceane vseskozi motil. To je upravi povzročilo resne težave, saj so bili pri reševanju nasprotujočih zahtev po rešitvah odvisni od »znanstvenega« merila. Zdaj so bili ribiči na odprtem morju tisti, ki so trdili, da ni nobenega dokaza o zmanjšanju staleža. Minister za ribištvo je zahteval novo preiskavo, Harrisovo poročilo iz leta 1990, tokrat popolnoma neodvisno od Oddelka za ribištvo in oceane. Tudi Harris je prišel do sklepa, da je pred letom 1989 ribolovni izkoristek verjetno več kot dvakrat presegal načrtovanega, ribji stalež pa je le malce presegal polovico ocenjene velikosti, zaradi česar je bil prelov tolikšen, da je privedel skoraj do izumrtja zaradi komercialnega izkoriščanja. To je bil sklep, o katerem so mediji na široko poročali.

Harrisovo poročilo se je končalo s previdnim sklepom, da se je revidirana ocena Oddelka za ribištvo in oceane iz leta 1989 bolj približala resničnosti. Poleg tega pa so veliko prostora posvetili pomembnim in težko rešljivim vprašanjem z vseh mogočih področij. »Ravnali smo tako, da smo se le malo menili za živali, ki so nas načeloma zanimale, in ob skoraj popolnem nepoznavanju dinamike njihovih ekosistemov.« »Predolgo smo na vse gledali skozi rožnata očala in si vse podatke razlagali na način, ki je kar najbolj podprl in potrdil izbrani model rasti.« Tisto, kar je veljalo (in pogosto še vedno velja) »kot najboljša razpoložljiva teorija za upravljanje, podatke in metodologijo ocenjevanja, bo legitimno podprlo trditve o stanju staleža, ki segajo od trajnostne rasti do nevarnega upada« (Harris, 1990).

2.4.2. Stroški in koristi

Harris je ocenil, da bi bilo treba celoten dovoljeni ulov v obdobju od leta 1989 do 1990 zmanjšati z 235.000 ton na približno 125.000 ton, s čimer bi se uskladili s ciljem, da se ne izkoristi več kot 20 odstotkov staleža, vendar »bi to izzvalo izredno hude socialne in ekonomske posledice«. Namesto tega je Harris predlagal celoten dovoljen ulov 190.000 ton (izkoristek približno 30 odstotkov), čeprav je opozarjal, da »lahko to prispeva k nadaljnjemu upadanju«. To so kljub vsemu storili, izguba pa je znašala 26 milijonov kanadskih dolarjev (približno 21 milijonov evrov) pri iztovorih, 66,6 milijona kanadskih dolarjev (53 milijonov evrov) pri predelavi in okoli 1.000 delovnih mest. Podobne omejitve so bile določene za 1991 in 1992, vendar je med ribolovno sezono 1992 postalo jasno, da ni ostalo veliko od tega, kar bi lahko lovili. Položaj je bil še veliko slabši od najbolj črnogledih napovedi. Julija 1992 so najprej za dve leti uvedli prisilni odlog. Stalež je še ved-

no upadal in šele leta 1999 so dovolili do 9.000 ton ulova rib v obalnih vodah. Finančni stroški v devetdesetih letih 20. stoletja, vključno z izpadom prodaje, podporami za brezposelnost in finančno pomočjo, so znašali več milijard kanadskih dolarjev (MacGarvin, 2001a).

Nekoliko obupano je Oddelek za ribištvo in oceane leta 2000 sklenil, da je leta 1999 ulov že presegel referenčno raven 20 odstotkov, kar je bilo nekaj »nesprejemljivega v okviru previdnostnega pristopa«, stalež je namreč ostal tako skromen, da bi se lahko celo zaradi indeksnega ribolova (tj. ribolov za nadzorovanje staleža) »povečala nevarnost za upadanje staleža v obalnih vodah in si stalež na odprtem morju ne bi več opomogel«.

Ocena Oddelka za ribištvo in oceane leta 2000 je tudi pokazala, kako slabo so poznali ta najbolj preučevani ribji stalež (zakaj je upadel, zakaj si ne more opomoči, kolikšne deleže zajemajo plenilci in druge ribolovne dejavnosti) in kako malo je kapelinov, majhnih rib, ki so pomemben plen severne trske. Zdaj se lahko vprašamo tudi o povezavi med staleži rib v obalnih vodah in na odprtem morju, kar je bil vir prvotne polemike. Vedno bolj se tudi zavedamo, da stalež sestavljajo bolj ali manj ločene lokalne populacije (glej Heinckejeve sklepe o sledu v 19. stoletju), in to je precej pomembno tudi pri programih okrevanja (Kent Smedbol in Wroblewski, 2000). Pozitivno je, da so ocene na voljo vsem in negotovosti jasno izpostavljene, poskušajo pa vključiti tudi laične ocene ribičev glede stanja (Oddelek za ribištvo in oceane, 2000. Začela se je konstruktivna razprava o prihodnosti ribištva (Pregled atlantske ribiške politike, 2000). Presojajo se upravljavske metode, kot so območja brez ribolova, ki so neodvisne od točnosti ali teoretičnih ocen staleža. Obenem pa se tudi bolj upošteva teorije ocenjevanja staleža (Guénette idr., 2000).

2.4.3. Človeški vidik

Kakor je bilo opisano doslej, izginotje severne trske že samo po sebi zbuja pozornost in postavlja se vprašanje uspeha previdnostnih pristopov, ki se še vedno zagovarjajo in ki določajo omejitve glede na izračunano smrtnost zaradi ribolova, kot del močnega naslanjanja na metode modeliranja in napovedovanja staleža (glej spodaj). Vendar to ni vse. *Lovljenje resnice* (Finlayson, 1994) je izjemna sociološka študija, ki je bila končana tik pred dokončnim zlomom, vsebuje pa mnoge poučne pogovore s ključnimi udeleženci, ki podrobno opisujejo človeški vidik.

V skladu z navedbami v študiji so strokovnjaki Oddelka za ribištvo in oceane opozorili na negotovosti že v zgodnji fazi kanadskega upravljanja, vendar ne dovolj glasno (prav tam, str. 136). Ovrgli so takratne izgovore, da zahtevanih informacij (za dolgoročne napovedi) ni mogoče zagotoviti, in očitno resno vzeli grožnjo, da bodo to namesto njih storili ekonomisti (prav tam, str. 135). Obstajal je dvojni pritisk za razjasnitev negotovosti. Politiki so zahtevali stalnost in gotovost, ki bi jim pomagala reševati spore (prav tam, str. 132–133, str. 142). Strokovnjaki, ki so na podlagi vrste ocen menili, da se bo vedno lovilo do največje dovoljene kvote, so zagovarjali nižje ocene (za katere so bili tudi prepričani, da so previdnostne) in pri tem zagotavljali večjo natančnost, kot so jo nakazovale njihove notranje ocene (prav tam, str. 141). Konec koncev so se s pretiranim javnim poudarjanjem zaupnosti ujeli v lastno zanko, saj se je celo za njihov najbolj pesimističen pogled izkazalo, da temelji na podcenjevanju velikosti ribolovnega izkoristka v preteklosti.

Strokovnjaki so se tudi zavedali širših pomanjkljivosti glede bioloških in fizičnih parametrov (prav tam), temeljnih težav vzorčenja (prav tam, str. 73–74) in pogosto dvomljive narave strokovnih nasvetov, ki so jih vsako leto skovali na sestankih, ki so trajali po nekaj tednov in na katerih so odločali o veliko staležih (prav tam, str. 79). Harris je razumevanje ribištva primerjal s Ptolomejevim svetovnim sistemom (ki je Zemljo postavil v središče vesolja), ki so ga, kadar opažanja niso ustrezala teoriji, še nekoliko zapletli, namesto da bi podvomili o temeljni teoriji (prav tam, str. 69). To je bilo v skladu s takratno ostro kritiko, ki so jo izrazile sorodne, vendar ločene stroke, kot je teoretična ekologija (Peters, 1991).

Vendar se nič od tega ni zgodilo zato, ker bi bili sodelujoči neumni, nepremišljeni ali ker ne bi hoteli obnoviti staleža. Šlo je za sistemsko napako, ki je ribičem, strokovnjakom in politikom preprečila, da bi se odzvali na obstoječe informacije ali pogledali na položaj od zunaj.

2.5 Varovanje postane neizogibno

Na začetku devetdesetih let 20. stoletja je varovanje postalo neizogibno tako zaradi katastrof, kakršna je bila tista s severno trsko, kot tudi zaradi vedno večje pomembnosti na drugih področjih. Najpomembnejši dogodek na svetovni ravni je bilo pogajanje leta 1995 o dveh sorodnih dokumentih: o Etičnem kodeksu Organizacije združenih narodov za prehrano in kmetijstvo za odgovorno ribištvo (FAO, 1995) in Sporazumu združenih narodov o čezconskih staležih rib in o izrazito selivskih staležih rib (ZN, 1995).

Kodeks FAO (Organizacija za prehrano in kmetijstvo) uporablja previdnostni pristop za ribištvo. Sprejetje te terminologije izvira iz bojazni ribiške industrije in menedžerjev, da je previdnostno načelo koncept okoljskih nevladnih organizacij, ki se ga lahko neupravičeno uporabi kot orožje za precejšnje zmanjšanje ali celo zaustavitev ribolova. Njihov pristop je zato morda najbolje obravnavati kot začetno ugotovitev o izvajalcu procesa, in ne toliko kot natančno analizo ali temeljno razliko rezultata, ki izhaja iz te izbire terminologije. Vendar pa, kakor je opisano v uvodnem odstavku, obstajajo prednosti ohranjanja razlike med splošno uporabnim načelom in podrobnim pristopom k izvajanju, ki se razlikujejo od področja do področja, čeprav te razlike niso naredili tisti, ki so se pogajali o kodeksu.

Varovanje v kodeksu zajema negotovost, povezano s staleži posameznih populacij, drugimi prizadetimi vrstami ter okoljskimi in socioekonomskimi razmerami. Kakorkoli že, poudarjen je mehanizem za upoštevanje negotovosti modelov ocenjevanja staleža oziroma določitve »za stalež posebnih ciljnih referenčnih točk (tj. pozitivnega cilja optimalne velikosti staleža) in hkrati potrebnih ukrepov, če se te točke presežejo«, ter »mejnih referenčnih točk (negativni cilj najmanjše sprejemljive velikosti staleža) in hkrati potrebnih ukrepov, če se te točke presežejo. Kadar se približamo mejni referenčni točki, je treba ukrepati za zagotovitev, da se ta točka ne preseže«. Novost je bilo nedvoumno sklicevanje na cilje, omejitve in vnaprejšnja določitev.

Sporazum združenih narodov določa podrobnosti, predvsem to, da »se količina ribolovnega izkoristka, katerega posledica je maksimalen trajnostni donos, obravnava kot minimalni standard za mejne referenčne točke (tj. negativen cilj)«. Gre za minimum, ker za stari koncept maksimalnega trajnostnega donosa (metodo izračunavanja, ki se še vedno na široko uporablja) velja, da precenjuje trajnostne donose. Posledice so hude, saj so mnogi staleži izčrpani precej bolj od uradnega maksimalnega trajnostnega donosa. »Pri staležih, pri katerih ni prelova, morajo strategije ribolovnega upravljanja zagotoviti, da ribolovni izkoristek ne presega količine, ki ustreza maksimalnemu trajnostnemu donosu, in da biomasa ne pade pod vnaprej določeni prag.« Pri staležih, pri katerih je prišlo do prelova, »je lahko cilj obnove biomasa, ki bi zagotovila maksimalen trajnostni donos.« Možno protislovje je tu lahko le rezultat s pogajanji doseženega kompromisa - če bi poskušali takšne dokumente razlagati kot izdelek enega samega doslednega nazora, bi lahko naredili napako.

Kakorkoli že, sporazum ZN in posredno kodeks FAO na splošno poudarjata previdnost pri povečevanju dolgoročnih donosov.

2.5.1 Nadaljnje ukrepanje oziroma neukrepanje

Zvezne smernice ZDA (Restrepo idr., 1998) poudarjajo, da je treba s staleži upravljati skladno s sporazumom ZN in kodeksom FAO[1].

1 Mnenje in tehnična usmeritev ZDA presegata interese ribištva. Zahteva se izvajanje zaščitnih ukrepov, »četudi ni znanstveno gotovo, da se staleži izkoriščajo«. Pred tem pristopom je bila »zaznana … nezmožnost izvajanja pravočasnih ohranitvenih ukrepov brez strokovnega dokaza o prelovu rib. Tako je previdnostni pristop v bistvu preobrat bremena dokazov«.

Kanadsko mnenje (Richards in Schnute, 2000) je, da morajo biti staleži enaki ali večji od staležev, ki so posledica maksimalnega trajnostnega donosa, ribolovni izkoristek pa manjši; kjer je maksimalen trajnostni donos neprimeren ali neuporaben, pa se uporabijo ustrezni nadomestni ukrepi.

V nasprotju z Združenimi državami in Kanado so na morjih, ki so pod nadzorom držav članic EU, ribolovne odgovornosti razdeljene. Mednarodni svet za raziskovanje morja (ICES) je odgovoren za tehnične nasvete, za upravljanje, vključno z določanjem ciljev pa odgovarjajo Evropska komisija in države članice. To povzroča zaplete. Trenutno se nasveti ICES osredotočajo na B_{lim} (spodnjo mejo biomase) in večji ciljni stalež po previdnostnem pristopu (B_{pa}), vsaj v skladu z razlagami organizacije FAO (Garcia, 2000). Uporabljata se tudi enakovredna obsega ribolovnega izkoristka, za katera velja, da dosegata te referenčne točke: F_{lim} in F_{pa}. B_{lim} ni vezana na maksimalen trajnostni donos, temveč na raven, na kateri bi bil stalež »v neposredni nevarnosti propada«, če bi nadaljevali izkoriščanje (Garcia, 2000, str. 22). B_{pa} ni stalno določen in je odvisen od staleža. Za nizke staleže, kot so na primer severnomorske trske, vahnje in morske plošče, je B_{pa} določen na minimalni biološko sprejemljivi ravni ali blizu nje, pod katero velja nesprejemljiva nevarnost, da bi lahko dosegli B_{lim}. Na žalost ICES ocenjuje, da so mnogi staleži pod B_{pa} in celo blizu B_{lim} (glej nasvet ICES glede severnomorske trske leta 2000 (ACFM ICES, 2000a)). Izkazalo se je, da sta poudarjanje in razlaga referenčnih točk v nasprotju s pristopom FAO in ZN, posledica pa je bila kritika skupine strokovnjakov iz FAO (Garcia, 2000, str. 23), Združenih držav (Restrepo idr., 1998, str. 24) in Kanade (Richards in Schnute, 2000, str. 7). V bistvu je prejšnji upravljavski režim (zaradi ohranjanja staležev nad minimalno biološko sprejemljivo ravnjo) pogosto ostal nespremenjen, čeprav so ga na zunaj prikazovali kot previdnostnega.

ICES bi se lahko s tem strinjal, a s pripombo, da je ta uporaba mejnih referenčnih točk »po nepotrebnem omejena razlaga pojma«, in posredno, da »sprejetje previdnostnih referenčnih točk zahteva razpravo z agencijami za upravljanje ribištva« (ACFM ICES, 2000b, str. 55). To kaže na napetosti, ki izhajajo iz razpršene odgovornosti. ICES ravni B_{pa} ne obravnava kot ciljne referenčne točke, temveč je to zanj blažilec ali varnostna referenčna točka (ACFM ICES, 2000b, str. 2), to pa domnevno zato, ker postavljanje cilja velja za vmešavanje v odgovornosti Komisije in držav članic. Zdi se, da še vedno velja kritika Znanstvenega, tehničnega in gospodarskega odbora Komisije iz leta 1995 (Evropska komisija, 1995) o upravljavskem sistemu, »sprijaznjenem s kriznim upravljanjem ali nepripravljenostjo oziroma nezmožnostjo natančno določiti bolj pozitiven cilj, katerega namen je povečati produktivnost ribištva v biološkem, gospodarskem ali socialnem smislu«. Doslej se zdi, da so države članice nepripravljene ali nezmožne financirati kratkoročne naložbe v obnovo staležev do optimalnih ravni. Sporočilo Evropske komisije iz leta 2000 o uporabi previdnostnega načela (Evropska komisija, 2000) pravi, da obstaja dvojni razlog, zakaj se ICES ne sklicuje na maksimalen trajnostni donos: ker je za »številne staleže težko, če že ne nemogoče«, opredeliti pogoje, pod katerimi je mogoče doseči trajnostne donose, in ker ribolovni pritisk na mnoge staleže EU »precej presega tistega, ki bi ustrezal maksimiranju donosa«. Verjeten odgovor je, da določanje maksimalnih donosov ni nič bolj ali manj zanesljivo kot določanje ravni, na kateri se bo stalež izničil. Kodeks pa je potreben ravno zaradi velikega ribolovnega pritiska, ne pa da z njim opravičujemo njegovo neuporabo.

Odnos med politiko EU ter kodeksom FAO in sporazumom ZN vsekakor lahko postane precej sporen. Obravnava Zelene knjige Komisije iz leta 2001 o prihodnosti skupne ribiške politike (Evropska komisija, 2001a) je sicer splošna, vsebuje pa odkrito opredelitev problemov in zagotavlja tvorna osnovo za razpravo o prihodnosti. Najbolj konstruktivna pot bi bila, da se osredotočimo na prihodnost in ne razmišljamo preveč o preteklosti.

Če se vrnemo na kodeks in sporazum na splošno, se srečamo s težavo, ki ostaja ne-

spremenjena: kakovost podatkov. Pri kanadski severni trski je bil ključen dejavnik podcenjevanje bistvenega statističnega podatka - ribolovnega izkoristka. Tudi z retrospektivno analizo iz leta 1999 o ribolovnem izkoristku večjih severnomorskih staležev, za katere so bili na voljo najboljši podatki (trske, vahnje, moli, morske plošče in morski listi), so ugotovili enake temeljne težave (van Beek in Pastoors, 1999; ACFM ICES, 1999, str. 12). Pri trskah, vahnjah in molih je dejanski ribolovni izkoristek precej presegal prvotno navedenega, pri morskih ploščah ni bilo nobene povezave, pri morskih listih pa je bila možna negativna povezava. Tudi to je kazalo, da je podcenjevanje ribolovnega izkoristka povezano s precenjevanjem staleža. To težavo so opredelili že leta 1977. Vzporednice so osupljive. Eden od sklepov je, da lahko trska severovzhodnega Atlantika preživi večji izkoristek kot severna trska, a kot se zdi, to temelji na splošnem dokazu, da pri njej še ni prišlo do kritičnega zmanjšanja populacije. Tudi severna trska je pred kritičnim zmanjšanjem populacije preživela obdobja intenzivnega ribolovnega pritiska.

Pravzaprav je bil cilj, ki so ga Kanadčani sprejeli po prevzemu nadzora nad upravljanjem severne trske, enak cilju, ki se zdaj zagovarja v okviru previdnostnega pristopa: omejiti ribolov in okrepiti stalež do ravni, ki presega varstveno raven za optimalne ekonomske donose. Pa je kljub temu prišlo do kritičnega zmanjšanja populacije. Tako se upravičeno lahko vprašamo, ali so dosedanje spremembe zadostne.

2.6 Ekosistemski pristop

Še ena kritika pristopa ZN in FAO je: čeprav uradno zahteva varovanje na ravni celotnega ekosistema, ostaja praktičen poudarek na upravljanju s staležem ene same populacije. Še več, posamezna vrednostna presoja bi bila lahko usmerjena k varovanju, ki ne bi bilo zgolj na ravni preprečevanja propadanja staležev posameznih ciljnih (tj. ekonomsko zanimivih) populacij (glej ICES in EU) ali celo zagotavljanja, da se staleži ohranjajo nad ravnjo minimalnega trajnostnega donosa (UN in FAO), temveč tudi na ravni preprečevanja škodljivih učinkov na druge vrste, ki so odvisne od rib. Organizacija Greenpeace je to že zgodaj zagovarjala s svojim previdnostnim pristopom iz leta 1994 (Earl, 1994), čeprav so od tedaj tudi drugi zatrjevali, da bi bilo treba ulove, če naj bi bili trajnostni, spraviti na raven vpliva drugih plenilcev (Fowler, 1999). Torej ni noben previdnostni pristop »pravilen«; odvisen je predvsem od postavljenih ciljev (MacGarvin, 2001b). Presoje glede stroškov in koristi ter sprejemljivih tveganj različnih elementov previdnostnega odziva se bodo nujno razlikovale celo znotraj ribištva na istem območju, kar je odvisno od vpliva naštetega na različne ribiške dejavnosti in interese.

Staležev populacij zares ni mogoče obravnavati ločeno, saj so mnoge ribe sočasno tudi glavni plenilci drugih (Swain idr., 2000). Ribolov enega staleža vpliva na druge. Včasih se to poskuša upoštevati v modelih posameznih vrst, vendar še zdaleč ne zaobjame očitne kompleksnosti položaja. Prepad med disciplinami ribiške stroke in teoretično ekologijo ali ekologijo združb je res velik. Na začetku devetdesetih let 20. stoletja so ugledni ekologi trdili, da je bilo na primer upravljanje ribištva področje, ki je bilo »tako navajeno na netočnost svojega osnovnega modela, da so pozornost zbujajoče razlike med modelom in dejanskim komaj opazili … Biologi, ki se ukvarjajo z ribištvom, so podatke prilagajali očitno netočnim modelom in na tej podlagi sprejemali odločitve«.

Vendar pa obstajajo znaki sprememb, saj so zakonodajalci začeli poudarjati potrebo po sprejetju »ekosistemskega pristopa«. Opaziti je, da se v Združenih državah (Svetovalni odbor za ekosistemska načela, 1998), pa tudi v Svetovalnem odboru za morsko okolje ICES (ACME ICES, 2000) in Kanadi (Murphy in O'Boyle, 2000) povečuje vključevanje teoretičnih ekologov in ekologov, ki se ukvarjajo z združbami, ter njihovih pogledov. Poročilo Združenih držav (Svetovalni odbor za ekosistemska načela, 1998) opozarja na vlogo kaotične dinamike populacije, zaradi katere so sistemi v bistvu nepredvidljivi. Začetna študija medsebojnih vplivov ribjih vrst na kanadskem območju Grand Banks kaže, da kolikor bolj realistični so modeli, toliko bolj narašča nepredvidljivost sprememb pri katerikoli

vrsti - sistem lahko dejansko deluje kot orjaški generator naključnih številk (Gomes, 1993).

Kot še poudarja poročilo ZDA, se zavedamo, da imajo ekosistemi meje, katerih prekoračitvi lahko sledijo nepopravljive spremembe, da je raznovrstnost pomembna, da sistemi delujejo na več različnih ravneh in da so meje nejasne, kar spravlja upravljavce v zelo neroden položaj. »Preprosto ni dovolj denarja, časa ali sposobnosti za razvoj celovitega in ozaveščenega pogleda na delovanje ribištva v ekosistemu. Vedno bodo obstajali neizmerjeni dejavniki, naključni učinki in precejšnja negotovost, vendar to niso sprejemljivi izgovori za odlašanje uresničevanja strategije upravljanja, ki temelji na ekosistemu.« Podobni so bili sklepi evropskih strokovnjakov (Daan, 1998). Nismo bili na primer zmožni zapolniti ključne vrzeli, ki je bila ugotovljena že v daljnem letu 1914 (Hjort, 1914): iz števila odloženih jajčec namreč nismo zmožni napovedati prihodnjega števila odraslih osebkov v staležih. Vendar v skladu z ameriškim pristopom vemo dovolj o delovanju ekosistema, da bomo pri upravljanju uspešnejši kot v preteklosti. Leta 1919 je zakonodajalec za kalifornijsko ribištvo zahteval, da »je pri prizadevanju za spremembo načinov trgovanja in ribolova potreben vseobsegajoč dokaz« (Thompson, 1919), danes pa mora ribištvo dokazati, da upošteva negotovost glede učinkov na ekosistem. Na operativni ravni je bistvena vključenost udeležencev. Zdi se, da tisto, kar lahko imenujemo druga generacija previdnostnega pristopa, ki je manj osredotočena na modele ocenjevanja staležev (celo z njihovimi varovalnimi poskusi, da vključijo napako), vključno s koncepti za popravljanje napak, kot so območja brez ribolova, dosega rezultate pri ribah in lupinarjih na območju Georges Bank v ZDA (Murawski idr., 2000).

Pri kanadskem pristopu se še posebej poudarja dejavno vključevanje ribičev in zdaj skušajo vključevati njihovo znanje v ocenjevanje staležev (na primer Oddelek za ribištvo

Preglednica 2.1 **Ribištvo – zgodnja svarila in ukrepi**

Vir: EEA

Začetek ribištva v Veliki Britaniji	
1376–77	Angleški parlament je ustanovil odbor kot odgovor na poziv k previdnostnemu ravnanju v ribištvu z nadzorovanjem velikosti odprtin mrež.
1866–93	Zaradi negotovosti glede posledic razvoja ribištva so sprožili uradne preiskave, vendar ni bilo nobenih ukrepov.
Ribolov sardel v Kaliforniji	
Srednja dvajseta leta	Strokovnjaki za ribolov sardel v Kaliforniji pozivajo k varstvu in raziskovanju.
1942	Ker se še naprej nič ne ukrene, se stalež sardel nevarno zmanjša (znaki oživitve se začnejo kazati šele sredi osemdesetih let dvajsetega stoletja).
Ribolov severne trske v Kanadi	
Pozna sedemdeseta leta	Kanada začne loviti severno trsko do 200 navtičnih milj daleč in trdi, da pri tem upošteva previdnostno načelo.
1986	Keatsovo poročilo, ki so ga naročili obalni ribiči, pokaže resno podcenjevanje ribolovnega pritiska.
1988	Alversonovo poročilo, ki so ga pripravili strokovnjaki za ribištvo, navaja, da stalno precenjevanje velikosti staleža vodi k prelovu rib.
1989	Nova ocena vlade priporoča prepolovljen ulov na odprtem morju
1990	Nova neodvisna ocena, ki se imenuje Harrisovo poročilo, potrdi prelov.
1992	Stalež se nevarno zmanjša in uvedejo moratorij.
1999	Začetek ribolova severne trske v manjših količinah, vendar nasprotniki trdijo, da so te še vedno prevelike.
Ribištvo na splošno	
Devetdeseta leta	Ekosistemski pristop se počasi uvaja v upravljanje ribištva.
1995	Pogajanja o Etičnem kodeksu Organizacije ZN za prehrano in kmetijstvo za odgovorno ribištvo ter o Sporazumu ZN o čezoceanskih staležih rib in o izrazito selivskih staležih rib, ter njuna objava.
2001	Zelena knjiga Evropske komisije o prihodnosti skupne ribiške politike.
2001	Dogajajo se pozitivne spremembe. Ali so dovolj hitre, da se bomo lahko izognili nadaljnjemu propadanju?

in oceane, 2000), v Evropi pa se precejšnja pozornost posveča vpletanju ekosistemskega upravljanja v politike (Norveško ministrstvo za okolje, 1997; Nordijski svet ministrov, 1998). Čeprav so šele v zgodnji fazi in še ni splošnega soglasja, v celoti zagotavljajo elemente novega pristopa, ki vključuje varovanje in ima precejšen potencial, če se ga bo izvajalo.

2.7 Pozne lekcije

Ribištvo je bogat vir primerov previdnostnega pristopa, ki niso pomembni le za ribištvo, temveč imajo širši pomen. Vključujejo naslednje:

- razlikovanje med previdnostnim načelom in previdnostnimi pristopi (logično razlikovanje med preprostim načelom in praktičnim izvajanjem na različnih področjih; tudi politično razlikovanje, kot je v kodeksu FAO);
- ustrezne ravni dokazov (škotsko ribištvo v 19. stoletju, kalifornijski državni strokovnjaki v dvajsetih letih 20. stoletja, ekosistemski pristop ZDA v devetdesetih letih 20. stoletja);
- razlikovanje med negotovostjo in nevednostjo (Harrisovo poročilo, z ocenami povezana negotovost, nevednost glede ekologije);
- nerealna pričakovanja (ali neverjetne trditve) glede treznosti strokovnih sklepov (še zlasti glede severne trske, pa tudi na splošno);
- načrtovanje na podlagi preteklih izkušenj (Heinckejevo poročilo o podcenjenih staležih, škotska varovana območja brez ribolova, uspeh območij, zaščitenih pred ribolovom z vlečnimi mrežami);
- nobenega zavestnega zanemarjanja »slepih peg« (Harrisovo poročilo, rožnata očala);
- izogibanje prevladi ene same stroke ali smeri (splošna praksa ljudi, ki so poskušali modelirati stalež);
- upoštevanje »resničnega sveta« (podcenjevanje dejanskega ribolovnega izkoristka in tehnologij);
- polno upoštevanje argumentov, ki govorijo v prid določenemu pristopu ali proti njemu (ocena staleža v primerjavi s širšimi pristopi);
- uporaba laičnega znanja (domorodci v Ameriki, škotski ribiči v 19. stoletju, kanadski priobalni ribiči);
- upoštevanje širših socialnih vidikov, priznavanje pomembnosti vrednostne presoje in presoja vseh razpoložljivih možnosti (različne razlage previdnostnega pristopa);
- izogibanje zanašanju na vedno bolj izdelane modele, da bi skušali opravičiti napovedljive napake (Harris, ptolomejski astronomi in analitična ribiška stroka);
- obravnavanje institucionalnih ovir in neodvisnost zakonodajalcev (nenaklonjenost obravnavanju temeljnih ekonomskih vprašanj, nejasna neodvisnost tehničnih svetovalcev in oblikovalcev politike – od kalifornijskih sardel do danes);
- ohranjanje primerne ponižnosti (»pristranska psevdoznanost«, odgovor Oddelka za ribištvo in oceane na kritiko iz leta 1986).

Pojavljajo se pozitivne spremembe. Vprašanje je, ali so dovolj hitre, da bodo preprečile nadaljnje propadanje. Obstajajo nekatere interesne skupine, ki si prizadevajo upoštevati kratkoročne strategije, vendar pa potreba po varovanju na splošno ni nekaj, s čimer bi se morali ukvarjati v ribiški industriji. Če staležev ne »zažremo čisto do kosti«, bomo bolj gotovi glede njihovega ohranjanja, hkrati pa bo to precej povečalo ekonomske iztržke (Whitmarsh idr., 2000). Naravni kapital smo namreč toliko izčrpali, da panoga velikokrat ne more prenesti kratkoročnega udarca zaradi izpada dobička, ki je posledica zmanjšanega ali prepovedanega ulova, ki je potreben za obnovo staležev. Interesne skupine morajo preusmeriti pozornost. Namesto da se prepirajo med sabo, se morajo naučiti jezika gospodarskih ministrstev in z njimi sodelovati, saj ravno ta gledajo na prednosti vlaganja v programe okrevanja s precejšnjimi predsodki, kar glede na zgodovino neustreznega subvencioniranja ne preseneča.

2.8 Viri

ACFM ICES, 1999. *Report of the working group on the assessment of dermersal stocks in the North Sea Part 1*, ICES CM 2000/ACFM:7, Svetovalni odbor za upravljanje ribištva, Mednarodni svet za raziskovanje morja (ICES), Kopenhagen.

ACFM ICES, 2000a. *Cod in sub-area IV (North Sea), division VIId (Eastern Channel) and division IIIa (Skagerrak),* Svetovalni odbor za upravljanje ribištva, Mednarodni svet za raziskovanje morja (ICES), Kopenhagen, na spletni strani http://www.ices.dk/committe/acfm/comwork/report/2000/Oct/cod-347d.pdf (stanje 15. aprila 2001).

ACFM ICES, 2000b. *Report of the CWP intersessional meeting: Working group on precautionary approach terminology and CWP sub-group on the publication of integrated catch statistics for the Atlantic,* Svetovalni odbor za upravljanje ribištva, Mednarodni svet za raziskovanje morja (ICES), Kopenhagen, str. 55, na spletni strani http://www.ices.dk/ (stanje 25. aprila 2000).

ACME ICES, 2000. *Report of the working group on ecosystem effects of fishing activities,* ICES CM 2000/ACME:2 Ref.:ACFM+E, Svetovalni odbor za morsko okolje, Mednarodni svet za raziskovanje morja (ICES), Kopenhagen.

Atlantic Fisheries Policy Review, 2000. *The management of fisheries on Canada's Atlantic coast: A discussion document on policy direction and principles*, Atlantic Fisheries Policy Review, Ottawa, na spletni strani http://www.dfo-mpo.gc.ca/afpr-rppa/linksto_discodoc_e.htm (dostop 19. marca 2001).

Bertram, J. G., 1865. *The harvest of the sea,* John Murray, London.

Daan, N., 1998. Structure and dynamics of the North Sea ecosystem, v *Workshop on the ecosystem approach to the management and protection of the North Sea, Oslo, Norveška 15.–17. junij 1998,* TemaNord 1998: 579, str. 56–59, Nordic Council of Ministers, Kopenhagen.

Day, D., 1995. Tending the Achilles heel of NAFO: Canada acts to protect the nose and tail of the Grand Banks, *Marine Policy* Vol. 19, str. 257–270.

DFO, 2000. *Northern (2J3KL) cod*, DFO Science Stock Status Report A2-10, Department of Fisheries and Oceans, Ontario, na spletni strani http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/csas/status/2001/a3-01e.pdf (stanje 24. marca 2001).

Earl, M., 1994. *A precautionary approach to the management of fisheries in the North Atlantic*, Greenpeace International, Amsterdam.

Ecosystems Principles Advisory Panel, 1998. *Ecosystems-based fisheries management: A report to Congress by the Ecosystems Principles Advisory Panel,* Svetovalni odbor delovanja ekosistemov, Seattle, 54 str.

Evropska komisija, 1995. Second report of the Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries, EC's Staff Working Paper SEC(95)2160, Evropska komisija, Bruselj.

Evropska komisija, 2000. Sporočilo Komisije Svetu in Evropskemu parlamentu: Application of the precautionary principle and multiannual arrangements for setting TACs, 1. 12. 2000, COM(2000) 803 final, Evropska komisija, Bruselj.

Evropska komisija, 2001a. Green Paper on the future of the Common Fisheries Policy Vol. 1, 20. 3. 2001, COM(2001) 135, Evropska komisija, Bruselj.

Evropska komisija, 2001b. Green Paper on the future of the Common Fisheries Policy Vol. 2: Report on the economic and social situation of coastal communities, COM(2001) 135, Evropska komisija, Bruselj.

FAO, 1995. *Code of conduct for responsible fisheries*, Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo, na spletni strani http://www.fao.org/fi/agreem/codecond/ficonde.asp#7 (stanje 25. aprila 2000).

Finlayson, A. C., 1994. *Fishing for truth: A sociological analysis of northern cod stock assessments from 1977-1990*, Social and Economic Studies Vol. 52, Inštitut za socialne in ekonomske raziskave, Memorial University of Newfoundland, St Johns, 176 str.

Fowler, C. W., 1999. Management of multi-species fisheries: From overfishing to sustainability, *ICES Journal of Marine Science* Vol. 56, str. 927–932.

Garcia, S. M., 2000. The precautionary approach to fisheries 1995–2000: Progress review and main issues, *Report of the CWP intersessional meeting: working group on precautionary approach terminology and CWP sub-group on the publication of integrated catch statistics for the Atlantic*, Svetovalni odbor za upravljanje ribištva, Mednarodni svet za raziskovanje morja (ICES), Kopenhagen, str. 22, O:\ACFM\ WGREPS\Cwp\Reports\ 2000\CWP 2000.Doc

Gomes, M do C., 1993. *Predictions under uncertainty: Fish assemblages and food webs on the Grand Banks of Newfoundland,* ISER, Memorial University, St Johns, 205 strani.

Guénette, S., Pitcher, T. J. and Walters, C. J., 2000. The potential of marine reserves for the management of northern cod in Newfoundland, *Bulletin of Marine Science* Vol. 66, str. 831–852.

Harris, L., 1990. *Independent review of the state of the northern cod stock,* Communications Directorate, Department of Fisheries and Oceans, Ontario.

Hjort, J., 1914. Fluctuations in the great fisheries of northern Europe, *Rapports et Procès-verbaux des Réunions, Conseil international pour l'exploration da la Mer* Vol. 20, str. 1–228.

Huxley, T. H., 1881. The herring, *Nature* Vol. 23, str. 607–613, citirano v Sinclair, M., 1988, *Marine populations: An essay on population regulation and speciation*, Books in Recruitment Fishery Oceanography, Washington Sea Grant Program, University of Washington Press, Seattle.

Huxley, T. H., 1883. Inaugural address, *The Fisheries Exhibition Literature, International Fisheries Exhibition, London* Vol. 4, str. 1–22, citirano v Ecosystems Principles Advisory Panel, 1998, *Ecosystems-based fisheries management: A report to Congress by the Ecosystems Principles Advisory Panel*, Ecosystems Principles Advisory Panel, Seattle.

Keats, D., Steele, D. H. in Green, J. M., 1986. *A review of the recent status of the northern cod stock (NAFO divisions 2J, 3K, and 3L) and the declining inshore fishery,* Poročilo novofundlandskemu Združenju za obalno ribištvo, citirano v Finlayson, A. C., 1994, *Fishing for truth: A sociological analysis of northern cod stock assessments from 1977 to 1990*, Social and Economic Studies Vol. 52, Institute of Social and Economic Research, Memorial University of Newfoundland, St. Johns.

Kent Smedbol, R. in Wroblewski, J. S., 2000. *Metapopulation theory and northern cod population structure: Interdependency of subpopulations in recovery of a groundfish population*, dokument Canadian Stock Assesment Secretariat Document 2000/087, na spletni strani http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/csas/English/Research_Years/2000/2000_087e.htm (stanje 24. marca 2001).

MacGarvin, M., 2001a. *A comparison of the fate of Canadian and UK whitefish fisheries,* modus vivendi/WWF-VB, Glenlivet/Godalming, Velika Britanija.

MacGarvin, M., 2001b. Precaution, science, facts and values v reviji O'Riordan *idr.* (*eds*), *Reinterpreting the precautionary principle*, Cameron & May, London.

MacGarvin, M. in Jones, S., 2000. *Choose or lose: A recovery plan for fish stocks and the UK fishing industry,* WWF-VB, Godalming, na spletni strani http://www.wwf-uk.org/orca/info.htm (stanje 15. marca 2001).

March, E. J., 1953. *Sailing trawlers: The story of deep-sea fishing with long-line and trawl,* Percival Marshall & Co., London.

McEvoy, A., 1986. *The fisherman's problem: Ecology and law in the Californian fisheries 1850–1980,* Cambridge University Press, Cambridge.

Murawski, S. A., Brown, R., Lai, H.-L., Rago, P. J. in Hendrickson, L., 2000. Large-scale closed areas as a fisheries-management tool in temperate marine systems: The Georges Bank experience, *Bulletin of Marine Science* Vol. 66, str. 775–798.

Murphy, O. in O'Boyle, R., 2000. *Proceedings of the ecosystem approaches to fisheries management workshop, 31. avgust–2. september 1999*, Canadian Stock Assessment Proceedings Series No 99/38, Fisheries and Oceans Canada, Maritimes Region, Dartmouth.

Nordijski Svet ministrov, 1998. *Workshop on the ecosystem approach to the management and protection of the North Sea, Oslo, Norway 15–17 June 1998,* TemaNord 1998:579, Nordic Council of Ministers, Kopenhagen.

Ministrstvo za okolje, 1997. *Statement of conclusions from the intermediate ministerial meeting on the integration of fisheries and environmental issues: Intermediate ministerial meeting on the integration of fisheries and environmental issues, Bergen, 13. in 14. marec 1997*, norveško Ministrstvo za okolje, Oslo, na spletni strani http://www.odin.dep.no/nsc/meeting1997/conclusions.shtml (stanje 2. maja 2000).

O'Reilly Hinds, L., 1995. Crisis in Canada's Atlantic sea fisheries, *Marine Policy* Vol. 19, str. 271–283.

Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R. in Torres Jr, F., 1998. Fishing down marine food webs, *Science* Vol. 279, str. 860–863.

Peters, R. H., 1991. *A critique for ecology*, Cambridge University Press, Cambridge.

Poročilo, 1866. *Report of the commissioners appointed to inquire into the sea fisheries of the United Kingdom*, predstavljeno obema domovoma londonskega parlamenta (The Houses of Parliament), London.

Poročilo, 1885. *Report of the commissioners appointed to inquire and report upon the complaints that have been made by line and drift net fishermen of injuries sustained by them in their calling owing to the use of the trawl net and beam trawl in the territorial waters of the United Kingdom*, predstavljeno obema domovoma londonskega parlamenta (The Houses of Parliament), London.

Restrepo, V. R. *idr.,* 1998. *Technical guidance on the use of the precautionary approaches to implementing National Standard 1 of the Magnuson-Stevens Fisheries Conservation and Management Act,* NOAA Tehnični memorandum NMFS-F/SPO, 17. julij.

Richards, L. J. in Schnute, J. T., 2000. Science strategic project on the precautionary approach in Canada v delu Haigh, R. and Sinclair, C. (*ured.*), *Proceedings of the second workshop*, str. 59–60, Canadian Stock Assessment Proceedings No 99/41, Fisheries and Oceans Canada.

Naravoslovni muzej v San Diegu, 2000. *Ocean Oasis Field Guide*, *Sardinops sagax caerulea, California pilchard, Pacific sardine, Sardina Monterrey*, na spletni strani http://www.oceanoasis.org/fieldguide/sard-cae.html (stanje 5. maja 2001).

Škotsko ministrstvo, od 1898 do danes. *Annual Report of the Fisheries Board for Scotland for 1898*, Škotsko ministrstvo, Edinburgh, *et seq.*

Sutherland, I., n.d. *From herring to seine net fishing on the east coast of Scotland*, knjigarna Camps, Wick (ISBN 0 9508697 2 4), 231 strani.

Swain, D. P., Sinclair, A. F., Chouinard, G. A. in Drinkwater, K. F., 2000. *Ecosystem effects on pre-recruit survival of cod in the southern Gulf of St. Lawrence,* dokument Canadian Stock Assessment Secretariat Document 2000/147, na spletni strani http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/csas/English/Research_ Years/2000/2000_147E.htm (stanje 15. marca 2001).

Thompson, W. F., 1919. The scientific investigation of marine fisheries, v povezavi s Fish and Game Comission in Southern California, *Fisheries Bulletin* (Kanada) Vol. 2, str. 3–27.

ZN, 1982. Konvencija ZN o pomorskem pravu, Združeni narodi, na spletni strani gopher://gopher.un.org:70/11/LOS/UNCLOS82 (stanje 25. aprila 2000).

ZN, 1995 Draft Agreement for the Implementation of the Provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 relating to the Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks United Nations, dostopen prek spletne strani http://www.igc.org/habitat/un-proc/ stanje 13. september 2001.

van Beek, F. A. in Pastoors, M. A., 1999. Evaluating ICES catch forecasts: the relationship between implied and realised fishing mortality*, Tematski seminar: Fishing capacity, effort and mortality*, ICES C.M. 1999/R:04, Mednarodni svet za raziskovanje morja (ICES), Kopenhagen.

Whitmarsh, D., James, C., Pickering, H. in Neiland, A.*,* 2000. The profitability of marine commercial fisheries: A review of economic information needs with particular reference to the UK?, *Marine Policy* Vol. 24, str. 257–263.

3. Sevanje: zgodnja svarila, pozni odzivi

Barrie Lambert

Že vse od odkritja ionizirajočega sevanja pred nekaj več kot sto leti je znano, da nepremišljeno obsevanje lahko slabo učinkuje, povzroči celo smrt. Vendar sta splošno navdušenje v znanstvenih krogih in pogosto neustrezna objava, ki je sledila tem odkritjem, zagotavljala, da nevarnosti za zdravje, posebej še dolgoročni, niso pripisovali posebnega pomena. Zaradi nedvomne medicinske diagnostične in terapevtske vrednosti rentgenskih žarkov in radioizotopov je bila previdnost zanemarjena; minilo je nekaj desetletij, preden je bil uveden nadzor obsevanja ljudi in delavcev. Ta nadzor se je počasi razvijal s širjenjem znanja o medsebojnem vplivanju sevanja in biološkega tkiva, vendar je pogosto zaostajal za jasnimi dokazi o učinkih. Spremembe priporočil v zadnjih sedemdesetih letih glede obsevanja so bile običajno bolj omejevalne. Šele v zadnjih dvajsetih letih smo dojeli, da je tveganje približno štiri do petkrat večje, kot smo mislili doslej. Z nadzorom torej ni vedno uspelo ustrezno uravnotežiti tveganja in koristi. Da bi razumeli in analizirali razvoj zaščite pred sevanjem, se moramo vrniti za več kot sto let v preteklost.

3.1 Rentgenski žarki

Wilhelmu Conradu Röntgenu pripisujejo odkritje rentgenskih žarkov na Univerzi v Würzburgu leta 1895, vendar obstajajo sprejemljivi dokazi, da je nekaj drugih fizikov, predvsem Goodspeed leta 1890, ustvarilo podobna prodorna sevanja, ne da bi se zavedali njihove pomembnosti. Röntgen je bil prvi, ki je objavil članek o ustvarjanju žarkov X (rentgenskih žarkov) (Röntgen, 1895) in ki je takoj dojel njihov pomen v medicinski diagnostiki – dejansko je propagiral svoje delo tako, da je pošiljal uglednim znanstvenikom rentgenski posnetek roke svoje žene. To orodje medicinske diagnostike je po svetu vzbudilo takojšnje zanimanje in zaradi lahkega in prostega dostopa, ki so ga v splošnem sprejeli zdravniki, je bilo neizogibno, da se bodo kmalu pojavile poškodbe zaradi rentgenskih žarkov. Novo čudo, ki je lahko prodiralo skozi človeško tkivo in razkrivalo kostne strukture, je očaralo tako znanstveni kot laični svet. Kljub občasnim pomenljivim svarilom o nasprotnem (Thompson, 1898) je veljalo splošno soglasje, da rentgenski žarki, če so uporabljeni preudarno, nimajo škodljivih učinkov. Poenostavljeno so domnevali, da agens, ki ga čutila ne morejo zaznati, ne more povzročati škode – ironija je, da je danes ravno to razlog za nerazumen strah pred sevanjem.

Poročila o poškodbah izvirajo že iz leta 1896 – na primer Thomas Edison, Tesla in Grubbe so opazili poškodbe oči in kože in posebno prvi je svaril pred pretiranim izpostavljanjem rentgenskim žarkom (Edison, 1896). Žal je bilo to prepozno za Edisonovega pomočnika Clarencea Dallyja, ki je trpel za hudim radiodermatitisom, zaradi katerega so mu amputirali roko in zaradi katerega je leta 1904 tudi umrl. Konec zadnjega desetletja 19. stoletja so v strokovni literaturi številna poročila o opeklinah kože zaradi sevanja in izgubi las (epilaciji) pričala o očitno lahkem in prostem dostopu ter velikosti doz, ki so jih prejemali. Nekaj najbolj nespametnega je bilo, da je znani ameriški fizik Elihu Thomson za nekaj dni namerno izpostavil mezinec svoje leve roke žarku iz rentgenske cevi. Zaradi neizogibne hude poškodbe prsta je začel opozarjati pred pretiranim obsevanjem »... ali pa bomo imeli razlog za obžalovanje, ko bo prepozno« (Thomson, 1896). Ironija je, da so zaradi vse več poročil o takih poškodbah nekateri zdravniki dojeli možno terapevtsko vrednost žarkov in tako so poročali o prvem »zdravljenju« leta 1896 (Stone, 1946), ko so v Chicagu zdravili žensko, ki je zbolela za rakom leve dojke v poznem stadiju. Približno takrat se je pojavil pritisk v medijih. John Dennis, novinar iz New Yorka, ki ga imamo morda lahko za prvega radiacijskega »žvižgača«, se je zavzemal za nadzor nad ra-

diologi in rentgenskimi tehniki z dovoljenji, ki naj bi jih izdajala država, in predlagal, da se poškodba pacienta šteje za kaznivo dejanje (Dennis, 1899). Preteklo je več desetletij, preden je bilo to upoštevano.

Kljub poročilom in svarilom o škodljivih učinkih in celo kljub uporabi rentgenskih žarkov v terapiji so bili v medicinski srenji pretirano drzni glede uporabe rentgenskih žarkov. Obstajale so teorije, po katerih učinkov niso povzročali vplivi samih rentgenskih žarkov, ampak statična elektrika ali individualna občutljivost. Pojavljalo se je celo popolno zanikanje obstoja učinkov rentgenskih žarkov (Scott, 1897).

Verjetno je bil bostonski zobozdravnik William Rollins najpomembnejši pionir zaščite pred sevanjem. Rollins, ki je na Harvardu diplomiral iz zobozdravstva in medicine, je prvi predlagal »tolerančne« doze ali obsevanja z rentgenskimi žarki in priporočil načine zaščite in naravnave rentgenskih cevi. Merilo ali standard je določal z obsevanjem fotografske plošče zunaj cevi; če se plošča ni zameglila v sedmih minutah, je bila zaščita ustrezna. V obdobju od 1900 do 1904 je objavil več kot dvesto člankov, v katerih je spodbujal zdravnike k najmanjšemu možnemu obsevanju in podal številne predloge, kako zmanjšati obsevanost radiologov in pacientov (Rollins, 1904). Slednjo temo je šele nedavno ponovno obravnaval Nacionalni odbor za radiološko zaščito Velike Britanije (NRPB), ki svetuje vladi. Rollins se je tudi zavedal možnosti povzročitve katarakta; izvedel je nekaj poskusov na živalih. Ti so poleg drugih učinkov pokazali možnost akutnih (teratoloških) poškodb zarodka. Prvi je svaril pred tveganjem uporabe rentgenskih žarkov pri ženskah za diagnostiko nosečnosti (pelvimetrija). Vendar njegovih svaril pogosto niso upoštevali. Njegova svarila v zvezi s pelvimetrijo je obnovila, čeprav s sklicevanjem na poznejše učinke, šele britanska epidemiologinja Alice Stewart približno štirideset let pozneje (Stewart idr., 1958). Velja omeniti, da so medicinske oblasti najprej odklonile tudi njeno delo (glej spodaj).

Ko so enkrat ugotovili, da pretirano obsevanje z rentgenskimi žarki povzroča poškodbe tkiva, bi lahko upravičeno pričakovali previdnost. Vendar ni bilo tako, čeprav je leta 1903 Albers-Schönberg (1903), avtor niza pravil, ki naj bi jih uporabljali radiologi za svojo zaščito, omenjal, da je običajno uporabljana metoda preizkušanja »trdote« rentgenske cevi z vstavljanjem roke med cev in fluorescenčni zaslon nevarna. Moramo pripomniti, da je bila v tem obdobju težava tistih, ki so hoteli uvesti učinkovite standarde zaščite, nedogovorjena enota obsevanosti ali doze. Počakati so morali na uvedbo rentgena kot enote obsevanosti leta 1928. Vendar je kljub odsotnosti enot prvi niz objavljenih pravil zaščite pred sevanjem izdelalo Nemško radiološko društvo leta 1913 (Taylor, 1979). Kmalu po tem, tudi leta 1913, je Coolidge izumil rentgensko cev z vročo katodo in volframovo tarčo, ki je neizmerno prispevala k zmanjšanju doz za paciente in rentgenske tehnike (pri starih ceveh, ki so delovale pri nizkih napetostih, je bil običajen čas obsevanja daljši od ene ure).

3.2 Radioaktivnost in radioaktivne snovi

Žal je kmalu po Röntgenovem delu postala očitna še ena nevarnost, saj je nekaj tednov zatem Henri Becquerel odkril radioaktivnost in nato sta Marie in Pierre Curie leta 1898 poročala o odkritju radija. Nevarnost zaradi radioaktivnosti ni bila nič bolj priznana kot tista zaradi rentgenskih žarkov in tako sta Becquerel in Pierre Curie dobila rdeče kožne madeže zaradi prenašanja vzorcev radioaktivnih snovi po žepih. Kmalu so ugotovili, da se radij lahko uporablja v terapevtske namene, na primer za uničevanje rakavih celic, javnost pa je iz neznanega vzroka postala obsedena z idejo, da je radij (in njegovi hlapi oz. radon) univerzalno zdravilo.

Kaže, da je previdnostno načelo na tem področju delovalo še počasneje, saj do približno leta 1920 niso spoznali, da je potreben nadzor. Vsaj delno so ga uvedli ob uporabi radija v luminiscenčni barvi, ki se je pogosto uporabljala v prvi svetovni vojni. Z radijem aktivirano barvo so nanašali s čopičem. Delavke, v glavnem mlade ženske (v New Jerseyju in drugod), so ugotovile, da lahko delajo hitreje in zaslužijo več, če ostrijo

čopiče z ustnicami – vendar so tako zaužile precej radija. Zelo malo pozornosti so posvečali industrijski higieni; delavke so bile obsevane od znotraj zaradi radija, ki so ga zaužile, ter od zunaj zaradi nakopičene barve, ki je onesnaževala njihova delovna mesta, in zaradi vdihavanja radona. V začetku niso poznali nevarnosti tega dela. Leta 1924 pa je newyorški zobozdravnik Theodore Blum objavil članek, v katerem je opisal novo bolezen, ki jo je imenoval »radijeva čeljust« (včasih znana tudi kot »fosforna čeljust«); opazil jo je pri svojih pacientih, ki so včasih barvali številčnice. Pojav je pripisoval strupenosti fosforja. Vendar je lokalni patolog Harrison Martland iz New Jerseyja dojel, da poškodbe kosti povzroča radij, in se je leta 1925 lotil raziskave, ki je razkrila vso žalostno zgodbo (Martland in Humphries, 1929). Prvi kostni sarkom so opazili v tej skupini žensk leta 1923 in med skoraj 3.000 ženskami raziskali 55 primerov takšnega raka (Rowland idr., 1983). Skupno jih je približno tretjina umrla zaradi raznih malignih pojavov (vključno z levkemijo in rakom dojke). S podatki, pridobljenimi iz izkušenj teh žensk, so končno postavili standard za uživanje radioaktivnih snovi – to je bil tako imenovani radijev standard. Ta standard je bil postavljen kot količina radija v telesu, ki navidezno ne povzroča nobenih učinkov. Sledila je domneva, da obstaja meja za učinke, kar je bilo v skladu s splošnim pristopom pred letom 1930 glede določitve »tolerančne« doze. Radijev standard za radioaktivnost je bil 0,1 mikrokirija (3,7 kilobekerela) radija, ki oddaja v kost dozo sevanja 150 milisievertov.

Na nekoliko grotesken način so v dvajsetih letih prejšnjega stoletja na radij gledali kot na vir zdravja in zdravljenja. To se je kazalo v prodaji mnogih čarobnih napojev, ki so vsebovali radij, od katerih je bil najbolj znan Radiothor. V letih med 1925 in 1930 so prodali štiristo tisoč steklenic tega mazaškega zdravila, ki naj bi zdravilo vrsto bolezni - od čira na želodcu do impotence. Nevarnejši vidiki tega početja so prišli na dan, ko je umrl znani ameriški igralec golfa, tovarnar in milijonar Eben Byers, zaradi bolezni, ki jo je povzročilo sevanje, potem ko je v daljšem obdobju zaužil približno tisoč steklenic (Macklis, 1993). Ta primer je veliko prispeval k omejevanju uporabe radija, prav tako kot smrt Marie Curie leta 1934 zaradi (verjetno) aplastične anemije (ki so jo takrat pripisovali učinkom radija). Kljub temu se radij in radon ponekod še vedno uporabljata, na primer v »emantoriji«, v kateri se vdihava radon za (domnevno) blagodejne učinke. To dejavnost recimo opravljajo v Salzburgu.

3.3 Prvi ukrepi za nadzor izpostavljenosti sevanju

V dvajsetih letih prejšnjega stoletja količina sevanja še ni bila definirana, vendar so obstajala številna poročila, namenjena omejevanju obsevanja. Pogosto so navajala raven, ki jo je moč »prenesti«. Ena od teh je bila pordečitev kože (skin erythema dose - SED), kar je predlagal ameriški fizik Arthur Mutscheller (Mutscheller, 1925). Njegov predlog je bil stotinka SED na mesec. To bi v grobem ustrezalo letni mejni dozi približno 700 milisievertov (današnja mejna doza za delavce znaša 20 milisievertov na leto). Velja omeniti, da je bil v tem obdobju poudarek na omejitvah, ker so želeli nadzirati takojšnje učinke sevanja. Očitno ni nihče dojel, da se rak lahko razvije po dolgem premoru oziroma latentnem obdobju.

Seveda je bil znotraj dela znanstvene skupnosti določen pritisk za nadzor uporabe sevanja, in ustanovili so Mednarodni odbor za zaščito pred rentgenskimi žarki in radijem (IXRPC). Na drugem mednarodnem kongresu radiologije leta 1928 je določanje standardov postalo bolj urejeno, vendar so pogosto manjkale razlage zlorabe sevanja. Iz neznanega vzroka je bil v zgodnjih “nezmotljivih” sodbah IXRPC poudarek na dejavnostih rentgenskih tehnikov v prostem času (Desjardins, 1923). Na primer: »Ukvarjanje s hobijem v naravi je posebnega pomena za vse osebe, ki so izpostavljene sevanju.« IXRPC se je končno preobrazil v Mednarodni odbor za radiološko zaščito (ICRP), vendar je moralo preteči še nekaj časa, preden je ta odbor začel priporočati mejne doze, ki niso imele pomena praga. Vse to se je dogajalo v ozadju poročil o več kot dvestotih radiologih, ki so domnevno umrli zaradi malignih bolezni, izzvanih s sevanjem (Colwell in Russ, 1934), posebno o vodilnem britanskem radiologu Ironside-Bruceu marca 1921. Ob njegovi smrti so nekateri časopisni

članki komentirali ustreznost zaščite rentgenskih cevi, kar je izzvalo Röntgensko društvo (Uvodnik, 1921) k izjavi, da je »znanstvena pristojnost tiska manjša od njegove sposobnosti pisanja grozljivih reportaž«.

3.4 Povojno razpotje: opravičljivost, optimizacija, omejitev

Bistvena sprememba v filozofiji zaščite pred sevanjem se je zgodila na sestanku v Kanadi leta 1949 (NBS, 1954), na katerem so sklenili, da »določena stopnja tveganja obstaja pri vsakršni obsevanosti« in da »tveganje za posameznika ni natančno določljivo, vendar se ne glede na to, kako majhno je, domneva, da ni enako nič«. Še ena misel s tega pomembnega srečanja: »… obsevanje iz kateregakoli izvora mora biti tako šibko, kot je le izvedljivo.« To je danes znano kot načelo optimizacije. Uvedeno je bilo tudi načelo tveganja glede na korist (opravičljivost), kar je verjetno edinstveno glede sevanja kot onesnaževala.

ICRP je bil ustanovljen, da bi počel še kaj več kot le izdajal »priporočila«, ki bi jih nacionalne vlade domnevno lahko sprejemale ali zavračale, vendar so njegovo vlogo kritizirali že od samega začetka. Nobenega stališča na primer ni zavzel do preizkusov jedrskega orožja v atmosferi, kar je povzročilo (radioaktivne) padavine po vsem svetu. Poleg tega je zlorabe sevanja v splošnem preprečevalo delo posameznikov, in ne ICRP. Bili so številni primeri slabo zasnovane uporabe sevanja.

- Široka uporaba »pedascopov« za pomerjanje otroških čevljev. Te rentgenske fluoroskopske naprave so bile v skoraj vsaki trgovini s čevlji v štiridesetih in petdesetih letih prejšnjega stoletja in so menda lahko sevale z močjo do 1 rentgena na minuto. Ker so naprave le zabavale otroke, medtem ko so njihovi starši izbirali čevlje, so bili odmerki sevanja, ki so jih prejemali otroci in trgovsko osebje, popolnoma nepotrebni.
- Otroke, ki so imeli garje, so zdravili z rentgenskimi žarki, da bi povzročili odpadanje las, vendar se je pri mnogih zaradi tega razvil rak (glej npr. Ron idr., 1989).
- V tridesetih letih prejšnjega stoletja so duševne bolnike »zdravili« z radijem.
- V tridesetih in štiridesetih letih prejšnjega stoletja so v lepotilnih salonih z rentgenskimi žarki odstranjevali nezaželene dlake.

Te zlorabe sevanja so bile v glavnem nenadzorovane, ker takrat ni bilo posebnih zakonskih predpisov, ki bi urejali varstvo pred sevanji, ampak le priporočila. V Veliki Britaniji so bili zakonski predpisi najprej zbrani v Predpisih o ionizirajočem sevanju (1961) in nato posebej za sevanje v medicini (POPUMET, 1988).

Po drugi svetovni vojni se je začel nagel razvoj jedrske energije in jedrskega orožja. Skupnost strokovnjakov, ki se je ukvarjala z zaščito pred sevanji, se je spoprijela z vprašanjem, kako določiti mejne odmerke, ne da bi bilo videti, da omejujejo razmah teh dejavnosti – na prizorišče je stopila politika. V začetku je bila javnost zapeljana z obljubo neskončne cenene jedrske energije, vendar je demonstracija jedrskega orožja izzvala drugačen odziv. Postopno so ljudje čedalje manj zaupali vladnim razlogom in čedalje bolj dvomili o njih, posebno še glede prijaznih zagotovil o učinkih radioaktivnega onesnaženja na okolje. To zaskrbljenost, ki je bila do določene mere upravičena, je še podžigal vzpon »zelenega gibanja« – presenetljivo je le, da je trajalo tako dolgo, preden se je razvila. Morda je razlog ta, da je bila zgodnja uporaba sevanja precej medicinska in da javnost zdravnikom zaupa. Vendar je bilo manj verjetno, da je motiv jedrske industrije tudi dobrobit posameznika. Tudi zaupanje v medicinsko radiologijo se je v poznih petdesetih letih omajalo, ko je znana epidemiologinja javnega zdravstva Alice Stewart izvedla nekaj raziskav, ki so povezale radiologijo med nosečnostjo (pelvimetrija) z levkemijo pri otrocih (Stewart idr., 1958). Ta ugotovitev je bila najprej protislovna in ji niso verjeli, vendar je danes, ko so jo ponovili še drugi, sprejeto, da obstaja precejšnje tveganje za levkemijo celo zaradi majhnih doz sevanja, ki jih prejme zarodek ali plod. Danes je priporočeno (RCR, 1993), da noben porodničar ne sme uporabljati rentgenskih žarkov, če ima na razpolago katerokoli drugo diagnostično orodje. Ocenjujejo (Doll, 1989), da je okrog pet

odstotkov vseh primerov otroškega raka povzročila pelvimetrija, kar v Veliki Britaniji pomeni približno 75 primerov na leto in v Združenih državah približno 300 primerov na leto. Poudariti moramo, da bi se temu številu primerov levkemije lahko izognili, če bi že prej ukrepali na podlagi dela Stewartove in drugih. Morda se podobna sodobna zgodba razkriva v zvezi s tveganjem za otroško levkemijo v bližini zračnih električnih vodov v Združenih državah.

Sodobne ocene tveganja pri sevanju so morda bolje ovrednotene in bolj tehtno utemeljene kot tveganja pred katerimkoli drugim onesnaževalom okolja. Vendar so celo te ocene vprašljive, ker so skoraj v celoti izvedene na podlagi zdravstvenih dokumentov preživelih po atomskem napadu na Japonsko leta 1945, to je pri velikih odmerkih in njihovih hitrih spremembah. Privzeto je namreč konzervativno linearno razmerje odmerkov in učinkov in zato se šteje, da obstaja tveganje pri vseh odmerkih. Obsevanje je torej povezano s sprejemanjem določenega tveganja. Iz tega razloga je ICRP zasnoval svojo filozofijo (ICRP, 1977) na treh načelih:

- Upravičljivost – vsaka uporaba sevanja mora biti upravičena tako, da je škoda nadomeščena z določeno čisto koristjo.
- Optimizacija – vsa obsevanja morajo biti tako šibka, kot je smiselno dosegljivo, upoštevajoč družbene in ekonomske dejavnike.
- Omejitev – vsa obsevanja morajo biti pod primernim mejnim odmerkom.

Zanimivo je raziskati prvo in drugo načelo, da bi videli, kakšen napredek je bil dosežen v sto letih uporabe sevanja, če vzamemo za primer medicinsko radiologijo.

Pri medicinskem obsevanju je predvideno, da naj bi pacient imel od tega določeno korist. Čeprav je to navadno res, pa je čedalje bolj vprašljiva na primer uporaba rentgenskih žarkov pri preverjanju zdravja pri zaposlitvi ali v nekaterih izbirnih postopkih. NRPB je ocenil (NRPB, 1990), da je približno dvajset odstotkov vseh

Preglednica 3.1 **Sevanje – zgodnja svarila in ukrepi**

Vir: EEA

1896	Edison, Tesla in Grubbe omenjajo poškodbe zaradi obsevanja z rentgenskimi žarki.
1899	Newyorški novinar John Dennis se zavzema za podeljevanje licenc radiologom in opozarja na nevarnost pred rentgenskimi žarki.
1904	Edisonov asistent umre zaradi zapletov pri hudem radiodermatitisu.
1904	Harvardski zobozdravnik in zdravnik William Rollins objavlja številna svarila o nevarnostih rentgenskih žarkov in priporočila o preventivnih ukrepih za radiologe in paciente, vključno z nosečnicami.
1913	Nemško radiološko društvo objavi prva pravila o prostovoljni radiološki zaščiti.
1924	Newyorški zobozdravnik Theodore Blum identificira »radijevo čeljust« pri delavkah, ki so z radijem barvale številčnice: vendar jo napačno pripiše fosforju.
1925-1929	Patolog Harrison Martland iz New Jerseyja spozna radij kot vzrok raka čeljustnice pri preučevanih primerih delavk, ki so z radijem barvale številčnice.
1928	Ustanovitev Mednarodnega odbora za zaščito pred rentgenskimi žarki in radijem, ki pozneje postane Mednarodni odbor za radiološko zaščito (ICRP).
1934	Poročila Colwella in Russa o smrti več kot 200 radiologov zaradi raka, ki ga je povzročilo sevanje.
1949	ICRP sklene, da ne obstaja mejni odmerek (prag) za raka, ki ga povzroča sevanje, in da je odločilna optimizacija vseh obsevanj.
1958	Alice Stewart poroča, da »majhni odmerki rentgenskih žarkov pri nosečnicah lahko povzročijo levkemijo pri njihovih otrocih«. Ni splošno sprejeto do leta 1970.
1961	Velika Britanija objavi predpise, ki urejajo uporabo radioaktivnih snovi.
1977	ICRP ažurira priporočila glede zaščite pred sevanjem in poveže mejne odmerke s tveganji.
1988	V Veliki Britaniji izdajo predpise, ki urejajo odmerke sevanja za paciente.
1990–1997	NRPB poroča, da je dvajset odstotkov medicinskih preiskav z rentgenskimi žarki verjetno klinično nekoristnih, da se je mogoče izogniti petdesetim odstotkom kolektivnega odmerka, ki ga prejmejo pacienti, in da se individualni odmerki za enake preiskave med bolnišnicami razlikujejo za stokrat.
1990	ICRP v Objavi 60 sklene, da je tveganje zaradi raka, ki ga povzroča sevanje, 4- do 5-krat večje, kot so ocenjevali leta 1977, in zniža poklicne mejne odmerke na 20 mSv na leto.
1996	EU Uredba o ionizirajočem sevanju, ki temelji na ICRP 60, bo obvezna za države članice.

obsevanj, ki se izvajajo v Veliki Britaniji, klinično nekoristnih. Zato smernice za rentgenske tehnike navajajo, da »mora biti pri vseh preiskavah pacientov, pri katerih se uporablja ionizirajoče sevanje, podana utemeljena klinična indikacija«. To določa upravičenost in je velik korak naprej v primerjavi z radiologijo pred samo štiridesetimi leti, posebno zato, ker se nanaša na pacienta, in ne samo na radiologa. Poleg tega mora biti odmerek, ki ga prejme pacient, optimiziran, tu pa ni tako velikega napredka. NRPB je ocenil (NRPB, 1990), da znaša skupni letni kolektivni odmerek iz medicinskih preiskav v Veliki Britaniji približno 16.000 sievertov/človeka. Predlagal je tudi nekaj metod za zmanjšanje odmerka na pacienta, s katerimi naj bi dosegli zmanjšanje kolektivnega odmerka za približno 7.500 sievertov/človeka, to je za skoraj petdeset odstotkov. Prav pred kratkim se je tudi izkazalo, da se odmerek, prejet v različnih bolnišnicah za isto preiskavo, lahko razlikuje tudi za več kot en velikostni razred (Wall and Hart, 1997). Tako vprašanje optimizacije odmerka še vedno obstaja, čeprav je danes individualni odmerek sevanja morda za dva velikostna razreda nižji kot pred šestdesetimi leti.

3.5 Sklepne ugotovitve

V splošnem lahko sklenemo, da so standardi zaščite pred sevanjem nastajali počasi, tako kot se je razvijalo zaznavanje učinkov sevanja. Vendar so nekateri – morda pred svojim časom – svarili pred grozečo usodo. Zato so obdobja sprememb omejitev vedno nekaj let zaostajala za jasnimi dokazi o škodljivosti za človekovo zdravje. Danes obstaja močno lobiranje za spremembe, ki ponovno uvajajo koncept praga kot premislek o hormezi (majhnih odmerkih, ki naj bi bili koristni) – čemur se ICRP upira.

Zaščita pred sevanjem je danes trdno utemeljena v zakonodaji Evropske unije (z uredbami) in mednarodno v Temeljnih varnostnih standardih Mednarodne agencije za atomsko energijo (IAEA). Vsi uporabljajo za podlago priporočila ICRP. Najnovejša britanska zakonodaja, ki zajema delavce in javnost, so Predpisi o ionizirajočem sevanju iz leta 1999. Namenjeni so izvajanju Uredbe EU, št. 96/29 (ki določa temeljne varnostne standarde za zaščito zdravja delavcev in splošne javnosti pred nevarnostmi, ki izhajajo iz ionizirajočega sevanja). Ta uredba se bo sčasoma izvajala po vsej Evropi, v drugih državah pa bodo veljali podobni predpisi, kot jih ima IAEA. Danes obstajajo tudi predpisi, ki veljajo za uporabo sevanja v medicini in omejitev odmerkov za bolnike. Vendar vse kaže, da je težko zagotoviti enotno izvajanje zakonodaje o varstvu pred sevanjem. Nadaljuje se lahkomiseln in neodgovoren odnos do virov sevanja in odpadkov, ki povzročajo hude poškodbe in smrt, kot je bil incident s cezijem –137 v Goianiji (Rosenthal idr., 1991).

Zaradi manj strogih mejnih odmerkov v preteklosti so se pojavile tudi zahteve delavcev za odškodnino zaradi raka, ki naj bi ga povzročila izpostavljenost sevanju. V tem okviru prinaša vprašanje odgovornosti za poškodbe zaradi sevanja nekaj lekcij za druge nevarne snovi z dolgo latentno dobo. V Veliki Britaniji je bila odgovornost v jedrski industriji prvotno državna (Zakon o jedrskih inštalacijah, 1965), vendar je bil Delavski odškodninski program za sevanje, ki ga skupaj upravljajo sindikati in jedrska industrija, izjemno uspešen pri zagotavljanju alternative pravdanju.

Torej, čeprav smo se v preteklih sto letih veliko naučili o tveganju zaradi izpostavljenosti sevanju (morda več kot o kateremkoli drugem onesnaževalu okolja), se moramo še vedno stalno odzivati na nova spoznanja. Tveganje za raka, ki ga povzroča sevanje, je ICRP leta 1990 na primer ocenil kot 4- do 5-krat večje kot leta 1977, kar je povzročilo spremembe mejnih odmerkov. Vendar je bil to le zapoznel odziv na kopičenje neizpodbitnih dokazov in je ponavljajoča se tema v zgodovini zaščite pred sevanjem, saj je včasih manjkalo previdnosti kljub jasnim svarilom od odkritja sevanja do današnjih dni. Spoznati moramo torej, da previdnostno načelo narekuje ustanavljanje in vzdrževanje epidemioloških baz podatkov o dolgoročnih učinkih za prihodnost, tudi če ne zaznavamo takojšnje potrebe.

3.6 Viri

Albers-Schönberg, H. E., 1903. Über eine bisher unbekannte Wirkung der Röntgenstrahlen auf den Organismus der Tiere, *München med. Wchnschr.* Vol. 50, str. 1859–1863.

Colwell, H. A. in Russ, S., 1934. *X-ray and radium injuries. Prevention and treatment*, Oxford University Press, London.

Dennis, J., 1899. The roentgen energy today, *Dental Cosmos* Vol. 41, str. 853.

Desjardins, A. U., 1923. Protection against radiation, *Radiology* Vol. 1, str. 221.

Doll, R., 1989. The epidemiology of childhood leukaemia, *J. Royal Statistic. Soc.* (Serija A) Vol. 152, str. 341–351.

Edison, T. A., 1896. Effect of X-rays upon the eye, *Nature* Vol. 53, str. 421.

Uvodnik, 1921. *Archives of the Roentgen Society* Vol. XVII, str. 50–51.

ICRP, 1977. Recommendations of the International Comission on Radiological Protection (Publikacija 26), *Ann. ICRP* Vol. 1, št. 3.

Ionising Radiations Regulations (Sealed Sources*)*, 1961. HMSO, London.

Macklis, R. M., 1993. The great radium scandal, *Scientific American* Vol. 269, str. 94–99.

Martland, H. S. in Humphries, R. E., 1929. Osteogenic sarcoma in dial painters using luminous paint, *Arch. Pathol.* Vol. 7, str. 406–417.

Mutscheller, A., 1925. Physical standards of protection against roentgen ray dangers, *Amer. J. Roentgen* Vol. 13, str. 65.

National Bureau of Standards Handbook No. 59 (1954).

NRPB, 1990. Patient dose reduction in diagnostic radiology, *Docs of National Radiological Protection Board* Vol. 1, št. 3.

POPUMET, 1988. Ionising Radiation (Protection of Persons, Undergoing Medical Examination or Treatment) Regulations, HMSO, London.

RCR, 1993. *Making the best use of a department of clinical radiology*, Royal College of Radiologists, London.

Roentgen, W. C., 1895. Über eine neue Art von Strahlen, *Sitzungs-Berichte der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Wurtzburg* Vol. 9, str. 132–141.

Rollins, W. H., 1904. On the tyranny of old ideas as illustrated by the X-light used in therapeutics, *Elect. Rev.* Vol. 43, str. 120.

Ron, E. B., Modan, D. in Preston, D. L., 1989. Thyroid neoplasia following low dose irradiation in childhood, *Radiat. Res.* Vol. 120, str. 516–531.

Rosenthal, J. J., de Almeida, C. E. in Mendonca, A. H., 1991. The radiological accident in Goiania: the initial remedial actions, *Health Physics* Vol. 60, str. 7–15.

Rowland, R. E., Stehney, A. F. in Lucas, H. F., 1983. Dose-response relationships for radium induced bone sarcomas, *Health Physics* Vol. 44, Suppl. 1, str. 15–31.

Scott, N. S., 1897. X-ray injuries, *Am. X-ray* Vol. 1, str. 57–76.

Stewart, A. M., Webb, J. W. in Hewitt, D., 1958. A survey of childhood malignancies, *B. Med. J.* Vol. 1, str. 1495.

Stone, R. S., 1946. Fifty years of radiology: From Roentgen to the era of atomic power, *Western J. Surg.* Vol. 54, str. 153.

Taylor, L. S., 1979. *Organisation for Radiation Protection. The operations of the ICRP and NCRP 1928–1974*, Poročilo DOE/TIC–10124, Dept. of Energy, Washington, DC.

Thomson, E., 1896. Roentgen rays act strongly on the tissues, *Elec. Engr.* Vol. 22, str. 534.

Thompson, S. P., 1898. Presidential address, *Arch. Roentgen Ray* Vol. II, str. 28.

Wall, B. F. in Hart, D., 1997. Revised radiation doses for typical X-ray examinations, *Brit. J. Radiol.* Vol. 70, str. 437–439.

4. Benzen: zgodovinski pregled na ameriško in evropsko obravnavanje poklicne izpostavljenosti

Peter F. Infante

4.1 Zgodnja svarila

Že od Santessenovega poročila iz leta 1897, v katerem je opisal aplastično anemijo pri mladih ženskah, zaposlenih v proizvodnji plaščev za kolesa na Švedskem, in poročila iz istega leta, v katerem sta Le Noir in Claude opisala notranje krvavitve pri mladem moškem, ki se je ukvarjal s kemičnim čiščenjem v Franciji, je benzen za kostni mozeg znan kot močan strup. V prvi polovici 20. stoletja so se dramatično množila podobna poročila o delavcih, ki so obolevali za boleznimi kostnega mozga zaradi izpostavljenosti benzenu.

Med letoma 1910 in 1914 se je benzen množično uporabljal kot topilo v gumarski industriji. Njegovo proizvodnjo so zelo spodbujali tudi v 1. svetovni vojni in sicer za pridobivanje toluena za proizvodnjo razstreliva. Zaradi širjenja uporabe benzena v industriji se je po vojni začel vse bolj uporabljati kot topilo v industriji umetnega usnja, za izdelke iz gume, v proizvodnji lepil in klobukov, v rotogravuri, za barve, lepila, premaze, pri kemičnem čiščenju, proizvodnji avtomobilov, konzerv ter kot izhodna surovina v organskih sintezah, za izdelke iz nafte in mešanice motornih goriv.

Povečanje uporabe benzena v industriji je spremljalo vse več poročil o aplastični anemiji, ki so jo v glavnem opisovali kot »zastrupitev z benzenom«. Pri nekaj posameznikih so ugotovili zastrupitev z benzenom v nekaj tednih po zaposlitvi, nekaj pa jih je umrlo v nekaj mesecih po nastopu dela (Hogan in Schrader, 1923). Te zastrupitve so bile povezane s koncentracijami benzena, ki so se v glavnem gibale med 200 ppm (delcev na milijon) in 1.000 ppm. Greenburg in kolegi (1926) so pregledali dvanajst obratov v ZDA, v katerih so uporabljali benzen in opazili, da je imelo dvaintrideset odstotkov delavcev nenormalno malo belih krvničk (pod 5.500 v kubičnem centimetru), dvanajst odstotkov pa jih je imelo to vrednost celo pod 4.000. Izpostavljenost benzenu, povezana z izredno razširjenostjo nenormalno nizkega števila belih krvničk je bila 90 ppm in več. Greenburg (1926) je iz zdravstvenih razlogov priporočal premestitev zaposlenega, če so se pri njem razvili klinični znaki zastrupitve ali če so njegove krvne vrednosti padle za 25 odstotkov ali več.

Slovar

Levkemija: napredujoči krvni rak. Klinično je razvrščena glede na trajanje (akutna ali kronična) in značaj bolezni, kamor sodijo mielogena (povečano število mielocitov), limfocitna (povečano število limfocitov), monocitna (povečano število monocitov).

Aplastična anemija: stanje, ko kostni mozeg ne more več proizvajati dovolj rdečih in belih krvničk ter krvnih ploščic. Zaradi pomanjkanja rdečih krvničk je človek običajno utrujen, zaradi pomanjkanja belih krvničk je dovzeten za okužbe, zaradi pomanjkanja krvnih ploščic pa začne hitro krvaveti.

Zastrupitev z benzenom: običajno se nanaša na aplastično anemijo.

Preobčutljivost: prevelika občutljivost za izpostavljenost strupom v primerjavi s povprečnim človekom.

Hemopatija: bolezenske spremembe krvi

Multipli mielom: rak limfnega sistema

4.1.1 Prvo poročilo o levkemiji, ki jo povzroča benzen

Leta 1928 sta Dolore in Borgomano objavila prvi primer levkemije, ki jo je povzročil benzen. Akutno levkemijo so odkrili pri zaposlenem v farmaciji, katerega delo je veljalo za nevarno zaradi visoke izpostavljenosti benzenu. V istem obratu je zaradi aplastične anemije umrl še nekdo in po mnenju avtorjev bi

lahko šlo za levkemijo že pri nekaterih prejšnjih primerih aplastične anemije, povezanih z izpostavljenostjo benzenu. Družba je ta problem reševala tako, da je vsak mesec menjavala delavce na teh delovnih mestih.

4.2 Ukrepanje in neukrepanje

4.2.1 Priporočila glede izpostavljenosti

Zaradi zastrupitev delavcev z benzenom po vsem svetu do leta 1939 je precej raziskovalcev začelo priporočati zamenjavo benzena z drugimi topili (Greenburg, 1926; Erf in Rhoads, 1939; Mallory idr., 1939). Leta 1939 so Hunter, Mallory idr. poročali o 89 primerih zastrupitve in treh primerih levkemije med delavci, ki so bili izpostavljeni benzenu na različnih delovnih mestih. Dve zastrupitvi sta bili povezani s koncentracijami benzena, ki so bile manjše kot 25 ppm oziroma 10 ppm.

Kljub temu je leta 1946 Ameriška konferenca vladnih industrijskih higienikov (ACGIH) za izpostavljenost benzenu na delovnem mestu priporočala mejno vrednost 100 ppm (ACGIH, 1946). To vrednost so nato leta 1947 znižali na 50 ppm in leta 1948 na 35 ppm (ACGIH, 1948). Zaradi dokazane preobčutljivosti kostnega mozga na benzen in benzenovega zaviralnega učinka na njegovo delovanje je Ameriški inštitut za nafto (v nadaljevanju API) leta 1948 izdal dokument s sklepom, da je edina varna stopnja izpostavljenosti benzenu 0 ppm (API, 1948). To mnenje je temeljilo na opazovanju delavcev z različnimi krvnimi boleznimi, ki kažejo na zmanjševanje mase kostnega mozga. Njihovi sodelavci, ki topilu niso bili izpostavljeni, so imeli normalne krvne vrednosti. API pa je še naprej priporočal mejno vrednost »50 ppm ali manj«. Leta 1957 je ACGIH znižal priporočljivo povprečno mejno vrednost za osemurno izpostavljenost benzenu na 25 ppm (ACGIH, 1957).

4.2.2 Neupoštevanje priporočil

Kljub zgornjim priporočilom so se v štiridesetih in petdesetih letih nadaljevala poročila o primerih aplastične anemije in zastrupitvah centralnega živčnega sistema, kar se je kazalo kot glavobol, slabost, vrtoglavica, opotekanje pri hoji, paraliza in nezavest (v trinajstih primerih v Veliki Britaniji so ti znaki povzročili smrt) (Browning, 1965). Te simptome centralnega živčnega sistema pripisujejo izpostavljenosti benzenu v koncentracijah od 3.000 ppm do 20.000 ppm (Flury, 1928) – kar so 200- do 800-krat višje koncentracije od priporočenih v štiridesetih in petdesetih letih ter 2.000-krat višje od vrednosti 10 ppm, ki so jo Hunter in Mallory idr. že povezali z aplastično anemijo.

V petdesetih in šestdesetih letih so po vsem svetu, vključno s Francijo, Italijo, Rusijo, Turčijo, Veliko Britanijo, ZDA in še drugimi državami, očitno zanemarjali previdnostne ukrepe za delavce, ki so bili izpostavljeni benzenu, kar je razvidno iz poročil o krvnih boleznih zaradi izpostavljenosti koncentracijam, ki so veljale za strupene za kostni mozeg in centralni živčni sistem. Vigliani in Saita sta leta 1964 poročala, da je bila nevarnost za akutno levkemijo med delavci, ki so bili »močno izpostavljeni benzenu« v rotogravuri in čevljarski industriji, najmanj dvajsetkrat večja v italijanskih provincah Milano in Pavia kot pri preostalem prebivalstvu. Vigliani (1976) je poročal, da so med letoma 1942 in 1965 na inštitutih v Pavii in Milanu obravnavali več kot dvesto primerov bolezenskih sprememb krvi zaradi benzena, vključno s štiriintridesetimi primeri akutne levkemije. Ti delavci so bili večinoma izpostavljeni koncentracijam od 200 do 500 ppm, z občasnimi preseganji teh vrednosti. Leta 1967 so Goguel idr. poročali o štiriinštiridesetih primerih levkemije. V glavnem je šlo za kronične oblike, ki so jih med letoma 1950 in 1965 odkrili v francoski regiji Pariz.

Zastrupitve krvi med delavci, izpostavljenimi benzenu, so zasledili tudi v drugih delih Evrope. Kot je pojasnil Aksoy (1977), so »adhezivi« v lepilu z vsebnostjo benzena zelo uporabni in cenejši od običajnih adhezivov z vsebnostjo nafte, zato so jih leta 1961 v Turčiji nadomestili z novimi izdelki v proizvodnji čevljev in copat. Poročali so, da so bili ti delavci izpostavljeni benzenu v koncentracijah med 150 in 650 ppm (Aksoy 1978). Sredi sedemdesetih let se je začela med turškimi delavci v čevljarski industriji širiti epidemija aplastične anemije in

levkemije o čemer je poročal Aksoy (Aksoy idr., 1971; Aksoy 1977 in 1978). Večina posameznikov iz teh evropskih držav, o katerih so poročali, da umirajo zaradi levkemije ali drugih krvnih bolezni, povezanih z benzenom, je bila izpostavljena koncentracijam, za katere se je že pred desetletji pokazalo, da povzročajo zastrupitve z benzenom. (Za pregled poročil iz zgoraj navedenih držav o krvnih boleznih, povezanih z benzenom, glej IARC, 1974).

4.2.3 Epidemiološki dokazi levkemije

V zgodnjih sedemdesetih letih je Univerza Severne Karoline v ZDA objavila vrsto epidemioloških raziskav, ki so dokazale precejšnje povečanje levkemije. Večinoma je šlo za kronično obliko med delavci, ki so bili izpostavljeni domnevno nizkim koncentracijam benzena v zraku (McMichael idr., 1975). Izpostavljanje benzenu je bilo predvsem posledica uporabe topil za gumo, kot so nafta, toluen, mineralni alkoholi itd., katerih volumska vsebnost benzena se je gibala od 1 do 5 odstotkov v štiridesetih letih, do 0,5 odstotkov v nafti v sedemdesetih letih dvajsetega stoletja.

Leta 1977 so Infante idr. objavili rezultate prve skupinske raziskave o delavcih, izpostavljenih izključno benzenu. Delavci so bili zaposleni v proizvodnji pliofilma, z gumo impregnirane živilske embalaže. Raziskava je pokazala pet- do desetkratno tveganje za levkemijo med delavci, ki so bili v obdobju 1940-1971 izpostavljeni industrijskemu benzenu v koncentracijah, ki na splošno niso odstopale od priporočljivih mejnih vrednosti, to je od 10 ppm na časovno povprečje, do najvišje mejne vrednosti 100 ppm (Infante idr., 1977a). Vse do takrat benzen ni veljal kot vzrok za levkemijo na podlagi epidemioloških raziskav, ampak le na podlagi poročil o primerih levkemije in kliničnih opažanj, da so aplastična anemija kot posledica izpostavljenosti benzenu in druge krvne bolezni pri nekaterih prerasle v akutno levkemijo.

4.2.4 Poskus ZDA za nadzor nad poklicno izpostavljenostjo

Leta 1977 je na podlagi rezultatov raziskave, ki so jo naredili Infante idr. (1977a), dopolnjene s svetovno literaturo o benzenu in levkemiji, Ameriški oddelek za delo – Uprava za poklicno zdravje in varnost (OSHA, 1977a) določil zasilni začasni standard (ETS), s katerim naj bi znižali skrajno mejo osemurne poklicne izpostavljenosti benzenu v zraku na delovnem mestu na povprečno 1 ppm. Mejna vrednost 1 ppm je temeljila na takratnem prizadevanju Uprave za poklicno zdravje in varnost (v nadaljevanju OSHA), da bi čim bolj zmanjšali izpostavljenost karcinogenom na delovnem mestu. Pri določanju teh vrednosti se upoštevata tehnološka izvedljivost in ekonomska upravičenost.

Uresničevanje novega standarda OSHA je bilo leta 1977 začasno ustavljeno zaradi postopka na ameriškem prizivnem sodišču, ki ga je Ameriški inštitut za nafto (API) sprožil na podlagi trditve, da se zaradi izpostavljenosti benzenu v koncentracijah, nižjih od tedaj veljavnih 10 ppm, možnost za razvoj levkemije ne poveča. Takrat je OSHA predlagala uveljavitev stalnega standarda, začela zbirati komentarje, sprožila javno razpravo (OSHA, 1977b) in leta 1978 izdala veljavni standard (OSHA, 1978) z mejno vrednostjo izpostavljenosti v ozračju 1 ppm. Prizivno sodišče ZDA je standard zaradi postopka razveljavilo in primer so predali vrhovnemu sodišču. Potem ko se je izkazalo, da se zaradi uporabe odstranjevalca barve koncentracija benzena v zraku lahko povzpne do 200 ppm, so benzen prostovoljno umaknili iz izdelkov za široko porabo (Young idr., 1978).

4.2.5 Odločitev ZDA o benzenu in analize učinka odmerka

Julija 1980 je Vrhovno sodišče ZDA (IUD, 1980) izdalo Odločbo o benzenu. Ta odločba je zelo omejila Upravo za poklicno zdravje in varnost (v nadaljevanju OSHA) pri nadzoru izpostavljenosti benzenu in drugim strupenim spojinam na delovnem mestu. Po odločbi sodišča je moral minister za delo najprej ugotoviti, da delovno mesto ni varno in da je mogoče s spremembo delovnega procesa odpraviti ali zmanjšati pomembna tveganja, šele potem lahko razglasi kakršenkoli zdravstveni standard. Četudi so se zavedali nedorečenosti na tem področju v odločbi, so pokazali, da bi

morala opredelitev »pomembnega tveganja«, če je sploh mogoča, temeljiti na analizi najboljših razpoložljivih dokazov s postopki, kakor je kvantitativna ocena tveganja. Vrhovno sodišče je v svojem splošnem priporočilu OSHA za prihodnje oblikovanje pravil navedlo, da zahteva po določitvi pomembnega tveganja ni strogo matematično omejena in da je naloga OSHA opredeliti, kaj ima za pomembno tveganje, predvsem z upoštevanjem politike. Sodišče je navedlo le en konkreten primer: če bi recimo kdo popil klorirano vodo in bi bila verjetnost, da bo zato umrl zaradi raka, ena proti milijon, pri tem vsekakor ne gre za pomembno tveganje. Če pa je po drugi strani verjetnost ena proti 1000, da bo redno vdihavanje hlapov bencina, ki vsebujejo dva odstotka benzena, pogubno, je vsekakor razumljivo, da tveganje velja za pomembno in da je treba ukrepati za njegovo zmanjšanje ali odpravo.

Po izdaji Odločbe o benzenu je OSHA opredelila, da je tveganje v delovno aktivni dobi (45 let) »pomembno«, če se na tisoč delavcev pojavi en primer raka več ali kaka druga pomembna grožnja zdravju. Ni pa še opredeljena druga plat - kaj je za OSHA nepomembno tveganje - ker so vsi zdravstveni standardi, ki jih je OSHA razglasila po Odločbi o benzenu, mogoče z izjemo formaldehida, privedli do ocen o povečanem tveganju, ki je v delovno aktivni dobi večje od ena proti tisoč. (Glede kvantitativnih ocen tveganja pri zdravstvenih standardih, ki jih je OSHA razglasila po Odločbi o benzenu, glej Infante, 1995b.)

Vsekakor pa je omejitev upravičena v tem, da se mora OSHA najprej posvetiti analizi tveganja, preden predlaga kakršenkoli zakonski ukrep. Dolgo zavlačevanje pri razglašanju standardov OSHA pred letom 1980 se je tako še zavleklo zaradi dodatnih podrobnih analiz tveganja, povezanega z izpostavljenostjo. Te analize se na prvi pogled zdijo upravičene, vse pa se zaplete zaradi dodatnih analiz poteka, kako obravnavane snovi povzročajo raka. Ker pri nobeni snovi (vključno z benzenom, ki ga preučujejo že desetletja) ni bil natančno opredeljen potek, kako povzroča raka, gre pri različnih predvidevanjih in nesoglasjih glede različnih nepotrjenih hipotez o povzročanju raka le za potrato časa. V razpravo o oceni tveganja so vključili še veliko drugih vprašanj, na primer, ali so pri raziskavah, pri katerih ni na voljo podatkov za človeka primernejše miši, hrčki ali podgane. Ker mora OSHA tako pregledati in preučiti vse mogoče načine povzročanja raka, primernost različnih vrst za raziskave itd., je vsa »ocena tveganja« povzročila dodatna leta zamude pri določanju standarda. Namesto da bi vlada in delodajalci razglasili ustrezne previdnostne ukrepe, minevajo leta za analize, s katerimi določajo odzivni odmerek med izpostavljenostjo in tveganje za razvoj bolezni. V te analize so lahko vključeni tudi nepreverjeni in nezanesljivi tehnični podatki.

4.2.6 Cena v človeških življenjih zaradi podaljšanega sprejemanja uredb

Enajst let po tem, ko je OSHA razglasila ETS za benzen, so končno izdali omejitev za osemurno izpostavljanje, in sicer 1 ppm (OSHA, 1987). Nova omejitev je temeljila na »ekonomski izvedljivosti«, ne pa na »pomembnem tveganju«, saj je bilo z omejitvijo 1 ppm povezano tveganje za deset smrti več zaradi levkemije na 1.000 delavcev v delovno aktivni dobi. Druge ocene tveganja za levkemijo, omejene na podatke Državnega inštituta za poklicno varnost in zdravje (NIOSH), pridobljene s skupinskimi raziskavami (kakor so jih dopolnili Paxton idr., 1994), in na smrti zaradi akutne mielogene in monocitne levkemije, kažejo na 0,02 do 5,1 več smrti na tisoč delavcev, odvisno od ocen izpostavljenosti benzenu in izbranega vzorca (Crump, 1994). Kakorkoli, te analize temeljijo na nadaljnjih analizah skupine, ki jo je uporabljal NIOSH in ki zbuja spodaj opisane dvome glede izbora. Na podlagi končne kvantitativne ocene tveganja glede benzena, ki ga je izdelala OSHA, in predvidevanj o nepotrebni izpostavljenosti delavcev benzenu v Združenih državah v desetih letih, kolikor je trajala izdelava standarda o benzenu, ocenjujejo, da bo v ZDA zaradi desetletne zamude v prihodnosti umrlo 198 delavcev zaradi levkemije in 77 delavcev zaradi multiplega mieloma - gre za smrti, ki bi jih lahko preprečili (Infante in DiStasio, 1988).

Ta ocena je zaradi takrat nerazpoložljivih podatkov o učinku odmerka vključevala samo levkemijo, ne pa tudi drugih krvnih bolezni.

4.2.7 Širjenje limfohematopoetskih bolezni

Prej navedena kvantitativna ocena dodatnih smrti zaradi izpostavljanja benzenu ni vključevala ne-Hodgkinovega limfoma, ki ga šele od nedavnega povezujejo s poklicno izpostavljenostjo zelo majhnim koncentracijam benzena (Hayes idr., 1997). Kvantitativna ocena tveganja (Infante, 1997), ki temelji na rezultatih raziskave Hayesa idr. iz leta 1996, spodbuja k domnevam o dodatnem tveganju za štiriinpetdeset smrti zaradi levkemije ali limfoma na tisoč delavcev, izpostavljenih benzenu v delovnoaktivni dobi (45 let). To tveganje je štiriinpetdesetkrat večje od stopnje, ki jo ima za pomembno OSHA. Rezultati raziskave Hayesa idr. iz leta 1997 in analize učinkov odmerka, izdelane na podlagi teh podatkov, jasno prikazujejo neustreznost mejne vrednosti izpostavljanja benzenu 1 ppm, določene samo na podlagi tveganja za raka. K sreči je pri večini poklicev v ZDA mogoče doseči stopnje izpostavljenosti benzenu, ki segajo od 0,2 do 0,3 ppm ali manj. Poleg tega standard v ZDA poleg mejne vrednosti izpostavljanja vključuje dodatne določbe, recimo spremljanje izpostavljanja, medicinski nadzor in izobraževanje o tveganju – vse bi predvidoma morale še bolj zmanjšati tveganje za izpostavljenost benzenu in razvoj s tem povezanih bolezni. Poleg kvantitativne ocene tveganja je iz pregleda podatkov iz raziskave Hayesa idr. iz leta 1997 mogoče sklepati o pomembno povečanem relativnem tveganju za sočasen razvoj več vrst limfohematopoetskih rakov ter nelimfocitne levkemije in mielodisplastičnega sindroma pri delavcih, ki so bili pet let in pol stalno izpostavljeni povprečni koncentraciji benzena 1,2 ppm. Torej je skupni odmerek v tem obdobju 6,7 ppm (Hayes, osebna opomba, 1999), kar je precej nižji skupni odmerek od tistega, ki ga dovoljuje mejna vrednost 1 ppm v petinštiridesetletni delovno aktivni dobi (skupni odmerek 45 ppm v teh letih). Nekateri od umrlih zaradi levkemije ali limfoma so bili izpostavljeni ocenjenim koncentracijam benzena 0,5 do 2 ppm samo eno do dve leti ali celo manj (Infante, 1992).

Do devetdesetih let so toksikološke raziskave na poskusnih živalih pokazale mnogostransko rakotvornost benzena, dodatne epidemiološke raziskave in poročila o izpostavljenih delavcih pa so razširili rakotvornost benzena na vse glavne oblike levkemije (Savitz in Andrews, 1997; Infante, 1995a; Wong, 1987b), zlasti na akutno mielogeno levkemijo in njene različice (Hayes idr., 1997; Browning, 1965; Rinsky idr., 1987; Bond idr., 1986; DeCoufle idr., 1983), na akutno limfocitno levkemijo (Hernberg idr., 1966; Shu idr., 1988), kronično limfocitno levkemijo (McMichael idr., 1975), kronične mielogene levkemije (Browning, 1965; Goguel idr., 1967; Tareeff idr., 1963; Infante, 1995a; Wong, 1987b;) in nekatere manj pomembne oblike, kot so dlakastocelična levkemija (Aksoy, 1987; Flandrin in Collado, 1987), mielodisplastični sindrom (Hayes idr., 1997), mieloproliferativne motnje (Rawson idr., 1941; Tondel idr., 1995), prav tako na ne-Hodgkinov limfom (Hayes idr., 1997), vključno z multiplim mielomom (DeCoufle idr., 1983; Rinsky idr., 1987; Ireland idr., 1997; Goldstein, 1990). Wong (1995) je v svoji »posodobljeni« analizi skupine benzenu izpostavljenih delavcev v NIOSH (Infante idr., 1977a; Rinsky idr. 1987) sklenil, da tamkajšnje povečano število obolenj za multiplim mielomom ni več statistično pomembno. Vendar je Wong (1995) premaknil začetek spremljanja bolnikov z leta 1940 na leto 1950. Tako so njegove analize postale pristranske, saj je družba odstranila zapisnike tistih, ki so na enem od krajev, ki jih je pokrivala raziskava, umirali v letih pred 1950. Tako se Wongovih analiz skupine iz NIOSH (1995), ki vključujejo spremljanje bolnikov pred letom 1950, ne da uporabiti za ocenjevanje tveganja smrti zaradi multiplega mieloma ali katerегakoli drugega vzroka.

4.3 Razprava

Podatki o strupenosti benzena so ponekod sprožili zanimanje nekaterih v poklicnem zdravstvu, zlasti na začetku, ko so množično pregledovali delavce, zaposlene v najrazličnejših panogah, da bi določili razširjenost krvnih bo-

lezni pri njih. Kljub temu izpostavljenosti benzenu tudi takrat niso zmanjšali do ravni, ki bi bila v skladu s takrat dostopnimi podatki o strupenosti, in epidemija zastrupitev ter levkemije med delavci, ki so bili izpostavljeni benzenu, se je nadaljevala skozi prvih šest desetletij 20. stoletja. Pri vsem tem se kažejo različni razlogi za slabo odzivnost v javnem zdravstvu ter tudi preveliko izpostavljenost in obolevanje kljub zavedanju, kako strupen je benzen.

4.3.1 Razlogi za pomanjkanje previdnostnih ukrepov

Neznanje

V prvih štirih desetletjih 20. stoletja se pomanjkanje previdnostnih ukrepov pri izpostavljenosti benzenu delno pripisuje slabemu poznavanju njegove strupenosti. Čeprav je Santeseen (1897) na primer poročal o štirih primerih aplastične anemije med ženskami, ki so leta 1897 na Švedskem delale v proizvodnji dežnih plaščev, izpostavljenosti niso dovolj zmanjšali, tako da je Helmer (1944) poročal o šestdesetih primerih zastrupitve z benzenom (oseminpetdeset prizadetih je bilo žensk) v samo enem obratu za proizvodnjo dežnih plaščev v letih 1940 in 1941 v isti državi. Epidemijo zastrupitev z benzenom na Švedskem so deloma pripisovali pomanjkljivemu znanju uprave obrata in zaposlenih o strupenosti benzena (Helmer 1944).

Cena topil

Več raziskovalcev, ki so pregledovali delovno silo in prepoznavali delavce z različnimi krvnimi obolenji kot posledicami benzena, in sicer Greenburg s sodelavci leta 1926, Erf in Rhoads leta 1939 ter Mallroy idr. leta 1939, je priporočalo zamenjavo benzena z drugimi topili. Kljub temu je poraba benzena na svetovnem trgu po drugi svetovni vojni še vedno naraščala. Eden izmed vzrokov za široko uporabo benzena v gumarski industriji je, da je benzen zelo dobro topilo za gumo. Po navedbah Aksoya (1977) je še en vzrok, da je bil benzen cenejši od drugih topil, in sicer ta, da so v Turčiji v proizvodnji čevljev in copat zaradi ekonomskih vzrokov druga topila nadomeščali z benzenom vse do leta 1961. Po poročanju Ashleyja so bile koncentracije benzena v ozračju na delovnem mestu velike, kar je povzročalo epidemije levkemije, prelevkemije, pancitopenije in drugih krvnih bolezni (Aksoy idr., 1971; Aksoy, 1977 in 1978). Tako so ekonomski vzroki v šestdesetih letih (Askoy, 1977) še spodbujali preveliko izpostavljenost in razvoj bolezni, povezanih z benzenom.

Skupna priporočila in vpliv gospodarskih družb

Poročila Hunterja in Mallroya idr. iz leta 1939 so pokazala, da je bilo nekaj zastrupitev z benzenom povezano z izpostavljenostjo koncentracijam 25 ppm in 10 ppm. Kljub temu je Ameriška konferenca vladnih industrijskih higienikov (ACGIH) leta 1946 priporočila mejno vrednost 100 ppm. Čeprav je bilo priporočilo ACGIH za benzen leta 1948 znižano na 35 ppm, je bila ta koncentracija še vedno višja od tistih, ki so jih povezovali z zastrupitvami z benzenom. Glede na moje dolgoletne izkušnje je očitno, da je ena od težav glede benzena (in drugih strupenih snovi) pri poklicnem zdravju ta, da se organizacije, ki odločajo, pri določanju priporočljivih stopenj izpostavljenosti ravnajo po tem, kar je najlaže doseči na delovnem mestu. Podatke o stopnji izpostavljenosti in strupenosti sicer pregledajo, ne upoštevajo pa jih v priporočilih o mejni izpostavljenosti, ki bi temeljila na zdravju. Castleman in Ziem (1988) sta preučevala ravnanje v ACGIH in sklenila, da so oblikovali mejne vrednosti praga (PMV) pod močnim vplivom gospodarskih družb. Tako so bila skupna priporočila neustrezna in mogoče so gospodarske družbe vplivale na njihovo oblikovanje in torej tudi na povečanje poklicnih bolezni zaradi izpostavljenosti benzenu. Po mnenju Castlemana in Ziema (1988) bi z mednarodnimi prizadevanji lahko »razvili znanstveno utemeljene smernice, ki bi nadomestile PMV v duhu odprtosti in brez manipulacij investitorjev«. Ta cilj pa še vedno ni dosežen (Castleman in Ziem, 1994).

Negativen odnos do javnega zdravja (poziv za znanstveno gotovost)

V sedemdesetih letih so proizvajalci in uporabniki benzena sprejeli nov pristop za obveščanje splošne javnosti ter zlasti delavcev in po-

slovodij v obratih o strupenosti benzena. V tem obdobju so tovarnarji začeli najemati svetovalce, ki naj bi zmanjšali pomen znanstvenih opažanj, povezanih s strupenostjo benzena, in ki naj bi v razpravo vnesli nenatančne argumente o analizah učinkov odmerka, zaradi česar se je odložilo sprejemanje prepotrebnih vladnih uredb, s katerimi naj bi zmanjšali izpostavljenost benzenu na delovnem mestu. Ekonomski vidik je bil spet pomembnejši od skrbi za javno zdravje, le da se je tokrat zdelo, da bo za ekonomske interese treba plačati ceno zniževanja izpostavljenosti (OSHA, 1987), ki bo mogoče še višja zaradi tožb in pravne zaščite na delovnem mestu obolelih delavcev. V tem obdobju so spodbujali iskanje dokazov, s katerimi bi zmanjšali pomen rezultatov preiskav ali jih napačno predstavili. Verjetno je to del novega pristopa, ki ni v skladu z interesi javnega zdravja in ki kar kliče po znanstveni dorečenosti pri določanju vzrokov vsake posamezne limfohematopoetske bolezni glede na stopnjo izpostavljenosti benzenu. Posledica tega je, da delavcem po vsem svetu še danes ni omogočena primerna in največja možna zaščita, s čimer bi zmanjšali verjetnost za razvoj hematopoetskih bolezni, in da oboleli za boleznimi, ki so posledica izpostavljenosti benzenu, dobijo, če sploh, zelo nizke odškodnine.

Med javno razpravo leta 1977, ki jo je Uprava za poklicno zdravje in varnost (OSHA) organizirala zaradi izoblikovanja pravil, so na primer trdili, da je skupinska raziskava o benzenu, v kateri se je pokazalo pet- do desetkrat večje tveganje za levkemijo (Infante idr., 1977a), nepomembna za izoblikovanje javnozdravstvenih ukrepov za zmanjšanje izpostavljenosti na delovnem mestu. Eden od argumentov industrijskih svetovalcev, čeprav nepreprič ljiv, je bil, da je raziskava pokrivala naključno izbran vzorec obolelih za levkemijo. Čeprav je za levkemijo značilno, da se pojavlja v času in prostoru, so jo tokrat raziskovali na skupini benzenu izpostavljenih delavcev (Tabershaw in Lamm, 1977). (Glej Tabershaw in Lamm, 1977, in Infante idr., 1977b, za vrsto argumentov in protiargumentov rezultatov raziskave.) Poleg tega so trdili, da benzen ne povzroča levkemije pri delavcih, ker njegova rakotvornost ni bila dokazana s poskusi na živalih (Olson, 1977). Ta trditev je očitno izmišljena, saj je proučevanje ljudi prineslo množico dokazov o rakotvornosti. Vsekakor pa so kmalu zatem dokazali rakotvornost benzena tudi s poizkusi na živalih (Maltoni in Scarnato, 1979; NTP, 1986).

V osemdesetih letih, ko je OSHA objavila še en predlog o benzenu, v katerem je upoštevala smernice glede določanja tveganja za zdravje iz Odločbe o benzenu Vrhovnega sodišča, je bila pri oblikovanju pravil pozornost usmerjena na analizo učinkov odmerka, ki jo je OSHA s svojimi svetovalci pripravila v zagovor svojega novega standarda (OSHA, 1987). Največ pripomb je letelo na oceno izpostavljenosti benzenu v okviru ocene tveganja, pri čemer so navajali ocene izpostavljenosti benzenu za skupino iz obdobij, iz katerih ni nobenih podatkov o izpostavljenosti. Teh »učenih« domnev različnih soudeleženih pri oblikovanju pravil pa ni bilo mogoče potrditi. Predlagana vladna uredba je kljub temu privedla do številnih novih analiz učinkov odmerka in razvlečene razprave, katera ocena izpostavljenosti je najbolj uporabna za kvantitativno oceno tveganja - odgovora na to vprašanje pa se ne da potrditi z znanstveno gotovostjo. Sprožili so tudi vprašanje, kateri model učinka odmerka je najprimernejši za izpostavljenost benzenu in tveganju za levkemijo. Ker ni nihče nasprotoval razpravi o teh vprašanjih, so delavci in javnost zaradi razprav, ki so trajale v nedogled, še naprej ostajali po nepotrebnem izpostavljeni koncentracijam benzena, ki bi jih s krajšim zakonodajnim postopkom lahko zmanjšali. Preučevanje potencialnih žrtev pa se pogosto konča s smrtjo tistih, ki jih poskušamo zaščititi (Infante, 1987).

V devetdesetih letih je Ameriški nacionalni inštitut za proučevanje rakovih obolenj (NCI) v sodelovanju s Kitajsko akademijo preventivne medicine (CAPM) objavil več raziskav, ki so jih opravljali med kitajskimi delavci, izpostavljenimi benzenu. Te raziskave (Hayes idr., 1997 in 1996; Dosemeci idr., 1996) prikazujejo učinke odmerka za levkemijo, limfom, mielodisplastični sindrom in aplastično anemijo. Z neposrednimi opazovanji so pokazale tudi relativno veliko tveganje za razvoj levkemije,

mielodisplastičnega sindroma in ne-Hodgkinovega limfoma zaradi zelo majhne povprečne izpostavljenosti benzenu, kot so vrednosti okrog 1 ppm. Ker rezultate teh dobro izpeljanih raziskav vlade v Evropi, Združenih državah in drugih državah lahko uporabijo pri napovedovanju bolezni zaradi izpostavljenosti javnosti majhnim koncentracijam benzena, imajo izsledki velik pomen za oblikovanje javnozdravstvenih ukrepov. V odgovor na objavo teh raziskav so svetovalci kemične industrije objavili kritiko zdravstvenih ugotovitev in ocen (Wong, 1998 in 1999; Budinsky idr., 1999), ker po mnenju nekaterih napačno prikazujejo podatke o učinkih na zdravje in ocene izpostavljenosti benzenu, ki so jih izdelali raziskovalci pri NCI/CAPM (Hayes idr., 1998; Hayes, osebna opomba). Nekateri od teh svetovalcev so imeli presenetljive poglede na splošnejše ugotovitve glede izpostavljenosti benzenu in bolezni (Wong, 1995 in 1996; Bergsagel idr., 1999). Neki avtor je na primer na podlagi svojih analiz podatkov skupinske raziskave NIOSH sklenil, da benzen lahko povzroči samo akutno mielogeno levkemijo, ne pa tudi drugih vrst levkemije, in da je vrednost praga v letih izpostavljenosti med 370 in 530 ppm (Wong, 1995). V to objavo ni vključil podatkov lastne raziskave o benzenu, v kateri je poročal o statistično pomembnem učinku odmerka pri izpostavljenosti benzenu in levkemiji med delavci, pri katerih so skupni odmerki v letih izpostavljenosti benzenu segali od manj kot 15 ppm do več kot 60 ppm (Wong, 1987a in b). Poleg tega ta raziskava k smrtim zaradi levkemije ni prištevala smrti zaradi akutne mielogene levkemije. Tako so ugotovitve in sklepi njegove lastne raziskave v nasprotju z njegovim mnenjem, da benzen povzroča le akutno mielogeno levkemijo in da je skupna vrednost praga izpostavljenosti med 370 ppm in 530 ppm.

Wong (1995) je še sklenil, da v raziskavi NIOSH (Nacionalnega inštituta za poklicno zdravje in varnost) ni dokazov o povezavi multiplega mieloma in izpostavljenosti benzenu, saj na štirih primerih multiplega mieloma v raziskovanem vzorcu ni mogel določiti učinka odmerka. Nezmožnost preučevanja učinka in odmerka na podlagi štirih smrti zaradi multiplega mieloma je vsekakor nesmiselna, saj so štirje primeri premalo za omogočanje verodostojne statistične značilnosti za opazovanje učinka odmerka, če ta sploh obstaja. Vsekakor so Rinsky idr. (1987) pri NIOSH že svarili na pomembno povečanje smrti zaradi multiplega mieloma v benzenski skupini in sklenili, da je izpostavljenost majhnim koncentracijam benzena povezana z multiplim mielomom. Wong (1995) je tudi dokazoval, da benzen in multipli mielom na splošno nista povezana, in v nasprotju z izsledki raziskave NCI/CAPM trdil, da ni nikakršnih dokazov o povezavi benzena in ne-Hodgkinovega limfoma (Wong, 1998) – sklep, za katerega se zdi, da je v nasprotju s pogledi drugih na strupenost benzena (Goldstein in Shalat, 2000; Goldstein, 1990; Rinsky idr., 1987; DeCoufle idr., 1983; Infante, 1995a; Savitz in Andrews, 1996 in 1997; Hayes idr., 1998 in 2001).

Trditve v raziskavi NCI/CAPM spominjajo na razvlečeno debato in zavlačevanje pri sprejemanju vladnih ukrepov po objavi raziskave o benzenu NIOSH leta 1977 (Infante idr., 1977a). Usodno bo, če bo previdnost pri uporabi izsledkov raziskave NCI/CAPM večja kot previdnost pri zaščiti posameznikov, izpostavljenih benzenu v koncentracijah, ki bi se jih s sodobno tehnologijo dalo zmanjšati. Težko je doseči znanstveno gotovost, a poudarjanje negotovosti neupravičeno znižuje vrednost podatkom o izpostavljenosti benzenu in z njim povezanih bolezni. Če bi že v preteklosti poskušali upoštevati razpoložljive znanstvene podatke pri izpostavljenosti benzenu na delovnem mestu, bi preprečili marsikatero smrt ali trpljenje med delavci. Po mojem sta razvlečena razprava glede učinka odmerka za bolezni, povezane z benzenom, med izpostavljenimi delavci in zanikanje, da so limfohomeopatske bolezni zelo verjetno povezane z izpostavljenostjo benzenu, v nasprotju s prizadevanjem za zagotovitev čim bolj neškodljivih delovnih mest. Nadaljevanje razprave je mogoče zanimivo z znanstvenega stališča, zbuja pa tudi dvome, ali ne gre mogoče bolj za odsev ekonomskih interesov in ranljivost družb kakor za skrb za javno zdravje, ki temelji na razumni razlagi razpoložljivih znanstvenih podatkov.

4.3.2 Benzen v bencinu, stalna nevarnost

Večina potrošnikov in veliko medicinskega osebja se ne zaveda, da bencin vsebuje benzen. V ZDA je bencin v preteklih dveh desetletjih imel povprečno 1,5-odstotno vsebnost benzena, lahko pa doseže tudi 5-odstotno vrednost (Infante idr., 1990). V preteklosti je bencin v Evropi vseboval več benzena kot v ZDA, kar je očitno veljalo še leta 1994 (Deschamps, 1995), nedavno pa so vsebnost benzena domnevno znižali. Ne preseneča, da so epidemiološke raziskave, analize in poročila o primerih potrdile povezavo med izpostavljanjem bencinu in levkemijo (Schwartz, 1987; Jakobsson idr., 1993; Infante idr., 1990), drugimi krvnimi boleznimi (Infante idr., 1990; Lumley idr., 1990; Naizi in Fleming, 1989), okvaro kromosomov (Lumley idr., 1990; Hogstedt idr., 1991) in drugimi genskimi poškodbami (Nilsson idr., 1996). Vendar bencinske črpalke ne dajejo dovolj informacij o vrstah raka, ki jih povezujejo z izpostavljenostjo benzenu. Tudi varnostni predpisi za bencin ne ponujajo dovolj dokazov o kromosomskih ali genskih poškodbah.

Zaradi prikrivanja nevarnosti, ki jih prinaša benzen v bencinu, mehaniki in vzdrževalci avtocest po nepotrebnem tvegajo, ko uporabljajo bencin kot topilo za čiščenje avtomobilskih delov (Infante, 1993). Tudi potrošniki po nepotrebnem uporabljajo bencin kot topilo in ne upoštevajo previdnostnih ukrepov pri uporabi različnih naprav na bencin, recimo vrtnih kosilnic, obrezovalnikov, motornih žag itd. Poleg tega je raziskava v Nigeriji med obcestnimi prodajalci bencina, ki so ga pred tem pretakali, pokazala, da jih je 26 odstotkov imelo neutropenijo, kar je pomembna razlika v primerjavi z 2 do 10 odstotki pri kontrolnih vzorcih (Naizi in Fleming, 1989). Tveganje, ki ga prinaša benzen v bencinu, je poznano najmanj od leta 1928, ko je Askey (1928) poročal o aplastični anemiji pri ameriškem delavcu, ki je bil izpostavljen bencinu. V zadnjem času pa so poročali o mielofibrozi črpalkarja na Švedskem (Tondel idr., 1995) in o aplastični anemiji ameriškega krovca, ki je z bencinom čistil špranje, preden jih je prekril z impregnirano kritino (Infante idr., 1990). Čeprav obstaja veliko literature o tveganju, ki ga prinaša benzen v bencinu, se morajo zadolženi za ohranjanje in varovanje javnega zdravja v skupnosti, skupaj s tistimi, ki so zaposleni v industriji, šele spopasti z zadostnim informiranjem delavcev in potrošnikov o tem tveganju.

4.4 Sklepne ugotovitve in lekcije za prihodnost

Razpoložljivo znanje o strupenosti benzena in nesprejemanje previdnostnih ukrepov za zaščito delavcev (in javnosti nasploh) je zaskrbljujoče, še posebej če vemo, da smo se teh nevarnosti v preteklem stoletju zavedali. Neukrepanje ali nezadostni ukrepi vseh vpletenih organizacij in vlad, ki odločajo, zbujajo dvome o sposobnosti teh organizacij za zaščito javnega zdravja. Previdnostno načelo ni dovolj pri izpostavljenosti benzenu na delovnem mestu. Priporočil iz dvajsetih let v ZDA in Združenem kraljestvu glede zamenjave benzena z drugimi topili, za katera se ve, da manj škodijo kostnemu mozgu, niso upoštevali še desetletja, čeprav so pri precejšnjem številu pregledanih delavcev odkrili krvne motnje. Poleg tega v Združenih državah benzena niso umaknili iz izdelekov za široko uporabo vse do leta 1978, in še to so proizvajalci storili prostovoljno. Njihovo dejanje ni bilo nikoli ustrezno ovrednoteno.

Prav tako je težko sprejeti sklicevanje na nepoznavanje strupenosti benzena v proizvodnji dežnih plaščev na Švedskem v štiridesetih letih, ko so poročali o šestdesetih primerih zastrupitve krvi v eni sami tovarni. Poročila o aplastični anemiji med ženskami, zaposlenimi v isti industriji na Švedskem, so se v literaturi pojavljala že štirideset let pred tem (1897). Trditev, da se vodstvo ni zavedalo tveganja, ki ga prinaša izpostavljenost benzenu, je v tako majhni industriji in v državi, ki je znana po svoji skrbi za človeka, nedoumljiva. V štiridesetih in petdesetih letih so poročali o trinajstih smrtih zaradi nevrotoksičnega učinka benzena v Veliki Britaniji. Koncentracije benzena, ki so jim bile izpostavljene žrtve, so bile najverjetneje 200- do 800-krat višje od takrat priporočljivih stopenj poklicne izposta-

vljenosti. Seveda bi to lahko preprečili, in to bi morali storiti, če bi jih res skrbelo zdravje delavcev.

Ob upoštevanju takrat razpoložljivega znanja je težko razumeti, zakaj so leta 1961 v turški čevljarski industriji zamenjali topila na osnovi nafte z benzenom. Askoy ugotavlja, da se je to zgodilo zato, ker je bil benzen cenejši. Podatkov o ceni benzena in drugih topil v Turčiji v šestdesetih letih sicer ni, vendar razlika najverjetneje ni presegala nekaj centov na galono. Cena epidemije levkemije in drugih pogubnih krvnih bolezni, ki so sledile tej zamenjavi, pa je bila toliko višja, saj so obolenja delavcev povzročala stroške za zdravstveno varstvo, izpad prihodka itd. To je le še eden izmed množice primerov, da so proizvodni stroški za proizvajalca pomembnejši od človeških življenj.

Čeprav lahko v literaturi zasledimo številna poročila (na tisoče jih je) o krvnih obolenjih, povezanih z benzenom, vključno z levkemijo, in čeprav so mejne vrednosti izpostavljenosti, ki so jih priporočale organizacije kot Ameriška konferenca vladnih industrijskih higienikov (ACGIH), temeljile na vrednostih, ki jih je bilo na delovnem mestu lahko doseči, niso bili sprejeti preventivni ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti pod znane ali upravičeno pričakovane vrednosti, ki povzročajo krvna obolenja. Castleman in Zein sta takšna priporočila pripisovala dejstvu, da so v Odboru za določanje vrednosti praga sodelovali znanstveniki, zaposleni v različnih gospodarskih družbah. Tako je treba videti, če to ni že očitno, da organizacije, ki odločajo in oblikujejo mejne vrednosti glede izpostavljenosti kemikalijam, pri vrednotenju dokazov glede bolezni nikakor ne smejo biti povezane s proizvajalci kemikalij in njihovimi »svetovalci«.

In končno, z napisi na bencinskih črpalkah, ki opozarjajo pred rakom in drugimi boleznimi, za katere se ve, da jih povzroča izpostavljenost benzenu, bi lahko zmanjšali nepotrebno izpostavljenost pri mehanikih, črpalkarjih, vzdrževalcih avtocest in potrošnikih, ki si sami točijo bencin in ki poleg tega ne vedo, da upo-

Preglednica 4.1 **Benzen – zgodnja svarila in ukrepi**

Vir: EEA

1897	Santessenovo poročilo o aplastični anemiji na Švedskem in druga poročila kažejo, da je benzen močan strup za kostni mozeg.
1926	Greenburg in kolegi opazijo nenormalno malo belih krvničk pri delavcih, ki so v stiku z benzenom.
1928	Dolore in Borgomano objavita prvi primer levkemije, ki jo je povzročil benzen.
1939	Številni raziskovalci priporočajo zamenjavo benzena z drugimi topili, vendar se to ne zgodi.
1946	Ameriška konferenca vladnih industrijskih higienikov (ACGIH) priporoča 100 ppm za mejno vrednost izpostavljenosti benzenu, čeprav so nekatere zastrupitve z benzenom povezovali že z vrednostmi 25 ali celo 10 ppm.
1947	Priporočena vrednost se je znižala na 50 ppm.
1948	Še eno znižanje, na 35 ppm.
1948	Ameriški inštitut za nafto (API) sklene, da je popolnoma varen odmerek 0 ppm, priporoča pa 50 ppm ali manj.
1957	ACGIH zniža priporočeno stopnjo na 25 ppm.
Petdeseta in šestdeseta l.	Očitno pomanjkanje previdnostnih ukrepov za delavce, izpostavljene benzenu, v mnogih delih sveta z usodnimi posledicami.
1977	Infante idr. objavijo prvo raziskavo, narejeno na skupini delavcev; ta pokaže neposredno povezavo benzena z levkemijo.
1977	Oddelek za delo v ZDA (US Department of Labor) želi na temelju teh rezultatov znižati izpostavljenost na 1 ppm, toda API odločitev izpodbija na sodišču.
1978	Benzen so v Združenih državah prostovoljno umaknili iz izdelekov za široko uporabo.
1980	Vrhovno sodišče ZDA izda Odločbo o benzenu, s katero zelo omeji sprejemanje ureditvenih ukrepov.
1987	Nova mejna vrednost za benzen je 1 ppm. To desetletno zavlačevanje je povzročilo več kot 200 smrti v Združenih državah.
1996	Raziskave kažejo na razvoj bolezni zaradi izpostavljenosti benzenu v koncentracijah, višjih od 1 ppm.
2001	Bencin vsebuje benzen, tako da je zaradi izpostavljenosti ogrožena tudi javnost.

rabljajo bencin v določenih izdelkih za domačo uporabo, in ki neredko uporabljajo bencin kot topilo, ne da bi se popolnoma zavedali tveganja za razvoj rakavih in nerakavih obolenj, ki se mu tako izpostavljajo. Če bo obveščanje javnosti o rakavih obolenjih, hitro napredujočih boleznih kostnega mozga in genetskih nevarnostih, povezanih z izpostavljenostjo benzenu v bencinu, še naprej pomanjkljivo, bomo napake iz 20. stoletja ponavljali v 21. stoletju in bo ozaveščanje v javnem zdravstvu le še farsa.

4.5 Viri

ACGIH, 1946. *Transactions of the Eighth Annual Meeting, American Conference of Governmental Industrial Hygienists*, str. 40, Cincinnati, Ohio.

ACGIH, 1948. *Transactions of the Tenth Annual Meeting, American Conference of Governmental Industrial Hygienists*, str. 31, Cincinnati, Ohio.

ACGIH, 1957. *Transactions of the Nineteenth Annual Meeting, American Conference of Governmental Industrial Hygienists*, str. 47, Cincinnati, Ohio.

Aksoy, M., 1977. Leukemia in workers due to occupational exposure to benzene, *New Istanbul Contrib. Clin. Sci.* Vol. 12, str. 3–14.

Aksoy, M., 1978. Benzene and leukaemia, *Lancet* Vol. I, str. 441.

Aksoy, M., 1987. Chronic lymphoid leukaemia and hairy cell leukaemia due to chronic exposure to benzene: report of three cases, *Br. J. Haematol.* Vol. 66, str. 209–211.

Aksoy, M., Dincol, K., Akgun, T., Erdem, S. in Dincol, G., 1971. Haematological effects of chronic benzene poisoning in 217 workers, *Br. J. Industrl. Med.* Vol. 28, str. 296–302.

API, 1948. *Toxicological Review: Benzene*, Department of Safety, American Petroleum Institute, New York, september.

Askey, J. M., 1928. Aplastic anemia due to benzol poisoning, *Calif. West. Med.* Vol. 29, str. 262–263.

Bergsagel, D. E., Wong, O., Bergsagel, P. L., Alexanian, R., Anderson, K., Kyle, R. A. in Raabe, G. K., 1999. Benzene and multiple myeloma: Appraisal of the scientific evidence, *Blood* Vol. 94, str. 1174–1182.

Bond, G. G., McLaren, E. A., Baldwin, C. L. in Cook, R. R., 1986. An update of mortality among workers exposed to benzene, *Br. J. Indust. Med.* Vol. 43, str. 685–691.

Browning E., 1965. *Toxicity and metabolism of industrial solvents,* str. 3–65, Elsevier Publishing Co., New York.

Budinsky, R. A., DeMott, R. P., Wernke, M. J. in Schell, J. D., 1999. An evaluation of modeled benzene exposure and dose estimates published in the Chinese-National Cancer Institute collaborative epidemiology studies, *Reg. Toxicol. Pharm.* Vol. 30, str. 244–258.

Castleman, B. I. in Ziem, G. E., 1988. Corporate influence on threshold limit values, *Am. J. Ind. Med.* Vol. 13, str. 531–559.

Castleman, B. I. in Ziem, G. E., 1994. American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Low threshold of credibility, *Am. J. Ind. Med.* Vol. 26, str. 133–143.

Crump, K. S., 1994. Risk of benzene-induced leukemia: A sensitivity analysis of the Pliofilm cohort with additional follow-up and new exposure estimates, *J. Tox. Environ. Health.* Vol. 42, str. 219–242.

DeCoufle, P., Blattner, W. A. in Blair, A., 1983. Mortality among chemical workers exposed to benzene and other agents, *Environ. Res.* Vol. 30, str. 16–25.

Deschamps, F., 1995. Unleaded gasoline: a continuing hazard, *Occup. Med.* Vol. 45, str. 55.

Dolore, P. in Borgomano, C., 1928. Acute leukemia in the course of benzene poisoning: The toxic origin of certain acute leukemias and their relationship to severe anemia, *J. Med. Lyon.* Vol. 9, str. 227–233.

Dosemeci, M., Yin, S-N., Linet, M. idr., 1996. Indirect validation of benzene exposure assessment by association with benzene poisoning, *Environ. Health. Perspect.* Vol. 104, Št 6, str. 1343–1347.

Erf, L. A. in Rhoads, C. P., 1939. The hematological effects of benzene (benzol) poisoning, *J. Industrl. Hyg. Toxicol.* Vol. 21, str. 421–435.

Flandrin, G. in Collado, S., 1987. Is male predominance (4/1) in hairy cell leukaemia related to occupational exposure to ionizing radiation, benzene and other solvents?, *Br. J. Haematol.* Vol. 67, str. 119–120.

Flury, F., 1928. Modern occupational intoxications from the aspect of pharmacology and toxicology II: Modern occupational intoxications, *Arch. Exp. Path. Pharmakol.* Vol. 138, str. 65–82 (Ger), citirano v US Department of Health, Education and Welfare, 1974, *Occupational exposure to benzene, criteria for a recommended standard,* str. 74–137, PHS, CDC, NIOSH.

Goguel, A., Cavigneaux, A. in Bernard, J., 1967. Benzene leukemia in the Paris region between 1950 and 1965: A study of 50 cases, *Nouv. Rev. Fr. Hemato.* Vol. 7, str. 465–480.

Goldstein, B. D., 1990. Is exposure to benzene a cause of human multiple myeloma?, *Ann. NY Acad. Sci.* Vol. 609, str. 225–230.

Goldstein, B. D. in Shalat, S. L., 2000. The causal relation between benzene exposure and multiple myeloma, Pismo uredniku, *Blood* Vol. 95, str. 1512–1513.

Greenburg, L., 1926. Benzol poisoning as an industrial hazard, *Pub. Health. Rep.* Vol. 41, str.1516–1539.

Hayes, R. B. idr., 1996. Mortality among benzene-exposed workers in China, *Env. Health. Perspect.* Vol. 104, št. 6, str. 1349–1352.

Hayes, RB, Yin, S-N, Dosemeci, M, Li, G-L, Wacholder, S, Travis, LB, Li, C-Y, Rothman, N, Hoover, RN, Linet, MS., 1997. Benzene and the dose-related incidence of hematologic neoplasms in China, *J. Natl. Cancer Inst.* Vol. 89, str. 1065–1071.

Hayes, R. B. idr., 1998. Benzene and the dose-related incidence of hematologic neoplasms in China – Response, Pismo uredniku, *J. Natl. Cancer Inst.* Vol. 90, str. 470–471.

Hayes, RB, Yin, S, Dosemeci, M and Linet, M. Commentary: Benzene and

lymphohematopoietic malignancies in China. Am. J. Industrl. Med. 2001 (v tisku).

Helmer, K. J., 1944. Accumulated cases of chronic benzene poisoning in the rubber industry, *Acta Medica Scand.* Vol. 118, str. 254–275.

Hernberg, S., Savilahti, M., Ahlman, K. in Asp, S., 1966. Prognostic aspects of benzene poisoning, *Br. J. Indust. Med.* Vol. 23, str. 204–209.

Hogan, J. F. in Shrader, J. H., 1923. Benzol poisoning, *Am. J. Pub. Health.* Vol. 13, str. 279–282.

Hogstedt, B., Holmen, A., Karlsson, A., Raihle, G., Nillius, K. in Vestlund, K., 1991. Gasoline pump mechanics had increased frequencies and sizes of micronuclei in lymphocytes stimulated by pokeweed mitogen, *Mutat. Res.* Vol. 263, str. 51–55.

Hunter, F. T., 1939. Chronic exposure to benzene (benzol) II: The clinical effects, *J. Industrl. Hyg. Toxicol.* Vol. 21, str. 331–354.

IARC, 1974. *IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man: Some anti-thyroid and related substances, nitrofurans and industrial chemicals*, Vol. 7, str. 203–221, International Agency for Research on Cancer, Svetovna zdravstvena organizacija (WHO), Lyon, Francija.

Infante, P. F., 1987. Benzene toxicity: Studying a subject to death, *Am. J. Ind. Med.* Vol. 11, str. 599–604.

Infante, P. F., 1992. Benzene and leukemia: The 0.1 ppm ACGIH proposed TLV for benzene, *Appl. Occup. Environ. Hyg.* Vol. 7, str. 253–262.

Infante, P. F., 1993. State of the science on the carcinogenicity of gasoline with particular reference to cohort mortality study results, *Environ. Health Perspect.* Vol. 101, št. 6, str. 105–105.

Infante, P. F., 1995a. Benzene and leukemia: Cell types, latency and amount of exposure associated with leukemia, v Imbriani, M., Ghittori, S., Pezzagno, G. in Capodaglio, E. (*eds*), *Update on benzene, advances in occupational medicine and rehabilitation*, str. 107–120, Fondazione Salvatore Maugeri Edizioni, Pavia, Italija.

Infante, P. F., 1995b. Cancer in blue-collar workers: Who cares? *New Solutions* Vol. 5, str. 52–57.

Infante, P. F., 1997. Quantitative risk from leukemia/lymphoma from occupational exposure to benzene, *The Toxicology Forum 22nd Annual Winter Meeting*, str. 485–488, Toxicology Forum, Inc., Washington, DC.

Infante, P. F. in DiStasio, M. V., 1988. Occupational benzene exposure: Preventable deaths, *Lancet* Vol. I, str. 1399–1400.

Infante, P. F., Rinsky, R. A., Wagoner, J. K. in Young, R. J., 1977a. Leukaemia in benzene workers, *Lancet* Vol. II, str. 76–78.

Infante, P. F., Rinsky, R. A., Wagoner, J. K. in Young, R. J., 1977b. Benzene and leukaemia, *Lancet* Vol. II, str. 867–868.

Infante, P. F., Schwartz, E. in Cahill, R., 1990. Benzene in petrol: a continuing hazard, *Lancet* Vol. 335, str. 814–815.

Ireland, B., Collins, J. J., Buckley, C. F. in Riordan, S. G., 1997. Cancer mortality among workers with benzene exposure, *Epid.* Vol. 8, str. 318–320.

IUD, 1980. AFL-CIO *vs.* American Petroleum Institute, 1980, 448 US 601, Industrial Union Department.

Jakobsson, R., Ahlbom, A., Bellander, T. in Lundberg, I., 1993. Acute myeloid leukemia among petrol station attendants, *Arch. Environ. Health.* Vol. 48, str. 255–259.

LeNoir in Claude, 1897. On a case of purpura attributed to benzene intoxication, *Bul. Mem. Soc. Med. Hop.* Vol. 3, str. 1251–1261.

Lumley, M., Barker, H. in Murray, J. A., 1990. Benzene in petrol, *Lancet* Vol. 336, str. 1318–1319.

Mallory, T. B., Gall, E. A. in Brickley, W. J., 1939. Chronic exposure to benzene (benzol) III: The pathologic results, *J. Industrl. Hyg. Toxicol.* Vol. 21, str. 355–377.

Maltoni, C. in Scarnato, C., 1979. First experimental demonstration of the carcinogenic effects of benzene: Long-term bioassays on Sprague-Dawley rats by oral administration, *Med. Lav.* Vol. 70, str. 352–357.

McMichael, A. J., Spirtas, R., Kupper, L. L. in Gamble, J. F., 1975. Solvent exposure and leukemia among rubber workers: An epidemiologic study, *J. Occup. Med.* Vol. 17, str. 234–239.

Naizi, G. A. in Fleming, A. F., 1989. Blood dyscrasia in unofficial vendors of petrol and heavy oil and motor mechanics in Nigeria, *Tropical Doctor* Vol. 19, str. 55–58.

Nilsson, R. I., Nordlinder, R. G., Tagesson, C., Walles, S. in Jarvholm, B. G., 1996. Genotoxic effects in workers exposed to low levels of benzene from gasoline, *Am. J. Ind. Med.* Vol. 30.

NTP, 1986. *Toxicology and carcinogenisis studies of benzene (CAS No 71-43-2) in F344/N rats and B6C3F$_1$ mice (Gavage studies*), NIH Publ. št. 86-2545, National Toxicology Program Technical Report 289, Research Triangle Park, NC.

Olson, R. E., 1977. Testimony before the US Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, Washington, DC, OSHA Docket No H-059, Dokazni material št. 149E.

OSHA, 1977a. Occupational exposure to benzene: Emergency temporary standards-hearing, 3. maj, IV. del, Fed. Register 42, str. 22516–22529.

OSHA, 1977b. Occupational exposure to benzene: Emergency temporary standards-hearing, 27. maj, VI. del, Fed. Register 42, str. 27452–27478.

OSHA, 1978. Occupational exposure to benzene: Occupational safety and health standards, 10. februar, II. del, Fed. Register 43, str. 5918–5970.

OSHA, 1987. Occupational exposure to benzene: Final rule, 11. september, II. del, Fed. Register 52, str. 34460–34578.

Paxton, M. B., Chinchilli, V. M., Brett, S. M. in Rodricks, J. V., 1994. Leukemia risk associated with benzene exposure in the Pliofilm cohort: Mortality update and exposure distribution, *Risk Analysis* Vol. 14, str. 147–154.

Rawson, R., Parker Jr., F. in Jackson Jr., H., 1941. Industrial solvents as possible etiologic agents in myeloid metaplasia, *Science* Vol. 93, str. 541–542.

Rinsky, R. A., Smith, A. B., Hornung, R., Filloon, T. G., Young, R. J., Okun, A. H. in Landrigan, P. J., 1987. Benzene and leukemia: An epidemiologic risk assessment, *N. Eng. J. Med.* Vol. 316, str. 1044–1050.

Santessen, C. G., 1897. Chronische vergiftungen mit steinkohlentheerbenzin: Vier Todesfalle *Arch. Hyg. Bakteriol.* Vol. 31, str. 336–376.

Savitz, D. A. in Andrews, K. W., 1996. Risk of myelogenous leukaemia and multiple myeloma in workers exposed to benzene, Pismo uredniku, *Occup. Environ. Med.* Vol. 53, str. 357.

Savitz, D. A. in Andrews, K. W., 1997. Review of epidemiologic evidence on benzene and lymphatic and hematopoietic cancers, *Am. J. Ind. Med.* Vol. 31, str. 287–95.

Schwartz, E., 1987. Proportionate mortality ratio analysis of automobile mechanics and gasoline service station workers in New Hampshire, *Am. J. Ind. Med.* Vol. 12, str. 91–99.

Shu, X. O., Brinton, L. A., Linet, M. S., Tu, J. T., Zheng, W. in Fraumeni, J. F., 1988. A population-based case-control study of childhood leukemia in Shanghai, *Cancer* Vol. 62, str. 635–643.

Tabershaw, I. R. in Lamm, S. H., 1977. Benzene and leukaemia, Pismo uredniku, *Lancet* Vol. II, str. 867–868.

Tareeff, E. M., Kontchalovskaya, N. M. in Zorina, L. A., 1963. Benzene leukemias, *Acta Unio Internat. Contra Cancrum* Vol. 19, str. 751–755.

Tondel, M., Persson, B. in Carstensen, J., 1995. Myelofibrosis and benzene exposure, *Occup. Med.* Vol. 45, str. 51–52.

Vigliani, E. C., 1976. Leukemia associated with benzene exposure, *Ann. NY Acad. Sci.* Vol. 271, str. 143–151.

Vigliani, E. C. in Saita, G., 1964. Benzene and leukemia, *N. Engl. J. Med.* Vol. 271, str. 872–876.

Wong, O., 1987a. An industry wide mortality study of chemical workers occupationally exposed to benzene I: General results, *Br. J. Ind. Med.* Vol. 44, str. 365–381.

Wong, O., 1987b. An industry wide mortality study of chemical workers occupationally exposed to benzene II: Dose response analyses, *Br. J. Ind. Med.* Vol. 44, str. 382–395.

Wong, O., 1995. Risk of acute myeloid leukaemia and multiple myeloma in workers exposed to benzene, *Occup. Environ. Med.* Vol. 52, str. 380–384.

Wong, O., 1996. Risk of myeloid leukaemia and multiple myeloma in workers exposed to benzene-response, Pismo uredniku, *Occup. Environ. Med.* Vol. 53, str. 357–358.

Wong, O., 1998. Re: Benzene and the dose-related incidence of hematologic neoplasms in China, Pismo uredniku, *J. Natl. Cancer Inst.* Vol. 90, str. 469–470.

Wong, O., 1999. A critique of the exposure assessment in the epidemiologic study of benzene-exposed workers in China conducted by the Chinese Academy of Preventive Medicine and the US National Cancer Institute, *Reg. Toxicol. Pharm.* Vol. 30, str. 259–267.

Young, R. J., Rinsky, R. A., Infante, P. F. in Wagoner, J. K., 1978. Benzene in consumer products, *Science* Vol. 199, str. 248.

5. Azbest: od čudežne do nevarne rudnine

David Gee in dr. Morris Greenberg

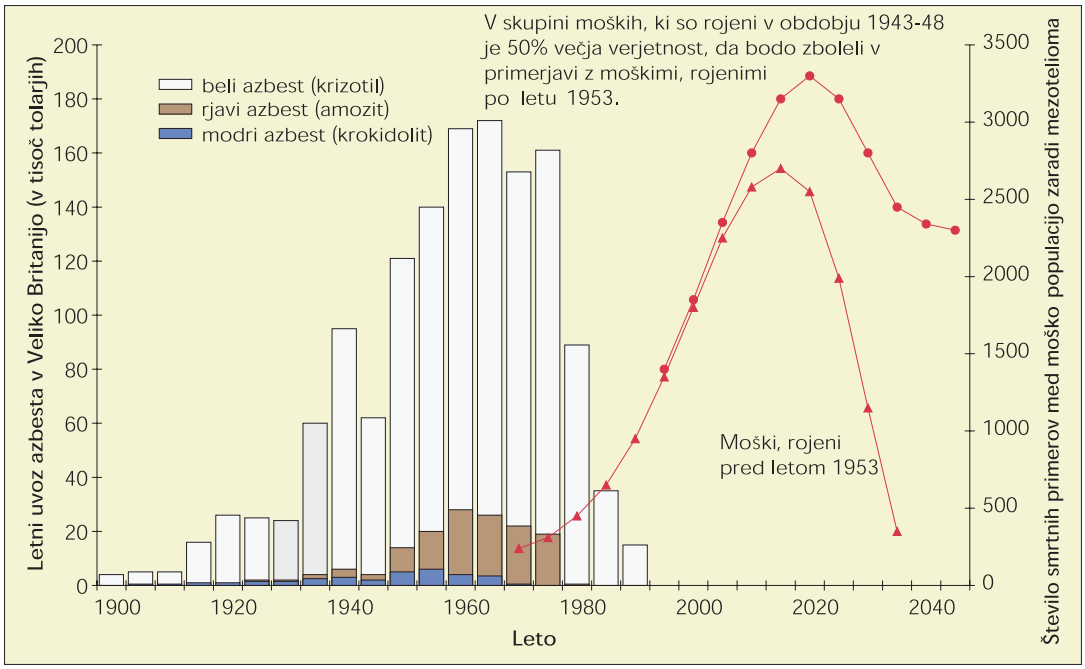
»Gledano nazaj z današnjim vedenjem se ne moremo znebiti občutka, da so bile številne priložnosti za odkritje in preprečevanje bolezni azbesta spregledane.« Thomas Legge, nekdanji glavni inšpektor za varstvo pri delu, v *Industrial Maladies*, 1934.

5.1. Uvod

Dvajsetega maja 2000 je družina upokojenega britanskega zdravnika prejela odškodnino v višini 1,15 milijona britanskih funtov, ker je zdravnik pri sedeminštiridesetih letih umrl za azbestnim rakom, mezoteliomom. Bolezen je povzročil modri azbestni prah iz poškodovane cevne napeljave v povezovalnih predorih bolnišnice Middlesex v Londonu, v kateri je od 1966. do 1973. štiri leta delal kot študent in stažist (*British Medical Journal*, 2000). Glavni razlog za mezoteliom je azbest. Ocenjujejo, da se bo v naslednjih petintridesetih letih v Evropski uniji (EU) pojavilo okoli 250.000 novih primerov mezotelioma, ki je praviloma smrten v enem letu (Peto, 1999). Ker azbest povzroča tudi pljučnega raka, bo smrtnih primerov še več, med 250.000 in 400.000, vključno s primeri azbestoze, ki je prva bolezen, katere pojav so pripisali izpostavljenosti azbestu. Slika 5.1 kaže vrhunec uvoza azbesta v Veliko Britanijo, ki mu okoli petdeset do šestdeset let pozneje sledi napovedani vrhunec mezotelioma.

Slika 5.1 **Uvoz azbesta v Veliko Britanijo in ocenjeno število smrti zaradi mezotelioma**

Vir: Peto, 1999



Grožnja zdravju svetovnih razsežnosti se je začela devetdeset let pred odkritjem azbestoze v londonski bolnišnici. Leta 1879 so namreč v Thetfordu v Kanadi pričeli izkopavati krizotil – beli azbest. Nekaj let pozneje so v Avstraliji, Rusiji, Južnoafriški republiki in nekaterih drugih državah začeli izkopavati dve drugi vrsti azbesta: modri azbest (krokidolit) in rjavi azbest (amozit). Do leta 1998 je skupna letna količina proizvedenega azbesta vseh vrst znašala dva milijona ton. Uvoz v EU je bil največji v sredini sedemdesetih let, do leta 1980 je bil ocenjen nad 800.000 ton na leto, leta 1993 je padel na 100.000 ton na leto.

Danes nosijo tako države proizvajalke kot uvoznice azbesta veliko breme onesnaženja in nevarnosti za zdravje. Uporaba azbesta se v glavnem nadaljuje v deželah v razvoju.

Poudarek tega članka je prikaz razmer v Veliki Britaniji. Zgodovina azbesta je podobna v Franciji, Nemčiji, Italiji, Skandinaviji in Združenih državah (Castleman, 1996) ter v glavnih izvoznicah Avstraliji, Kanadi, Rusiji in Južnoafriški republiki. Z nekaj razlikami se danes ponavlja tudi v Aziji, Afriki in Južni Ameriki.

5.2. Prva zgodnja svarila o azbestozi in nekaj odzivov

V prvih dvajsetih letih uporabe azbesta so iz »čudežne rudnine« razvili več kot sto izdelkov, pojavljati pa so se začela tudi prva poročila o resnih obolenjih.

Prvo svarilo o veliki nevarnosti pri delu z azbestom je objavila Lucy Deane, ki je bila med prvimi inšpektorji za varstvo žensk pri delu v Veliki Britaniji. Leta 1898 je pisala o delu z azbestom kot enem od štirih poklicev, povezanih s prahom, ki so jih tega leta posebej natančno preučevali, »na račun njihovega enostavno dokazljivega negativnega vpliva na zdravje delavcev in naraščajočega števila primerov poškodb dihalnih poti in pljuč, ki so jih povezovali z delom obolelega«.

Opazila je tudi, da »so škodljivi učinki azbestnega prahu spodbudili preiskavo mineralnega prahu z mikroskopom, ki jo je opravil kraljevi zdravstveni inšpektor. Odkrili so ostro, nazobčano, steklu podobno obliko delcev, in kadar so te delce razpršili v zrak, so delovali škodljivo ne glede na količino, kar je bilo tudi pričakovati.« (Deane, 1898)

Podobni opažanji inšpektorjev za varstvo žensk pri delu sledita v letih 1909 in 1910. Objavljeni sta bili v letnem poročilu glavnega kraljevega inšpektorja za varstvo pri delu, ki je bilo razširjeno in brano med snovalci politike in politiki.

Poročili nista bili sprejeti kot strokovno mnenje, bili pa sta zanesljivi pričevanji, ki bi lahko pomagali medicinski znanosti. Njunih odkritij sicer niso ovrgli, bila pa so prezrta.

Leto po poročilu Lucy Deane je dr. Montague Murray iz bolnišnice Charing Cross v Londonu opazil prvi znan primer poškodbe pljuč pri triintrideset let starem moškem. Poškodbo je povzročilo vdihovanje azbestnega prahu. Murray je ob tej priložnosti izjavil: »Delal je štirinajst let, od tega deset let v tako imenovani rahljalnici, za katero je dejal, da je bila najnevarnejši del proizvodnje. Sam je izjavil, da je bil edini preživeli od desetih, ki so delali v tem procesu. Razen njegovih izjav nimam za to nobenega drugega dokaza. Dejal je, da so vsi umrli okoli tridesetega leta starosti.« (Murray, 1906)

To opažanje je leta 1906 spodbudilo državno preiskavo zaradi odškodnin pri poklicnih boleznih. Istega leta je francoski inšpektor za varstvo pri delu poročal o okoli petdesetih smrtih med tekstilnimi delavkami, ki so delale z azbestom (Auribault, 1906). Poročilo vsebuje opis lastnosti azbesta, njegove proizvodnje in uporabe, varnost in zdravstveno tveganje pri predenju in tkanju pa tudi predloge naprav za odsesavanje prahu ob njegovem nastanku. Poročilo je bilo povsem prezrto, kljub temu pa je ravno francoska prepoved uporabe azbesta devetdeset let pozneje, leta 1999, privedla do obravnave azbesta na ravni Svetovne trgovinske organizacije (STO), kar je obravnavano v nadaljevanju.

Francosko poročilo je potrdilo predhodna opažanja britanskih inšpektorjev za varstvo žensk pri delu. Kljub vsemu britanska državna preiskava leta 1906 ni obravnavala azbesta kot povzročitelja poklicnih bolezni. Kot dokaz je dr. Murray navedel: »V preprečevanje vdihovanja prahu je bilo vloženega veliko truda, zato je možnost poškodb krepko zmanjšana.« (Murray, 1906)

To je mogoče vplivalo na komisijo. Nihče pa ni niti poskusil preveriti resničnosti trditve pacienta dr. Murrayja o smrti devetih sodelavcev. Pregledani niso bili niti preživeli delavci iz iste tovarne kljub predlogom Lucy Deane o statistiki smrtnosti, ki bi bila lahko koristna.

Pogled dr. Murrayja, po katerem je »pomanjkanje dokazov o škodljivosti dokaz o neškodljivosti«, je zgodnji primer zmotnega razmišljanja, ki je oviralo odkritje številnih nevarnih sestavin, ki so bile od začetka obravnavane kot neškodljive (tj. »neutemeljene zavrnitve«).

Nadaljnje dokaze o nevarnosti azbesta so opazili pri delavcih leta 1910 (Collis, 1911) in začetnih poskusih s prahom na podganah leta 1911 (Merewether in Price, 1930). To je pozneje veljalo za »upravičeno domnevo, da je vdihovanje večjih količin azbesta lahko škodljivo«, zato je ministrstvo za industrijo zahtevalo uvedbo odsesovalnih naprav pri procesih, ki potekajo v prašnem okolju (Merewether, 1933). Kljub vsemu preiskave ministrstva za industrijo, ki so sledile v letih 1912 in 1917, niso potrdile potrebe po nadaljnjih ukrepih. Pri tem pa so zavarovalnice v Združenih državah in Kanadi do leta 1918 videle dovolj dokazov za škodljivost azbesta, da so odklanjale zavarovanje delavcev zaradi »ocenjenih rizičnih razmer v proizvodnji« (Hoffman, 1918). Žal so bili ti zgodnji svarilni ukrepi pozabljeni, kar je imelo za zavarovalništvo v ZDA v devetdesetih letih uničujoč vpliv.

Leta 1924 je bila v Rochdalu, kjer je bil od leta 1880 sedež azbestne tovarne Turner Brothers, izvedena prva sodna in patološka preiskava delavke, ki je delala z azbestom. Lokalni zdravnik dr. Joss je ugotovil, da je Nellie Kershaw umrla zaradi zastrupitve z azbestom. Omenil je, da opaža od deset do dvanajst takšnih primerov na leto. Njegovo trditev je podkrepil patolog dr. W. Cooke, ki je primer opisal v medicinski literaturi (Cooke, 1924 in 1927). V Leedsu, kjer je bila še ena tovarna bratov Turner, je lokalni zdravnik naštel dovolj primerov obolelosti z azbestom, da je o tem pripravil doktorsko disertacijo (Grieve, 1927). Do leta 1930 so v teh dveh tovarnah našteli vsaj dvanajst smrtnih primerov, pri katerih je bil kot glavni ali stranski vzrok smrti naveden azbest (Tweedale, 2000). V nekaterih primerih so diagnozo zapletle tuberkuloza, srčne napake ali pljučnica. To se je dogajalo še naslednjih nekaj desetletij.

Vsaj nekaj od navedenih primerov pa je bilo, skupaj s še dvema poročiloma v medicinski literaturi leta 1918 (Simpson, 1928; Seiler, 1928) vključno s štirimi primeri iz Južne Afrike, dovolj za začetek velike preiskave o vplivu azbestnega prahu, ki sta jo vodila dr. Merewether, inšpektor za poklicno zdravstveno varstvo, in C. W. Price, inšpektor za varstvo pri delu in začetnik opazovanja in nadziranja prašnosti. V njenem okviru so izvedli prvo zdravstveno študijo o delavcih v proizvodnji azbesta, s katero so ugotovili, da šestinšestdeset odstotkov tistih, ki z azbestom delajo nad dvajset let, trpi za azbestozo; izmed tistih, ki delajo manj kot štiri leta, pa ni obolel nihče. Med 363 proučevanimi delavci je bilo obolelih povprečno petindvajset odstotkov (Merewether in Price, 1930). Ta ocena je bila najbrž prenizka, saj je vključevala le trenutno zaposlene delavce, ne pa tudi tistih, ki so oboleli in prekinili zaposlitev. Rezultati te preiskave so leta 1931 privedli do prvih ukrepov pri nadzorovanju azbestnega prahu, pri zdravstvenem nadzoru in odškodninskih zahtevkih na svetu. Večinoma so ostali nespremenjeni (pa tudi neuveljavljeni) do leta 1969, ko so v Veliki Britaniji uveljavili novo zakonodajo glede azbesta.

5.3. Prva svarila o azbestnem raku

Neodvisni raziskovalec Ronald Tage je leta 1932 v poročilu Kongresu sindikatov (TUC) izpostavil tri primere azbestoze v tovarni Cape Asbestos Company iz londonskega Barkinga, ki so bili povezani z rakom (Greenberg, 1993). Omembe pljučnega raka v povezavi z azbestom so se pojavile v ameriški, nemški in britanski medicinski literaturi v tridesetih in štiridesetih letih 20. stoletja (Lynch in Smith, 1935; Gloyne, 1935; Wedler, 1943; Heuper, 1942), vključno s poročilom glavnega inšpektorja za tovarne iz leta 1938. Leta 1938, ko pljučni rak še ni bil tako razširjen, jim je v Nemčiji uspelo prepričati oblasti o vzročni povezavi azbesta in pljučnega raka. Azbestni pljučni rak je bil leta 1943 uvrščen med poklicne bolezni, upravičene do odškodnine. (Desetletja pozneje je bilo dokazovanje pljučnega raka zaradi kajenja in izpostavljenosti azbestu oteženo.)

Letno poročilo glavnega inšpektorja za tovarne iz leta 1949 omenja visoko obolevnost za

pljučnim rakom, odkrito pri obdukcijah umrlih zaradi azbestoze. Obstajata pa tudi neobjavljena članka o veliko primerih raka na dihalnih organih iz raziskav na miših (Scheper, 1995). Tri interne preiskave o umrljivosti zaradi raka v okraju Rochdale niso potrdile pogoste obolevnosti za pljučnim rakom pri delavcih v proizvodnji azbesta (Knox, 1952 in 1964), vendar je tovarniški zdravnik priznal, da je njegovo poznavanje statistike »enako nič« (Tweedale, 2000, str. 148). Leta 1953 je podjetje Turner Brothers zaprosilo Richarda Dolla, neodvisnega epidemiologa, naj preuči smrtnost delavcev v proizvodnji azbesta v Rochdalu. Verjetnost obolevnosti za rakom pri tistih, ki so bili izpostavljeni azbestu dvajset let ali več, je bila desetkrat večja od splošno pričakovane med vsem prebivalstvom. Kljub prizadevanju nadrejenih v podjetju Turner, da bi prikrili te podatke, so bili objavljeni v strokovni literaturi (Doll, 1955). Vendar je trajalo trideset let, preden je država priznala pljučnega raka, ki ga povzroča azbest, za poklicno bolezen, upravičeno do odškodnine, in to samo, če se je pojavil hkrati z azbestozo. Delni razlog za to je bilo naraščanje pljučnega raka zaradi kajenja, kar je odkril tudi Doll v študiji britanskih zdravnikov leta 1955.

Kasnejše študije so pokazale, da sočasen vpliv dveh karcinogenov, cigaretnega dima in azbesta, za nekajkrat poveča tveganje za razvoj pljučnega raka. Sam azbest poveča verjetnost obolevnosti za pljučnim rakom za petkrat, samo kajenje pa za desetkrat v primerjavi z drugo populacijo. Sočasno vplivanje obeh pa ne poveča verjetnosti za petnajstkrat, temveč kar za petdesetkrat, upoštevajoč multiplikativni oziroma dopolnjujoči učinek (Hammond, 1979). Podoben dopolnjujoči učinek ima hkratna izpostavljenost radioaktivnemu sevanju in kajenje pri delavcih, izpostavljenih sevanju (Archer, 1973).

Kot pri vseh drugih študijah o izpostavljenosti azbestu, je bil delež tistih, ki so dovolj dolgo delali v novih, izboljšanih razmerah (20 do 25 let), preden se je lahko pojavil pljučni rak, relativno nizek. Zato je bilo nemogoče oceniti, kolikšno je bilo tveganje leta 1955, dokler ni preteklo mnogo let. Takrat pa so se zaradi izboljšanih načinov odzračevanja zadeve spet spremenile in oteževale oceno trenutnega tveganja. Ta problem, ki bi mu lahko rekli »latentna vrzel« in ki je značilen za dolga obdobja prikritega tveganja zaradi tehnoloških sprememb, je glavni vzrok za prepozno vpeljavo previdnostnih ukrepov.

5.4. Zgodnja, pretresljiva svarila o mezoteliomu

Primere mezotelioma, običajno zelo redke oblike raka obloge prsnega koša in trebuha, so v povezavi z izpostavljenostjo azbestu opazili v štiridesetih in petdesetih letih, vendar je šele dr. Sleggs, lokalni zdravnik v Južni Afriki, opazil več bolnikov s to obliko raka na območju izkopavanja azbesta in jih nekaj poslal k patologu dr. Wagnerju. Ugotovila sta povezanost z azbestom, obiskala območja rudnikov ter z obiski svojcev in sodelavcev umrlih poskušala rekonstruirati način njihove izpostavljenosti azbestu. Od sedeminštiridesetih bolnikov z mezoteliomom so bili vsi razen dveh predhodno izpostavljeni azbestu. Številni med njimi so imeli stik z azbestom v svojem življenjskem okolju, vključno z otroki, ki so se igrali na odlagališčih odpadkov. Svoje ugotovitve sta objavila leta 1960 (Wagner idr., 1960).

To je bila pretresljiva novica, saj je kazalo, da je med izpostavljenostjo azbestu in pojavom bolezni preteklo le nekaj mesecev. V nasprotju s tem se je večina primerov pljučnega raka in azbestoze pojavila deset in več let po izpostavljenosti azbestnemu prahu. Povprečna latentna doba med prvo izpostavljenostjo in nastopom mezotelioma je bila okoli štirideset let, pri pljučnem raku pa od 20 do 25 let.

Wagnerjev članek je dokazal močno povezavo med azbestom in mezoteliomom, vendar je večina strokovnjakov sprejela vzročno povezavo šele leta 1964 na podlagi študij dr. Selikoffa v ZDA in dr. Newhousa v Veliki Britaniji. Oba sta delovala neodvisno od azbestne industrije in uporabljala podatke sindikatov in bolnišnic.

Selikoff je ugotovil, da je imelo petnajst od sedemnajstih delavcev iz istega obrata za

proizvodnjo azbesta azbestno bolezen. Ker pa ni imel dostopa do internih podatkov v podjetju, si je pri dokazovanju, da so uporabniki azbesta (na primer delavci, ki so polagali azbestno izolacijo) še bolj ogroženi kot delavci v sami proizvodnji azbesta, pomagal z evidencami sindikatov: od 392 delavcev, ki so bili dvajset ali več let izpostavljeni azbestu, jih je kar 339 imelo azbestozo. Pljučni rak je bil sedemkrat pogostejši kot sicer. Mnogi so imeli tudi mezoteliom (Selikoff idr., 1964). Povečanje števila bolnikov s pljučnim rakom je bilo statistično dokazljivo šele po petindvajsetih letih evidentiranja zaposlenih, kar je ena od resnejših omejitev oziroma tako imenovana negativna stran obolevnosti za rakom. Uporabnost tovrstnih študij je namreč zelo skromna, če ne zagotovimo približno dvajset- do tridesetletne sledljivosti oziroma evidentiranja.

Predstavnik industrije iz ustanove Asbestos Textile Institute je označil Selikoffa za »moteči element« (Tweedale, 2000, str. 183, opomba 17). Nekdanji glavni zdravstveni inšpektor za tovarne dr. Legge je zastopal podobno stališče. V vlogi zdravstvenega svetovalca TUC je leta 1932 predlagal, naj se z majhnim honorarjem »odkrižajo« Ronalda Taga.

Običaj obsojanja prinašalca slabih novic je lepo opisal že Ibsen v svoji drami *Sovražnik ljudstva* (1882), v kateri lokalni zdravnik opozori na zdravju nevarno početje, ki bi lahko ogrozilo gospodarstvo lokalne skupnosti. Ker so se župan, mediji in večina prebivalcev začeli zavedati gospodarskih posledic njegovih opažanj, je iz heroja začel postajati sovražnik.

Newhouse je pri dokazovanju uporabil dolgoročne patološke podatke, ki so jih v bolnišnici London Hospital zbirali med leti 1917 in 1964: več kot 50 odstotkov od 76 preučevanih primerov, obolelih za mezoteliomom, je bilo izpostavljenih azbestu poklicno ali zasebno (npr. živeli so z delavcem, ki je imel stik z azbestom), tretjina preostalih pa je živela na območju, oddaljenem manj kot pol milje (800 m) od tovarne azbesta Cape (Newhouse in Thompson, 1965). Potrebno je bilo trideset let, da so bili primeri tožb otrok, obolelih za mezoteliomom zaradi izpostavljenosti azbestu v soseščini tovarn, proti podjetju Turner Brothers v Veliki Britaniji, uspešno rešeni (Tweedale, 2000. str. 272).

Newhouse in Selikoff sta predstavila svoje ugotovitve na konferenci v New Yorku, ki jo je organizirala newyorška akademija znanosti oktobra 1964. V podporo stališču, da so »določene oblike poklicnih bolezni popolnoma odpravili«, so predstavili študijo Dollove skupine delavcev iz nadzorovanega območja tovarne Rochdale, kar je verjetno še en primer »latentne vrzeli« (Knox idr., 1965). Niti Selikoff niti britansko ministrstvo za industrijo pa nista našla dokaza o zmanjševanju števila obolelih, in sicer predvsem zato, ker so zajeli primere velike izpostavljenosti azbestnemu prahu, in to ne samo delavcev v proizvodnji azbesta, ki so se jim vsaj v nadzorovanih območjih razmere dejansko izboljšale, temveč tudi uporabnikov.

Neupoštevanje »najslabših scenarijev« pri izpostavljenosti azbestu je bil eden od razlogov za zapoznele in neprimerne ukrepe za ravnanje z azbestom. Julian Peto, raziskovalec azbestnega pljučnega raka, je opisal osredotočenost študij na proizvodnjo, namesto na uporabo, kot »neumno napako« (Peto, 1998).

Podobnega mnenja je bil nekdanji direktor največje svetovne azbestne družbe Johns Manville. Iskal je vzroke, zakaj je podjetje kljub donosnosti leta 1982 prijavilo stečaj zaradi številnih odškodninskih zahtevkov, povezanih z azbestom (27). Trdil je, da bi medicinske raziskave, intenzivna komunikacija, vztrajna svarila in temeljit program zmanjševanja azbestnega prahu »lahko rešili življenja, najbrž pa tudi delničarje, celotno panogo in sam izdelek« (Sells, 1994).

5.5. Ukrepanje in neukrepanje zakonodajnih organov in drugih

Azbestna zakonodaja iz leta 1931 je bila le delno uveljavljena, saj sta bili med letoma 1931 in 1968 na tej podlagi samo dve tožbi (Dalton, 1979). Osredotočenost na samo nekatere dele proizvodnega procesa je pomenila, da so bili nekateri drugi vidiki uporabe zanemarjeni. Se-

veda sama nevarnost azbesta ni bila zanemarjena.

Med letoma 1964 in 1975 so mediji v Združenih državah in Veliki Britaniji ohranjali azbest med glavnimi političnimi temami (*Sunday Times*, 1965). Program ITV *The World in Action,* leta 1971, in oddaja na BBC *Horizon,* leta 1975, o razmerah v tovarni azbesta Cape's Acre Mill v Yorkshiru v Veliki Britaniji sta pripomogla k vladnim ukrepom in ukrepom organov, npr. parlamentarno poročilo varuha človekovih pravic (ombudsmana) o uveljavljanju azbestne zakonodaje v tej tovarni. To poročilo je spodbudilo lokalnega poslanca Maxa Maddena, da je vložil uradni zahtevek za upoštevanje azbestne zakonodaje iz leta 1931. Poročilo je bilo zelo kritično do inšpektorjev za varstvo pri delu in država je odgovorila z vladno preiskavo, Simpsonovo komisijo, leta 1976. Medtem so leta 1969 dopolnili zakonodajo iz leta 1931, ki je zdaj zahtevala postopno uveljavljanje mejne stopnje emisij azbestnega prahu na dva milijona azbestnih vlaken na kubični meter zraka (m^3).

Žal ta »higienski standard« ni vključeval tveganja za razvoj mezotelioma in pljučnega raka. Pozneje ga je v okviru Simpsonove preiskave močno kritiziral Julian Peto zaradi še vedno visokih količin azbesta, ki jih je dopuščal (zbolel je namreč vsak deseti delavec) (Peto, 1978).

Simpsonovo poročilo je bilo pripravljeno leta 1979 in je vsebovalo naslednja priporočila: prepoved modrega azbesta, ki se tako ali tako ni več uporabljal; prepoved škropljenja azbestne izolacije, kar so do takrat prav tako večinoma opustili; izvajalci za odstranjevanje azbesta morajo imeti posebno licenco; koncentracijo azbestnih vlaken v zraku pa morajo do leta 1980 zmanjšati na milijon vlaken na kubični meter (ali vlakno na mililiter) za beli azbest in 0,5 milijona za rjavi azbest, ki je veljal za nevarnejšega od belega. Vlakno azbesta, ki je vidno, je debelo kot človeški las (40 mikrometrov), sestavlja pa ga sveženj okoli dveh milijonov vlakenc, ki se lahko sprostijo z brušenjem ali pa s fiziološkimi procesi v telesu (Selikoff in Lee, 1978). Za natančen nadzor prisotnosti vlakenc v zraku ali vlaknih je potrebna elektronska mikroskopija.

Znanstveniki se še vedno razhajajo v mnenju glede stopnje tveganja za nastanek azbestoze ali raka pri različnih vrstah azbesta. Beli azbest praviloma ocenjujejo kot manj nevarnega od preostalih dveh, to je rjavega in modrega. Leta 1986 je Mednarodna agencija za raziskovanje raka pri Svetovni zdravstveni organizaciji (IARC) razglasila vse tri vrste za rakotvorne in ugotovila, da tako kot pri drugih karcinogenih ni stopnje izpostavljenosti, ki bi jo lahko označili kot varno.

Higienski standardi za zaščito javnosti pred prenašanjem azbestnega prahu po zraku so se pojavili šele v poznih osemdesetih letih, ko je britanski izvršni organ za zdravje in varstvo pri delu priporočil najnižjo mejo, še določljivo z najbolj razširjeno metodo nadzora prašnosti, optično mikroskopijo (100.000 vlaken/m^3 ali 0,1 vlakna/ml).

Leta 1982 je yorkshirska televizija v najbolj gledanem terminu predvajala dveinpolurno oddajo o Alice Jefferson, 47-letnici, ki je zbolela za mezoteliomom, ko je nekaj mesecev delala v tovarni azbesta Cape's Acre Mill. Oddaja *Alice - boj za življenje* je imela takojšen učinek, čeprav so jo nekateri, kot na primer sir Richard Doll, obtoževali za neznanstveno in čustveno obarvano. Vlada se je na oddajo odzvala z uveljavitvijo priporočil Simpsonove preiskave, leta 1984 pa z uveljavljanjem licenčne zakonodaje v zvezi z azbestom in nadaljnjim znižanjem dovoljenih koncentracij na 0,5 milijona vlaken/m^3 (0,5 vlakna/ml) za beli azbest in 0,2 milijona vlaken/m^3 (0,2 vlakna/ml) za rjavi azbest. Za nekatere vrste uporabe so uvedli prostovoljno označevanje.

Nadaljnje izboljšave so zahtevali lokalni poslanci, nekateri sindikati in predstavniki žrtev, kot je bila Nancy Tait, vdova umrlega zaradi azbesta. Prav ona je pomagala razkriti, da se odškodninski pogoji družbe Turner Brothers, kot je bila tedenska odškodnina funt za vdove delavcev, obolelih za azbestozo, v glavnem niso spremenili že od tridesetih let. Njena prizadevanja so pomagala prisiliti družbo Turner Brothers, da je povišala odškodnine.

Novo zakonodajo so sprejeli leta 1987 in jo še zaostrili leta 1989. Leta 1998 je vlada sprejela prepoved uporabe vseh vrst azbesta, kar je začelo veljati naslednje leto, hkrati s prepovedjo v Evropski uniji, ki jo morajo države članice uveljaviti do leta 2005. Kanada je zaradi tega vložila pritožbo pri Svetovni trgovinski organizaciji (STO) zoper Francijo in EU, ki sta postavljali trgovinske ovire. Poravnalni svet pri STO jo je zavrnil. Kanada se je zoper to odločitev pritožila na pritožbeni organ STO in ta je razsodil v prid Francije in Evropske unije (glej primer 5.1).

Ravnanje in postopke STO pri taki znanstveni in tehnološki kompleksnosti, s kakršno imamo opravka pri azbestu in drugih tveganjih za zdravje in okolje, je kritiziral eden od znanstvenih svetovalcev, ki se je pri STO ukvarjal z vprašanjem azbesta (Castleman, 2001).

Trenutno je število smrtnih primerov zaradi mezotelioma in z azbestom povzročenega pljučnega raka v Veliki Britaniji po oceni Komisije za zdravje in varstvo pri delu (1994–1995) okoli 3.000 na leto in še narašča (glej sliko 5.1). Navkljub mnogim raziskavam so mnogi biološki mehanizmi in razmerje med odmerkom prejetega azbesta in odzivom nanj še vedno nejasni in pričajo o omejenem dosegu raziskav bolezni.

5.6. Stroški in prednosti ukrepanja in neukrepanja

Natančna ocena stroškov in koristi zgodbe z azbestom presega namen te študije (glej Castleman, 1996, str. 8–9). Kljub temu bo nekaj številk pomagalo razumeti dimenzije takšne ocene. Na ravni podjetja so pri Turner Brothers leta 1994 izplačali okoli milijardo funtov odškodninskih zahtevkov zaradi azbesta. Zavarovalniški zastopniki londonskega Lloyda v Združenih državah so se v zgodnjih devetdesetih letih skoraj znašli v stečaju zaradi zahtevkov zaradi onesnaževanja, med katerimi jih je bilo mnogo povezanih z zdravstvenimi zahtevki zaradi azbesta in stroška čiščenja.

Če bi vrednost življenja ocenili na milijon funtov, kakor je to v navadi v prometnih študijah, bi bili stroški ocenjenih 400.000 evropskih primerov azbestnega raka v naslednjih petih desetletjih 400 milijard evrov. Stroški človeškega trpljenja niso izračunljivi. Varno odstranjevanje azbesta iz zgradb ob koncu njihove življenjske dobe bo stalo dodatne milijarde. Zgodnejši ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti azbestu bi prihranili veliko teh stroškov.

Primer 5.1
STO podpre francosko in evropsko prepoved azbesta

Leta 1997 je Francija prepovedala vse oblike azbesta in izdelkov iz njega, da bi zagotovila zdravje delavcev in uporabnikov. Obstoječi izdelki iz belega azbesta so pogojno in izjemoma lahko ostali v uporabi, če ni obstajal primeren nadomestni material, ki bi bil manj škodljiv zdravju delavcev. Spisek pogojev se je vsako leto podaljševal. Kanada se je zoper prepoved pritožila pri STO, ki pa je septembra 2000 razsodila v prid Francije (STO, 2000). Kanada se je nato obrnila na pritožbeni organ STO, EU pa je vložila nasprotno pritožbo, da bi podprla ugotovitve poravnalnega sveta in popravila nekatere »napake« pri interpretacijah in sklepih sveta. ZDA so se pritožile zoper oceno sveta, da so steklena vlakna prav tako rakotvorna kakor azbestna. Pritožbeni organ je v začetku leta 2001 izdal poročilo (STO, 2001), ki je imelo mnogo posledic za druge povzročitelje nevarnosti:

- Vse oblike azbesta (beli, rjavi in modri) so rakotvorne.
- Za te karcinogene ni spodnjega praga nevarnosti.
- Tveganje pri uporabi belega azbesta temelji na dokazih, ki »nakazujejo« večjo verjetnost nevarnosti kakor neškodljivosti.
- Delavci, ki uporabljajo izdelke iz azbesta, kot so zidarji ali serviserji zavornih sistemov, so v nevarnosti zaradi izpostavljenosti.
- Svetovna trgovinska organizacija (STO) ne zahteva od držav članic, da kvantitativno ocenijo stopnjo tveganja: zadoščajo kvalitativne ocene.
- Države lahko oblikujejo svoje ukrepe za zdravje/okolje/živali na podlagi strokovnih mnenj manjšega števila strokovnjakov: »… članica pri oblikovanju svoje zdravstvene politike ni zavezana avtomatično slediti v tistem trenutku prevladujoči znanstveni doktrini …« (str. 64) Torej ni nujno, da poravnalni svet STO sprejme odločitev na podlagi »odločilne teže dokazov«, temveč tudi na podlagi manj trdnih dokazov.
- Učinkovitost »nadzorovane uporabe« azbestnih izdelkov ni bila dokazana in vpliv na delavce bi bil še vedno velik. Za prepoved azbesta ni razumne alternative in ne moremo se zanesti na možnost s stopnjo tveganja, da bi zaščitili delavce.
- Pri določanju, ali so alternative azbestu, kot so na primer steklena vlakna, primerne, so uveljavili štiri merila, vključno z lastnostmi in načini uporabe teh izdelkov, okusom in navadami končnih porabnikov. Na podlagi teh meril je pritožbeni organ ugotovil, da je bila odločitev poravnalnega sveta o neprimernosti steklenih vlaken napačna: načelno so bolj uporabna, predvsem zato, ker niso tako rakotvorna.

Po nizozemskem prikazu možnih prihrankov, ki bi jih dosegli z zgodnejšim ukrepanjem, bi ob prepovedi azbesta leta 1965, po splošnem sprejetju dokazov o mezoteliomu, namesto leta 1993, državi prihranili 34.000 žrtev in 41 milijard guldnov stroškov zaradi gradenj in odškodnin. To lahko primerjamo z 52.600 žrtvami in 67 milijardami guldnov stroškov, ki jih je za obdobje 1969–2030 napovedalo nizozemsko ministrstvo za zdravstvo in socialno varstvo (Heerings, 1999). V ZDA so odškodninske poravnave zaradi azbesta dosegle dve milijardi dolarjev, katerih približno polovico je poravnalo združenje Lloyds.

Po drugi strani je azbest prinesel mnoge pozitivne učinke, vključno z zaposlenostjo. Leta 1919 so ocenili, da so požari v gledališčih po svetu v sedemdesetih in osemdesetih letih 19. stoletja povzročili 2.216 žrtev, kar 95 odstotkov teh življenj pa bi lahko rešili, če bi uporabljali azbestno protipožarno izolacijo (Summers, 1919). Azbestna izolacija kotlov je varčevala z energijo, azbestne zavorne obloge pa so reševale življenja, čeprav višje hitrosti, ki jih omogočajo boljše zavore, zamegljujejo sliko. Britanska medicinska revija *Lancet* je leta 1967 zagovarjala, »da bi bilo nesmiselno prepovedati ta koristni in mnogokrat nenadomestljivi material, saj azbest lahko reši več življenj, kakor jih ogrozi« (Lancet, 1967). Razen podcenjevanja učinkov azbesta na zdravje, do česar so sicer imeli pravico, je nadomeščanje azbesta tehnološko in ekonomsko vprašanje, za kar pa zdravniki niso usposobljeni. Le malo dokazov je podkrepilo njihovo trditev, da je azbest »nenadomestljiv«.

Za večino izdelkov iz azbesta so bili nadomestni materiali na voljo že v sedemdesetih letih, nekateri pa že mnogo prej. Mnogo ameriških rafinerij je že v štiridesetih in petdesetih letih za izolacijo uporabljalo mineralno volno (Castleman, 1996, str. 456–457). Počasno uveljavljanje nadomestnih materialov lahko delno pripišemo azbestnim kartelom, ki so ovirali njihovo širjenje (Castleman, 1996, str. 34–38), delno pa zelo nizki tržni ceni azbesta v primerjavi z njihovimi celotnimi stroški proizvodnje, zdravstvenimi in okoljskimi stroški. Tržna cena, ki ne vsebuje celotnih stroškov ohranjanja okolja in zdravja, je najpogostejši razlog zamenjave nevarnih snovi.

Azbest je prinesel veliko delovnih mest, visok profit in dividende. Dobiček družbe Turner Brothers je po letu 1947 strmo naraščal in leta 1965 znašal devet milijonov funtov (Tweedale, 2000, str. 9). Na te dobičke so komaj kaj vplivali stroški bolezni in onesnaževanje, ki so bili preneseni na delavce, njihove družine, zdravstveno službo in lastnike zgradb.

Mnogokrat prezrt, ampak pomemben nefinančni učinek odškodninskih zahtevkov, povezanih z azbestom, je, da odkrivajo razliko med stališči mnogih podjetij do azbesta in njihovim dejanskim ravnanjem za preprečevanje nevarnosti (Castleman, 1996).

5.7. Katera so sporočila zgodbe o azbestu?

Azbest ponuja več lekcij, ki so značilne za številne druge snovi ali dejavnosti z dolgoročnim učinkom.

1. Izkušnje žrtev, laikov in »pristojnih opazovalcev«, kot so inšpektorji za varstvo pri delu in družinski zdravniki, mora oblast upoštevati in sprožiti primerne preiskave. Tako lahko tudi za mnogo let pospešimo odkritja znanstvenikov.

2. Prvim svarilom v Veliki Britaniji in Franciji v letih 1898–1906 niso sledile dolgoročne medicinske raziskave izpostavljenosti azbestnemu prahu, ki bi takrat bile mogoče in ki bi pripomogle k ostrejšim merilom glede količine prahu. Še danes lahko vodilni azbestni epidemiologi sklenejo: »Škoda je, da razvoj epidemije mezotelioma, povzročenega z azbestom, ki daleč presega skupne učinke vseh drugih poznanih poklicnih industrijskih karcinogenov, ne more biti primerno nadzorovan.« (Peto, 1999)

   Dolgoročni zdravstveno-okoljski nadzor redkokdaj ustreza katerimkoli kratkoročnim potrebam, zato zahteva posebne institucionalne pristope, da bi zadovoljili družbene dolgoročne potrebe.

3. Preventivna in odškodninska zakonodaja, ki so jo v Veliki Britaniji uveljavili v letih 1931 in 1932, ni bila dovolj upoštevana, sankcije pa so bile zanemarljive. Ta vzorec se ponavlja v vsej zgodovini uporabe azbesta.

4. Če bi namenili večjo pozornost zgodnjim svarilom in uveljavili boljše nadzorne ukrepe že pred letom 1930, ko so prišli do spoznanj dr. Legge, glavni zdravstveni inšpektor za tovarne, in drugi (Greenberg, 1994; Bartrip, 1931), ali v petdesetih in šestdesetih letih, ko so se pojavile nove nevarnosti nastanka raka in so bile ekonomske okoliščine ugodne, bi se lahko izognili mnogim tragičnim izgubam. Ukrepi za zajezitev uporabe azbesta pred odkritjem raka bi lahko zmanjšali vpliv poznejših »presenečenj«.

   S strateškega vidika bi ostrejša zakonodaja azbesta dvignila njegovo tržno ceno, ki bi morala vsebovati stroške proizvodnje in uporabe, in spodbudila razvoj boljših in cenejših nadomestnih materialov, kakor tudi izboljšave motorjev in zgradb, ki bi že v osnovi ustvarjali manj toplotnih izgub.

5. Ekonomski dejavniki so igrali tako pomembno vlogo kot pri drugih delovnih, javnih in okoljevarstvenih tveganjih. Sem sodijo tudi zahteve podjetnikov po dobičku in zahteve delavcev po delovnih mestih. Ti lahko skupaj tvorijo zavezništvo, ki ni v dolgoročnem interesu delavcev in celotne skupnosti. Čim višji so ti »zunanji« stroški (torej stroški, ki niso preneseni na povzročitelja), tem večja je verjetnost, da bodo ti, sicer nasprotujoči si razlogi posameznikov in družbe onemogočili uveljavljanje preventivnih ukrepov. Šele ko bodo z davki, odškodninami in drugimi uredbami po načelu »onesnaževalec plača« na povzročitelja preneseni vsi povzročeni stroški, torej stroški zdravljenja, vzdrževanja zgradb in onesnaženega okolja, se lahko tako zasebni stroški kot tudi stroški skupnosti uravnotežijo in omogočijo učinkovitejše delovanje tržne cene. Če so stroški in koristi posameznikov in družbe uravnoteženi, morajo tudi kazni za napake podjetnikov vključevati stroške, ki jih ti povzročajo drugim. To pa ni lahko. Država se zelo težko upre močnim ekonomskim interesom, ki delujejo podobno kot mnogi politiki, na kratkoročni osnovi, in uveljavi ukrepe z dolgoročnimi učinki, posebno če ti že na začetku povzročajo stroške vplivnim skupinam. Tukaj so spet potrebni institucionalni ukrepi za zadovoljitev dolgoročnih interesov skupnosti: način vodenja politike, ki je opisan v zadnjem poglavju tega poročila.

6. Med glavnimi razlogi za neuspešno uveljavitev nadzornih ukrepov je razmišljanje, po katerem so »sedanje stopnje izpostavljenosti azbestu toliko nižje od preteklih, da niso več nevarne«. Tovrstno razmišljanje je že leta 1906 objavil dr. Murray v odškodninski preiskavi poklicnih bolezni v Veliki Britaniji, od takrat pa je bilo še velikokrat ponovljeno. Ker je latentno obdobje med izpostavljenostjo azbestu in trenutkom, ko lahko posledice ocenimo, kar 10 do 40 let, se v tem času stopnje prisotnosti prahu dejansko zmanjšujejo, kar spet omogoča razlago, da so »današnje« stopnje tveganja bistveno nižje kot v preteklosti, če tveganje sploh še obstaja. Te trditve ne moremo dokončno dokazati, dokler ne preteče še 20 do 40 let. Ta »latentna vrzel«, ki je značilna za vsa tveganja z dolgim latentnim obdobjem, je primer značilne napake, ko si pomanjkanje »dokaza o škodljivosti« razlagamo kot »dokaz o neškodljivosti«. To pa ne drži.

   Ob pomanjkanju dokazov, da so današnje stopnje izpostavljenosti varne, je pametneje zastopati načelo, da niso varne, še posebno, če za te bolezni (ali okoljske vplive) ne poznamo spodnje meje, pod katerimi ni nobenega učinka.

   To je temeljni nauk, ki velja za vsa tveganja z dolgim latentnim obdobjem. Preventivni ukrepi, ki bi jih zahtevali, morajo temeljiti na proporcionalnem načelu: pričakovani učinek preventive, vključno s sekundarnimi učinki, mora biti dovolj velik glede na stroške uveljavitve ukrepa.

Tak, previdnejši pristop v primeru negotovosti in nevednosti zahteva tudi prehod znanstvenih metod v smeri od izogibanja lažnim škodljivostim k ustvarjanju boljšega ravnovesja med lažnimi škodljivostmi in neškodljivostmi. To omejevanje snovi ali dejavnosti, za katere bi se kasneje izkazalo, da so neškodljive, bi sicer povečalo stroške, vendar primer azbesta nazorno nakazuje, da bi družba v celoti pridobila z bolj etnično sprejemljivim in ekonomsko učinkovitejšim ravnotežjem med ustvarjanjem lažnih škodljivosti in neškodljivosti.

7. Uveljavljanje preventivnih ukrepov je bilo onemogočeno tudi zaradi zmotnega razumevanja zdravih preživelih. Temu se moramo izogniti s širokim obveščanjem, saj sicer daje napačen občutek varnosti, kot se je zgodilo pri oceni tveganosti kajenja. To je v povezavi z azbestom prvič opisala Lucy Deane leta 1898: »Celo ko škoda doseže takšne razsežnosti, ki omogočajo enostavno dokazljivost,... obstaja določen delež 'starih delavcev' - tistih, ki so preživeli kolege -, ki jih najdemo v vsaki nezdravi dejavnosti in za katere se zdi, da … se uspešno upirajo škodljivosti svojega poklica. V razmerah, ki niso tako očitno škodljive, je edini prepričljiv dokaz dejanske škode zanesljiva primerjalna statistika umrljivosti oziroma zdravstvenih standardov, kar je skoraj nemogoče doseči na primeru določene tovarne ali s trenutno razpoložljivimi podatki.' (Deane, 1898).

   Ta argument so uporabljali v vsej zgodovini uporabe azbesta. Dr. Knox, tovarniški zdravnik britanske družbe Turner Brothers, je na primer ob obisku kanadskih azbestnih rudnikov leta 1952 dejal: »Prepričal sem se, da so mnogi delavci, stari čez 70 let, še vedno zaposleni, dejavni in polni energije.« (Greenberg, 2000) Tovrstno videnje so predstavili tudi enemu od avtorjev te študije (David Gee), ko je v osemdesetih letih obiskal britansko azbestno tovarno kot sindikalni svetovalec za zdravje in varstvo pri delu. Delavci so opozorili na upokojence, ki so brez poškodb delali več kot dvajset ali trideset let in ki so se še vedno lahko udeleževali vsakoletnih upokojenskih zabav. Takšne delavce so navajali kot dokaz nizke ali sploh neobstoječe stopnje tveganja pri delu z azbestom. To lahko imenujemo »zabloda upokojenskih zabav«, saj se tisti, ki so oboleli in bi bili lahko dokaz škodljivosti, niso mogli udeležiti zabav. Kot je opazila že Deane, morajo število preživelih primerjati z umrlimi s primernimi analizami umrljivosti.

8. Kakor hitro se zavemo škodljivih učinkov, je nujno vzpostaviti hitre, uresničljive in pregledne odškodninske sporazume, da bi s tem preprečili nadaljno škodo in izboljšali možnosti natančnega časovnega poteka izpostavljenosti. Elementi takšnih odškodninskih sporazumov na podlagi predvidevanj so bili vpeljani v začetku uporabe jedrske energije, ko je marsikje država prevzela vsaj delno odgovornost za posledice jedrskih nesreč (na primer britanski Zakon o jedrskih napravah, 1965). Edinstven primer je odškodninski sporazum o raku, ki ga povzroča sevanje, za zaposlene pri British Nuclear Fuels (glej poglavje o sevanju).

9. Upoštevati je potrebno več različnih znanstvenih disciplin in brzdati »nevedne strokovnjake«. Strokovnjaki z določenega področja, na primer medicine, so obravnavali zadeve z drugih področij, kot so spremljanje in nadzor prašnosti (ki sodi v delovno higieno in med prezračevalne tehnike) ali razpoložljivost nadomestkov azbesta. Takšna mnenja so bila mnogokrat napačna, vendar nikdar popravljena, kar je prispevalo k neutemeljenemu zadovoljstvu (Greenberg, 2000).

10. Potrebno je predvideti »presenečenja« in biti zelo previden pri nadomestkih. Če imajo nadomestki azbesta podobno obliko kot azbest, to so dolga vlakna, ki jih lahko vdihavamo (premera manj kot 3 mikrometre) in so težko razgradljiva, je zelo mogoče, da bodo prav tako rakotvorni (Roller in Pott, 1998), kakor je predvidel britanski izvršni organ za zdravje in varstvo pri delu leta 1979 in pozneje potrdil IARC za nekatere vrste sintetičnih mineralnih vlaken.

Kakorkoli že, mineralna volna in steklena vlakna so se izkazala za manj tvegane od azbesta, primerna so za izolacijo, vlakna pa niso tako majhna in težko razgradljiva v človeških tkivih, da bi bila rakotvorna (38). »Čista« proizvodnja in uporaba tehnik, ki kar najbolj zmanjšujejo izpostavljenost atmosferskim vplivom bodisi poklicno ali v okolju, v zaprtih in ekološko učinkovitih sistemih, so torej bistveni za katerokoli uporabljeno snov. Takšni ukrepi zmanjšujejo pomen prihodnjih »presenečenj« ob uporabi nadomestkov, kar je pomemben učinek uporabe načela previdnosti.

Preglednica 5.1 **Azbest – zgodnja svarila in ukrepi**

Vir: EEA

1898	Britanska inšpektorica za varstvo pri delu Lucy Deane opozori na škodljive učinke azbestnega prahu.
1906	Francosko tovarniško poročilo o 50 smrtnih primerih delavk v proizvodnji azbestne tkanine in predlogi ukrepanja.
1911	»Utemeljen razlog« za domnevo o škodljivosti azbestnega prahu na podlagi poskusov na podganah.
1911 in 1917	Britansko ministrstvo za industrijo ne najde dovolj dokazov za nadaljnje ukrepe.
1918	Zavarovalnice v ZDA zavrnejo zavarovanje azbestnih delavcev zaradi ocenjene povečane stopnje tveganja.
1930	Britansko poročilo Merewether ugotovi, da je 66 odstotkov tistih, ki so že dlje zaposleni v tovarni Rochdale, obolelo za azbestozo.
1931	Britanska azbestna zakonodaja opredeli nadzor nad azbestnim prahom v proizvodnji in odškodnine za azbestozo, vendar se pomanjkljivo izvaja.
1935–1949	Poročila o pljučnem raku pri delavcih v proizvodnji azbesta.
1955	Doll ugotovi visoko stopnjo tveganja za pljučnim rakom pri azbestnih delavcih v tovarni Rochdale.
1959–1960	V Južni Afriki odkrit mezoteliom pri delavcih in v javnosti.
1962/1964	Mezoteliom ugotovljen pri delavcih z azbestom, okoliških prebivalcih in sorodnikih v Veliki Britaniji in Združenih državah.
1969	Britanska zakonodaja izboljša nadzor nad proizvodnjo azbesta, prezre pa uporabo in pojavljanje raka.
1982–1989	Britanski mediji, sindikati in drugi zahtevajo zaostritev nadzora uporabe azbesta v proizvodnji ter uporabo in podporo nadomestkov.
1998–1999	EU in Francija prepovesta vse oblike azbesta.
2000–2001	STO kljub kanadski pritožbi podpre evropsko in francosko prepoved.

5.8 Viri

Acheson, E. D., and Gardner, M. J., 1983 Asbestos: The Control Limit for Asbestos, Health & Safety Executive, HMSO, London.

Archer, V. E., idr., 1973, Uranium Mining and Cigarette Smoking Effects in Man, *J.Occ. Med.*, 15, 204.

Auribault, M., 1906. Sur l'hygiene et la securite des ouvriers dans la filature et tissage d'amiante, v *Annual report of the French Labour Inspectorate for 1906*.

Bartrip, P., 1931. Too little, too late? The Home Office and the asbestos industry regulations 1931, *Medical History* Vol. 42, oktober, str. 421–438.

British Medical Journal, 2000. Vol. 320, 20. maj, str. 1358, na http://bmj.com/cgi/full/320/7246/1358/a

Castleman, B., 2001. Osnutek prispevka za konferenco o azbestu v London School of Hygiene and Tropical Medicine, 5. junij.

Castleman, B. I., 1996. *Asbestos: Medical and legal aspects*, 4th ed., Aspen Law & Business, Englewood Cliffs, NJ.

Collis, E., 1911. *Annual Report of HM Chief Inspector of Factories for 1910*, HMSO, London.

Cooke, W. E., 1924. Fibrosis of the lungs due to the inhalation of asbestos dust, *British Medical Journal* Vol. 2, 26. julij, str. 147.

Cooke, W. E., 1927. Pulmonary asbestosis, *British Medical Journal* Vol. 2.-3. december, str. 1024–1025.

Dalton, A., 1979. *Asbestos: Killer dust*, British Society for Social Responsibility in Science, London.

Deane, Lucy, 1898. Report on the health of workers in asbestos and other dusty trades, in HM Chief Inspector of Factories and Workshops, 1899, *Annual Report for 1898*, str. 171–172, HMSO London (glej tudi letna poročila za 1899 in 1900, str. 502).

Doll, R., 1955. Mortality from lung cancer in asbestos workers, *Brit. J. Industr. Med.* Vol. 12, str. 81–86.

Gloyne, S. R., 1935. Two cases of squamos carcinoma of the lung occurring in asbestosis, *Tubercle* Vol. 17, str. 5–10.

Greenberg, M., 1993. Reginald Tage – a UK prophet: A postscript*, Am. J. Ind. Med.* Vol. 24, str. 521–524.

Greenberg, M., 1994. Knowledge of the health hazard of asbestos prior to the Merewether and Price Report of 1930, *Social History of Medicine*, 07/03/, str. 493—516.

Greenberg, M., 2000. Re call for an international ban on asbestos: Trust me, I'm a doctor, Letter to the editor, *Am. J. Ind. Med.* Vol. 37, str. 232–234.

Grieve, I. M. D., 1927. Asbestosis, doktorska disertacija, University of Edinburgh.

Hammond, E.C., Selikoff, I.J., Seidman, H.,Asbestos Exposure,Cigarrette smoking and Death Rates, Annals of New York Academy of Sciences, str. 473-490.

Health and Safety Commission, 1994–95, *Health and Safety Statistics* Vol. 55, str. 148–151.

Heerings, H., 1999. Asbestos – deep in the very fibres of society, nasprotna ekpertiza za Greenpeace Nizozemska, september, Amersfoort.

Heuper, W. C., 1942, Occupational Tumours and Allied Diseases, Charles C. Thomas, Springfield, Illinois.

Hoffman, F. L., 1918. Mortality from respiratory diseases in dusty trades, *Bulletin of the US Bureau of Labor Statistics* Vol. 231, str. 176–180.

Knox, J. F., 1952. Visits to the Thetford Mines, Asbestos, Atlas Works, Keasbey & Mattison Works, Raybestos-Manhattan Works, Report to the management of Turner Brothers Asbestos, Frames 0000 0070 1950–54 in the Chase Manhattan microfilms.

Knox, J. F., 1964. Report of a visit to the Thetford Mines, Asbestos and Montreal, Poročilo vodstvu Turner Brothers Asbestos, odkriti dokumenti z oznako 015039-015041.

Knox J. F. *idr.*, (1965) Cohort analysis of changes in incidence of bronchial carcinoma in a textile asbestos factory, *Annals of the NY Acad. of Sciences* Vol. 132, december, str. 527–35.

Lancet, 1967. 17. junij, str. 1311–1312.

Legge, T., 1934, *Industrial Maladies*, Oxford University press, Oxford.

Lynch, K. M. and Smith, W. A., 1935. Pulmonary asbestosis 111: Carcinoma of lung in asbestosis-silicosis, *Am. J. Cancer* Vol. 24, str. 56–64.

Merewether, E. R. A., 1933. A memorandum on asbestosis, *Tubercle* Vol. 15, str. 69–81.

Merewether, E. R. A. and Price, C. W., 1930. *Report on effects of asbestos dust on the lungs and dust suppression in the asbestos industry*, HMSO, London.

Murray, H. M., 1906. In Departmental Committee on Compensation for Industrial Diseases, 1907, *Minutes of evidence*, str. 127, odst. 4076-4104, Cd 3496, HMSO, London.

Newhouse, M. and Thompson, H., 1965. 'Mesothelioma of pleara and pertitoneum following exposure to asbestos in the London area', *Brit. J. Industr. Med.* str. 261–269.

Peto, J., 1978. The hygiene standard for chrysotile asbestos, *Lancet* 4 March, str. 484–489.

Peto, J., 1998. Too little, too late', Interview with John Waite, BBC Radio 4, 15. oktober, London.

Peto, J., 1999. The European mesothelioma epidemic, *B. J. Cancer* Vol. 79, februar, str. 666–672.

Roller, M. and Pott, F., 1998. Carcinogenicity of man-made fibres in experimental animals and its relevance for classification of insulation wools, *Eur. J. Oncol*. Vol. 3, št. 3, str. 231–239.

Scheper, G. W. H., 1995. Chronology of asbestos cancer discoveries: experimental studies at the Saranac Laboratory, *Am. J. Ind. Med.* Vol. 27, str. 593–606.

Seiler, H. E., 1928. A case of pneumoconiosis, *British Medical Journal* Vol. 2, str. 982.

Selikoff, I. J. *idr.*, 1964. Asbestos exposure and neoplasia, *J. Am. Med. Ass*. Vol. 188, str. 22–26.

Selikoff, I. and Lee, D. H. K., 1978. *Asbestos and disease*, Academic Press, New York.

Sells, B., 1994. What asbestos taught me about managing risk*, Harvard Business Review* marec/april, str. 76–89.

Simpson, F. W., 1928. Pulmonary asbestosis in South Africa, *British Medical Journal* 1. maj, str. 885–887.

Summers, A. L., 1919. *Asbestos and the asbestos industry.* Citirano v Tweedale, P5, fn 10.

Tweedale, G., 2000. *Magic mineral to killer dust: Turner and Newall and the asbestos hazard*, Oxford University Press, Oxford.

Sunday Times, 1965. Urgent probe into "new" killer dust disease, 31. oktober, London.

Wagner, J. C., Sleggs, C. A. and Marchand, P., 1960. Diffuse pleural mesothelioma and asbestos exposure in the North Western Cape Province, *Brit. J. Indust. Med*. Vol. 17, str. 260–271.

Wedler, H. W., 1943. Über den Lungenkrebs bei Asbesttos, *Dtsch. Arch. Klin. Med*. Vol. 191, str. 189–209.

WTO (Svetovna trgovinska organizacija), 2000. WT/DST35/R, 18. september.

WTO, 2001. WT/DS135/AB/R, 12. marec.

6. PCB-ji in previdnostno načelo

Janna G. Koppe in Jane Keys

6.1 Uvod

Poliklorirani bifenili (PCB-ji) so klorirane organske spojine, ki so jih prvič sintetizirali v laboratoriju leta 1881. Do leta 1899 so identificirali patološko stanje, imenovano kloroakne. Gre za bolečo kožno bolezen, za katero je značilno razbarvanje kože, prizadene pa ljudi, ki imajo pri delu opraviti z organskim klorom. PCB-je so začeli množično proizvajati za splošno uporabo leta 1929. Sedemintrideset let je moralo preteči, preden je bilo dokazano, da onesnažujejo okolje in so nevarni za živali in ljudi, in šele tedaj so PCB-ji postali predmet javne polemike. Industrijska proizvodnja se je nadaljevala po vsem svetu do sredine osemdesetih, še zlasti v nekaterih vzhodnoevropskih državah. PCB-ji so prvi očiten primer snovi, ki je niso namerno širili v okolje, a je kljub temu postala vsesplošno razširjena in se je v visokih koncentracijah nakopičila v živih organizmih.

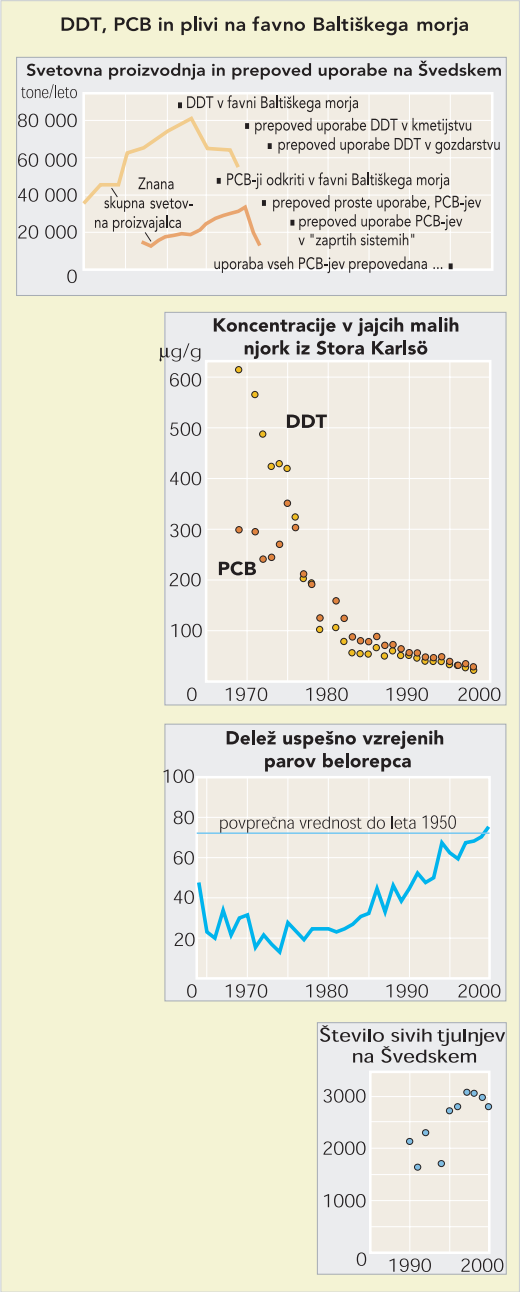
PCB-ji so zmesi sintetičnih organskih spojin z enako osnovno kemijsko strukturo in podobnimi fizikalnimi lastnostmi, ki v naravi segajo od oljnatih tekočin do voskastih trdnih snovi. Trg jih je dobro sprejel, saj so zamenjali izdelke, ki so bili bolj vnetljivi, manj stabilni in so zavzemali več prostora. Ta nova skupina kemikalij je omogočala izdelavo manjših, lažjih in, kot so sprva menili, varnejših električnih naprav. V ZDA so PCB-ji odigrali zelo pomembno vlogo med drugo svetovno vojno. PCB-je so večinoma vgrajevali v električne izdelke, kot so kondenzatorji in transformatorji, saj so dobri izolatorji in so odporni proti visokim temperaturam. Z leti se je obseg področij uporabe PCB-jev povečal. Uporabljali so se kot mediji za prenos toplote v toplotnih izmenjevalnikih, kot hidravlične tekočine, sestavine umetnih mas (PVC – polivinilklorid), barv, adhezivov, maziv, samokopirnih papirjev in kot imerzijsko olje pri mikroskopiranju. Pri gradnji in obnavljanju zgradb so množično uporabljali tesnila s PCB-ji. Med letoma 1929 in 1988 je svetovna proizvodnja PCB-jev (brez Sovjetske zveze in Kitajske) znašala 1,5 milijona ton.

Konec tridesetih let prejšnjega stoletja je ameriški proizvajalec PCB-jev Monsanto nedvomno že poznal negativne učinke na zdravje ljudi, izpostavljenih PCB-jem. Leta 1936 je namreč več delavcev v gospodarskih družbah Halowax v New Yorku, ki so bili izpostavljeni PCB-jem (takrat imenovanim klorirani difenili) in sorodnim kemikalijam – kloriranim naftalenom – zbolelo za kloroaknami. Pri dveh od treh umrlih so pri avtopsiji ugotovili hudo okvaro jeter. Gospodarska družba je zaprosila raziskovalca Cecila K. Drinkerja s harvardske univerze za pomoč pri tem primeru. Rezultate svoje raziskave je predstavil na srečanju leta 1937, ki so se ga udeležili predstavniki podjetij Monsanto, General Electric, Halowax, ameriške nacionalne službe za zdravstveno varstvo in državni uslužbenci, odgovorni za zdravje, iz Massachusettsa in Connecticuta. Podobno kot pri delavcih iz Halowaxa so se tudi pri podganah, ki jih je Drinker uporabil za testiranje, pokazale resne okvare jeter. Predsednik Halowaxa Sanford Brown je na koncu srečanja poudaril, da »je nujno potrebno preprečiti množično histerijo tovarniških delavcev« (Francis, 1998). Rezultati so bili objavljeni, vendar niso zbudili večje pozornosti snovalcev politike (Drinker idr., 1937). Kljub temu je Drinkerjev članek opozoril medicino dela, organe, ki se ukvarjajo s predpisi o delu, in proizvajalce na nevarnosti, povezane s PCB-ji.

Na vsesplošno razširjenost PCB-jev v okolju je prvi opozoril Søren Jensen. Leta 1966 je Jensen, ki je tedaj raziskoval DDT (diklorodifeniltrikloroetan), v mišicah švedskih belorepcev po naključju odkril neznano spojino. Pri orlih, ki se hranijo z morskimi ribami, so bile koncentracije bistveno večje kot pri samih ribah s teh območij. Zato je sklepal, da so te kemikalije trajno prisotne v živih tkivih in se težko razgrajujejo. Skrivnostne spojine so bile izjemno stabilne celo v ekstremnih razmerah,

Slika 6.1

Vir: Bernes, C. (2001) "Ali bo čas zacelil vsako rano"



ko so bile izpostavljene delovanju vrele koncentrirane žveplove kisline. Potrebni sta bili še dve leti raziskav, preden je Jensen lahko dokazal, da gre za PCB-je. Leta 1969 je Søren Jensen objavil izsledke svojih raziskav (Jensen idr., 1969), iz katerih so razvidne zelo velike koncentracije PCB-jev v precejšnjem delu favne Baltiškega morja (glej sliko 6.1). PCB-ji so več kot 37 let vstopali v okolje v velikih količinah in se kopičili v prehranjevalni verigi.

V šestdesetih letih je postalo očitno, da rodnost vseh treh vrst tjulnjev, živečih v Baltskem morju, upada. Do sedemdesetih let je bilo neplodnih že skoraj 80 odstotkov vseh samic. Nekatere študije so nakazovale povezavo s prisotnostjo težko razgradljivih onesnaževal – pri vseh treh vrstah so izmerili visoke vrednosti DDT-ja in PCB-jev. Odkrili so tesno povezavo med bolezenskimi spremembami na maternicah in povečanimi koncentracijami onesnaževal, zlasti PCB-jev. Nadaljnje raziskave so potrdile domnevo, da povečane vrednosti PCB-jev niso samo vzrok nepravilnosti v delovanju reproduktivnih organov pri tjulnjih, temveč tudi drugih simptomov, kot so poškodbe kože in plavuti, črevesja, ledvic, nadledvičnih žlez in okostja (Švedska agencija za varstvo okolja, 1998).

Prvi primer, ki je odjeknil v javnosti zaradi nevarnih učinkov na človekovo zdravje, je bila množična zastrupitev 1.800 ljudi, ki so zaužili onesnaženo riževo olje, leta 1968 na Japonskem. Ugotovili so, da je olje vsebovalo precej kaneklora 400, vrsto PCB-ja, ki naj bi odtekal iz tovarniškega toplovodnega sistema (Kimburgh idr., 1987). Posledica so bile resne zdravstvene težave pri ljudeh, ki so uživali oporečno olje (glej primer 6.1). Na odmevnost te nesreče kaže podatek, da od tega dogodka v japonščini obstaja nova beseda – yusho – ki označuje bolezen japonskega riževega olja. Razvila se je

Primer 6.1: Nesreča Yusho

Prvi klinični znaki so bili nenavadna kožna bolezen s konjunktivitisom, otekanje očesnih vek in kloroakne. Telesa žrtev, vključno z okončinami, so pokrivali aknam podobni gnojni mehurčki. Med najbolj običajnimi simptomi so bili pigmentiranje nohtov, kože in membrane sluznic, povečano potenje dlani, hud glavobol, otekli sklepi in občutki slabosti. Približno polovica obolelih je nepretrgano kašljala in pri tem izločala sluz, kar je imelo za posledico kronični bronhitis. Te dihalne motnje so povezane z vsebnostjo PCB-jev v krvi. Šele po več kot desetih letih so ti simptomi začeli izginjati.

Med žrtvami, ki so uživale olje, onesnaženo s PCB-ji, so bile tudi noseče ženske. Od enajstih dojenčkov, rojenih tem materam, sta bila dva mrtvorojena. Vsi so bili zaostali v rasti, imeli kožo »v barvi kokakole« in gnojni izcedek iz oči, njihovi nohti so bili pigmentirani. Poznejše študije na otrocih so pokazale, da je njihova rast upočasnjena, inteligenčni količnik nizek, njihovo vedenje pa apatično in topo. Pri vseh bolnikih iz Yusha so ugotovili povečano umrljivost zaradi raka na jetrih in v dihalnem sistemu. Obremenitev njihovih teles z dioksinom je znašala približno 450 mikrogramov ekvivalentne stopnje toksičnosti (TEQ) na kilogram, pri čemer niso vštete količine fenobarbitalu podobnih PCB-jev (Masuda, 1994).

polemika okrog vprašanja, kdo je pravi povzročitelj težav – PCB-ji ali njihovi razgradni produkti. Vsi so si bili enotni, da imajo PCB-ji, ki so podvrženi segrevanju, škodljive učinke na ljudi in da prisotnost PCB-jev v predelavi hrane lahko povzroči nesreče, kakršna je bila opisana.

Konec šestdesetih let so se začela pojavljati časopisna poročila o prisotnosti PCB-jev v okolju, zato je podjetje Monsanto v javnem zagovoru zanikalo, da bi bile sporne kemikalije PCB-ji. »Švedski in ameriški znanstveniki trdijo, da so poliklorirani bifenili 'izjemno strupene' kemikalije,« je navedla družba v pogosto citirani izjavi. In naprej: »To enostavno ne drži. Ni še znano, od kod izvirajo spojine, ki so jih našli v morski favni in označili za PCB-je. Potrebne bodo obsežne raziskave v svetovnem merilu, preden bomo lahko potrdili ali ovrgli prvotne znanstvene ugotovitve.« (Francis, 1998)

Vendar je podjetje leta 1969 do tega vprašanja na tihem zavzelo drugačno stališče, kar je razvidno iz njihovega internega Načrta za zmanjšanje onesnaževanja, v katerem je priznalo, da »problem vključuje celotne Združene države, Kanado in dele Evrope, zlasti Veliko Britanijo in Švedsko in da bodo zagotovo kmalu prizadeti tudi drugi predeli Evrope, Azije in Latinske Amerike. Dokazi o onesnaženosti so prišli iz nekaterih zelo oddaljenih delov sveta.« V načrtu je bilo tudi zapisano, da ustavitev proizvodnje ne pride v poštev, ker bi to pomenilo »prekinitev dotoka dobička, postavilo pa bi se tudi vprašanje odgovornosti, saj bi tako priznali krivdo za naša dejanja« (Francis, 1998).

6.2 Čedalje več dokazov o obstojnosti, prisotnosti in strupenosti

Skozi sedemdeseta leta so se množili dokazi o PCB-jih kot povsod prisotnih onesnaževalih okolja. Našli so jih celo na Arktiki. Na Nizozemskem so odkrili, da velike količine PCB-jev vstopajo v okolje iz reke Ren. V mestecu Lobith ob nemški meji so znašali izmerjeni vnosi v letih od 1976 do 1981 med 14.300 in 24.000 kg. Večina PCB-jev je bila vezana na fini mulj v suspenziji. Vrednosti v usedlinah so bile zaradi tega največje tam, kjer so bili rečni pretoki najnižji. Največje koncentracije so izmerili v usedlinah v pristanišču Rotterdam – 12 do 24 mg/kg. Ker so te usedline uporabljali v obdelovalni zemlji, pridobljeni z izsušitvijo morja, je znašala stopnja onesnaženosti na Nizozemskem kar 5.000 kg PCB-jev na leto. V ribah, ujetih ob nizozemski obali, so bile koncentracije izredno velike. Rečne in jezerske jegulje, ki so jih testirali leta 1977 in 1988, so imele od 3,0 do 131 mg/kg PCB-jev (CBS, 1980; Greve in Wegman, 1983). PCB-je so odkrili v ribah, minkih (kanadska kuna zlatica), morskih pticah in ljudeh ter s temi študijami okrepili dokaze o bioakumulaciji PCB-jev. Prav tako so bili dokumentirani dokazi o dejanski ali domnevni škodi, ki jo je tako kopičenje povzročilo (glej študijo o Velikih jezerih).

Skozi sedemdeseta leta je postajalo vse bolj jasno, kje leži glavni razlog za razhajanja med tistimi, ki so trdili, da so PCB-ji škodljivi v majhnih količinah, in onimi, ki so zagovarjali nasprotno stališče. Odkrili so namreč, da imajo različne oblike PCB-jev – poimenovane »sorodne spojine« – različno število in različen položaj klorovih atomov, ki določajo fizikalne in kemijske lastnosti spojine. Pomen teh sorodnih spojin so potrdile študije v poznih sedemdesetih letih, čeprav so razlike sprva zmotno pripisovali zgolj stopnji kloriranja. Kot se je izkazalo, stvari niso tako enostavne, in po krajši razpravi je postalo očitno, da vplivata na strupenost tako položaj kakor število klorovih atomov v molekuli ter da različne sorodne spojine učinkujejo različno (glej primer 6.2).

6.3 Ukrepi industrije in vlad v sedemdesetih letih

Leta 1971 je podjetje Monsanto spoznalo, da je njihov javni ugled omajan, zato je prostovoljno omejilo ponudbo vrste zmesi PCB-jev s skupnim trgovskim imenom Aroklor na tiste izdelke, v katerih je bila stopnja zamenjave s klorom manj kot 60 masnih odstotkov. Poleg tega so spremenili sestavo enega od aroklorov tako, da so znižali delež PCB-jev, ki so vsebovali veliko klorovih atomov. Ta poteza je bila posledica tedanjega znanstvenega

prepričanja, da naj bi bile molekule z manj klorovimi atomi manj strupene. Žal je bil zgoraj opisani pogled preveč poenostavljen.

Leta 1972 je Švedska na podlagi poročil o prisotnosti in učinkih PCB-jev na okolje prepovedala uporabo teh snovi za zunanjo uporabo, kot so tesnila, barve in plastika, zaradi nepredvidljivih posledic za okolje. Prvi ukrep mednarodne vladne organizacije so uvedli leta 1973, ko je Svet Organizacije za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD) sprejel odločitev C(73) 1 o zaščiti okolja z nadzorom nad polikloriranimi bifenili. Odločitev je bila sprejeta zaradi »zaskrbljenosti nad onesnaževanjem okolja zaradi uporabe PCB-jev in njihovih učinkov na okolje in zdravje« (OECD, 1973). Članicam OECD je nalagala, da prepovedo njihovo uporabo v novih izdelkih za zunanjo uporabo. Vendar so precej PCB-jev še naprej uporabljali v tako imenovanih »zaprtih sistemih«, kot so transformatorji, najbrž zato, ker so bili tehnični problemi in stroški, povezani z njihovo zamenjavo, po tedanjih merilih preveliki.

Tudi v ZDA je kongres odgovoril na nevarnosti, povezane z uporabo PCB-jev in drugih strupenih kemikalij. Leta 1976 so sprejeli Zakon o nadzoru nad strupenimi snovmi. Čeprav je pravno urejal vse kemijske spojine, so zaradi resnosti grožnje, ki so jo pomenili PCB-ji, posvetili poseben člen (6(e)) izključno tem snovem. Nobena druga kemikalija ni bila deležna take pozornosti. Med razpravo o senatni verziji zakona je senator Nelson, avtor člena 6(e), poudaril, da so PCB-ji v okolju močno razširjeni in so zato velika potencialna nevarnost za zdravje ljudi in živega sveta (Prizivno sodišče ZDA, 1980). Člen je določal, da se smejo PCB-ji po preteku enega leta po začetku veljavnosti zakona proizvajati, predelovati, prodajati in uporabljati le še v »popolnoma zaprtih sistemih«. Osemnajst mesecev pozneje so prepovedali vsako proizvodnjo, predelavo in prodajo PCB-jev. V Veliki Britaniji so opustili proizvodnjo leta 1978, v ZDA leta 1979. Žal pa se je industrijska proizvodnja drugod, zlasti v nekaterih vzhodnoevropskih državah, nadaljevala vse do sredine osemdesetih let (Boersma idr., 1994).

6.4 Znanstveno razumevanje se poglobi

Leta 1979 je človeštvo še enkrat prejelo drag opomin o veliki škodljivosti PCB-jev za njegovo zdravje. Na Tajvanu se je 2.000 ljudi zastrupilo z onesnaženim riževim oljem. Dogodek, imenovan Yucheng, je bil deležen večje pozornosti javnosti in je sprožil več odmevov kot nesreča Yusho v šestdesetih letih, kar je bilo posledica spremenjenega zavedanja o PCB-jih kot onesnaževalih okolja. Oboleli so imeli enake klinične znake kot tisti v nesreči Yusho. Otroke, rojene materam, ki so uživale onesnaženo olje, so proučevali v vrsto let trajajoči študiji. Četrtina vseh je umrla pred četrtim letom starosti zaradi okužb dihalnih poti. Še pri osmih letih so imeli otroci deformirane nohte in so trpeli za kroničnim vnetjem srednjega ušesa, povezanim z bronhitisom. Poznejše študije na odraslih žrtvah nesreče Yucheng so pokazale več kožnih alergij, kloroaken, glavobolov, bolezni hrbtenice in sklepov ter golšavosti (Guo, 1999).

Razumevanje pojava se je povečalo v osemdesetih letih, ko so spoznali, da se PCB-ji med bioakumulacijo (kopičenjem v živih sistemih) in biodegradacijo (biološko razgradnjo) spreminjajo. Tako so lahko ponovno tolmačili številne starejše neprepričljive študije in pojasnili navidez nasprotujoče si dokaze. Med bioakumulacijo v prehranjevalni verigi se povečuje koncentracija sorodnih spojin PCB-jev z višjim deležem klora, zaradi česar se PCB-ji v analiziranih vzorcih bistveno razlikujejo od originalnih zmesi aroklora (Schwartz idr., 1987; Oliver in Niimi, 1988). Kaže, da so bioakumulirani PCB-ji bolj strupeni od komercialnih zato, ker so nekatere sorodne spojine PCB-jev bolj obstojne (Aulerich idr., 1986; Hornshaw idr., 1983). Minki, ki so jih hranili z ribami iz Velikih jezer, okuženimi s PCB-ji, so kazali znake zastrupitve jeter in reproduktivnih organov, primerljive z znaki pri minkih, ki so jih hranili s trikratnim odmerkom aroklora 1254 (Hornshaw idr., 1983).

V osemdesetih letih so dokazali tudi prisotnost PCB-jev v človeškem mleku. Zaradi visokih vrednosti PCB-jev v nizozemskem okolju ostajajo vrednosti teh spojin med nizozemsko populacijo med najvišjimi na svetu – povprečne

Primer 6.2: Razlaga S. Jensena o strupenosti PCB-jev

Osnovna bifenilna kemijska struktura je prikazana na sliki 6.2. Teoretično obstaja 209 kloriranih bifenilov, toda več kot je klorovih atomov v molekuli, teže pride do zamenjave vodikovega atoma s klorovim. Tako so v tehničnih izdelkih ali živih sistemih odkrili vsega skupaj 135 sorodnih spojin PCB-jev. V večini sorodnih spojin PCB-jev so klorovi atomi enakomerno porazdeljeni med fenilnima obročema. S toksikološkega vidika sta najpomembnejša položaja 2 in 6 (glej sliko 6.2) – tako imenovana orto položaja. Klorov atom je precej velik, zato se pri številnih zamenjavah s klorom na mestih 2 in 6 bifenilno ogrodje zvije okoli osi. Pri večini molekul sta dva ali več klorovih atomov v orto položaju. Manj pogoste so molekule z enim samim klorovim atomom v orto položaju, v tem primeru je molekula bolj planarna (ploska). Če PCB-ji nimajo zasedenih orto položajev, nastanejo sorodne spojine, tako imenovani koplanarni PCB-ji, ki so prisotni v sledovih le v tehničnih izdelkih.

Poliklorirani dibenzofurani (glej sliko 6.3) nastajajo kot naključni stranski proizvodi med sintezo PCB-jev, ki je katalizirana z železom. Nastajajo tudi pri nepopolnem zgorevanju, na primer v transformatorjih, ki vsebujejo PCB-je; v izdelkih, kjer se uporabljajo kot mediji za prenos toplote; in v drugih oblikah odpadnih PCB-jev, ki so izpostavljeni vročini ali ognju.

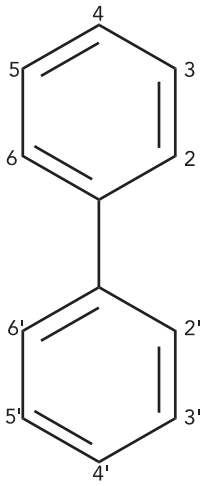
Poliklorirani dibenzo-p-dioksini (glej sliko 6.4) so močno povezani z dibenzofurani. 2,3,7,8-tetra kloro spojino, sorodno PCB-jem, so prvič odkrili kot stranski produkt pri herbicidih - 2,4,5-trikloro-fenoksi kislinah. TCDD (tetraklorodibenzoparadioksin) nastaja tudi pri zgorevanju ob prisotnosti klora. TCDD je najbolj strupena znana snov, kar je posledica njene interakcije s citoplazemskim proteinom v živi celici, imenovanim Ah-receptor. Rezultat je motena encimska proizvodnja. Ta učinek, prek Ah-receptorja, pogosto imenujejo »efekt dioksinskega tipa«. TCDD je strup, ki prizadene jetra, živce in kostni mozeg ter je za človeka rakotvoren. Različni klorirani dioksini so dobili vrednost TEF (ekvivalentni faktor toksičnosti), pri čemer je bila sposobnosti TCDD-jev, da sproži aktivnost aril-ogljikovodikove hidroksilaze prek Ah- receptorja, dodeljena vrednost 1. Vrednost TEF je bilo mogoče pripisati različnim kloriranim dibenzofuranom, ker je bilo dokazano, da učinkujejo podobno kot dioksin. Učinek je v splošnem nekoliko šibkejši v primerjavi z dioksinom z enakim vzorcem zamenjave.

Sposobnost dioksinu podobnega učinkovanja je povezana tako s planarnostjo molekule kakor s specifičnim vzorcem klorove zamenjave. Nekatere sorodne spojine PCB-jev so dovolj planarne, da je njihov efekt dioksinskega tipa majhen – to zlasti velja za koplanarne spojine. Isto velja za molekule PCB-jev z enim samim orto klorovim atomom pri še nižji vrednost TEF. Skupni efekt dioksinskega tipa pa se izraža kot produkt vrednosti TEF in celotne prisotne količine. Zaradi tega je lahko celotni efekt dioksinskega tipa sorodnih spojin PCB-jev, z enim orto klorom precejšen, saj so prisotne v živih organizmih v relativno visokih koncentracijah.

Večina sorodnih spojin PCB-jev v bioloških vzorcih in tehničnih izdelkih ima dva ali več orto substituentov. Te molekule so preveč zvite, da bi se lahko vezale na Ah-receptor. Njihova vrednost TEF je enaka nič. Učinkujejo podobno fenobarbitalu in tako na delovanje različnih encimov vplivajo drugače kot dioksini.

Skeletna zgradba bifenila — Slika 6.2

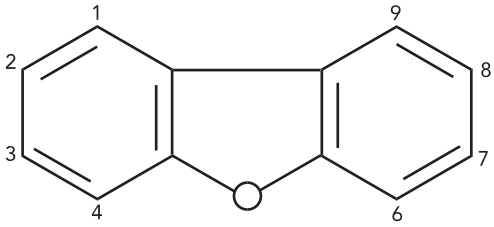
Vir: Søren Jensen



Položaja 2 in 6 v bifenilu se imenujeta orto, 3 in 5 meta, 4 pa označuje para položaj.

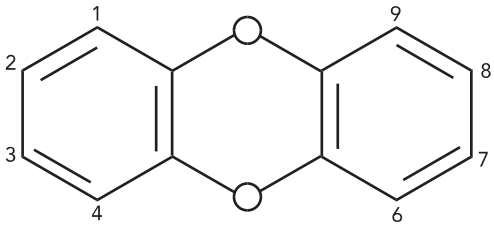
Skeletna zgradba dibenzofurana — Slika 6.3

Vir: Søren Jensen



Skeletna zgradba dibenzo-p-dioksina — Slika 6.4

Vir: Søren Jensen



vrednosti v maščobnem tkivu znašajo med 1,6 in 2,5 mg/kg maščobe (Greve in Wegman, 1983).

Iz osemdesetih let izvirajo prve objavljene študije o možnih učinkih na razvoj otroka. Značilne so nepravilnosti v delovanju žlez z notranjim izločanjem. Penisi dečkov, prizadetih v nesreči Yucheng, so bili premalo razviti in njihova sposobnost prostorskega dojemanja je bila zmanjšana, kar je enaka nepravilnost, kot so jo odkrili pri dečkih mater, ki so v nosečnosti

Primer 6.3: Nadaljnje raziskave o fetotoksičnosti
V dveh nizozemskih mestih – Rotterdamu in Gröningenu – so opravili študijo, ki so jo začeli v letih 1990 in 1991. Raziskovali so učinke izpostavljenosti PCB-jem in dioksinom, prisotnim v okolju, na rast in razvoj otrok (Huisman, 1996; Koopman-Esseboom, 1995; Patandin, 1999; Lanting, 1999). Proučevali so po 400 zdravih mater in otrok, pri čemer je polovica mater dojila, polovica otrok pa je bila hranjena po steklenički. Izpostavljenost PCB-jem pred rojstvom je bila določena iz podatkov o vsoti PCB-jev (sorodne spojine 118, 138, 153 in 180) v materini krvi in popkovini ter ekvivalentni stopnji toksičnosti (TEQ) celotnega dioksina v materinem mleku (17 dioksinov in vsega skupaj 8 dioksinu podobnih sorodnih spojin PCB-jev – 3 planarne, 3 mono-orto in 2 di-orto PCB). Izpostavljenost dioksinu pred rojstvom je bila izračunana kot produkt ravni TEQ celotnega dioksina v materinem mleku in števila tednov dojenja.
Od merjenih sorodnih spojin PCB-jev, 118, 138, 153 in 180 je prvi podoben dioksinu, drugi trije pa so sorodni fenobarbitalu. V splošnem je 63 odstotkov vseh PCB-jev v človeškem mleku orto-substituiranih neplanarnih spojin (PCB-22, -52, -138, -153 in -180) – torej podobnih fenobarbitalu. Izpostavljenost telesa sorodnim spojinam PCB-jev, 118, 138, 153 in 180 so merili v plazmi pri 42 mesecev starih otrocih (Patandin, 1999).
Študija je odkrila hiperaktivnost in počasnejše povprečne odzivne čase v povezavi s koncentracijami PCB-jev pri otrocih, starih 42 mesecev. Preobčutljivost in povečana aktivnost sta dobro znana stranska učinka uživanja fenobarbitala v otroštvu. Pri otrocih, starih 42 mesecev, se je pozornost med igranjem manjšala sorazmerno s koncentracijami PCB-jev v popkovini in izpostavljenostjo mater PCB-jem. Ta dolgotrajni učinek na vedenje, ki je posledica škode, nastale v obdobju pred rojstvom, je podoben tistemu, ki ga je odkril že Jacobson (Jacobson idr., 1990; Patandin, 1999). Ugotovili so, da je izpostavljenost PCB-jem pred rojstvom povezana tudi z nevrološkimi težavami 18 mesecev starih otrok (Huisman idr., 1995), te težave pa pri 42 mesecih starosti niso bile več opazne (Lanting, 1998b). Niso pa odkrili, da bi izpostavljenost dioksinu podobnim PCB-jem in dioksinom pred rojstvom in med dojenjem vplivala na aktivnost 42 mesecev starih otrok (Patandin, 1999).
Kot sta torej pokazala Jacobson in nizozemska študija, so negativni učinki na kognitivni in vedenjski razvoj povezani s predporodno ali tekočo akumulirano izpostavljenostjo fenobarbitalu podobnim, ne pa dioksinu podobnim PCB-jem.
Študija Seegala in Schantza (Seegal in Schantz, 1994) je prav tako opozorila na različne učinke fenobarbitalu podobnih in dioksinu podobnih sorodnih spojin PCB-jev. Pri opicah, ki so bile izpostavljene di-orto PCB-jem, je bila motena prostorska zaznava, opazili pa so tudi težave z ravnotežjem. Vendar so se TCDD-jem (tetraklorodibenzoparadioksinu) izpostavljene opice odrezale bolje kakor kontrolna skupina. Di-orto substituirane sorodne spojine PCB-jev, ki so jih preizkusili na odraslih opicah, so nevrotoksini dopamina. Te spojine zmanjšujejo količino dopamina tako, da zavirajo tirozin hidroksilazo – encim, ki nadzira hitrost sintetiziranja dopamina. Verjetno je, da gre za dolgoročni ali celo trajni učinek (Seegal in Schantz, 1994). Zlasti zaskrbljujoča je možnost, da je ta mehanizem povezan s povečanim številom primerov parkinsonove bolezni.
Dessens je odkril zmanjšano prostorsko zaznavo pri odraslih, ki so bili pred rojstvom izpostavljeni antikonvulzantom (večinoma fenobarbital) (Dessens idr., 1998). Nova oblika bolezni, »pozna hemoragična bolezen novorojenčkov«, ki se je prvič pojavila v poznih sedemdesetih letih na Japonskem in v zahodni Evropi in ki so jo sprva pripisali pomanjkanju vitamina K, bi bila prav tako lahko povezana z učinki fenobarbitalu podobnih PCB-jev (Koppe idr., 1989; Bouwman, 1994). Dokazali so, da izpostavljenost že prisotnim koncentracijam dioksinu podobnih PCB-jev vpliva tudi na metabolizem ščitničnega hormona (Pluim idr., 1992; Koopman-Esseboom idr., 1994).

uživale fenobarbital (Dessens idr., 1998). Otroci so bolj dovzetni za strupene učinke PCB-jev kot odrasli, ker so zanje značilna razvojna obdobja, tako imenovana »časovna okna«, ko se razvijajo presnovni sistemi (glej tudi študijo primera o DES). Med razvojem ploda v maternici in po rojstvu potekajo številni procesi, s katerimi se homeostatski sistemi stabilizirajo v mejah, znotraj katerih se nato gibljejo vse življenje. Tipični primeri so stalna telesna temperatura 37 stopinj Celzija; nastavitev vrednosti koncentracije hormonov, ki krožijo po telesu; delovanje imunskega sistema. Ta »fetotoksičnost« je bila nova paradigma v toksikologiji, v kateri sta pomembna tako količina kot čas, v katerem strupena spojina učinkuje. Tipičen primer je okužba z virusom rdečk v prvih treh mesecih nosečnosti, ko se oblikujejo različni organi. Glede na dan razvoja posameznih organov lahko prizadene srce, noge, oči ali pa možgane.

Predporodna izpostavljenost PCB-jem in furanom (polikloriranim dibenzofuranom ali PCDF-jem, glej primer 6.2) so povezovali z negativnimi vedenjskimi pojavi, odkritimi med najmlajšo populacijo mesta Yusho. Otroci so bili apatični in niso kazali zanimanja za okolico (Harada, 1976). Opice, ki so bile pred rojstvom izpostavljene PCB-jem, so v prvih letih življenja kazale znake hiperaktivnosti, pri štirih letih pa so postale neaktivne (Bowman in Heironimus, 1981). Štiriletni otroci mater, ki so se veliko prehranjevale z ribami iz jezera Michigan, so bili prav tako manj aktivni, kar je bilo povezano z vsebnostjo PCB-jev v njihovih telesih (Jacobson idr., 1990). Odkrili so tudi, da so imeli otroci, ki so bili pred rojstvom

bolj izpostavljeni onesnaževalom, pri enajstih letih starosti nižji inteligenčni količnik, težave z razumevanjem govora in zmanjšano sposobnost koncentracije. Pri njih je obstajala več kot dvakratna verjetnost, da bodo za dve leti zaostajali za vrstniki v bralnih sposobnostih in razumevanju besed (Jacobson in Jacobson, 1996). Nadaljnje študije so dokazale negativne učinke izpostavljenosti PCB-jem pred rojstvom v okolju v ZDA, Kanadi in zahodni Evropi (glej primer 6.3).

6.5 Ukrepi vlad v osemdesetih in devetdesetih letih

Ministrske konference o Severnem morju so bile skupaj s konvencijama iz Osla in Pariza pomemben mednarodni impulz, ki je spodbudil ukrepe v zvezi z nevarnimi snovmi. Na prvi konferenci leta 1984 so ugotovili, da je treba povečati hitrost zmanjševanja rabe in izpustov PCB-jev. Na drugi konferenci leta 1987 so sklenili, da se morajo vrednosti »spojin, ki so strupene, težko razgradljive in se kopičijo v živih organizmih«, znižati za 50 odstotkov do leta 1995 (DoE, 1987).

Leta 1987 je organizacija OECD (Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj) sprejela še eno odločitev v zvezi s PCB-ji na podlagi ugotovitve, da »obstoječi nadzor nad polikloriranimi bifenili ni pripeljal do očitnega in doslednega upadanja vrednosti teh spojin v okolju. Zaskrbljenost zaradi onesnaževanja okolja in učinkov na zdravje in okolje se ni zmanjšala. Na nekaterih področjih uporabe, zlasti ko lahko pri sežiganju PCB-jev nastajajo zelo strupeni razgradni produkti, kot so klorirani dioksini ali klorirani dibenzofurani, se je celo povečala.« (OECD, 1987) V odločitvi je priporočilo državam članicam, naj s 1. januarjem 1989 ustavijo izdelavo, uvoz, izvoz in prodajo PCB-jev. Vanjo je vključen tudi poziv k hitrejšemu umikanju PCB-jev iz uporabe.

V osemdesetih letih so vlade nekaterih držav izdale zdravstveno priporočilo, v katerem so predlagale zmanjšanje količine zaužitih rib in časovne omejitve obdobja dojenja. Nasvet je bil sporen in je sprožil burne polemike, saj je bil v nasprotju z znanimi pozitivnimi učinki dojenja in uživanja rib na zdravje (Fuerst idr., 1992).

Leta 1990 so na tretji konferenci o Severnem morju sprejeli poseben načrt o postopnem opuščanju uporabe PCB-jev in njihovem varnem odstranjevanju do leta 1999 (DoE, 1990). Leta 1995 so na Barcelonski konvenciji za zaščito Sredozemskega morja pred onesnaževanjem sprejeli sklep, da se morajo »do leta 2005 zmanjšati izpusti in emisije strupenih, težko razgradljivih in bioakumulativnih spojin - zlasti organohalogenov, ki bi lahko prišle v morske ekosisteme — do vrednosti, ki ne škodujejo ne človeku ne naravi, pri čemer je treba težiti k njihovi postopni odpravi«. Istega leta je Švedska prepovedala uporabo stare opreme, ki je vsebovala PCB-je.

Maja 1995 so na srečanju Sveta okoljskega programa Združenih narodov (UNEP) sprejeli Odločbo 18/32 v zvezi z obstojnimi organskimi onesnaževali (POPs). Ta odločba je imela za posledico vrsto študij in srečanj, vrhunec je bil dosežen novembra 1995 z Washingtonsko deklaracijo, sklepom o globalnih ukrepih za opuščanje obstojnih organskih onesnaževal, vključno s PCB-ji. Deklaracijo so podpisale vlade stotih držav.

Leta 1996 je Evropska skupnost z Direktivo ES 96/59 pozvala k opustitvi PCB-jev in PCT-jev (polikloriranih trifenilov) do leta 2010. Kljub temu se še vedno uporabljajo transformatorji z olji, ki vsebujejo PCB-je. Ker se ti starajo in rjavijo, narašča nevarnost iztekanja v okolje.

Približno sto let za tem, ko so bili potrjeni prvi resni negativni učinki PCB-jev, je končno dosežen sporazum o resnosti grožnje glede nevarnosti PCB-spojin. Toda še mnogo desetletij nas bo spremljala njihova strupena zapuščina.

6.6 Načini širjenja PCB-jev v okolje

Pri razgradnji ali sežiganju izdelkov, ki vsebujejo PCB-je, precej teh kemikalij preživi zaradi svoje stabilnosti. Pri nepopolnem zgorevanju in siceršnji razgradnji PCB-jev nastajajo in se

sproščajo izredno strupeni poliklorirani dibenzofurani (glej primer 6.2). Med komercialno uporabo transformatorjev in kondenzatorjev ter zaradi nepravilnega odlaganja opreme ali izdelkov so se dogajali tudi naključni izpusti PCB-jev in sorodnih onesnaževal v okolje iz domnevno nepredušno zaprtih vsebovalnikov s PCB-ji.

V poznih devetdesetih letih so celo organizacije, sicer kritične do prevelikega nadzora nad industrijo, priznale, da se je »v preteklosti na odlaganje odpadkov, ki vsebujejo PCB-je, v reke, potoke in odprta odlagališča gledalo kot na sprejemljivo, zakonito in nenevarno početje. PCB-je so včasih spuščali v okolje tudi namenoma – na primer zaradi manjšega prašenja nekaterih cest ali kot dodatke v pripravkih določenih pesticidov za uporabo v poljedelstvu. Gledano nazaj, je bilo tako ravnanje neustrezno in potencialno škodljivo.« (ASCH, 1997)

Ko so PCB-ji sproščeni, lahko ali hlapijo ali se razpršijo v obliki aerosola in se tako širijo v okolje. Močni zračni tokovi v smeri jug-sever, zlasti prek zahodne Evrazije, so omogočili selektivno kopičenje PCB-jev in določenih pesticidov na Arktiki, ki so jo nekoč imeli za prvinsko okolje (AMAP, 1997). PCB-je so skupaj s pesticidi DDT, HCH in HCB odkrili v nizkih koncentracijah (0,01–40 nanogramov (tisočinka milijoninke grama) na gram suhe snovi) v vseh vzorcih sladkovodnih površinskih sedimentov z Aljaske, iz severne Kanade, z Grenlandije, Norveške, Finske in iz Rusije (1995 in 1996). Sladkovodni in morski ekosistemi praviloma vsebujejo večje koncentracije PCB-jev kakor kopenski. Bioakumulacija PCB-jev je pomembna zlasti v prehranjevalnih verigah, kjer prevladujejo organizmi z visoko vsebnostjo maščob. Poleg tega vrste, ki prezimujejo v nižjih geografskih širinah, poleti onesnažujejo Arktiko z obstojnimi organskimi onesnaževali in kovinami (Holden, 1970; AMAP, 1998).

Ljudje dobimo več kot 90 odstotkov PCB-jev v telo s hrano, pa tudi z dihanjem in skozi kožo (Theelen in Lie, 1997). Glavni vir PCB-jev so živalske maščobe. Ko so enkrat absorbirani, se enakomerno porazdelijo v maščobnih tkivih po vsem telesu, kar je posledica njihove velike afinitete zlasti do trigliceridov in holesterolnih estrov in manjše afinitete do fosfolipidov in holesterola (Lanting idr., 1998a). V jetrih motijo delovanje encimskih sistemov, pomembnih za razstrupljanje (Matthews in Anderson, 1975).

6.7 Zadnja nesreča s PCB-ji

Kljub različnim mednarodnim in državnim uredbam in zakonodaji se ni mogoče izogniti naključnim ali namernim izpustom. V Belgiji so januarja 1999 odkrili, da so piščance hranili z mešanico živalskih maščob, zmešanih z 8 do 50 litri PCB-jev in furanov. Čeprav niso odkrili izvora PCB-jev, obstaja močan sum, da so prišli z ilegalnih odlagališč starih transformatorjev. Koncentracije v piščancih in jajcih so bile visoke, za 2,3,4,7,8-PCDF-je so znašale od 1.299 pikogramov (milijoninka milijoninke grama) na gram maščobe v piščancih do 1.103 pg/g v jajčnem rumenjaku. Celotna količina dioksina (ekvivalentna stopnja toksičnosti – TEQ) je znašala 958 oziroma 685 pg/g maščobe (Hens, 1999). Po priporočilih Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) znaša dovoljeni dnevni vnos (TDI) za človeka 1 do 4 pikograma dioksina na kg telesne teže (WHO, 1999). Do odkritja je prišlo zgolj zato, ker so bile koncentracije tako visoke, da so povzročile edeme (otekanje tkiva zaradi povečane količine medcelične tekočine). Povsem mogoče je, da so se podobna onesnaževanja hrane z nižjimi koncentracijami pojavljale že prej in da se bodo tudi v prihodnosti. Na to kaže dogodek iz leta 2000, ko so v drugem delu Belgije odkrili še več živalske hrane, okužene s PCB-ji in dioksini.

Leta 1999 so belgijski toksikologi objavili rezultate analize nesreče in po njihovem obstaja zelo majhna verjetnost, da bi lahko osamljen primer onesnaženja v Belgiji vplival na zdravje splošne populacije. Čeprav niso imeli podatkov o sicerešnji prisotnosti PCB-jev v belgijskem prebivalstvu, so predvidevali, da bi bilo dva- do trikratno povečanje primerljivo s koncentracijami v osemdesetih letih pri tistih ljudeh, ki so redno uživali onesnaženo morsko hrano (Bernard idr., 1999). Tu očitno niso bile upoštevane nizozemske študije, ki so dokazale učinek stalno prisotnih PCB-jev in dio-

ksinov na nerojene otroke. Ker so vsebnosti PCB-jev v belgijskem prebivalstvu primerljive s tistimi v nizozemski, je izjava belgijskih znanstvenikov presenetljiva in spominja na prizadevanje Sanforda Browna, predsednika gospodarske družbe Halowax iz leta 1937, da »se ne sme vnašati nemira med delavce«. Res se lahko vprašamo, koliko smo se od takrat sploh naučili.

6.8 Sklepne ugotovitve

V tridesetih letih so že obstajali dokazi, nekateri resda šibki, da bi bili PCB-ji lahko za človeka strupeni. To informacijo je industrija v glavnem zadržala zase in, kot kaže, ni krožila med vodilnimi strukturami ali zainteresiranimi skupinami. Če bi že takrat upoštevali previdnostno načelo, se nam danes ne bi bilo treba ukvarjati s strupeno zapuščino PCB-jev.

Trideset let pozneje, konec šestdesetih let, pa so že obstajali zanesljivi dokazi, v glavnem na podlagi nesreče Yusho, da lahko PCB-ji ali njihovi razgradni produkti, kot so dibenzofurani, v določenih okoliščinah resno škodujejo človekovemu zdravju. Rezultati raziskav Sørena Jensena so prav tako ponujali trdne dokaze, da so se PCB-ji nakopičili v živih organizmih in so prisotni v prehranjevalni verigi Baltiškega morja. Nekoliko šibkejšo, a še vedno precej zanesljivo potrditev negativnih učinkov na reprodukcijo morskih sesalcev je mogoče razbrati iz študij tjulnjev Baltiškega morja. Če bi ljudje, ki odločajo, takrat ustrezno ukrepali, bi bil danes problem, s katerim se spopadamo, veliko bolj obvladljiv in ga ne bi tako drago plačevali. Izognili bi se desetletjem uporabe PCB-jev.

Verjetno je, da so dokazi iz šestdesetih let skupaj z zaskrbljenostjo nad uspešnostjo prihodnje prodaje pripomogli k odločitvi družbe Monsanto o spremembi sestave nekaterih njihovih izdelkov s PCB-ji leta 1971. Žal je to dejanje temeljilo na tedanjem nepopolnem znanstvenem razumevanju škodljivih učinkov teh snovi.

V sedemdesetih letih se je povečalo število dokazov tako o širjenju PCB-jev v najbolj oddaljene predele sveta kot o njihovi potencialni škodljivosti. PCB-ji so postali vsesplošno razširjeni, čeprav jih večinoma niso namenoma izpuščali v okolje. Šele v zgodnjih sedemdesetih letih je švedska vlada kot prva ukrepala, in še to le glede novih, »zunanjih« oblik uporabe PCB-jev. V poznih sedemdesetih letih je nekaj vlad priznalo, da obstaja povečana ogroženost, in sprejelo zakone o prenehanju novih, »zaprtih« načinov uporabe PCB-jev. Nobena vlada pa se z nobenim ukrepom ni lotila vprašanja obstoječih načinov uporabe ali čiščenja onesnaženih območij. Razloge za tako nepopolno ukrepanje gre najbrž iskati v velikih tehničnih težavah in s tem povezanih stroških. Na koncu sedemdesetih let je le nekaj držav pozivalo k opustitvi celotne proizvodnje. Takrat so že obstajali nadomestki za PCB-je v zaprtih sistemih.

V osemdesetih letih se je poglobilo razumevanje škodljivosti delovanja PCB-jev. To je močno pripomoglo k večji gotovosti, saj so lahko pojasnili nekatera razhajanja med študijami zaradi sorodnih spojin PCB-jev. Takrat so objavili tudi prve dokaze o možnem učinkovanju PCB-jev na nerojene otroke. Severnomorske države so se strinjale, da nevarnost obstaja, in leta 1987 sprejele politično odločitev o zmanjšanju vnosov v morski ekosistem za 50 odstotkov do leta 1995.

Leta 1987 je organizacija OECD ugotovila, da se je zaskrbljenost povečala in da obstoječa zakonodaja ni učinkovita. Vse države članice so se strinjale, da bodo do leta 1989 ustavile vse oblike nove uporabe PCB-jev. Tokrat so v celoti priznali tveganje, ki ga prinaša uporaba PCB-jev, in predlagali uvedbo »nadzora« ter odstranitev nekatere opreme s PCB-ji. V nekaterih državah pa se je proizvodnja PCB-jev kljub temu nadaljevala.

Čeprav je devet držav s severnomorskega območja že leta 1990 sprejelo odločitev, da bodo opustile uporabo vseh PCB-jev, je šele Washingtonska deklaracija UNEP sredi devetdesetih let sprožila globalni odziv na problem, njegovo priznanje in strinjanje, da je treba ukrepati v zvezi s PCB-ji, ki se uporabljajo.

Še celo danes potekajo v znanstvenih krogih burne razprave o nekaterih vprašanjih v zvezi

s PCB-ji. V glavnem so povezane z različnimi učinki komercialnih mešanic PCB v primerjavi s PCB-ji, najdenimi v okolju, zlasti tistimi, ki so se nakopičili v živih organizmih. Mogoče je pritrditi mnenju, da bi nadaljnje znanstvene študije v prejšnjih obdobjih prej pripeljale do rešitve. Verjetno pa tudi drži, da je mogoče poziv k nadaljnji znanstveni obravnavi uporabiti kot razlog za odlaganje upravičenih ukrepov.

Odpornost PCB-jev na razgradnjo pomeni, da je njihovo uničevanje drago. Zaradi pogostega odlaganja ukrepov je velik delež v preteklosti proizvedenih PCB-jev mimo našega nadzora ušel v okolje. Zaradi široke razširjenosti in sposobnosti bioakumulacije pa je veliko teh snovi na krajih, kjer jih ni mogoče zbirati in uničiti. Poleg tega v številnih državah, v katerih se še vedno uporabljajo, niso primerno opremljeni za njihovo uničevanje.

Leta 1999 je bila med pogajanji za globalno konvencijo o opustitvi vseh (obstojnih organskih onesnaževal) pozornost usmerjena na PCB-je, ki so še vedno v uporabi, zlasti na tiste, ki predstavljajo nevarnost v primeru nesreče ali iztekanja. Prizadevanje za preprečevanje izpustov je vsekakor nujno, večjo pozornost kot doslej pa bo treba nameniti našemu odzivanju na visoke vsebnosti v okolju že prisotnih PCB-jev. Vedenjske motnje in bolezni dihal, ki prizadenejo otroke – dva danes najpomembnejša problema v pediatriji – so lahko pomembno povezane z zastrupitvijo s PCB-ji. Nujno je treba najti načine za zmanjšanje obremenitev s temi kemikalijami pri ljudeh. Seveda, trenutno ni možnih nobenih ustreznih ukrepov za živalske vrste.

PCB-ji odpirajo tudi nove dileme, na primer, kdo lahko presodi, kakšno tveganje je še sprejemljivo, in ali so v tej razpravi enakovredno zastopani vsi udeleženci. Tako PCB-ji kot dioksini so fetotoksični. Ali je sprejemljivo, da tvegamo neprostovoljno izpostavljenost še nerojenih otrok tem snovem, če lahko to vpliva na prihodnje sposobnosti njih samih in njihovih potomcev?

V preteklosti so vlade skoraj vedno ukrepale šele tedaj, ko so bili na razpolago trdni znanstveni dokazi. Ker nismo delovali v skladu z previdnostnim načelom, imamo zdaj zapuščino, o katere učinkih in stroških lahko samo ugibamo.

Preglednica 6.1

PCB-ji: zgodnja svarila in ukrepi

Vir: EEA

1899	Pri delavcih, zaposlenih v kloroorganski industriji, prepoznajo bolezen, imenovano kloroakne.
1929	Prične se množična proizvodnja PCB-jev za komercialno uporabo.
1936	Več delavcev zboli za kloroaknami in imajo okvarjena jetra.
1937	Kloroakne in poškodbe jeter opazijo pri poskusih s podganami. Rezultati ne zbudijo pozornosti vodilnih struktur v podjetjih, a organi, ki se ukvarjajo z delovnimi predpisi, in proizvajalci vendarle spoznajo, da zaskrbljenost v zvezi s PCB-ji narašča.
1966	Jensen odkrije neznano spojino v švedskih morskih orlih – šele leta 1969 lahko dokaže, da gre za PCB-je.
1968	Zastrupitev 1.800 ljudi, ki so uživali s PCB-ji onesnaženo riževo olje na Japonskem, povzroči nastanek nove japonske besede yusho – bolezen riževega olja – in sproži prvo odmevno svarilo, da PCB-ji škodujejo ljudem.
Sedemdeseta leta	Visoke koncentracije PCB-jev odkrijejo pri treh različnih vrstah neplodnih tjulnjev.
1972	Švedska prepove »zunanjo« uporabo PCB-jev.
1976	Zakon o nadzoru nad strupenimi snovmi (ZDA) – PCB-ji se smejo uporabljati le v »popolnoma zaprtih sistemih«.
1979	Še ena zastrupitev zaradi onesnaženega riževega olja, tokrat na Tajvanu, 2.000 ljudi. Poznejše raziskave odkrijejo, da je četrtina otrok, ki so se rodili zastrupljenim materam, umrla pred četrtim letom starosti.
Osemdeseta leta	Pojavijo se dokazi o okuženosti človeškega mleka s PCB-ji.
Devetdeseta leta	PCB-je povežejo z nižjim inteligenčnim količnikom in poškodbami možganov pri otrocih, pred rojstvom izpostavljenih PCB-jem, ki jih je vsebovala hrana njihovih mater. Fetotoksičnost postane nova paradigma v toksikologiji.
1996	EU izda direktivo o opustitvi PCB-jev do leta 2010.
1999	V Belgiji odkrijejo s PCB-ji onesnaženo piščančjo hrano.

6.9 Viri

AMAP, 1997. *Arctic pollution issues: A state of the Arctic environment report*, Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo, na http//:www.amap.no/amap.htm

AMAP, 1998. 'Persistent organic pollutants' v de March idr. (ur.), *AMAP assessment report: Arctic pollution issues*, AMAP Secretariat, Oslo.

ASCH, 1997. *A position paper of the American Council on Science and Health:*

Public health concerns about environmental polychlorinated biphenyls (PCBs) (ažurirano poročilo 1991, L. T. Flynn in C. F. Kleiman), Academic Press, http://www.acsh.org/publications/reports/pcupdate2.html

Aulerich, R. J. idr., 1986. 'Assessment of primary versus secondary toxicity of Aroclor 1254 in mink', *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* Vol. 15, str. 393–399.

Bernard, A., Hermans, C., Broeckaert, F., De Poorter, G., De Cock, A. in Houins, G., 1999. 'Food contamination by PCBs and dioxins', *Nature* Vol. 401, str. 231–232.

Bernes, C., 2001. *Will time heal every wound*, Swedish Environmental Protection Agency

Boersma, E. R. idr., 1994. 'Cord blood levels of potentially neurotoxic pollutants (polychlorinated biphenyls, lead and cadmium) in the areas of Prague (Czech Republic) and Katowice (Poland). Comparison with reference values in the Netherlands', *Central European Journal of Public Health* Vol. 2, str. 73–76.

Bouwman, C. A., 1994. *Modulation of vitamin K dependent blood coagulation by chlorinated biphenyls and dioxins in rats*, Thesis (ISBN: 90-393-0581-1), University of Utrecht, Utrecht.

Bowman, R. E. in Heironimus, M. P., 1981. 'Hypoactivity in adolescent monkeys perinatally exposed to PCBs and hyperactive as juveniles', *Neurobehav. Toxicol. Teratol.* Vol. 3, str. 15–18.

CBS, 1980. *PCBs in Nederland*, Centraal Bureau voor de Statistiek, Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.

DoE, 1987. *Summary of the ministerial declaration from the International Conference of the Protection of the North Sea*, Department of the Environment, London.

DoE, 1990. *Summary of the ministerial declaration from the International Conference of the Protection of the North Sea,* Department of the Environment, London.

Dessens, A., Cohen-Kettenis, P., Mellenbergh, G., van de Poll, N., Koppe, J. in Boer, K., 1998. 'Prenatal exposure to anticonvulsant drugs and spatial ability in adulthood', *Acta Neurobiol. Exp.* Vol. 58, str. 221–225.

Drinker, C. K. idr., 1937. 'The problem of possib-le systemic effects from certain chlorinated hydrocarbons', *Journal of Industrial Hygiene and Toxicology* Vol. 19 (september), str. 283–311.

Francis, E., 1998. *Conspiracy of silence – how three corporate giants covered their toxic trail*, na http://www.planetwaves.net/silence2.html (vključno z odgovori prizadetih družb na http://www.planetwaves.net/response.html)

Fuerst, P., Fuerst, C. in Wilmers, K., 1992. *Bericht über die untersuchung von Frauenmilch auf Polychlorierte Dibenzodioxine, Dibenzofurane, Biphenyle sowie organochlorpestizide 1984–1991*, Chemisches Landesuntersuchungsamt NRW, Münster.

Greve, P. A. in Wegman, R. C. C., 1983. 'PCB residues in animal fats, human tissues, duplicate 24-hours diets, eel and sediments', *Posvetovalni seminar o PCB, Scheveningen, Haag, Nizozemska, 28.–30. september 1983*, str. 54–65.

Guo, L. Y., 1999. 'Human health effects from PCBs and dioxin-like chemicals in the rice-oil poisonings as compared with other exposure episodes', *Organohalogen Compounds* Vol. 42, str. 241–243.

Harada, M., 1976. 'Intra-uterine poisoning: Clinical and epidemiological studies and significance of the problem', *Bull. Inst. Const. Med. Kumamoto University* Vol. 25 (dodatek), str. 1–69.

Hens, L., 1999. 'Dioxines en PCBs in Belgische eieren en kippen', *Milieu 1999/4*, str. 220–225.

Holden, A. V., 1970. 'Monitoring organochlorine contamination of the marine environment by the analysis of residues in seals' in Ruivo, M. (*ed.*), *Marine pollution and sea life*, str. 266–272, Fishing News Books Ltd, England.

Hornshaw, T. C. idr., 1983. 'Feeding Great Lakes fish to mink: Effects on mink and accumulation and elimination of PCBs by mink', *J. Toxicol. Environ. Health* Vol. 11, str. 933–946.

Huisman, M., 1996. *Effects of early infant nutrition and perinatal exposure to PCBs and dioxins on neurological development: A study of breast-fed and formula-fed infants*, Disertacija (ISBN 90-3670688-2), University of Groningen, Groningen.

Huisman, M., Koopman-Esseboom, C., Lanting, C. I., van der Paauw, C. G., Tuinstra, L. G. M. Th., Fidler, V., Weisglas-Kuperus, N., Sauer, P. J. J., Boersma, E. R. in Touwen, B. C. L., 1995. 'Neurological condition in 18-month-old children perinatally exposed to polychlorinated biphenyls and dioxins', *Early Hum. Dev.* Vol. 43, str. 165–176.

Jacobson, J. L. in Jacobson, S., 1996. 'Intellectual impairment in children exposed to polychlo-rinated biphenyls *in utero*', *N. Engl. J. Med.* Vol. 335, št. 11, str. 783–789.

Jacobson, J. L., Jacobson, S. W. in Humphrey, H. E., 1990. 'Effects of exposure to PCBs and related compounds on growth and activity in children', *Neurotoxicol. Teratol.* Vol. 12, str. 319–326.

Jensen, S., Johnels, A. G., Olsson, M. in Otterlind, G., 1969. 'DDT and PCB in marine animals from Swedish waters', *Nature* Vol. 224, str. 247.

Kimburgh, R. D. idr., 1987. 'Human health effects of polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated biphenyls (PBBs)', *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* Vol. 27, str. 87–111.

Koopman-Esseboom, C., 1995. *Effects of perinatal exposure to PCBs and dioxins on early human development*, Dissertation, University of Rotterdam, Rotterdam.

Koopman-Esseboom, C., Morse, D. C., Weisglas-Kuperus, N., Lutkeschipholt, I. J., van der Paauw, C. G. in Tuinstra, L. G., 1994. 'Effects of dioxins and polychlorinated biphenyls on thyroid hormone status of pregnant women and their infants', *Pediatr. Research* Vol. 36, št. 4, str. 468–473.

Koppe, J. G., Pluim, H. J. in Olie, K., 1989. 'Breastmilk, PCBs, dioxins and vitamin K deficiency', *J. Royal Soc. of Med.* Vol. 82, str. 416–20.

Lanting, C. I., 1999. *Effects of perinatal PCB and dioxin exposure and early feeding on child development*, Dissertation (ISBN 90-3671002-2), University of Groningen, Groningen.

Lanting, C. I., Huisman, M., Muskiet F. A. J., van der Paauw, C. G., Essed, C. E. and Boersma, E. R, 1998a. 'Polychlorinated biphenyls in adipose tissue, liver and brain from nine stillborns of varying gestational ages', *Pediatr. Res.* Vol. 44, str. 1–4.

Lanting, C. I., Patandin, S., Fidler, V., Weisglas-Kuperus, N., Sauer, P. J. J., Boersma, E. R. in Touwen, B. C. L., 1998b. 'Neurological condition in 42-month-old children in relation to pre- and postnatal exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins', *Early Hum. Dev.* Vol. 50, str. 283–292.

Masuda, Y., 1994. 'The Yusho rice oil poisoning incident' in Schecter, A. (ur.) *Dioxins and health*, str. 633–659, Plenum Press, New York in London.

Matthews, H. B. in Anderson, M. W., 1975. 'Effect of chlorination on the distribution and excretion of polychlorinated biphenyls', *Drug Metab. Dispos.* Vol. 3, No 5, str. 371–380.

OECD, 1973. *Decision-recommendation of the Council on Protection of the Environment by control of polychlorinated biphenyls*, C(73) 1 (Final).

OECD, 1987. *Decision-recommendation of the Council concerning further measures for the protection of the environment by control of polychlorinated biphenyls*, C(87) 2 (Final).

Oliver, B. G. in Niimi, A. J., 1988. 'Trophodynamic analysis of polychlorinated biphenyl congeners and other chlorinated hydrocarbons in the Lake Ontario ecosystem', *Environ. Sci. Technol.* Vol. 22, str. 388–397.

Patandin, S., 1999. *Effects of environmental exposure to polychlorinated biphenyls and dioxins on growth and development in young children*, PhD thesis (ISBN 90-9012306-7), Erasmus University, Rotterdam.

Pluim, H. J., Koppe, J. G., Olie, K., van der Slikke, J. W., Kok, J. H., Vulsma, T., van Tijn, D. in de Vijlder, 1992. 'Effects of dioxins on thyroid function in newborn babies', *Lancet* Vol. 339, 23. maj, str. 1303.

Schwartz, T. R. idr., 1987. 'Are polychlorinated biphenyl residues adequately described by Aroclor mixture equivalents? Isomer-specific principal component analysis of such residues in fish and turtles', *Environ. Sci. Technol.* Vol. 21, str. 72–76.

Seegal, R. F. in Schantz, S. L., 1994. 'Neurochemical and behavioural sequelae of exposure to dioxins and PCBs' in Schecter, A. (ur.), *Dioxins and health*, Plenum Press, New York in London.

Swedish Environmental Protection Agency, 1998. *Persistent organic pollutants: A Swedish view of an international problem*, text by Claes Bernes, Monitor 16.

Theelen, R. M. C. in Lie, A. K. D., 1997. *Dioxins: Chemical analysis, exposure and risk assessmen*t, Thesis (ISBN 90-393-2012-8), University of Utrecht, Utrecht.

United States Court of Appeal, 1980. *Environmental Defense Fund, Inc., petitioner, v. Environmental Protection Agency, respondent, Ad Hoc Committee on Liquid Dielectrics of the Electronic Industries Association idr., Joy Manufacturing Company, Edison Electric Institute et al., and Aluminum Company of America, Intervenors*, št. 79-1580, 79-1811 in 79-1816, Prizivno sodišče ZDA, District of Columbia Circuit, razprava 6. junija 1980, razsodba 30. oktober 1980, na http://www.manhattan.edu/wcb/schools/ENGINEERING/envl/wmatysti/2/files/edfcase.htm

WHO, 1999. *Dioxins and their effects on human health*, Fact Sheet No. 225, Svetovna zdravstvena organizacija, Ženeva, na http://www.who.int/inf-fs/en/fact225.html

7. Halogenirani ogljikovodiki, ozonska plast in previdnostno načelo

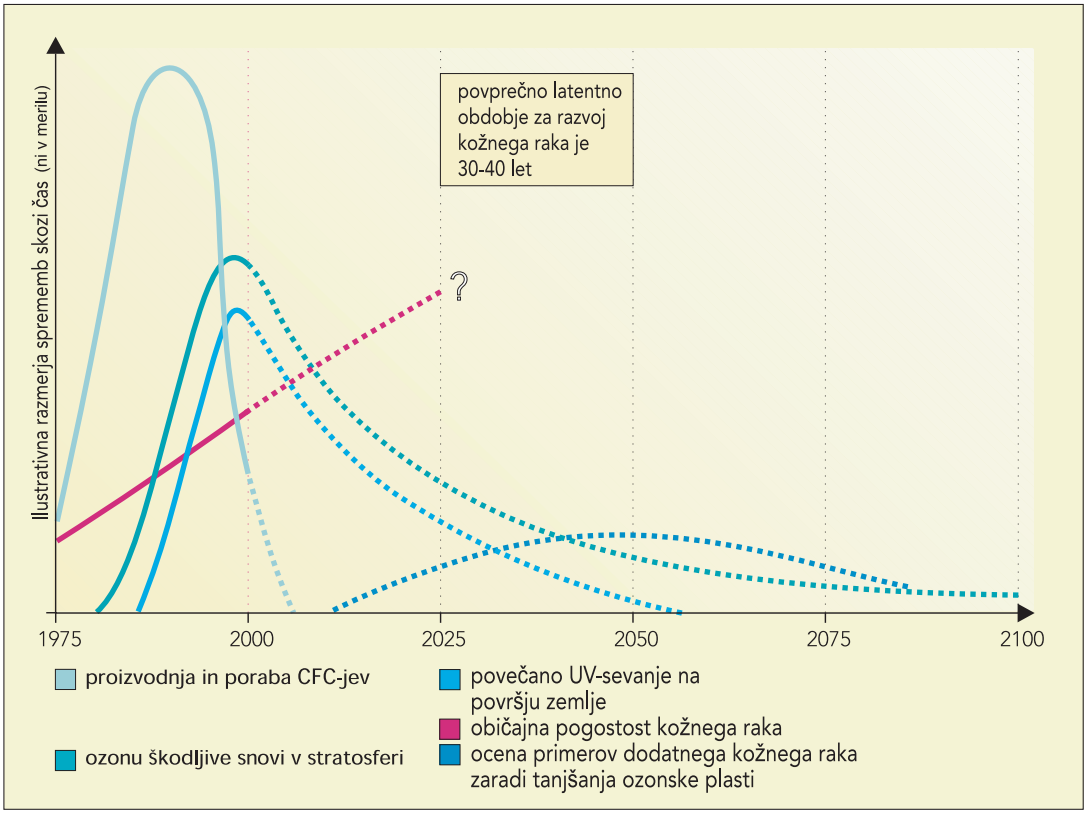
Joe Farman

7.1. Pregled

V drugi polovici preteklega stoletja je bilo v ozračje izpuščenih približno 23 milijonov ton klorofluoroogljikovodikov (CFC), okoli 11 milijonov ton metilkloroforma, 2,5 milijona ton ogljikovega tetraklorida in 4 milijone ton delno halogeniranih klorofluoroogljikovodikov (HCFC-22). Vsi ti halogenirani ogljikovodiki imajo dovolj dolgo življenjsko dobo v ozračju[1], da pridejo v stratosfero. Količina klora v stratosferi je danes šest- do sedemkrat večja, kot je bila leta 1950. Vsako leto se med septembrom in decembrom pojavi ozonska luknja nad Antarktiko. Manj sistematične, vendar kljub temu velike izgube ozona so nad Arktiko in zmerne

Slika 7.1

Vir: EEA



Graf ponazarja približne časovne zamike med proizvodnjo klorofluoroogljikovodikov (CFC), posledičnim tanjšanjem stratosferske ozonske plasti in dodatnim prodorom ultravijoličnega sevanja ter njegovim končnim vplivom na naraščanje stopnje kožnega raka v okolju, upoštevaje 30- do 40-letno povprečno latentno dobo, ki velja za takšne vrste raka. Resničnost je veliko bolj zapletena kot ta shematski prikaz. Obstajajo na primer tudi druge kemikalije, ki povzročajo tanjšanje ozonske plasti (HCFC, HFC in metilbromid); ozonska luknja se spreminja v odvisnosti od zemljepisne širine, obdobja leta in meteoroloških razmer; povečanje ultravijoličnega sevanja se razlikuje glede na različne valovne dolžine ter v odvisnosti od zemljepisne širine in oblačnosti; povečanje števila primerov kožnega raka pa se prišteva k naraščajoči stopnji pojavljanja kožnega raka v okolju z različnimi učinki na različne vrste kožnega raka, kot so maligni melanom in nemaligni kožni raki. Vedenje ljudi prav tako določa pojavljanje kožnega raka. Med vplivi na zdravje so tudi siva mrena in zmanjšanje imunske sposobnosti. Vendar slika ponazarja glavna razmerja in časovne zamike med proizvodnjo CFC-jev in kožnim rakom kot tudi »uspešnost« pri opuščanju proizvodnje CFC-jev in preprečevanju vse številnejših primerov kožnega raka zaradi tanjšanja ozonske plasti, kot jih pričakujemo sedaj. (Slaper idr., 1996).

1 Življenjske dobe so izražene kot e-delitveni časi. Stopnja izginjanja sestavine je sorazmerna z njeno koncentracijo, tako da je v odsotnosti emisij preostala koncentracija po N-življenjskih dobah enaka e^{-N} krat začetna koncentracija.

izgube ozona v zmernih širinah obeh polobel. Dokazi, na podlagi katerih lahko brez upravičenega dvoma zaključimo, da so za tanjšanje ozonske plasti odgovorni halogenirani ogljikovodiki, so podrobno prikazani v seriji petih poročil, ki jih je pripravila Svetovna meteorološka organizacija (WMO) za udeleženke Dunajske konvencije in Montrealskega protokola Združenih narodov (WMO, 1985, 1989, 1991, 1994 in 1999). Posledica teh poškodb bodo nevarni vplivi, med njimi tudi naraščanje kožnega raka (glej sliko 7.1).

Konec obdobja v industrijski zgodovini, ki bi ga lahko poimenovali doba CFC-jev, je pred vrati. Poraba (poraba = proizvodnja + uvoz – izvoz) in večina proizvodnje CFC-jev, halonov in metilkloroforma je v razvitih državah že ustavljena. Med izjeme sodijo zaloge za polnjenje naprav, nekaj tako imenovanih nujnih področij uporabe[2] in dovoljenje za pokrivanje potreb držav v razvoju, v katerih se je proces opuščanja začel z zamrznitvijo leta 1999 in bo dosegel vrhunec s prenehanjem dobav leta 2010. Zmanjšanje emisij je temelj, na podlagi katerega je bil Montrealski protokol (podpisan septembra 1987, velja od 1. januarja 1989) s poznejšimi dopolnitvami in prilagoditvami pozdravljen kot velik uspeh.

Vendar prenehanje izpustov še ne pomeni konec zgodbe za ozračje in ozonsko plast. Med snovmi, ki uničujejo ozon, ima najkrajšo življenjsko dobo v ozračju (okoli 5 let) metilkloroform. Po preteku štirikratne življenjske dobe ali po dvajsetih letih bo njegova preostala atmosferska koncentracija znašala le okoli 2 odstotka današnje. Po drugi strani pa ima CFC-12 življenjsko dobo okoli 100 let in bo njegova koncentracija v atmosferi leta 2100 znašala vsaj 37 odstotkov današnje. Slednja trditev je pogojna, saj se celo v razvitih državah, v katerih je bila proizvodnja ustavljena, izpuščanje nadaljuje iz zalog iz pretekle proizvodnje, nakopičenih v opremi in penah iz umetnih mas. Izpuščena količina leta 1995 je bila ocenjena na 791 tisoč ton. V razvitih državah je proizvodnja dosegla višek leta 1988, ustavljena pa je bila leta 1993. Čeprav na Kitajskem, v Indiji in Koreji še vedno poteka nekaj proizvodnje, ki bi jo morale zaustaviti leta 2002, prihaja večina sedanjih izpustov iz zalog v razvitih državah. Ti izpusti so bili ocenjeni na 70 tisoč ton leta 1995 in upadajo za približno štiri odstotke na leto. Življenjska doba tega halona v atmosferi znaša okoli 65 let. Njegova koncentracija v atmosferi bo naraščala približno do leta 2020, razen če bo protokol dopolnjen z zahtevo po uničenju nakopičenih halonov.

Najpreprostejši kazalec, ki ponazarja pretekle in napovedane poškodbe ozonske plasti, je skupna obremenitev troposfere s klorom in bromom, izražena kot ekvivalentni klor. Če primerjamo molekulo broma z molekulo klora, je brom pri uničevanju ozona približno 58-krat učinkovitejši od klora: ekvivalentni klor = klor + 58 x brom. Ocene preteklih in načrtovanih obremenitev so prikazane na sliki 7.2. Čeprav se mnenja, kako daleč v preteklost je mogoče slediti poškodbam ozonske plasti, razlikujejo, pa se je uveljavilo stališče, da je značilna raven 2,5 ppbv (en delcev na milijardo po volumnu) klorovega ekvivalenta, ki je bila prvič dosežena ob koncu sedemdesetih let prejšnjega stoletja. Skladno z najnovejšimi dopolnitvami protokola (1997) je predvidena vrnitev na to raven med letoma 2050 in 2060. Zaradi primerjave lahko pripomnimo, da po prvotnem protokolu, londonskih (1990) in kopenhagenskih dopolnitvah (1992), ni bilo zagotovila, da bo vrednost klorovega ekvivalenta kdaj spet padla na 2,5 ppbv (delcev na milijardo po volumnu). Dunajske dopolnitve iz leta 1995 so končno dosegle načrtovano znižanje, dopolnitve v Montrealu leta 1997 pa so ga za nekaj let približale. Razlog za izostanek odločnejšega ukrepanja v zgodnjih pogajanjih je morda v tem, da so udeleženke protokola dajale prednost doseganju soglasja pred učinkovitostjo; če pogledamo nazaj, se zdi, da so pogajalci dosledno

2 Mednje sodita medicinska uporaba CFC-jev v inhalatorjih z določenim odmerkom (ki jih sedaj množično nadomeščajo HFC-ji ali PFC-ji – popolnoma fluorirani ogljikovodiki) in uporaba halonov v protipožarnih sistemih v vojaški opremi.

zavzemali taka stališča, da bo laže doseči soglasje na naslednjem sestanku.[3]

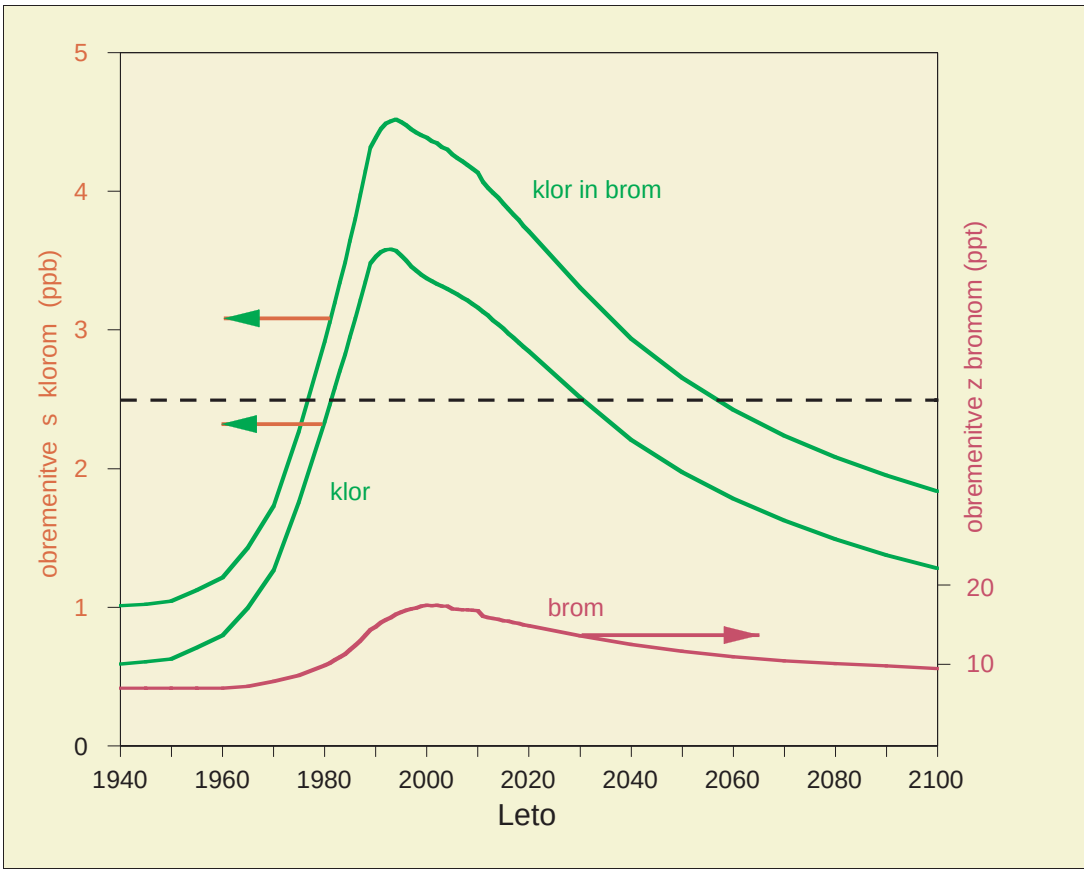
Bi se morali epizodi klorofluoroogljikovodikov (CFC) izogniti? Bi se ji lahko izognili? Trije orisi iz industrijske in okoljske zgodovine bodo morda pomagali prikazati ti vprašanji v pravi luči.

7.2. Zgodnje obdobje

Prva epizoda se dogaja konec 19. stoletja. Preučevali so klorirane derivate preprostejših ogljikovodikov in po naključju odkrili številne spojine, ki nimajo pomembnih virov zunaj laboratorija. Pri tovrstnih spojinah gre večinoma za snovi, ki uničujejo ozon. Ogljikov tetraklorid so proizvajali industrijsko. Uporabljali so ga kot čistilo, za kemično čiščenje in v gasilnih aparatih. Metilkloroform je bil znan, vendar ni imel področja uporabe, kar je presenetljivo s stališča razvoja po letu 1950. Belgijski kemik Swarts je postavil temelje raziskav fluoriranih ogljikovodikov, ko je izdelal CFC-11 in CFC-12 s katalizirano reakcijo fluorovodikove kisline z ogljikovim tetrakloridom. Na prelomu stoletja je bil ozon pomembna industrijska kemikalija. V dobi, ki jo danes učbeniki povečini prezrejo, so ga množično uporabljali za različne namene, od

Slika 7.2 **Pretekle in napovedane skupne obremenitve troposfere s klorom in bromom**

Vir: DETR, 1999



Reaktivni brom je prikazan v ppt na desni in v ppb ekvivalentnega klora na levi. Skupna obremenitev je izražena v ekvivalentnem kloru. Črta pri 2,5 ppb ekvivalentnega klora prikazuje obremenitev ob koncu sedemdesetih let 20. stoletja.

3 Odstavek 9(c) 2. člena Montrealskega protokola določa, da »morajo stranke pri sprejemanju takšnih odločitev vložiti vse napore, da bi dosegle soglasen dogovor. Če so bile izčrpane vse možnosti za dosego soglasja in ni bil dosežen dogovor, se take odločitve v skrajnem primeru sprejmejo z glasovanjem, in sicer z dvotretjinsko večino prisotnih udeleženk, ki morajo pomeniti vsaj 50 odstotkov skupne porabe nadzorovanih snovi pri udeleženkah.« Doslej še ni bilo glasovanja o nobeni zadevi. 11. odstavek istega člena določa: »Ne glede na določila tega člena lahko udeleženke sprejmejo ukrepe, ki so strožji od tistih, ki jih zahteva ta člen.« Uporabljen je bil samo enkrat, in sicer je to storila Evropska unija marca 1991, kar nakazuje, da so bili pogajalci v celoti kar zadovoljni z napredovanjem s hitrostjo, ki jo je narekovalo doseganje soglasja.

kemijskih laboratorijev do komunalnih storitev. Bil je najmočnejši znani oksidant, ni puščal spornih ostankov in lahko, čeprav nekoliko drago, ga je bilo izdelati. Uporabljali so ga za sterilizacijo javnih vodovodov in čiščenje zraka v sistemu podzemne železnice v osrednjem Londonu. V proizvodnji lanu, bombaža, barv, lakov, linoleja in dišav so ga precej uporabljali kot belilo in deodorant za olja, voske in maščobe. Uporabljali so ga kot konzervans za hrano in v hladilnicah, ladje pa so bile pogosto opremljene s prenosnimi ionizatorji/ozonizatorji. O ozonu kot naravni sestavini atmosfere je bilo malo znanega. Leta 1857 so meritve v Rouenu pokazale, da mešalno razmerje blizu tal znaša okoli 10^{-8} (10 ppbv) (Houzeau, 1857), in postavljene so bile precej goste mreže postaj, ki so izvajale takšne meritve. Najbolj znane so bile v Belgiji in Franciji. Zaradi neprepuščenega sončnega spektra pri majhnih valovnih dolžinah so sklepali, da morajo biti v zgornjih plasteh ozračja mešalna razmerja veliko večja. Na prelomu stoletja je med meteorologi prevladovalo prepričanje, da je termična struktura ozračja enostavna: temperatura naj bi padala z višino po dobro znani stopnji in padanje naj bi se nadaljevalo vse do roba ozračja. To prepričanje je leta 1901 omajal Teisserenc de Bort (glej npr. Goody, 1954), ki je poročal, da se to padanje konča, pogosto čisto nenadoma, na višini okoli 11 km. Od tam pa do višine približno 14 km, ki je še v dosegu njegovih instrumentov, ostaja temperatura skoraj konstantna. Sprva je svoje odkritje poimenoval izotermična plast, vendar je pozneje predlagal za označevanje dobro premešanega spodnjega območja izraz troposfera, za območje nad njim pa izraz stratosfera, ki ponazarja njegovo visoko statično stabilnost. Rutinsko sondiranje stratosfere je bilo preloženo na obdobje cenejših prenosnih radijskih aparatov, lahkih instrumentov in izboljšanih balonov. Začelo se je leta 1933, vendar so učinki gospodarskega nadzorovanja in svetovne vojne upočasnjevali razvoj vse do petdesetih let.

7.3. Trideseta leta 20. stoletja – industrija klorofluorogljikovodikov (CFC) je rojena

Drugi oris prikazuje tretje desetletje 20. stoletja. Do tedaj je klor večinoma nadomestil ozon kot industrijsko belilno in sterilizacijsko sredstvo. Bil je poceni, ker so ga v velikih količinah proizvajali kot stranski produkt pri elektrolizi kamene soli. Ta proces je bil namenjen zadovoljevanju naraščajočega povpraševanja po kavstični sodi, ki so jo uporabljali pri pripravi pločevine za barvanje. Norvežan Eric Rotheim je leta 1926 prijavil patent za aerosolno posodo (razpršilec). (Ni podatkov o množični uporabi do druge svetovne vojne, ko so na območju Tihega Oceana potrebovali insekticidne razpršilce. Množična proizvodnja se je začela v Združenih državah leta 1947 in v Nemčiji leta 1953.) Leta 1929 je Thomas Midgely v podjetju General Motors v Združenih državah opravil pregled kemikalij, ki bi jih lahko uporabljali kot hladilna sredstva, in priporočil CFC-12 in CFC-11 kot učinkovita, nestrupena in nevnetljiva. Du Pont je začel industrijsko proizvajati CFC-12 leta 1930 in CFC-11 leta 1934.

Do tedaj je bila ozonska plast odkrita in – upoštevaje razpoložljiva sredstva - precej izčrpno raziskana. Letno spreminjanje količine ozona so merili na postajah, ki so bile razporejene od arktičnega kroga do Nove Zelandije, predvsem po zaslugi Dobsona in njegovih sodelavcev v Oxfordu, ki so sledili pionirskim meritvam Fabryja in Buissona v Franciji. Glavne značilnosti navpične porazdelitve ozona so bile ugotovljene z meritvami svetlobe, razpršene iz nebesnega zenita v mraku (Götz, Meetham and Dobson) in po zaslugi Regenersa iz Stuttgarta, ki je z balonom poslal majhen spektroskop na višino 31 km, s čimer je ta prepotoval okoli 70 odstotkov ozonske plasti. Rezultati teh dveh zelo različnih tehnik so se izredno dobro ujemali. Na koncu tega orisa moramo omeniti, da je leta 1930 Chapman objavil prvo teoretično razpravo o nastanku atmosferskega ozona (več o vsem tem npr. Goody, 1954). V okviru svojih omejitev je dala fotokemija ravnovesja v statični atmosferi zadovoljivo oceno zgornjega dela ozonske

plasti (nad 30 km), popolnoma pa je odpovedala pri razlagi opaženih sprememb količine ozona v odvisnosti od zemljepisne širine in letnega časa. Preteči je moralo več kot 50 let, preden je bilo lahko v modele ozonske plasti vključeno resnično gibanje zraka, in vse do danes se ohranja medsebojen vpliv negotovosti v kemiji in v dinamiki ozračja.

7.4. Sedemdeseta leta – seme dvoma

Zaskrbljenost glede učinka človekovih dejavnosti na ozonsko plast je dobila mednarodno razsežnost leta 1970. Sprva je bila izražena bojazen zaradi emisij dušikovih oksidov, ogljikovega monoksida in vode iz načrtovanih komercialnih flot letal za nadzvočni stratosferski promet (SST). Svarila so zbudila pozornost – Združene države so opustile razvoj SST, skupno število angleško-francoskih concordov in ruskih tupoljevov 144 pa ni nikoli preseglo 40 letal. Nato se je pozornost preusmerila k industriji klorofluorogljikovodikov, ki se je v šestdesetih letih strahotno razširila. Raziskava z nedavno razvito napravo za merjenje majhnih koncentracij CFC-jev je pokazala, da so se ti plini, ki so jih izpuščali predvsem na severni polobli, razširili po vsem svetu (Lovelock idr., 1973). Poleg tega so njihove koncentracije kazale, da morajo biti procesi odstranjevanja CFC-jev iz troposfere izredno počasni, saj so bile skoraj vse izpuščene količine še vedno v atmosferi. Kot so ameriški znanstveniki poudarjali v raziskovalnih člankih leta 1974, so CFC-ji tako stabilni, da bodo sčasoma dosegli stratosfero, kjer se bo s fotolizo sprostil klor in sledila bo verižna reakcija uničevanja ozona (Molina in Rowland, 1974; Cicerone idr., 1974). Sledila je živahna razprava, ki je trajala več kot desetletje.

Prva pomembna poteza je bil sporazum o raziskovalno usmerjenem »svetovnem akcijskem načrtu za ozonsko plast« iz leta 1977 in ustanovitev Koordinacijskega odbora za ozonsko plast v okviru Programa Združenih narodov za okolje (UNEP), ki naj bi nadziral izvedbo načrta. Pomembno je omeniti, da so predstavniki nevladnih organizacij (NGO) dobili pravico do udeležbe na sestankih odbora. V Združenih državah Amerike so z učinkovito javno kampanjo, ki jo je spodbudila predhodna razprava o učinkih nadzvočnih letal, leta 1977 dosegli sprejetje predpisov, ki so prepovedali uporabo klorofluorogljikovodikov kot potisnih plinov v razpršilcih. Kana, Norveška in Švedska so ravnale podobno. Evropske okoljevarstvene skupine so svojo pozornost v tem obdobju posvečale vprašanju kislega dežja in v zvezi s klorofluorogljikovodiki ni bilo hudega pritiska javnosti na vlade. Vendar je bil leta 1980 sprejet Sklep Sveta 80/372, ki naj bi zamrznil proizvodne zmogljivosti za CFC-11 in CFC-12 ter do konca leta 1981 zmanjšal njuno porabo v razpršilcih za najmanj 30 odstotkov od ravni iz leta 1976. Učinka teh ukrepov na izpuščanje ni mogoče enostavno ugotoviti. Nekaj let pred začetkom veljavnosti ukrepov so izpuščene količine naglo padle, najbolj zaradi upada svetovne trgovine kot posledice krize na naftnem trgu. Zmanjšano porabo razpršilcev je kmalu nadomestila povečana poraba v proizvodnji pen. Evropska zamrznitev je bila tako rekoč simbolična poteza, ker je večina obratov proizvajala precej manj od svoje polne zmogljivosti.

Kljub temu so ti ukrepi videti kot prvi in zadnji primer nedvoumne uporabe previdnostnega načela v zgodbi o ozonu. Gre za edino dejanje, preden so postali dokazi o škodljivosti klorofluorogljikovodikov neizpodbitni. Ameriški zakon o čistem zraku iz leta 1977 izrecno navaja, da za upravičeno ukrepanje zadošča »ne dokončen dokaz … temveč razumno pričakovanje« škodljivih učinkov (Agencija za varstvo okolja ZDA, 1987). To je bilo v velikem nasprotju z miselnostjo »bomo videli«, ki jo je sprejela industrija. Pri Du Pontu, prvem in največjem svetovnem proizvajalcu CFC-jev, so to oznanili na celi strani v *New York Timesu* (30. junija 1975). Objavili so naslednje: »Če bi se na temelju splošno priznanih dokazov izkazalo, da nekateri fluorirani ogljikovodiki pomenijo tveganje za zdravje zaradi tanjšanja ozonske plasti, smo pripravljeni ustaviti proizvodnjo škodljivih spojin.« Tako so do leta 1986 zanikali obstoj splošno priznanih dokazov. Kljub temu je treba priznati, da je industrija prek Združenja proizvajalcev kemikalij (ki je mednarodna agencija za financiranje) ves ta čas izdatno finančno podpirala ustanove in

posameznike, ki so bili vključeni v raziskave problema ozona.

Na začetku osemdesetih let je kazalo, da se je vprašanje ozonske plasti poleglo. Računski modeli so napovedovali zgolj majhno dolgoročno zmanjšanje količine ozona in to je bilo usklajeno z opazovanji, ki niso pokazala značilnega trenda. Pogajanja za mednarodno konvencijo o ozonski plasti, ki jih je začel UNEP leta 1981, so napredovala počasi. Medtem ko so Združene države podpirale vrsto mehanizmov za nadzor uporabe klorofluoroogljikovodikov v različne namene, si je Evropa prizadevala za omejitev proizvodnih zmogljivosti. Razlike so bile nepremostljive in Dunajska konvencija o zaščiti ozonske plasti, usklajena marca 1985, je vsebovala zgolj obveze po sodelovanju v raziskavah in monitoringu, pri izmenjavi podatkov o proizvodnji CFC-jev in potrjevanju zapisnikov o nadzoru, samo če in kadar je to upravičeno. Do tedaj Združene države niso bile pripravljene ukrepati enostransko, sklicujoč se na to, da je zaradi njihovih preteklih ukrepov delež njihove proizvodnje CFC-11 in CFC-12 padel s 46 odstotkov svetovne proizvodnje leta 1974 na 28 odstotkov leta 1985. Nekaj tolažbe za zagovornike nadzora pa je bilo: udeleženke konvencije so UNEP pooblastile za takojšnji sklic pogajanj delovne skupine o protokolu, ki naj bi bil po možnosti podpisan leta 1987.

7.5. Montrealski protokol in ozonska luknja

Montrealski protokol je bil po enem tednu vročičnih polemik končno podpisan 16. septembra 1987. Richard Benedick, glavni pogajalec ZDA, je pozneje trdil, da je bila tudi to uporaba previdnostnega načela. Bolj preprosta bi bila razlaga, da so dogodki prehiteli delovno skupino. Revija *Nature* (Farman idr., 1985) je maja 1985 poročala o tanjšanju ozona nad Antarktiko, ki je bilo mnogo hujše od vseh napovedi in ga je oktobra 1985 potrdila Nasa. V poročilu o Nasinih rezultatih je *Washington Post* podal svetu nazoren pojem »ozonska luknja«. Du Pont, ki so ga spomnili na njegovo izjavo iz leta 1975, je septembra 1986 v pismu svojim kupcem klorofluoroogljikovodikov izjavil, da sedaj sprejema potrebo po nekaterih nadzornih mehanizmih (Cagin in Dray, 1993, str. 308). Nacionalna ozonska odprava ZDA (NOZE) na postajo McMurdo na Antarktiki je leta 1986 prav tako pridobila veliko dokazov, ki so podpirali mnenje, da je vzrok za izginjanje ozona kemijske narave. Septembra 1987 je bila pozornost spet osredotočena na Antarktiko, in sicer v pričakovanju sporočil za medije NOZE II in Antarktičnega letalskega ozonskega eksperimenta ZDA (AAOE), katerega letala so iz Punta Arenasa v Čilu poletela v ozonsko luknjo in pod njo. Določanje roka za objavo protokola je treba razumeti le kot predhodno potezo, ki je bila načrtno zasnovana tako, da je ohranila nekaj verodostojnosti pogajalcem in zagotovila industriji čas za ustrezno reorganizacijo.

Uspeh, kompromis, zmešnjava, polom – z vsemi temi izrazi so opisovali protokol iz leta 1987. Nedvomno je šlo za psihološki preboj. Čeprav so bili roki postavljeni tako, da so bili izvedljivi, pa končni cilj ni bil jasno opredeljen, in izpusti so v obdobju do naslednjega popolnega srečanja udeleženk hitro naraščali. Protokol je bil skladno z načrti ratificiran in je začel veljati 1. januarja 1989. Revizijski postopek je stekel takoj. Do tedaj je bilo doseženo soglasje o glavnih znanstvenih vprašanjih, nevladne organizacije so se energično borile za ozaveščanje javnosti, industrija pa se je na problem odzivala mnogo hitreje, kot se je sprva zdelo mogoče. Čeprav so bile londonske dopolnitve iz leta 1990 bistveno odločnejše od izvirnega protokola, so v primerjavi z izjavami večine udeleženk na pripravljalnih sestankih vseeno razočarale. Vendar sta bili poleg sprememb v nadzornih mehanizmih sprejeti dve pomembni odločitvi. Dogovorjene so bile popolne revizije na vsaki dve leti namesto na štiri in dogovorjena je bila (v novem 10. členu) ustanovitev Meddržavnega sklada za izvajanje Montrealskega protokola (MFMP), ki naj bi državam v razvoju pomagal zmanjšati odvisnost od snovi, ki tanjša ozonsko plast.

Glavna tema teh pogajanj je bila hitra zamenjava CFC-jev z novimi kemikalijami, med njimi pa je industrija dajala prednost delno halogeniranim klorofluoroogljikovodikom (HCFC) in

delno fluoriranim ogljikovodikom (HFC).[4] Okoli 75 odstotkov svetovne proizvodnje CFC-jev je bilo v rokah 13 skupin podjetij, ki so bile povsem pripravljene zapreti stare obrate za proizvodnjo CFC-jev, če bi protokol zagotovil panogi dovolj časa za dobičkonosne naložbe v proizvodnjo HCFC-jev in HFC-jev. Pogajalci so to sprejeli brez oklevanja. Te prehodne snovi so postale predmet smernic, namesto nadzora, in njihova prihodnost je ostala odprta, kajti ni bilo mogoče doseči soglasja glede datuma njihove opustitve.[5] Po mojem mnenju je bil ta pristop čisto zgrešen. Tehnične raziskave so že pokazale, da se velike količine CFC-jev in halonov po nepotrebnem izpuščajo zaradi slabih delovnih postopkov. Potrebna nadomestna količina je bila veliko manjša od sedanje porabe. Bolj bi kazalo poudariti smotrne dolgoročne cilje in aktivno spodbujati razvoj energetsko učinkovitih tehnologij in tehnologij brez halogeniranih ogljikovodikov. Tako bi zaščitili ozonsko plast, upočasnili klimatske spremembe in zmanjšali stroške za izboljšanje življenjskega standarda v državah v razvoju. Večino sredstev iz MFMP so porabili za nadomeščanje CFC-jev s HCFC-ji in sedaj je potreben dodaten denar za opuščanje HCFC-jev. Zagotovo bi bilo bolje, če bi že od začetka spodbujali bolj korenite tehnološke spremembe.

Zadnje srečanje vseh udeleženk je bilo v Pekingu na Kitajskem v začetku decembra 1999, kjer je bilo zastopanih 129 vlad. Med pripravami na srečanje sta se zgodila dva omembe vredna dogodka. Marca 1999 je MFMP odobril 150 milijonov ameriških dolarjev za popolno opustitev proizvodnje CFC-jev na Kitajskem v naslednjih desetih letih. Kitajska je sedaj največja proizvajalka in porabnica CFC-jev in halonov na svetu. Teden dni pred srečanjem je MFMP odobril 82 milijonov ameriških dolarjev za popolno opustitev proizvodnje CFC-jev v Indiji, njihovi drugi največji svetovni proizvajalki. Na srečanju so se udeleženke dogovorile, da bodo zbrale dodatnih 440 milijonov dolarjev za MFMP. Sklad je od leta 1991 porabil več kot milijardo dolarjev. Sprejeti so bili novi nadzorni mehanizmi za HCFC-je, med katerimi je tudi prepoved trgovine s temi kemikalijami z državami, ki še niso ratificirale dopolnitev iz leta 1992 (o opuščanju HCFC-jev). Dogovorjeno je bilo, da se do leta 2002 popolnoma odpravi proizvodnja bromoklorometana, kemikalije, ki so jo še nedavno tržili. Sprejeta je bila Pekinška deklaracija, ki poziva k nenehnim naporom za ustavitev nezakonite trgovine s snovmi, ki uničujejo ozon. Na hitro so si tudi ogledali previdnostno načelo: diskusijske skupine za znanstveno in ekonomsko ocenjevanje so dobile nalogo predlagati ukrepe za preprečevanje razvoja in trženja novih kemikalij, ki uničujejo ozon.[6] Med pomembna vprašanja, ki niso bila razrešena, sodi morebitno uničenje nakopičenih zalog halonov, zgodnejša odprava metilbromida in zmanjšanje sedanjega obsega porabe CFC-jev in halonov v Rusiji in drugih državah v procesu gospodarske tranzicije.

7.6. Pozne lekcije

Poročilo o hitrem in neprizanesljivem uničevanju ozona nad Antarktiko iz leta 1985 je bilo rezultat sistematičnih dolgoročnih meritev, ki so jih začeli izvajati izključno v znanstveno-raziskovalne namene. Presenetilo je vse, vključno z avtorji. Po uveljavljenem mnenju naj bi bili učinki CFC-jev najprej opazni na velikih višinah (30 do 50 km) v tropih, spremembe v nižjih plasteh stratosfere v polarnih predelih pa naj bi bile zelo počasne. Kot se je izkazalo, sta bili dve skupini blizu tega, da ovržeta uveljavljeno mnenje – japonski znanstveniki so predstavili nepravilnosti v prerezu ozona nad Antarktiko, vendar niso ugotovili sistematičnega trenda, Nasini znanstveniki pa so ponovno preučevali zelo majhne količine ozona, ki jih je njihova programska oprema v prvotno pridobljenih satelitskih podatkih označila za »sumljive«. To se je dogajalo pred pojavom medmrežja in obžalovanja vredno pomanjkanje učinkovitega sodelovanja med ustanovami z omejenimi sredstvi ni bilo nič

4 HCFC-ji so snovi, ki povzročajo tanjšanje ozonske plasti, vendar so veliko manj škodljive kot CFC-ji. Potencial HFC-jev za uničevanje ozona je enak nič, vendar so to plini z močnim toplogrednim učinkom.

5 Mnenja o tem, kdaj bi bilo mogoče doseči opustitev, so se zelo razlikovala. Ciljali so na obdobje med 2010 in 2040.

6 Več informacij o pekinškem srečanju boste našli na spletni strani: http://www.iisd.ca/ozone/mop11/

nenavadnega. Omeniti je treba tudi, da je ozonska srenja ravno končevala prvo izmed poročil WMO, kar je bila težavna naloga za avtorje in recenzente. Financiranje dolgoročnega monitoringa je še vedno resno vprašanje. Zagotavljanje odprtega financiranja za odkrivanje večjega okoljskega problema enostavno ni izvedljivo v potrebnem obsegu.

Recesija in vojna sta zavrli razvoj industrije CFC-jev. Med letoma 1930 in 1948 so celotne izpuščene količine CFC-12 in CFC-11 znašale samo 25 oziroma 5 tisoč ton. Rast v naslednjih dveh desetletjih je bila presenetljiva – leta 1970 je bilo izpuščenih 300 oziroma 207 tisoč ton. Ljudi so prepričevali, da naj kupujejo CFC-je (razpršilce) in jih potem zavržejo. Sanje industrije o »čudežnih kemikalijah« so se očitno uresničevale. To je bil čas, ko bi se bilo mogoče upravičeno vprašati, ali je takšen razvoj trajnosten.

Ni dvoma, da bi običajna ocena tveganja, na primer leta 1965, pripeljala do sklepa, da ni znane podlage za zaskrbljenost. Ugotovila bi, da so CFC-ji varni za uporabo, da so kemično zelo stabilni in nevnetljivi ter da imajo zelo majhne stopnje strupenosti. So zelo dobri toplotni izolatorji, nekateri so tudi odlična topila, ki se z lahkoto mešajo s številnimi drugimi organskimi snovmi. V oceni bi lahko poudarili, da ni znano, kaj se s CFC-ji zgodi, ko jih izpustimo v atmosfero, vendar bi nedvomno tudi dodali, da se že več kot 30 let izpuščajo v atmosfero brez očitne škode. Verjetno bi sledil dolg seznam priporočil za nadaljnje raziskave. Za nazaj je lahko ugotoviti, da bi morale obsegati tudi raziskovanje ultravijoličnega in infrardečega spektra CFC-jev, meritve njihovih koncentracij v atmosferi in identifikacijo snovi, ki nastajajo pri njihovem razpadu. Če bi se to zgodilo, bi lahko ugotovili, da atomi klora in fluora, ki se sproščajo iz CFC-jev v zgornji plasti atmosfere, povzročajo tanjšanje ozonske plasti. Glede slednjega se je zdelo, da so obstajali le namigi (Weigert, 1907; Norrish in Neville, 1934[7]). Vendar bi bili le-ti zagotovo zavrnjeni z razlago, da je na ustrezni višini vsaj 10.000-krat več ozona kot CFC-jev.

Možno je, da bi takšna ocena pospešila raziskave, ki so bile potrebne za verodostojno obtožbo CFC-jev. Vendar zgodovina kaže, da so verodostojne obtožbe sprožale le omejene ukrepe. Resna pogajanja se niso začela pred hudim uničenjem in trdnimi dokazi, ki so to uničenje povezovali s CFC-ji. Razvlečeni in pogosto dopolnjevani načrt za odpravo snovi, ki uničujejo ozon, nakazuje, da previdno ravnaneje z okoljem celo v tej fazi ni bilo najpomembnejše vodilo snovalcev politike.

Nedavna odločitev (2001) vlade Združenih držav Amerike, da ne bo ratificirala Kjotskega protokola o podnenih spremembah, je razočarala mnoge, ki so upali, da bodo izkušnje, pridobljene z Montrealskim protokolom, olajšale doseganje sporazumov za nadaljnjo zaščito svetovnega okolja. Eden izmed naukov bi moral biti, da nimajo niti vlade niti nadnacionalne družbe pravice do globalnih eksperimentov, pa čeprav bi šlo pri tem izključno za »običajne zadeve«. Vprašanje CFC-jev je resno svarilo. Postopke, ki se v trenutku uvajanja zdijo razumni (v tem primeru takrat, ko so bile v razumevanju atmosferskih procesov velikanske vrzeli), lahko pozneje (ko se razumevanje izboljša) obravnavamo kot take, ki povzročajo resen svetovni problem, ki se ga niti ne da na hitro odpraviti niti se mu ni moč izogniti. Tu se skriva globoko zakoreninjen paradoks. Kot kaže, kratkoročna varnost zahteva, da bi morale biti sintetične kemikalije za vsakdanjo rabo nereaktivne. Dolgo je trajalo, preden smo spoznali, da bodo zato izredno obstojne.

Ne bi smeli domnevati, da je znanost o okolju dosegla stopnjo, ko je mogoče predvideti vse nevarnosti. Tehnologija vse prepogosto prehiti znanost, ki je potrebna za oceno vseh vpletenih nevarnosti. Če želimo najti rešitev, se bodo morali snovalci politik naučiti - mnogo hitreje kot v preteklosti – prepoznavati, kdaj naj razumevanje, pa čeprav še tako elementarno, nadomesti nevednost.

7 Članka poročata o laboratorijskih poizkusih na temo razgradnje ozona, fotosenzibiliziranega s klorom. Navedena sta v sistematičnem pregledu stratosferske kemije iz leta 1977, vendar nič ne kaže, da sta kakorkoli vplivala na delavce v šestdesetih in zgodnjih sedemdesetih letih.

Preglednica 7.1 **Halogenirani ogljikovodiki – zgodnja svarila in ukrepi**

Vir: EEA

1907	Weigertovi laboratorijski eksperimenti na temo razgradnje ozona, fotosenzibiliziranega s klorom.
1934	Norrish in Neville izvedla iste poskuse kot Weigert (1907), na temo razgradnje ozona, fotosenzibiliziranega s klorom.
1973	Celovita raziskava avtorjev Lovelock idr. prikaže porazdelitev CFC-jev v atmosferi po vsem svetu.
1974	Molina in Rowland objavita teoretične dokaze, da bi CFC-ji lahko uničili ozonsko plast.
1977	Združene države prepovedo uporabo CFC-jev v razpršilcih na podlagi »razumnega pričakovanja«, čemur sledijo Kanada, Norveška in Švedska.
1977	Sprejet je raziskovalno usmerjen »svetovni akcijski načrt za ozonsko plast«, ki ga nadzira UNEP.
1980	Evropski odlok o omejevanju uporabe CFC-jev v razpršilcih, vendar naraščajoča uporaba v hladilnikih itd. močno zmanjša pomen teh omejitev.
1985	UNEP-ova Dunajska konvencija o zaščiti ozonske plasti doseže dogovor o raziskavah, nadzoru, izmenjavi informacij in omejitvah, če in kadar je to upravičeno.
1985	Farman, Gardiner in Shanklin objavijo rezultate, ki prikazujejo luknjo v ozonski plasti nad Antarktiko.
1987	Podpisan je Montrealski protokol o zaščiti ozonske plasti, ki predpisuje opuščanje snovi, ki uničujejo ozon, tako za razvite države kot za države v razvoju, vendar v različnih časovnih obdobjih.
Devet-deseta leta	Povečanje finančne pomoči državam v razvoju, da bi se zmanjšala njihova odvisnosti od snovi, ki tanjšajo ozonsko plast.
1997	Dopolnitve Montrealskega protokola v zvezi z obnovo ravni klora v obdobju 2050-2060.
1999	Pekinška deklaracija zahteva prizadevanje za ustavitev nezakonite trgovine s snovmi, ki tanjšajo ozonsko plast.

7.7. Viri

Cagin, S. in Dray, P., 1993. *Between earth and sky*, Pantheon Books, New York. Cicerone, R. J., Stolarski, R. S. and Walters, S., 1974. *Science* Vol. 185, str. 1165.

DETR, 1999. 'Stratospheric ozone 1999', DETR Reference No 99EP0458, United Kingdom Stratospheric Ozone Review Group, Department of the Environment, Transport and the Regions.

Farman, J. C., Gardiner, B. G. in Shanklin, J. D., 1985. *Nature* Vol. 315, str. 207.

Goody, R. M., 1954. *The physics of the stratosphere*, Cambridge University Press, Cambridge.

Houzeau, A., 1857. *Comptes Rendus Acad. Sci. Paris* Vol. 45, str. 873.

Lovelock, J. E., Maggs, R. J. in Wade, R. J., 1973. *Nature* Vol. 241, str. 194.

Molina, M. J. in Rowland, F. S., 1974. *Nature* Vol. 249, str. 810.

Norrish, R. G. W. in Neville, G. H. J., 1934. *J. Chem. Soc.*, str. 1684.

US EPA, 1987. Protection of stratospheric ozone, Fed. Register 52, str. 47491.

Weigert, F., 1907. *Ann. Physik*. Vol. 24, str. 243.

WMO, 1985, 1989, 1991, 1994 in 1999. *Global Ozone Research and Monitoring Project*, Poročila št. 16, 20, 25, 37 in 44, Svetovna meteorološka organizacija, Ženeva.

8. Zgodba o DES: dolgoročne posledice izpostavljenosti pred rojstvom

Dolores Ibarreta in Shanna H. Swan

8.1 Uvod

Leta 1970 je Herbst s kolegi poročal o primeru, kakršnega še ni bilo: pri sedmih mladih ženskah so ugotovili redko obliko raka nožnice (vaginalni svetlocelični adenokarcinom), ki ga v tej bolnišnici do tedaj še niso odkrili pri tej starostni skupini (Herbst in Scully, 1970). Naslednje leto so isti avtorji objavili pretresljivo odkritje, da je šlo pri sedmih od osmih primerov (odkrili so še enega) za prenatalno (t. j. pred rojstvom) izpostavljenost sintetičnemu estrogenu dietilstilbestrolu (DES), česar niso mogli potrditi za 32 primerjalnih primerov (Herbst idr., 1971). Sedem mesecev po tej objavi je ameriški Urad za prehrano in zdravila (FDA) umaknil dovoljenje za uporabo DES pri nosečnicah, ki so jim predpisovali ta močni sintetični estrogen vse od leta 1947 v zmotnem, a široko razširjenem prepričanju, da preprečuje spontani splav. V bistvu se je ta navidezno nedolžna terapija izkazala kot tempirana bomba za dojenčke, ki so ji bili izpostavljeni v prvih treh mesecih nosečnosti. Ugotovitev, da je DES transplacentarni karcinogen, tj. da se povzročitelj raka prenaša preko posteljice oz. maternične stene (po letu 1971 so dokazali, da je tudi teratogen, ker povzroča prirojene napake), je prišla samo deset let po strašnem odkritju (James, 1965), da uporaba talidomida v zgodnji nosečnosti povzroča resne deformacije udov pri novorojenčkih. Zaradi teh žalostnih naukov so znanstveniki opustili vsem skupno prepričanje, da je fetalno (zarodkovo) okolje varno, ker ga varuje posteljica – »ograja« – in ga zamenjali s spoznanjem o izjemni ranljivosti razvijajočega se plodu, na razvoj katerega lahko kakršnakoli izpostavljenost matere v kritičnem obdobju vpliva še dolgo po rojstvu.

8.2 Optimistični začetki

Estrogeni so steroidni hormoni, ki jih proizvajajo predvsem jajčniki in moda ter delujejo z vezavo na estrogenske receptorje. Estrogeni so poleg drugih tako imenovanih spolnih hormonov (progestinov in androgenov) potrebni za uravnavanje razmnoževanja in razvoj sekundarnih spolnih znakov pri moških in ženskah. Leta 1938 je Charles Dodds s sodelavci sintetiziral DES, prvi oralni sintetični estrogen (Dodds idr., 1938). Ta sintetični (nesteroidni) estrogen naj bi bil petkrat močnejši od estradiola, ki je najmočnejši naravni estrogen pri sesalcih (Noller in Fish, 1974). DES ni drag, enostavno se ga proizvaja in razvijajoča se farmacevtska industrija je hitro začela proizvodnjo po vsem svetu; DES se je prodajal pod več kot 200 zaščitenimi imeni. Tako kot za druge takratne farmacevtske izdelke so bile tudi za DES opravljene skromne toksikološke raziskave. Hitro je postal popularen pri najrazličnejših zdravljenjih, vključno z zdravljenjem simptomov menopavze in raka prostate. Uporabljal se je tudi za zaustavitev laktacije (izločanja mleka), kot postkoitalna kontracepcija (jutranja tabletka) in za zdravljenje postmenopavznega sindroma (Noller in Fish, 1974). Pozneje se je uporabljal tudi kot spodbujevalec rasti pri piščancih, ovcah in govedu (Aschbacher, 1976).

DES se je med drugim uporabljal tudi za preprečevanje spontanega splava. V štiridesetih letih se je verjelo, da je spontani splav posledica znižanja ravni estrogena (Smith, 1948), za kar danes vemo, da je dejansko posledica, in ne vzrok. Že leta 1941 je Karnaky s sodelavci začel poskusno uporabljati zelo velike odmerke (100 mg intramuskularno v maternični vrat na dan) pri ženskah »z grozečim splavom« in za ta namen ocenil

zdravilo kot učinkovito ter trdil, da nima nikakršnih neželenih učinkov na mater ali plod (Karnaky, 1942). Uporabo DES za preprečevanje spontanega splava sta spodbujala tudi Olive in George Smith, ki sta v štiridesetih letih izvedla več (nenadzorovanih) poskusov uporabe DES v nosečnosti in izčrpno poročala o njegovi učinkovitosti (Smith, 1948; Smith idr., 1946).

Neke vrste paradoks je, da je ravno Charles Dodds, znanstvenik, ki je prvi sintetiziral DES (za kar je pozneje dobil naziv viteza), nekaj let zatem razmišljal o potrebi po minimalnem testiranju novih zdravil. Ko je na lastno pobudo preiskoval zgodovino stilbestrola (še eno poimenovanje za DES), je omenil (Dodds idr., 1938), da ni bila opravljena nobena dolgoročna študija toksičnosti (oz. škodljivosti) tega sintetičnega estrogena. Rekel je: »Verjetno moramo biti zelo veseli, da se je DES izkazal za tako netoksično substanco.« (Dodds, 1965). Ko je Dodds to zapisal, pa dolgoročne posledice DES na žalost še niso bile znane.

8.3 Tragične posledice

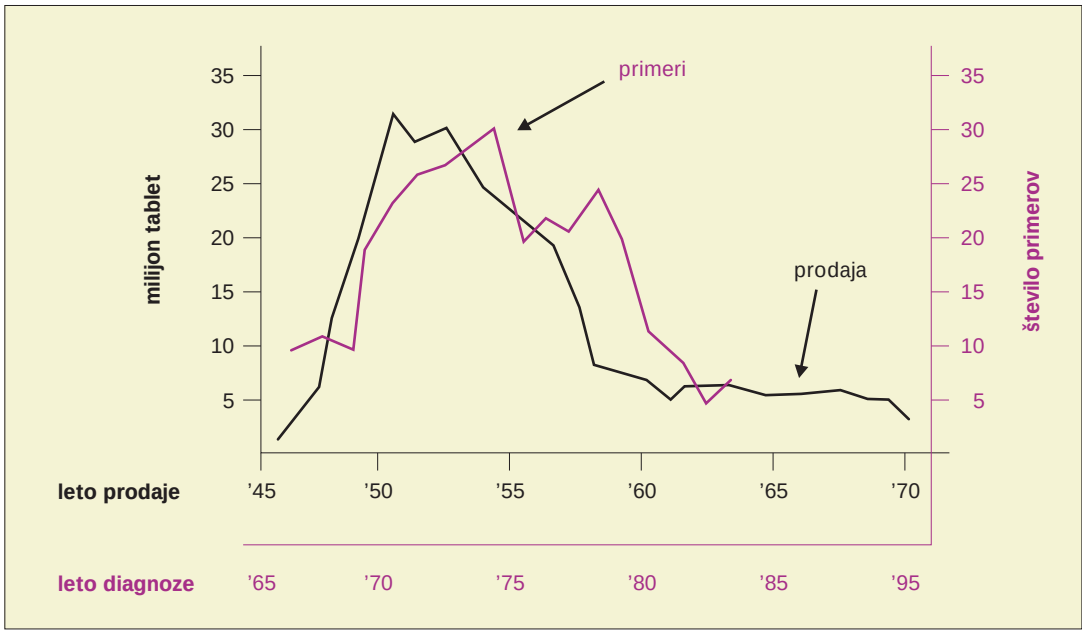
Poročila, da je DES povečal pojavnost raka pri laboratorijskih živalih, so se pojavila že leta 1938 (Lacassagne, 1938; Geschickter, 1939; Shimkin in Grady, 1941; Greene in Brewer, 1941). Po teh zgodnjih poročilih so obširne raziskave pokazale povečano pojavnost raka mlečnih žlez, materničnega vratu in nožnice pri mnogih glodalcih zaradi DES. Vendar vse do leta 1971 skoraj ni bilo dokazov, ki bi nakazovali, da lahko uporaba DES v nosečnosti vodi do raka in anomalij reproduktivnih organov pri ljudeh celo dvajset let po zaužitju.

Ugotovitve študije, ki jo je leta 1971 Herbst s sodelavci izvedel pri kontrolni skupini bolnikov, s katero so določili prenatalno izpostavljenost DES kot verjeten vzrok redke in pogosto smrtne oblike nožničnega raka pri mladih ženskah, so bile zastrašujoče in brez primere. Tej študiji je po nekaj mesecih sledila še ena, ki je to potrdila (Greenwald idr., 1971). Povezavo med uporabo DES pri nosečnicah in pojavom vaginalnega svetloceličnega adenokarcinoma jasno prikazuje slika 8.1. Kot lahko vidimo, obstaja velika povezava med prodajo DES (ki jo tu predstavljajo številke prodaje na trgu velikega in reprezentivnega ameriškega proizvajalca v času pravnega spora) in diagnozo tega raka dvajset let pozneje (Melnick idr., 1987).

To presunljivo odkritje je končno opozorilo na nevarnost uporabe DES pri nosečnicah in ponudilo prepričljive dokaze možnosti tveganja za plod, ki jih lahko ima izpostavljanje nosečnic zdravilom (in drugim kemikalijam). Po tej študiji je FDA novembra 1971 objavil poročilo, v katerem je uporaba DES kontraindicirana (se

Slika 8.1 **Prodaja 25 mg tablet DES v primerjavi s primeri svetloceličnega raka po letih diagnoze**

Vir: D. Ibarreta in S.H. Swan



ne sme uporabljati) med nosečnostjo (US Department of Health, E. and Welfare, 1971). Na žalost pa se je uporaba DES pri nosečnicah zunaj ZDA nadaljevala tudi po letu 1971, v nekaterih državah celo mnogo let zatem (Direcks in t'Hoen, 1986). Število žensk, ki so jemale DES, ni točno znano, vendar je Nacionalni inštitut za zdravje ocenil, da ga je samo v ZDA jemalo 4,8 milijona nosečnic. Celotna izpostavljenost (mater, sinov in hčera) na svetu se ocenjuje na 10 milijonov (glej primer 8.1).

Poznejše študije, vključno z zasledovanjem velike skupine žensk, ki so bile izpostavljene DES (DESAD-kohorta, za DES-adenozo), so pokazale, da se pri njihovih hčerah pojavlja veliko anomalij spolnih organov. Med drugim je šlo za spremembe epitelija (celic povrhnjice), npr. adenoza vagine, in strukturne spremembe, kot so cervikalna stenoza (zoženje odprtine materničnega ustja) in nepravilne oblike maternice. V nasprotju z vaginalnim svetlocelličnim adenokarcinomom, ki je bil izredno redek med ženskami, izpostavljenimi DES, so bile te nepravilnosti pogoste, še posebej pri ženskah, katerih matere so prejemale DES v zgodnji nosečnosti. Vsaj nekaj teh sprememb, za katere so ugotovili, da so obstajale že celo pred rojstvom (Johnson idr., 1979), je imelo resne posledice za razmnoževanje. Precej se je povečala nevarnost neželenih izidov nosečnosti, vključno z ektopično nosečnostjo (ugnezdenje zarodka zunaj maternice), spontanim splavom in prezgodnjim rojstvom (Swan, 1992). Študij »DES sinov« je bilo manj, a so mnoge pokazale povečano pojavnost nepravilnosti spolnih organov pri teh moških (Goldberg in Falcone, 1999).

8.4 DES neučinkovit pri preprečevanju spontanega splava

Po uvodnih trditvah o uspešnosti DES pri preprečevanju spontanega splava je bilo izvedenih več študij za oceno njegove učinkovitosti, ki so imele različne rezultate. Z njihovo vse večjo natančnostjo je podpora za uporabo DES upadala. Končno sta bila v zgodnjih petdesetih letih izvedena dva nepovezana, s placebom kontrolirana klinična poskusa. Obsežnejši poskus, ki ga je izvedel Dieckmann s sodelavci (1953), ni pokazal statistično nobene večje razlike v neželenih izidih nosečnosti v primerjavi DES s placebom. Avtorji so (tako kot avtorji drugega, manjšega poskusa) sklenili, da DES ni učinkovit pri preprečevanju spontanega splava in zapletov v pozni nosečnosti. Kljub temu se je zdravilo še naprej predpisovalo celo ženskam, ki prej niso imele nikakršnih težav z nosečnostjo. V reklami za eno od blagovnih znamk DES (DesPlex) je pisalo: »Priporočljivo za rutinsko preventivo pri vseh nosečnostih« (glej sliko 8.2).

Ponovna analiza Dieckmannovih podatkov je bila objavljena leta 1978, po tistem, ko so bile znane dolgoročne rakotvorne in teratogene posledice DES (Brackbill in Berendes, 1978). Avtorja sta ponovno analizirala podatke, ki jih je objavil Dieckmann, in odkrila, da DES v bistvu povečuje tveganje pojavov, ki naj bi jih preprečeval. Metode ponovne analize niso bile nove in so bile znane že leta 1953. Avtorja sta omenila, da bi se lahko s pravilno oceno podatkov leta 1953 izognili dvajsetletnemu nepotrebnemu izpostavljanju DES. Dejstvo, da se je zdravilo uporabljalo še dve desetletji po njegovi jasno dokazani neučinkovitosti, dokazuje popoln polom sistema.

V bistvu se trženje uporabe DES med nosečnostjo ni končalo zaradi pomanjkljive učinkovitosti, ampak je šlo za golo naključje. Če prvih sedem primerov, ki jih je odkril Herbst s sodelavci, ne bi diagnosticirali v Massachusetts General Hospital v Bostonu (kjer se je DES na veliko uporabljal, saj sta Smitha svoje zgodnje poskuse izvedla prav tam), ampak v več različnih medicinskih centrih, bi lahko nevarnosti DES ostale neopažene. Rak, ki ga je DES povzročil pri mladih ženskah (vaginalni svetlocelični adenokarcinom), je izjemno redek. Po ocenah naj bi se pojavil pri manj kot eni od tisoč izpostavljenih hčera (Melnick idr., 1987). Glede na seznam, ki ga je leta 1972 sestavil Herbst, da bi zbral vse primere adenokarcinomov spolnih organov pri mladih ženskah, je šlo v bistvu za manj kot 800 primerov na svetu. Se pravi, da bi lahko ta rak in njegova zveza z DES ostala povsem zakrita. Tako bi bilo malo verjetno, da bi sploh odkrili

Primer 8.1 **Uporaba dietilbestrola za preprečevanje spontanega splava v Evropi in ZDA**

Vir: EEA

Država	Obdobje uporabe	Približno število nosečnosti	Vir: Direcks idr., 1991, razen če je drugače napisano
Belgija	1950–1965		
Češkoslovaška	1958–1976	63.000	
Francija	1950–1977	200.000 60.000-240.000	Pons idr., 1988 Direcks idr., 1991
Nemčija	–1977	200.000	
Irska	1950–1976		Wingfield, 1992
Italija	– 1960 (?)		
Nizozemska	1947–1975	189.000–378.000	Hanselaar idr., 1991
Norveška	1948–1972		Palmlund idr., 1993
Portugalska	1960–1970		
Španija	1953–1977 (1983?)	25.000	Garcia-Alonso idr., 1988
Velika Britanija	1940–1971 (1973?)	7.000–8.000	Kinlen idr., 1974
ZDA	1943–1971	2–6 milijonov	Goldberg in Falcone, 1999

spremembe spolnih organov, povezane z DES, ki jih lahko identificira le zdravnik s posebnim DES-pregledom, in mnoge posledice, ki jih je imela izpostavljenost DES na razmnoževanje.

8.5 Ocenjevanje obsega škode

Zaradi mladosti obolelih žensk je postala potreba po zgodnjem odkrivanju vaginalnega svetloceličnega adenokarcinoma nujna. Odločilnega pomena je bila identifikacija izpostavljene populacije, da bi lahko s presejalnim testom in zgodnjim odkrivanjem preprečili usodne posledice. Da bi zbrali podatke o tem redkem raku, so Herbst in sodelavci leta 1972 ustanovili Register svetloceličnih karcinomov spolnih organov pri mladih ženskah (Herbst idr., 1972). Ker je iz več študij, kjer so testirali skupine DES, postalo očitno, da je DES povzročil tudi mnoge nerakaste spremembe spolnih organov pri ženskah, je leta 1976 Nacionalni inštitut za rak sestavil skupino več kot 3.000 žensk, izpostavljenih DES, in skoraj tisoč neizpostavljenih žensk za dolgotrajno spremljanje. Ta skupina DESAD se je izkazala za nekoristno pri identifikaciji obsega neželenih posledic izpostavljenosti DES. Na žalost pa nikoli ni bila ustanovljena primerljiva skupina »DES sinov«.

Natančno število posameznikov, ki so bili izpostavljeni DES v maternici, ni znano, vendar se predvideva, da jih je dva do deset milijonov (glej primer 8.1). Študija, ki jo je financirala Evropska komisija in je bila objavljena leta 1991 (Direcks idr., 1991), je poskušala ugotoviti število žensk v Evropi, ki so bile izpostavljene DES. V anketo je bilo vključenih 18 držav. Glede na ugotovitve študije se je DES največ uporabljal v Veliki Britaniji, Franciji in na Nizozemskem ter v Belgiji, na Irskem, Portugalskem in v Španiji. Študija je ugotovila, da se je DES več ali manj predpisoval v nosečnosti v vseh državah, vključenih v študijo, z izjemo Švedske in Madžarske.

Zgodba o DES še zdaleč ni končana. Večina najmlajših žensk, ki so bile izpostavljene DES v maternici, še ni stara 30 let. Znane posledice te rabe se bodo še naprej pojavljale s staranjem te skupine. Zato je treba skupino spremljati, da se identificirajo še neznane posledice, vključno večje tveganja raka s starostjo. Uporaba eksperimentov na živalih bi bila lahko pri tem v prihodnosti v pomoč, saj so miši verjetno dober eksperimentalni model za preučevanje posledic razvojne izpostavljenosti DES (McLachlan, 1993). Takšne študije o starajočih se miših bi bile lahko koristne pri predvidevanju učinkov DES pri starajoči se človeški populaciji tako kot nadaljnje spremljanje izpostavljenih skupin.

Kaj se bo zgodilo s potomci žensk, izpostavljenih DES? Obstaja precejšen interes za spremljanje vnukov žensk, ki so bile zdravljene z DES. Študije pri miših so pokazale povečano dovzetnost za tvorbo tumorjev pri tretji generaciji (Newbold idr., 1998), kar kaže na pove-

čano tveganje za raka tudi pri vnukih žensk, zdravljenih z DES (Miller, 1999). Veliko let bo potrebnih za razrešitev tega vprašanja.

8.6 Lekcije zgodbe o DES

Treba se je vprašati, kako bi lahko preprečili to tragedijo in kaj se lahko iz tega naučimo. Zgodba o DES prikazuje, da so možne dolgoročne in skrite posledice hormonske izpostavljenosti (kot smo izvedeli iz zgodb o talidomidu in drugih kemičnih substancah) ter da so lahko uničujoče. Zato je potrebna skrajna previdnost, preden se nosečnico izpostavi spojinam, ki lahko spremenijo hormonski sistem, še posebej med razvojem plodu. Ta zgodba je tudi pokazala, da odsotnost vidnih in takojšnjih teratogenih učinkov ne more biti dokaz za odsotnost reproduktivne toksičnosti. DES je ne samo prvi transplacentarni človeški karcinogen, ampak tudi najbolj jasen primer hormonske motnje pri ljudeh. Čeprav je bil DES nosečnicam predpisan v veliko večjih odmerkih od običajnih ravni sintetiziranih kemikalij v okolju, ostaja jasno svarilo o posledicah poseganja v hormonski sistem s sintetiziranimi kemikalijami.

Kateri preventivni ukrep bi lahko preprečil uporabo DES pri nosečnicah? Prvič, nikoli ni bil izveden noben poskus o dolgoročni toksičnosti. DES je sintetični estrogen in karcinogeni potencial estrogenov, kar je bilo znano že celo med začetno poskusno uporabo DES (Cook in Dodds, 1933). Neželeni učinki DES pri živalih so bili objavljeni (Shimkin in Grady, 1941; Gardner, 1959; Dunn in Green, 1963), a v glavnem niso bili upoštevani. Takrat se je tudi že vedelo, da lahko kemikalije prestopijo posteljnično »oviro«. Obstajali so zgodnji znaki neželenih učinkov izpostavljenosti estrogenom med razvojem (Greene idr., 1939) in Karnaky je v zgodnjih poskusih z DES opazil potemnjene areole (predel okoli prsne bradavice) in lineo albo (belo črto = črta od sramne kosti do popka) pri izpostavljenih novorojenčkih, kar kaže na estrogensko delovanje DES pri deklicah (Karnaky, 1945). Te dokaze so v glavnem ignorirali, čeprav je v literaturi mogoče zaslediti skromne poskuse, da bi določili tveganja. Leta 1948 je na primer zdravnik Bernard Laplan, ki je verjel v učinkovitost DES, izrazil pomisleke v zvezi z možnimi dolgoročnimi posledicami. »Upoštevati je potrebno nekatere latentne učinke na reproduktivni in endokrini sistem otroka, ki je posledica terapije z velikimi odmerki estrogena, kot pričajo poskusi na živalih, ki so jih izvedli Greene, Burrill in Ivy. Poleg tega te terapije ne bi predpisali nikomur z družinsko anamnezo malignih obolenj.« (Laplan, 1948)

Drugič, v poskusih pred trženjem bi lahko ugotovili, da DES nikoli ni bil učinkovit pri preprečevanju spontanega splava. Metode, uporabljene v kliničnih poskusih v letih od 1951 do 1952, za dokaz tega, so bile na voljo že pred letom 1947, ko se je DES pojavil na tržišču (za uporabo v nosečnosti), brez zadostnega dokazila o učinkovitosti. Pravilno izveden in analiziran klinični poskus bi lahko celotno stvar preprečil.

Ker DES ni bil patentiran in ga je bilo zelo lahko proizvesti, je bil zelo dobičkonosen. To in odsotnost očitnih akutnih učinkov toksičnosti so nedvomno prispevali k hitrosti, s katero se je razširil po vsem svetu. Razširjeno uporabo DES je nedvomno podpirala vera v napredek znanosti in zaupanje v človeške rešitve okoljskih problemov, ki so prevladovali v obdobju po drugi svetovni vojni. Brez dvoma so tisti, ki so predpisovali DES, verjeli, da je varen in učinkovit ter »moderen in znanstven«. Na Nizozemskem je bila na primer uporaba DES zelo pogosta, delno je k temu pripomoglo podpiranje kraljičinega ginekologa (Brahams, 1988). Posledica tega je bil močan pritisk na zdravnike za predpisovanje DES. Leta 1952 sta Robinson in Shettle odkrila neučinkovitost DES v primerjavi z nezdravljenimi primeri in sta zato odsvetovala njegovo uporabo. V svojem članku sta pisala o »pritisku vrstnikov«, ki so mu bili podvrženi zdravniki: »Sintetični estrogen DES je pred kratkim postal popularna oblika terapije v primeru nevarnosti spontanega splava. Ljudem se v člankih, ki se pojavljajo v raznih poljudnoznanstvenih revijah toliko govori o učinkovitostih tega zdravila, da potrebuje zdravnik veliko poguma za njegovo zavrnitev. Zaradi množice farmacevtske literature, ki to zdravilo kuje v zvezde, večina zdravnikov zato ustreže

zahtevam svojih pacientov. Takšne razmere so skupaj z razumljivo željo, da bi naredili kaj pozitivnega za reševanje ogrožene nosečnosti, pripeljale do razširjene uporabe DES pri grožnjah spontanega splava.« (Robinson in Shettles, 1952)

Potrebno je preučiti vlogo farmacevtske industrije, drugega pomembnega interesenta za razširjeno uporabo DES. Farmacevtska podjetja in reklame so prepričevali zdravnike in potrošnike o učinkovitosti in varnosti DES. Farmacevtska industrija se ni zmenila za pomanjkljive dokaze o učinkovitosti svojega izdelka in ni ocenila njegovih neželenih učinkov. Nekateri proizvajalci so ga celo razglašali za panacejo za vse nosečnosti (glej sliko 8.2).

Prizadevanje farmacevtskih podjetij za prodajo tega dobičkonosnega izdelka je bilo posledica nesposobnosti zdravstva in zakonodaje, da bi se hitro odzvala na dokaze, ki so se pojavljali. Medtem ko je FDA označil DES kot kontraindiciran med nosečnostjo nekaj mesecev po Herbstovi objavi leta 1971 (US Department of Health, E. and Welfare, 1971), je v Evropi trajalo celih dvanajst let, preden so ga umaknili. Šele leta 1974 je nizozemsko ministrstvo za zdravje priporočilo, naj se DES ne predpisuje nosečnicam (Palmlund idr., 1993). V Franciji so šele leta 1977 državne oblasti v navodila za uporabo zdravila vključile kontraindikacijo za nosečnice (Epelboin in Bulwa, 1993). V nekaterih državah, na primer v Španiji, so ga uporabljali še celo leta 1983 (Direcks idr., 1991). Poleg tega so nerazvite države ostale odprti trg za DES še mnogo let. Še leta 1985 so uporabljali izdelke z DES v porodnišnicah v Braziliji, Kostariki, Keniji, Mehiki, Peruju, Ruandi in Zairu. V zgodnjih devetdesetih letih so ga v nosečnosti še vedno predpisovali v Mehiki, Ugandi in na Poljskem (Palmlund, 1996).

Slika 8.2 **Reklama za DES**

Vir: Des Plex, anonimen

Preglednica 8.1 **DES – zgodnja svarila in ukrepi**

Vir: EEA

1938	Sinteza dietilbestrola.
1938	Prvo poročilo o povečani pojavnosti raka pri živalih po uvedbi DES.
1939	Prvo poročilo o predpisovanju DES pacientom.
1942	Ameriški Svet za farmacijo in kemijo odobri DES.
1942	Prvo poročilo o uporabi DES za preprečevanje spontanega splava.
1947	Ameriški Urad za prehrano in zdravila (FDA) odobri DES za zdravljenje ali grozečega ali habitualnega splava.
1948	Uporaba DES se poveča po objavi obsežne študije v ZDA.
1953	Prvi večji klinični poskusi, nadzirani s placebom, so dokazali neučinkovitost DES pri preprečevanju spontanega splava.
1970	Objavljeno poročilo sedmih primerov vaginalnega svetloceličnega adenokarcinoma pri mladih ženskah.
April 1971	Prenatalna izpostavljenost DES je povezana z vaginalnim svetloceličnim adenokarcinomom.
November 1971	FDA umakne dovoljenje za uporabo DES pri nosečnicah.
1972	Ustanovljen je register svetloceličnih adenokarcinomov spolnih organov pri mladih ženskah.
1978	Ponovna analiza Dieckmannovih podatkov iz leta 1953 pokaže, da je DES celo povečal tveganje spontanega splava in drugih neželenih izidov nosečnosti.
1985	Zadnja znana uporaba DES pri nosečnicah na svetu.

DES se je v različne namene uporabljal še mnogo let po obširnih objavah dokazov o njegovih neželenih učinkih. To vključuje uporabo DES kot postkoitalne kontracepcije (jutranja tabletka). Ker je DES manj kot stoodstotno zanesljiv pri prekinitvi nosečnosti, uporaba kemikalije, ki bi lahko bila rakotvora za plod, ni bila dovoljena. Leta 1973 je FDA odsvetoval uporabo DES kot sredstva za preprečevanje nosečnosti in dovolil njegovo uporabo le v nujnih primerih, kot sta posilstvo in krvoskrunstvo (Mills, 1974). Uporaba DES kot spodbujevalca rasti (glej poglavje Hormoni kot spodbujevalci rasti) se je začela v petdesetih letih in se je leta 1979 po vroči razpravi končala. Uporaba v druge terapevtske namene se je postopno zmanjšala in spomladi leta 1977 je Eli Lilly, zadnji in največji proizvajalec DES v ZDA, ustavil proizvodnjo (Pat Cody, osebna opomba).

Po letu 1970 je videti precejšen napredek na večini področij pri ocenjevanju zdravil, kar so delno spodbudile posledice DES in talidomida. V bistvu je celotno področje teratologije nastalo v odgovor na te dogodke. Testiranje toksičnosti je veliko bolj izčrpno in temeljito, poleg tega so danes potrebni čvrsti dokazi o učinkovitosti zdravila, preden se ga pošlje na trg. Tudi zakonodajne oblasti so bolj dovzetne za poročanje o neželenih učinkih zdravil in bolj pripravljene ukrepati kot v šestdesetih in sedemdesetih letih. Kljub temu pa ostaja nekaj zaskrbljujočih področij:

- zdravila, ki so prišla na trg pred zdajšnjo strožjo zakonodajo, niso bila nujno ustrezno ocenjena glede njihove učinkovitosti ali toksičnosti;
- spremljanje in nadzor pacientov, ki jemljejo zdravila, nista ne dosledna ne celovita. Še več, težko je dokazati povezanost med zdravilom in njegovim vplivom na zdravje, če vpliv zdravila ni takojšen in/ali učinkovit;
- uporaba formaliziranih analiz tveganja oziroma koristi novih zdravil (in drugih kemikalij) ni razširjena;
- nadzor zdravil (in ocena tveganj drugih kemikalij za človeško zdravje) ne bi smel biti omejen na odkrivanje večjih deformacij in rakastih obolenj; s tako omejenim nadzorom bi verjetno spregledali večino neželenih učinkov DES.

Zdaj je jasno, da bi bilo potrebno upoštevati zaskrbljenost znanstvenikov v zvezi s trženjem zdravil, za katera se ve, da lahko povzročijo raka. Dejstvo, da tega ni bilo, kaže na takratni odnos do zdravja in pomanjanja preventivne miselnosti. Težko je opravičiti prepozen odgovor proizvajalcev in zakonodaje potem, ko je bilo leta 1971 dokazano, da je DES transplacentarni karcinogen pri ljudeh. Tudi po tem, ko so bile tragične posledice uporabe DES med nosečnostjo potrjene, so prevladali ekonomski interesi, kar se je pokazalo v pristopu »počakajmo, pa bomo videli«.

Tisti, ki danes dvomijo o smiselnosti preventivnih ukrepov, naj upoštevajo zgodovino DES. Za to zdravilo se je vedelo, da je živalski karcinogen, predvidevalo se je, da je tudi človeški karcinogen. Poleg tega so bile vidne spremembe na otrocih žensk, ki so ga jemale med nosečnostjo. Tudi če bi trženje leta 1947 lahko opravičili na podlagi nezadostnih dokazov o škodljivosti, bi morali leta 1953, takoj ko so v oceni njegovih tveganj in koristi dokazali njegovo neučinkovitost, prepovedati tudi njegovo uporabo. Takrat ni bilo več nobenega opravičila za izpostavljanje potrošnikov kakršnemukoli rakotvoremu tveganju ob odsotnosti kakršnekoli koristi. Če bi DES takrat prenehali predpisovati med nosečnostjo, bi se lahko izognili tragičnemu izpostavljanju milijonov mater, sinov in hčera.

8.7 Viri

Aschbacher, P. W., 1976. 'Diethylstilbestrol metabolism in food-producing animals', *J. Toxicol. Environ. Health Suppl.* Vol. 1, str. 45–59.

Bishop, P. M. F., Boycott, M. in Zuckerman, S. 1939. 'The estrogenic properties of stilbestrol (diethylstilbestrol)', *Lancet* Vol. 2, str. 5–11.

Brackbill, Y. in Berendes, H. W., 1978. 'Dangers of diethylstilbestrol: review of a 1953 paper', Letter to the Editor, *Lancet* Vol. 2, No 8088, str. 520.

Brahams, D., 1988. 'Latent drug injury: failure of Dutch diethylstilbestrol action', *Lancet* Vol. 2, No 8616, str. 916.

Cook, J. W. in Dodds, E. C., 1933. 'Sex hormones and cancer-producing compounds', *Nature* Vol. 131, str. 205–206.

Dieckmann, W. J., Davis, M. E., Rynkiewics, L. M. in Pottinger, R. E., 1953. 'Does the administration of diethylstilbestrol during pregnancy have therapeutic value?', *Am. J. Obstet. Gynecol.* Vol. 66, No 5, str. 1062–1081.

Direcks, A., Figueroa, S., Mintzes, B. in Banta, D., 1991. Report from DES Action the Netherlands for the European Commission Programme Europe Against Cancer, str. 69, DES Action the Netherlands, Utrecht.

Direcks, A. in t'Hoen, E., 1986. 'DES: The crime continues', v McDonnell, K., (*ed.*), *Adverse effects of drugs: women and the pharmaceutical industry*, str. 41–49, International Organization of Consumers Unions, regional office for Asia and the Pacific, Penang.

Dodds, E. C., Goldberg, L., Lawson, W. in Robinson, R., 1938. 'Estrogenic activity of certain synthetic compounds', *Nature* Vol. 141, str. 247–248.

Dodds, C., 1965. 'Stilboestrol and after', *Sci. Basis Med. Annu. Rev. 1965,* str. 1–16.

Dunn, T. B. in Green, A. W., 1963. 'Cysts of the epididymis, cancer of the cervix, granular cell myoblastoma, and other lesions after estrogen injection in newborn mice', *J. Nat. Cancer Inst.* Vol. 31, No 2, str. 425–455.

Epelboin, S. in Bulwa, S., 1993. 'Drug surveillance and reproduction: the bad example of distilbene', *Contracept. Fertil. Sex.* Vol. 21, No 9, str. 658–672.

Garcia-Alonso, F., Rodriguez-Pinilla, E. in Martinez-Frias, M. L., 1988. 'The use of diethylstilbestrol in Spain', *Medicina Clinica* Vol. 91, No 11, str. 436.

Gardner, W. U., 1959. 'Carcinoma of the uterine cervix and upper vagina: induction under experimental conditions in mice', *Ann. NY Acad. Sci.* Vol. 75, str. 543–564.

Geschickter, C. F., 1939. 'Mammary carcinoma in the rat with metastasis induced by estrogen', *Science* Vol. 89, str. 35–36.

Goldberg, J. M. in Falcone, T., 1999. 'Effect of diethylstilbestrol on reproductive function', *Fertil. Steril.* Vol. 72, No 1, str. 1–7.

Greene, B. R., Burrill, M. W. in Ivy, A. C., 1939. 'Experimental intersexuality: the paradoxical effects of estrogen on the sexual development of the female rat', *The Anatomical Record* Vol. 74, No 4, str. 429–438.

Greene, R. R. in Brewer, J. I., 1941. 'Relation of sex hormones to tumors of the female reproductive system', *Amer. J. Roentgen. Rad. Ther.* Vol. 45, No 3, str. 426–445.

Greenwald, P., Barlow, J. J., Nasca, P. C. in Burnett, W. S., 1971. 'Vaginal cancer after maternal treatment with synthetic estrogens', *N. Engl. J. Med.* Vol. 285, No 7, str. 390–392.

Hanselaar, A. G., Van Leusen, N. D., De Wilde, P. C. in Vooijs, G. P., 1991. 'Clear cell adenocarcinoma of the vagina and cervix. A report of the Central Netherlands Registry with emphasis on early detection and prognosis', *Cancer* Vol. 67, No 7, str. 1971–1978.

Herbst, A. L. in Scully, R. E., 1970. 'Adenocarcinoma of the vagina in adolescence. A report of 7 cases including 6 clear-cell carcinomas (so-called mesonephromas)', *Cancer* Vol. 25, No 4, str. 745–757.

Herbst, A. L., Ulfelder, H. in Poskanzer, D. C., 1971. 'Adenocarcinoma of the vagina: Association of maternal stilbestrol therapy with tumor appearance in young women', *N. Engl. J. Med.* Vol. 284, No 15, str. 878–881.

Herbst, A. L., Kurman, R. J., Scully, R. E. in Poskanzer, D. C., 1972. 'Clear-cell adenocarcinoma of the genital tract in young females: Registry report', *N. Engl. J. Med.* Vol. 287, No 25, str. 1259–1264.

James, WH, 1965. 'Teratogenetic properties of thalidomide', *Br. Med. J.* 1965 Oct 30; 5469:1064.

Johnson, L. D., Driscoll, S. G., Hertig, A. T., Cole, P. T. in Nickerson, R. J., 1979. 'Vaginal adenosis in stillborns and neonates exposed to diethylstilbestrol and steroidal estrogens and progestins', *Obstet. Gynecol. Surv.* Vol. 34, No 11, str. 845–846.

Karnaky, K. J., 1942. 'The use of stilbestrol for the treatment of threatened and habitual abortion and premature labor: A preliminary report', *South M. J.* Vol. 35, str. 838.

Karnaky, K. J., 1945. 'Prolonged administration of diethylstilbestrol' *J. Clin. Endocrinol* July 1945 5, str. 279-284.

Kinlen, L. J., Badaracco, M. A., Moffett, J. in Vessey, M. P., 1974. 'A survey of the use of oestrogens during pregnancy in the United Kingdom and of the genito-urinary cancer mortality and incidence rates in young people in England and Wales', *J. Obstet. Gynaecol. Br. Commonw.* Vol. 81, No 11, str. 849–855.

Lacassagne, A., 1938. 'The appearance of mammary adenocarcinomas in male mice treated by a synthetic estrogenic substance', *Weekly Reports of the Society of Biology and of its Affiliates,* Vol. 12, str. 641–643.

Laplan, B., 1948. 'Diethylstilbestrol in the treatment of idiopathic repeated abortion', *NY State J. Med.* Vol. 48, str. 2612–14.

McLachlan, J. A., 1993. 'Functional toxicology: a new approach to detect biologically active xenobiotics', *Environ. Health Perspect.* Vol. 101, No 5, str. 386–387.

Melnick, S., Cole, P., Anderson, D. in Herbst, A., 1987. 'Rates and risks of diethylstilbestrol-related clear-cell adenocarcinoma of the vagina and cervix: An update', *N. Engl. J. Med.* Vol. 316, No 9, str. 514–516.

Miller, M., 1999. 'DES research heats up again after breast cancer finding', *J. Nat. Cancer Inst.* Vol. 91, No 16, str. 1361–1363.

Mills, D. H., 1974. 'Prenatal diethylstilbestrol and vaginal cancer in offspring', *JAMA* Vol. 229, No 4, str. 471–472.

Newbold, R. R., Hanson, R. B., Jefferson, W. N., Bullock, B. C., Haseman, J. in McLachlan, J. A., 1998. 'Increased tumors but uncompromised fertility in the female descendants of mice exposed developmentally to diethylstilbestrol', *Carcinogenesis* Vol. 19, No 9, str. 1655–1663.

Noller, K. L. in Fish, C. R., 1974. 'Diethylstilbestrol usage: Its interesting past, important present and questionable future', *Medical Clinics of North America* Vol. 58, No 4, str. 793–810.

Palmlund, I., 1996. 'Exposure to a xenoestrogen before birth: the diethylstilbestrol experience', *J. Psychosom. Obstet. Gynaecol.* Vol. 17, No 2, str. 71–84.

Palmlund, I., Apfel, R., Buitendijk, S., Cabau, A. in Forsberg, J. G., 1993. 'Effects of diethylstilbestrol (DES) medication during pregnancy: Report from a symposium at the 10th international congress of ISPOG', *J. Psychosom. Obstet. Gynaecol.* Vol. 14, No 1, str. 71–89.

Pat Cody, DES Action, personal communication.

Pons, J. C., Goujard, J., Derbanne, C. in Tournaire, M., 1988. 'Outcome of pregnancy in patients exposed *in utero* to diethylstilbestrol. Survey by the National College of French Gynecologists and Obstetricians', *J. Gynecol. Obstet. Biol. Reprod.*, Pariz, Vol. 17, No 3, str. 307–316.

Robinson, D. in Shettles, L., 1952. 'The use of diethylstilbestrol in threatened abortion', *Am. J. Obstet. Gynecol*. Vol. 63, str. 1330–1333.

Shimkin, M. B. in Grady, H. G., 1941. 'Toxic and carcinogenic effects of stilbestrol in strain C3H male mice', *J. Nat. Cancer Inst*. Vol. 4, str. 55.

Smith, A. E., 1942. 'Council of pharmacy and chemistry: Diethylstilbestrol', *JAMA* Vol. 119, No 8, str. 632–635.

Smith, O. W., 1948. 'Diethylstilbestrol in the prevention and treatment of complications in pregnancy', *Am. J. Obstet. Gynecol*. Vol. 56, str. 821–834.

Smith, O.W., Smith, G.v.S. in Hurtwitz, D. 1946. 'Increased excretion of pregnandiol in pregnancy from diethylstilbestrol with especial reference to the prevention of late pregnancy accidents', *Am. J. Obstet. Gynecol.* Vol. 51, str. 411-415.

Swan, S. H., 1992. 'Pregnancy outcomes in DES daughters', in Giusti, R. (*ed.*), *Report of the NIH Workshop on Long-term Effects of Exposure to Diethylstilbestrol (DES)*, str. 42–49, US Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health, Washington, DC.

US Department of Health, Education and Welfare, 1971. Food and Drug Administration, Fed. Register (21537–21538).

Wingfield, M., Donnelly, V. S., Kelehan, P., Stronge, J. M., Murphy, J. in Boylan, P., 1992. 'DES clinic – the first six months', *Ir. Med. J.* Vol. 85, No 2, str. 56–58.

9. Antibiotiki kot pospeševalci rasti - skregano z zdravo pametjo

Lars-Erik Edqvist in Knud Børge Pedersen

9.1 Uvod

Antibiotik je definiran kot snov, ki jo proizvajajo mikroorganizmi in ki zavira ali ubija druge mikroorganizme. Sintetične antibiotike imenujemo kemoterapevtiki. Beseda antibiotična snov se pogosto uporablja za vse naravne, polsintetične ali sintetične snovi, ki ubijajo mikroorganizme ali zavirajo njihovo rast.

Antibiotično obdobje se je začelo leta 1910 z uvajanjem salvarsana v zdravljenje sifilisa in se še bolj razmahnilo v tridesetih letih, ko so prve kemoterapevtike (sulfonamide) pričeli uporabljati v humani medicini. Antibiotik penicilin je odkril Alexander Fleming (Fleming, 1929), uporabljati pa so ga začeli šele leta 1941. Kmalu po začetku uporabe pri ljudeh so s penicilinom začeli zdraviti različne bakterijske bolezni pri živalih.

Antibiotiki so najbrž najpomembnejše odkritje v zgodovini medicine. Imeli so jih za čudežno zdravilo. Z leti so rešili na milijone življenj, ker ubijajo bakterije, ki povzročajo najnevarnejše nalezljive bolezni pri človeku in živalih.

9.1.1 Antibiotiki za pospeševanje rasti

V poznih štiridesetih letih so odkrili, da antibiotiki pospešujejo rast rejnih živali. Poskusi so pokazali, da piščanci, ki jih hranimo z odpadnimi produkti proizvodnje tetraciklina kot virom vitamina B12, rastejo hitreje kot kontrolna skupina. Kmalu se je izkazalo, da to ni posledica vsebnosti vitamina, ampak ostankov tetraciklina (Stokstad in Jukes, 1949). Hranjenje s subterapevtskimi dozami (odmerki, nižji od zdravilnih količin) antibiotikov v daljšem časovnem obdobju se je kmalu uveljavilo in postalo del produkcijskega sistema, ki se je razvil v industrializirani reji živali. Razen pospešene rasti in boljšega izkoristka krme opazimo še druge učinke nizkih doz antibiotikov, in sicer povečano produkcijo jajc pri kokoših nesnicah, več pujskov pri svinjah in več mleka pri kravah molznicah.

Antibiotični pospeševalci rasti so lahko dostopni, saj so v prosti prodaji, antibiotiki kot zdravila pa so večinoma na voljo le na zdravniški recept. Uporaba pospeševalcev rasti je v zadnjih štirih desetletjih nedvomno prispevala k razvoju sedanjega sistema proizvodnje. Uporaba antibiotičnih pospeševalcev rasti očitno delno varuje pred določenimi boleznimi, ki jih pospešuje intenzivna proizvodnja, in omogoča na primer nefiziološko zgodnje odstavljanje in večje obremenitve živali, kar sproža vprašanje glede etičnega ravnanja z živalmi in njihovega dobrega počutja.

9.1.2 Razvoj odpornosti

Večino antibiotikov proizvajajo mikroorganizmi in so obstajali že dolgo preden smo jih začeli uporabljati kot zdravila. Mikroorganizmi proizvajajo antibiotike, s katerimi ubijajo druge mikroorganizme in si tako zagotavljajo lastno preživetje in razširjanje. Bakterije, ki so izpostavljene tem snovem, razvijejo strategije za preživetje. Ena od njih je razvoj odpornosti proti antibiotikom. To je v skladu s klasičnim konceptom preživetja najmočnejših, in ne preseneča, da odpornost proti antibiotikom verjetno obstaja enako dolgo kot bakterije.

Zaskrbljenost zaradi odpornosti proti penicilinu je bolj ali manj spremljala njegovo uvajanje kot zdravilo v zgodnjih štiridesetih letih. Kot je v intervjuju za New York Times (1945) opozoril odkritelj penicilina Alexander Fleming, se zaradi njegove zlorabe »mikrobi lahko naučijo odpornosti proti penicilinu«. Povečano odpornost so opazili pri več pomembnih bakterijah, povzročiteljicah nalezljivih bolezni. Problem odpornosti proti antibiotikom je bil do zgodnjih petdesetih let splošno poznan v medicinski, veterinarski in farmacevtski literaturi.

Najprej so menili, da bakterije pridobijo odpornost samo zaradi mutacij na obstoječih genih, kar bi pomenilo, da je odpornost omejena na mutirani sev in da je nanj omejeno tudi širjenje odpornosti (vertikalni prenos). V šestdesetih letih pa se je izkazalo, da se odpornost razen z mutacijo lahko razvije tudi s privzemom že obstoječih genov. Odpornost se tako lahko razširi na druge bakterijske seve, druge vrste bakterij in celo na druge rodove (horizontalni prenos). (Glej tudi Amabile-Cuevas in Chicurel, 1992.)

9.2 Prva svarila

9.2.1 Swannov odbor

V Veliki Britaniji so sredi šestdesetih let vedno več skrbi povzročale okužbe s hrano, ki je vsebovala salmonelo, odporno proti več zdravilom. Zato je vlada leta 1968 ustanovila neodvisen posvetovalni odbor. Predsedoval mu je profesor Michael Swann. Njegova naloga je bila raziskati prenosljivost odpornosti proti antibiotikom zaradi uporabe antibiotikov kot pospeševalcev rasti pri reji živali in v veterinarski praksi ter njene posledice za zdravje ljudi in živali. Swannov odbor (Swann, 1969) je presodil, da so razpoložljivi podatki »zadosten razlog za ukrepanje«. Temeljna priporočila v zvezi z antibiotičnimi pospeševalci rasti so, da naj bi se »dovoljenje za nabavo in uporabo antibiotika brez recepta za dodatek v živalsko krmo omejilo samo na antibiotike, ki:

- so ekonomsko pomembni pri reji živali v razmerah, kakršne so v Veliki Britaniji;
- se malo ali sploh ne uporabljajo kot zdravila za ljudi ali živali;
- ne bodo zmanjšali učinka predpisanih antibiotičnih zdravil zaradi razvoja odpornih sevov organizmov«.

Dodana so bila tudi priporočila za določena zdravila, na primer: »Tilosin, kot krmni dodatek, naj ne bi bil dosegljiv brez recepta.«

Naslednje priporočilo je predvidevalo ustanovitev stalnega odbora, ki naj bi “imel vso odgovornost za celotno področje uporabe antibiotikov in sorodnih snovi pri človeku, živalih, konzerviranju hrane ali za druge namene”.

9.3 Nadaljnje ukrepanje ali neukrepanje

9.3.1 Izvajanje in opuščanje Swannovega poročila

Priporočila v Swannovem poročilu niso bila znanstveno zanesljiva, sprožila so polemike in zahteve po novih raziskavah. Nasprotovali so jim farmacevtska industrija in rejci živali v Veliki Britaniji. Vendar so večino priporočil upoštevali v Veliki Britaniji in pozneje tudi v Evropski uniji (EU).

Vsaka naslednja vlada v Veliki Britaniji pa je vse bolj zanemarjala priporočila Swannovega odbora. Priporočilo o stalnem vplivnem odboru, odgovornem za uporabo antibiotičnih sredstev, ni zaživelo v celoti. Na primer, organizirana ni bila nobena epidemiološka študija spremljanja razvoja odpornosti proti antibiotikom.

V nasprotju s Swannovimi priporočili je EU leta 1975 odobrila makrolidna antibiotika tilozin in spiramicin kot pospeševalca rasti. To je bil verjetno eden glavnih vzrokov za razširjanje odpornosti proti makrolidom med enterokoki in kampilobakterijami pri prašičih. V nasprotju s Swannovimi priporočili so uporabo antibiotičnega pospeševalca rasti aviparcin razširili na druge vrste, na primer na odraslo govedo, in uporaba se je od srede sedemdesetih let še povečala. Nekako v tem času so v bolnišnicah začeli uporabljati medicinski ekvivalent vankomicin.

Eden od znanstvenih argumentov, ki podpirajo uporabo antibiotikov kot pospeševalcev rasti, je, da so majhni odmerki poseben primer pri selekciji na odpornost. Walton (1988) na primer navaja: »Uporaba antibiotika v koncentraciji, ki je premajhna, da bi ubijala ali zavirala, ne more selekcionirati odpornih sevov iz populacij bakterij.« V tem pogledu so bili ugotovitve in priporočila v Swannovem poročilu zmotni. Pred kratkim pa so bili objavljeni rezultati raziskav, ki kažejo, da so ti nazori (Waltonovi in drugi) napačni, in temu je sledila prepoved avoparcina, virginiamicina in tilosina.

V svetovnem merilu so velike razlike v predpisih, ki urejajo uporabo antibiotičnih snovi za zdravljenje, preventivo in pospeševanje rasti. Ponekod, na primer v ZDA, se majhni odmerki tetraciklina in penicilina še vedno uporabljajo kot krmni dodatki za preventivo in pospeševanje rasti brez veterinarskega recepta, zdravila kot antibiotike pa se dobi samo na recept.

9.3.2 Švedska prepoved

Podobno kot v drugih državah so tudi švedski znanstveniki gledali na dodajanje antibiotikov v živalsko krmo z zadržki. Po objavi Swannovih priporočil v Veliki Britaniji se je začela širša polemika, ki se je končala s ponovno presojo dodajanja antibiotikov v živalsko krmo (LBS, 1977).

Delovna skupina Odbora za kmetijstvo je med drugim ugotovila, da »uporaba antibiotičnih živilskih dodatkov na splošno pomeni tveganje za povečano odpornost bakterij. Ker pa uporabljene snovi v glavnem delujejo proti gram pozitivnim bakterijam, pri katerih se odpornost ne prenaša, je vpliv take porabe zanemarljiv.« Po drugi strani pa je skupina opazila negativen odnos porabnikov do vseh vrst aditivov. Potrdili so tudi prednosti zaradi povečane proizvodnje in preprečevanja nekaterih bolezni (LBS, 1977). Predlagane so bile spremembe v zakonodaji, predvsem pri pogojih za pridobitev odobritve, da bi ublažili možna tveganja.

Obenem so tudi kmetovalci postajali vedno bolj skeptični do antibiotičnih krmnih dodatkov. Skrbelo jih je, da bo nenehna uporaba antibiotikov omajala zaupanje potrošnikov. Zveza švedskih kmetovalcev (LRF) se je odločila za politiko omejevanja in nadzorovanja uporabe antibiotikov. V pismu ministrstvu za kmetijstvo je LRF leta 1984 zahteval prepoved uporabe antibiotikov kot krmnih dodatkov.

Kot odgovor na to je kmetijsko ministrstvo pripravilo osnutek novega zakona o krmi (Vladni zakon 1984/85). Zakon med drugim predvideva uporabo antibiotikov v hrani zaradi zdravljenja ali preprečevanja bolezni, kar pomeni, da njihova uporaba za pospeševanje rasti ni dovoljena. Kot razlog za to dopolnilo se navaja tveganje, da bi se povečala odpornost, predvsem navzkrižna odpornost (rezistenca) proti drugim substancam, in bi živali postale bolj občutljive za salmonelo in druge črevesne povzročitelje bolezni. Vlada je poudarila, da »obstaja negotovost glede dolgotrajnih učinkov stalne uporabe krme, ki vsebuje kemoterapevtike« (Vladni razglas, 1984/85).

Zakon o krmi je bil sprejet v skupščini novembra leta 1985 in začel veljati januarja 1986. Od tedaj se antibiotiki v krmi ali drugače smejo uporabljati le za zdravljenje na veterinarski recept. Celotna poraba antibiotikov se je močno zmanjšala – s približno 50 ton leta 1985 na približno 20 ton leta 1996 (SOU, 1997).

Med pristopnimi pogajanji z EU so Švedsko začasno izvzeli iz evropske zakonodaje, ki se nanaša na uporabo antibiotikov kot krmnih dodatkov za pospeševanje rasti. Ministrstvo za kmetijstvo je imenovalo komisijo za zbiranje in pregled znanstvenih podatkov o antibiotičnih pospeševalcih rasti, da bi tako podprli švedsko stališče. Komisija je predstavila svoje poročilo leta 1997. Med drugim je ugotovila, da »se antibiotični krmni dodatki v količinah, dovoljenih v krmilih, lahko uporabljajo kot preventiva ali za zdravljenje bolezni pri živalih, kar je kršitev Direktive sveta 70/524/EGS« (SOU, 1997). Po tej direktivi, kakor je bila dopolnjena in spremenjena v členu 3a Direktive 96/55/EGS, je dodatek dovoljen le, če pri dovoljeni koncentraciji ne gre za zdravljenje ali preprečevanje bolezni pri živalih.

Komisija je ugotovila, da »tveganje za povečano rezistenco zaradi splošne uporabe antibiotičnih pospeševalcev rasti sploh ni zanemarljivo in da so mogoče resne posledice za zdravje ljudi in živali« (SOU, 1997).

Težko je natančno ugotoviti, kolikšno je tveganje, ker je vprašanje zapleteno, uporabnih podatkov pa malo. Poročilo poudarja, da bi bila potrebna raziskava v sedemnajststopenjski vzročni verigi, in predvideva, da je za takšno raziskavo potrebno pet do deset let in da bi bilo treba opraviti raziskavo za vsak odporen gen in za vsako antibiotično snov s poznejšo oceno tveganja.

V poročilu se tudi postavlja vprašanje, kdo bo nosil stroške čakanja na nadaljnje raziskave ali ukrepanja za omejitev antibiotikov - tisti, ki tveganje povzročajo, ali tisti, ki so njegove žrtve? Komisija vztrajno ponavlja, da »je zelo težko sprejeti odločitve glede obvladovanja tveganj, ker ni jasno, kako velika so. Tveganja ne moremo z gotovostjo izključiti, niti ga ne moremo vzeti kot sprejemljivega. Znanstveniki morda menijo, da za sprejemanje odločitev ni ustreznih informacij, če pa politiki ne ukrenejo ničesar, zanje velja, da to ni nevtralno stališče, temveč zavestna odločitev, da se ne ukrepa. V negotovih razmerah je bolje biti previden.« (SOU, 1997)

9.3.3 Prepoved avoparcina

Marca 1995 so objavili prve informacije o pojavljanju enterokokov pri prašičih in perutnini, ki so bili odporni proti avoparcinu in vankomicinu. (Klare idr., 1995; Bates idr.,1994; Aarestrup). Danske kmetijske organizacije in proizvajalci krmil so se sporazumeli, da bodo prostovoljno nehali uporabljati avoparcin v živalski krmi in tako poskušali omejiti razširjanje odpornosti proti antibiotikom. Temu je sledila vladna prepoved, izvršena 20. maja 1995 in sporočena Evropski komisiji, kot zahteva zaščitna klavzula Direktive sveta 70/524/EGS. V skladu s tem država članica zaradi novo pridobljenih informacij lahko opusti uporabo dovoljenega krmnega dodatka, če njegova uporaba pomeni nevarnost za zdravje ljudi ali živali.

Znanstvena podlaga danske prepovedi je dokaz:

- za navzkrižno odpornost med avoparcinom in vankomicinom;
- da je odpornost prenosljiva;
- da uporaba avoparcina kot pospeševalca rasti selekcionira enterokoke, odporne proti vankomicinu. Ti se lahko prenesejo na ljudi po prehranjevalni verigi (DVL, 1995).

Na Norveškem so junija 1995 uporabo avoparcina začasno ustavili, nemška vlada pa ga je januarja 1996 povsem prepovedala.

Znanstveni odbor EU za prehrano živali (SCAN) je maja 1996 ugotovil, da so potrebni novi podatki, na podlagi katerih bodo ugotovili, kakšno je tveganje za zdravje ljudi, živali in okolja zaradi uporabe avoparcina. Vendar odbor priznava, da je varnost avoparcina zelo dvomljiva, in ugotavlja, da je treba takoj sprejeti nove odločitve v zvezi z avoparcinom kot krmnim dodatkom, če bi se izkazalo, da je mogoč prenos odpornosti z živali na človeka. Evropska komisija je predlagala, da bi zaradi nejasnosti začasno prepovedali uporabo avoparcina kot krmnega dodatka v vseh državah članicah EU, s čimer bi se izognili vsem tveganjem. Prepoved je začela veljati 1. aprila 1997, potem ko so jo decembra izglasovali s kvalificirano večino v Stalnem odboru za krmo.

9.3.4 Danska prepoved virginiamicina

Danska vlada je 16. januarja 1998 prepovedala uporabo virginiamicina pri prašičih in perutnini kot pospeševalca rasti zaradi suma, da selekcionira enterokoke, ki so odporni proti streptograminu (Aarestrup idr., 1998). Za ta korak so se odločili, da bi zavarovali zdravje ljudi in ohranili sinercid, ki so ga takrat preizkušali, zdaj pa je dovoljen za zdravljenje ljudi z infekcijami, odpornimi proti drugim zdravilom.

9.3.5 EU prepove štiri antibiotične pospeševalce rasti

Štirinajstega decembra 1998 so kmetijski ministri držav članic EU izglasovali predlog, da se z julijem 1999 prepove uporaba štirih antibiotičnih pospeševalcev rasti: virginiamicina, bacitracin cinka, tilozin fosfata in spiramicina. Prepoved je predlagala Evropska komisija kot »preventivni ukrep za zmanjšanje tveganja razvoja odpornih bakterij in za ohranjanje učinkovitosti določenih antibiotikov, ki se uporabljajo za zdravljenje ljudi«. Farmacevtska industrija je nasprotovala tej odločitvi in zahtevala znanstvene dokaze o tveganju, ki naj bi ga pomenila uporaba antibiotičnih pospeševalcev rasti. Pozneje je proizvajalec virginiamicina odločitev izpodbijal na Evropskem sodišču in zahteval njen preklic.

9.3.6 Avilamicin

Avilamicin je najnovejši primer antibiotičnega pospeševalca rasti, ki je dovoljen v EU, čeprav

kaže navzkrižno odpornost z zdravilom za ljudi (everninomicin) (Aarestrup, 1998). Vendar so proizvajalci pred kratkim umaknili everninomicin iz poskusov v bolnišnicah po vsem svetu.

9.3.7 Znanstvena poročila in priporočila

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) je leta 1997 organizirala znanstveno srečanje, katerega tema je bila vpliv uporabe antibiotikov pri vzreji živali na zdravje ljudi. Ugotovili so, da »vpliv uporabljenih antibiotikov na medicino in zdravje ljudi ni znan« (WHO, 1997). Priporočila s tega srečanja potrjujejo, da »povečana skrb zaradi tveganja, ki ga za javno zdravje pomeni uporaba antibiotičnih pospeševalcev rasti, kaže na to, da je potreben sistematičen pristop k zamenjavi antibiotičnih pospeševalcev rasti z varnejšimi sredstvi, ki niso antibiotiki«.

Na evropski konferenci o mikrobiološki grožnji v Kopenhagnu na Danskem leta 1998 so prišli do podobne ugotovitve in izjavili, da »večina sodelujočih na konferenci meni, da uporaba antibiotičnih pospeševalcev rasti ni upravičena in da je bistven sistematičen pristop pri zamenjavi teh snovi z varnejšimi načini, med drugim z boljšim kmetovanjem« (Kopenhagenska priporočila, 1998).

Konferenco so organizirali vodilni zdravstveni uslužbenci držav članic EU in pritegnili k sodelovanju zdravstvene in veterinarske oblasti in raziskovalce, predstavnike kmetijskih organizacij, farmacevtsko industrijo in industrijo krmil.

Zaradi večje odpornosti proti antibiotikom se pojavlja skrb za zdravje ljudi in živali. Zato je Evropska komisija (DGXXIV) prosila Znanstveni pripravljalni odbor (SSC), naj ugotovi trenutno razširjenost in razvoj odpornosti proti antibiotikom ter njen vpliv na zdravje ljudi in živali, še posebej glede na rast in obvladovanje okužb. Tako je SSC leta 1999 v svojem poročilu ugotovil, da je »treba takoj zmanjšati splošno porabo antibiotikov, in sicer enakomerno na vseh področjih: v humani medicini, veterini, živalski proizvodnji in zaščiti rastlin« (SSC, 1999). V zvezi z antibiotiki za rast živali SSC predlaga, da se »uporaba predstavnikov kategorij, ki se uporabljajo ali bi se lahko uporabljali v medicini ali veterini, čim prej izloči in naposled odpravi«.

V novoizdanih 'Globalnih načelih za obvladovanje odpornosti proti antibiotikom, ki je posledica uporabe antibiotikov pri vzreji živali za prehrano ljudi', WHO priporoča, da se ali preneha uporaba antibiotičnih pospeševalcev rasti iz kategorij, ki se uporabljajo (ali so v odobritvenem postopku) pri ljudeh, ali pa naj se čim prej izločijo, če zanje ne obstajajo ocene tveganja (WHO, 2000).

9.4 Prednosti in pomanjkljivosti uporabe pospeševalcev rasti

Skozi celotno obdobje, ko so bili v uporabi antibiotični pospeševalci rasti, so močno poudarjali njihove prednosti. Kot krmni dodatek so izboljšali prirast in produkcijo pri vzreji živali. Precej manj pozornosti so posvetili možnim stranskim učinkom. Tako je tudi število neodvisnih raziskav relativno majhno v primerjavi s študijami in prispevki na kongresih, ki jih je podpirala farmacevtska industrija.

Šele v zadnjem času, ko so se v povezavi z uporabo avoparcina kot krmnega dodatka pri živalih pojavili proti vankomicinu odporni enterokoki in je postalo jasno, da ima to lahko posledice za človekovo zdravje, se je občutno povečalo število neodvisnih raziskav, posvečenih tem vprašanjem.

V zadnjih nekaj letih izvedeni obsežni znanstveni poskusi kažejo, da uporaba antibiotičnih pospeševalcev rasti pri živalih prispeva k odpornosti proti antibiotikom pri ljudeh. To se je najlepše pokazalo pri enterokokih, odpornih proti vankomicinu.

Nedvomno je široka uporaba antibiotikov v humani medicini pomembnejša za odpornost proti antibiotikom pri ljudeh. Vendar to ne opravičuje podcenjevanja možnega zdravstvenega tveganja za ljudi zaradi uporabe antibiotikov pri živalih. Kontinuirana uporaba antibiotičnih krmnih dodatkov je eden večjih virov zlorab antibiotikov v farmski reji.

Dolgotrajna polemika je pokazala, da je uporaba antibiotikov v živalski krmi zapleteno vprašanje, ki vpliva na zdravje ljudi in živali pa tudi na njihovo počutje, zdravo prehrano in okolje ter na razvoj proizvodnih sistemov, načinov prehrane in gospodarjenje. Nekaj pozitivnih in negativnih učinkov antibiotičnih pospeševalcev rasti je naštetih v preglednici 9.1.

9.5 Sklepne ugotovitve in lekcije za prihodnost

Prvo svarilo v Swannovem poročilu o tveganjih zaradi širjenja odpornosti na antibiotike med živalmi in z živali na ljudi je temeljilo na redkih znanstvenih dokazih, a strokovna mikrobiološka ocena je napovedala škodljive posledice stalne uporabe terapevtskih antibiotikov v živalski krmi. Priporočena je bila previdnost pri njihovi uporabi, čeprav ta beseda ni bila uporabljena v Swannovem poročilu.

Poznejše raziskave, ki so potekale v glavnem v devetdesetih letih, so pokazale, da prenašanje odpornosti ni omejeno na določene bakterije (gram negativne), temveč je mnogo bolj razširjeno v svetu mikroorganizmov, in da se geni zlahka prenašajo ne samo med ozko sorodnimi vrstami bakterij, ampak tudi med različnimi rodovi. Ti rezultati potrjujejo, da Swannovo poročilo ni bilo pravilno samo v vrednotenju rezultatov, temveč tudi daljnovidno v predvidevanjih.

Zagovarjanje poznejšega omalovaževanja njegovih spoznanj in kompromisov pri upoštevanju priporočil je temeljilo predvsem na ozkem upoštevanju znanega, ne pa na upoštevanju neznanega na tem področju in možnih posledic široko razširjene odpornosti proti antibiotikom. Drugače rečeno, potrebujemo znanost, ki se loteva zapletenih vprašanj, negotovosti in neznanega z malo več skromnosti in manj ošabnosti.

Poleg tega morajo biti znanstveni odbori, odgovorni za presojo zaupnih podatkov iz industrije, sestavljeni iz širše skupine neodvisnih strokovnjakov, ki so seznanjeni s problematiko ter imajo znanje in izkušnje z vseh področij za široko oceno tveganja, koristi in tehnoloških možnosti. Tako bi bilo znanje iz humane medicine zelo koristno za presojo tveganja.

Izkušnje iz tega primera nas učijo, da mora biti presoja tveganja zastavljena precej širše. Upoštevala naj bi pozitivne in negativne vplive, dolgotrajne mikrobiološke in ekološke učinke na zdravje ljudi, živali in okolje ter alternativne možnosti, kot je boljša reja živali (glej preglednico 9.1).

Preglednica 9.1 **Pozitivni in negativni učinki antibiotičnih pospeševalcev rasti na širša vprašanja vzreje živali**

Vir: L.-E. Edqvist in K. B. Pedersen

Širše vprašanje	Pozitivni učinki	Negativni učinki
Zdravje živali	Nekatere bolezni, predvsem črevesne, je mogoče delno nadzorovati.	Omejuje možnosti zdravljenja zaradi razvoja odpornosti proti antibiotikom; prikriva subklinične bolezni in infekcije, zmanjša izzive za higienske izboljšave.
Zdravje ljudi	Nobenih	Prenos odpornosti na ljudi in povečanje stroškov za zdravstveno varstvo skrajša ekonomsko življenjsko dobo medicinskih antibiotikov, poklicno tveganje zaradi izpostavljenosti aerosolu in prahu, ki vsebujeta antibiotične učinkovine.
Dobro počutje živali	Ublaži in zmanjša bolezenske znake.	Prikrije stres zaradi subkliničnih bolezni; omogoča večje obremenitve rejnih živali.
Okolje	Boljši izkoristek krme; manj gnoja.	Poveča celotno količino genov, odpornih proti antibiotikom v okolju, ostanki antibiotikov.
Reja živali	Povečana produkcija in izboljšana produktivnost.	Spodbuja povečevanje prirasta živalske proizvodnje.
Produkcijski sistemi	Manjše potrebe po delovni sili zaradi intenzivnejših produkcijskih metod.	Zavira razvoj do živali prijaznih produkcijskih sistemov.
Krma	Nobenih	Prikrije slabo kakovost krme, ovira izboljšave pri načrtovanju krme in razvoj alternativnih možnosti.

Ker ne vemo, kako veliko je tveganje, so odločitve o obvladovanju tveganj še posebej težke. Tveganja seveda ne moremo popolnoma izključiti, ne moremo pa ga tudi oceniti kot sprejemljivega. V negotovih razmerah je bolje biti previden. V trenutnem položaju se je treba odločati previdno, zlasti ko je nesprejemljivo, nehumano in neetično čakati na dokončen dokaz, ali bi to lahko povzročilo človeške žrtve.

Druga jasna lekcija iz tega primera je, da lahko vpleteni, razen uradnih organov, na primer kmetje in njihove organizacije, sami poskušajo vplivati na zakonodajo in ustaviti uporabo izdelkov, ki povzročajo zaskrbljenost in izgubo zaupanja pri potrošnikih. Tu jih je skupaj s Swannovim odborom maščevala zgodovina. Zdrave pameti in daljnovidne uporabe znanstvenih dokazov, ki lahko predvidijo resne posledice, ne smemo zanemarjati, medtem ko čakamo na končni dokaz.

Antibiotične snovi – zgodnja svarila in ukrepi Preglednica 9.2

Vir: EEA

1945	Alexander Fleming opozori na zlorabo penicilina, ker se »mikrobi naučijo upiranja«.
Petdeseta leta	Odpornost proti antibiotikom je splošno priznana - vertikalni prenos.
Šestdeseta leta	Horizontalni prenos priznan.
1969	Swannov odbor priporoči stroge omejitve antibiotikov v živalski krmi.
Sedemdeseta leta	Večino Swannovih priporočil začnejo upoštevati v Veliki Britaniji in EU.
1975	Swannova priporočila se omilijo: tolizin in spiramicin sta še vedno dovoljena kot pospeševalca rasti, kot humana ekvivalenta; uporabljati pričnejo vankomicin.
1977	Švedski odbor za kmetijstvo obravnava možnosti tveganja odpornosti proti antibiotikom in sklene, da je tveganje zanemarljivo.
1984	Švedski kmetje zahtevajo, da vlada prepove antibiotične krmne dodatke zaradi zdravja in nezaupanja potrošnikov.
1985	Švedska prepove uporabo zaradi odpornosti proti antibiotikom pri živalih in negotovih dolgotrajnih učinkov.
1997	Švedsko poročilo ugotovi, da je tveganje zaradi odpornosti proti antibiotikom pri ljudeh »vse prej kot zanemarljivo«.
1997	Znanstveno srečanje WHO ugotavlja, da je treba »nujno nadomestiti antibiotične pospeševalce rasti«.
1998	EU kot preventivni ukrep sprejme prepoved uporabe štirih antibiotikov v živalski krmi.
1999	Znanstveni pripravljalni odbor EU priporoča opustitev uporabe antibiotikov, ki se lahko uporabljajo za zdravljenje ljudi ali živali.
1999	Farmacevtska industrija se pritoži na prepoved EU na Evropskem sodišču.
2000	WHO priporoča prepoved antibiotikov kot pospeševalcev rasti, če se uporabljajo v humani medicini in če ne obstajajo ocene tveganja.

9.6 Viri

Aarestrup, F. M., 1995. 'Occurrence of glycopeptide resistance among *Enterococcus faecium* isolates from conventional and ecological poultry farms', *Microbiology Drug Research* Vol. 1, str. 255–257.

Aarestrup, F. M., 1998. 'Association between decreased susceptibility to a new antibiotic for treatment of human diseases, everninomycin (SCH 27899), and resistance to an antibiotic used for growth promotion in animals, avilamycin', *Microbiology Drug Research* Vol. 4, str. 137–141.

Aarestrup, F. M., Bager, F., Jensen, N. E., Madsen, M. in Wegener, H. C., 1998. 'Surveillance of antimicrobial resistance in bacteria isolated from food animals to growth promoters and related therapeutic agents in Denmark', *APMIS* Vol. 160, str. 606–622.

Amabile-Cuevas, C. F. in Chicurel, M. E., 1992. 'Bacterial plasmids and gene flux', *Cell* Vol. 70, str. 189–199.

Bates, J., Jordens, J. Z. in Griffiths, D. T., 1994. 'Farm animals as a putative reservoir for vancomycin-resistant enterococcal infection in man', *Journal of Antimicrobial Chemotherapy* Vol. 34, str. 507–516.

DVL, 1995. 'The effect of avoparcin used as feed additive on the occurrence of vancomycin resistant *Enterococcus faecium* in pig and poultry production', Poročilo danskega veterinarskega laboratorija.

Fleming, A., 1929. 'On the antibacterial action of cultures of penicillin, with special reference to their use in isolation of *B. influenzae*', *British Journal of Experimental Pathology* Vol. 10, str. 226–236.

Government Bill, 1984/85. Regeringens proposition 1984/85:149 om lag om foder, Sweden.

Klare, I., Heier, H., Claus, H., Reissbrodt in Witte, W., 1995. '*VanA*-mediated high-level glycopeptide resistance in *Enterococcus faecium* from animal husbandry', *FEMS Microbiology Letters* Vol. 125, str. 165–172.

LBS, 1977. 'Utredning avseende utnyttjandet av specialämnen såsom antibiotika/kemoterapeutika, vilka i tillväxtbefrämjande syfte inblandas i foder', Lantbruksstyrelsen, Jönköping.

New York Times, 26. junij 1945, str. 21.

SOU, 1997. 'Antimicrobial feed additives', Uradna poročila švedske vlade, str. 132.

SSC, 1999. 'Opinion of the Scientific Steering Committee on antimicrobial resistance', Evropska komisija, Generalni direktorat XXIV.

Stokstad, E. L. R. and Jukes, T. H., 1949. 'Further observations on the animal protein factor', *Proceedings of the Society of Biological and Experimental Medicine* Vol. 73, str. 523–528.

Swann, M. M., 1969. *Poročilo, Joint Committee on the use of Antibiotics in Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, HMSO, London.

The Copenhagen Recommendations, 1998. Poročilo s konference Invitational EU Conference on the Microbial Threat, Kopenhagen, september.

Walton, J. R., 1988. 'Antibiotic resistance: An overview', *Veterinary Record* Vol. 122, str. 249–251.

WHO, 1997. 'The medical impact of the use of antimicrobials in food animals', Poročilo zasedanja WHO, Berlin.

WHO, 2000. 'Global principles for the containment of antimicrobial resistance due to antimicrobial use in animals intended for food', na http://www.who.int/emc-documents/zoonoses/whocdscsraph20004c.html.

10. Žveplov dioksid: od zaščite človeških pljuč do obnove odmaknjenih jezer

Arne Semb

Decembra 1952 se je nad London spustil gost smog – zmes megle in premogovega dima. Zapisi iz londonskih bolnišnic so pokazali, da je zaradi izpostavljenosti onesnaženemu zraku v enem tednu umrlo več kot 2.000 ljudi. Javnost je odločno zahtevala, da se kaj takega ne sme nikoli več ponoviti. Vendar ta primer zastrupitve s smogom ni bil osamljen (Brimblecombe, 1987; Ashby, 1981). Hujše nesreče s smogom so se dogajale v Londonu že prej in kakovost zraka se je podobno kot v drugih mestih v Veliki Britaniji dejansko izboljševala, ne pa slabšala. Politična in socialna ureditev sta bili po vojni novi in javnost se ni bila več pripravljena sprijazniti z nastalimi razmerami. Primer je bil tudi dobro dokumentiran glede učinkov kakovosti zraka na zdravje. Meritve znanstvenikov v bolnišnici sv. Bartolomeja so pokazale, da so koncentracije delcev v dimu in koncentracije žveplovega dioksida dosegle več miligramov na kubični meter. Parlamentarna komisija je pripravila posebno poročilo, imenovano po njenem predsedniku, siru Hughu Beaverju.

Ukrepi, ki jih je Beaverjevo poročilo lahko predlagalo, so bili skromni. London je bil v celoti odvisen od premoga za potrebe ogrevanja in energije. Premog pa vsebuje žveplo, ki ga je pred uporabo mogoče le delno odstraniti. Zato se je sprejeti Zakon o čistem zraku osredotočil na dim kot sestavino onesnaženega zraka in dovoljeval lokalnim svetom, da ustanavljajo »območja brez dima«, v katerih naj bi problematična kurišča na premog zamenjali učinkovitejši načini izgorevanja, kot so elektrika in »goriva brez dima«. Emisijski viri z izjemo domačih kurišč naj bi bili »kolikor je mogoče« brez dima. Z revizijo Zakona o alkalijah leta 1958 je dobil inšpektorat za alkalije večja pooblastila glede virov industrijskega onesnaževanja, vendar revizija ni določila mejnih emisij ali predpisala standardov. Vodilno načelo je bilo »Najboljša izvedljiva rešitev«. V praksi je to pomenilo, da je bila glavna metoda zmanjšanja koncentracij žveplovega dioksida (SO_2) zidava visokih dimnikov, katerih višina naj bi bila premosorazmerna z izpuščenimi količinami. To so bili sicer očitni koraki v pravo smer, a so bili počasni. Naslednja nesreča zaradi smoga, ko je leta 1962 umrlo okrog 800 ljudi, je pokazala na nujnost ukrepanja.

Po letu 1950 je bilo na voljo veliko nafte z Bližnjega vzhoda in v naslednjih dveh desetletjih je postala glavni vir energije v državah Zahodne Evrope (Mylona, 1996). Ker je bilo njeno čiščenje razmeroma zastarelo, je znaten del kurilnega olja vseboval težje frakcije in ostanke z 2,5- do 3-odstotnim deležem žvepla. Plinsko olje z manj kot odstotkom žvepla so prav tako prodajali kot kurilno olje za uporabo v majhnih kotlih in na domačem trgu. Težko kurilno olje so uporabljali v novih elektrarnah v številnih evropskih državah, zlasti tam, kjer niso imeli lastnih zalog premoga, kar velja tudi za Veliko Britanijo. Prav tako so ga uporabljali v kotlih za centralno ogrevanje v kompleksih velikih zgradb, bolnišnicah in drugih storitvenih zgradbah ter industriji. Vendarle pa se je v evropskih mestih zaradi naraščajoče okoljske ozaveščenosti v šestdesetih letih 20. stoletja pojavila zaskrbljenost glede kakovosti zraka, pričelo pa se je tudi omejevanje uporabe kurilnega olja različnih kakovosti z raznimi vsebnostmi žvepla. Dejansko se je v nekaterih mestih pojavil črni dim in SO_2 v koncentracijah, ki so bile primerljive s tistimi v Londonu, a so bili ti pojavi posledica nepravilnega izgorevanja kurilnega olja, ki vsebuje žveplo.

V poznih šestdesetih letih je Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD) v Evropi ustanovila Sekcijo za okolje in po letu 1971 so se predstavniki držav članic srečevali v skupini za upravljanje z zrakom, v kateri so razpravljali o skupnih problemih in izkušnjah.

Poleg tega se je skupina ukvarjala tudi s problemi onesnaževanja zraka v mestih, s problemi kislega dežja in fotokemičnega nastajanja oksidantov ter koristno prispevala k njihovemu reševanju.

Vprašanje standardov oziroma smernic glede kakovosti je bilo še zlasti pomembno pri načrtovanju novih industrij in dovoljevanju virov gorenja. Precej so nasprotovali sprejetju jasnih mej, ki so jih vpeljali v Evropo v glavnem na podlagi ameriškega Zakona o čistem zraku (ZDA, 1970). Profesor Lawther iz bolnišnice sv. Bartolomeja je na podlagi smrtnih primerov zaradi londonskega smoga ugotovil (WHO, 1972), da je bilo zdravje ljudi ogroženo vedno, kadar so koncentracije SO_2 presegle 500, črnega dima pa 250 mikrogramov na kubični meter (Mylona, 1996). Ker so koncentracije onesnaževal močno odvisne od vremenskih razmer, morajo biti standardi kakovosti zraka, če hočemo obvarovati ljudi pred škodljivimi učinki, postavljeni pri znatno nižjih povprečnih vrednostih. Države so imele različna stališča do določitve standardov za kakovost zraka, zlasti še do njihovega uveljavljanja v zvezi z nadzorom nad emisijami. Vseeno pa je Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) na podlagi zbiranja razpoložljive dokumentacije o učinkih na zdravje od leta 1979 priporočala smernice, ki so bile podlaga za boj proti onesnaževanju v Evropi (WHO, 1979 in 1987).

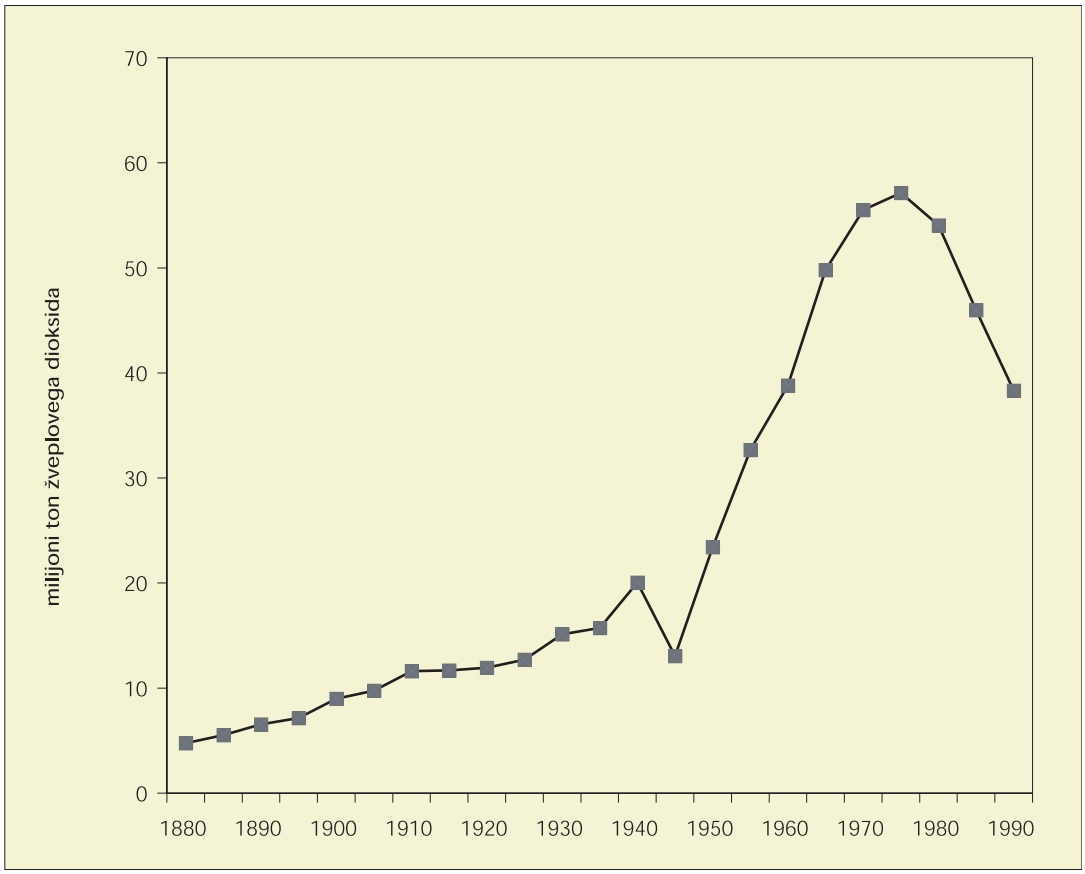
10.1 Mrtve ribe, umirajoči gozdovi

Vedno večja poraba energije v Evropi v šestdesetih letih je imela za posledico močno povečanje emisij SO_2. Velik del porabljene energije je bil v obliki elektrike, ki so jo proizvajale velike termoelektrarne, v katerih se je SO_2 sproščal iz več kot sto metrov visokih dimnikov. Zaradi tega in zaradi vedno višjih dimnikov v industriji in mestih se je kljub povečanim emisijam kakovost zraka pri tleh postopno izboljševala. Optimistični predstavniki industrije, ki proizvaja elektriko, so bili prepričani, da je mogoče emisije razredčiti in razpršiti do vrednosti, ki ne bi bile več škodljive.

A ni bilo tako. Medtem ko so si Velika Brita-

Slika 10.1 **Letne emisije žveplovega dioksida v Evropi 1880-1990**

Vir: Arne Semb (povzeto po: Mylona, 1996)



nija in druge evropske države prizadevale izboljšati kakovost mestnega zraka, so se poraba energije in celotne emisije SO_2 v Evropi izredno povečale, kot je razvidno iz slike 10.1. Na Švedskem je – skupaj z meteorologom C. G. Rossbyjem – znanstvenik Hans Egner, ki se je ukvarjal s proučevanjem prsti, začel opravljati meritve zraka in raziskovati kemijo padavin po Evropi (Egnér idr., 1955). Proučevala sta predvsem preskrbo rastlin s hranilnimi snovmi iz padavin in povezave z meteorologijo. Leta 1968 pa je eden njunih sodelavcev pregledal rezultate in ugotovil, da so zaradi naraščajočih emisij SO_2 padavine postajale vedno bolj kisle. To odkritje je povezal z zakisljevanjem švedskih rek. Svante Odén se je odločil objaviti svoje rezultate s prikazom razširjenosti problema ne samo v obsežnem poročilu, temveč tudi v časopisnem članku (Odén, 1968 in 1967). Švedska se je tudi odločila, da predstavi primer v študiji na okoljski konferenci ZN leta 1972 v Stockholmu skupaj z dokazi o razpršenosti, odlaganju in učinkih SO_2 in »kislega dežja« (Švedska, 1971). Kot je bilo pričakovati, je domiselna predstavitev teh informacij zbudila pozornost mednarodne javnosti. Ali je bilo res mogoče, da so izpusti SO_2 v Angliji vplivali na kakovost vode v Skandinaviji, pomore rib in zmanjšanje produkcije gozdov? Očitno so bile potrebne nadaljnje raziskave.

O načrtih za obsežnejšo raziskavo o čezmejnem onesnaževanju zraka v Evropi so razpravljali v skupini OECD za upravljanje z zrakom že od leta 1969. Leta 1972 so pričeli izvajati študijo, v kateri je sodelovalo 11 držav članic. Od evropskih članic OECD so sodelovanje odrekle samo Španija, Portugalska in Italija, ker po njihovem mnenju to vprašanje zanje ni bilo pomembno. Nordijske države so se dogovorile, da bo norveški Inštitut za raziskovanje zraka (NILU) prevzel nalogo koordiniranja programa o prenosu zračnih onesnaževal na velike razdalje. Poročilo je bilo končano leta 1977, uredilo pa je izvoz in uvoz znotraj evropskih držav ter določilo razmerje med emisijami in odlaganjem žveplovih spojin (OECD, 1977). Zdaj je postalo popolnoma jasno, da je mogoče zakisljevanje v Skandinaviji kvantitativno povezati z emisijami v več evropskih državah in da so te države odgovorne za škodo, ki jo je povzročil kisli dež. V okviru zelo ambiciozno zastavljenega norveškega raziskovalnega programa so leta 1972 začeli proučevati kisle padavine in njihove učinke na gozdove in ribe. Leta 1976 je bilo pripravljeno vmesno poročilo, ki kaže na široko razširjeno zakisanost rek in jezer, natančno pa je dokumentirano tudi upadanje populacij postrvi in lososov v teh območjih (Braekke, 1976). Poročila niso objavili, vendar je bil projekt predstavljen mednarodni javnosti junija 1976 (Knabe, 1976; *Ambio*, 1976). Domnevne učinke na gozdove je bilo dosti teže dokazati. Projekt SNSF (Swiss National Science Foundation project) je bil končan leta 1980 (Overrein idr., 1980; Drabløs, 1980).

Čeprav so bili zdaj na voljo trdni znanstveni dokazi, je bilo nasprotovanje spremembam močno. Uredništvo znanstvene revije *Nature* (Nature, 1977) s sedežem v Veliki Britaniji je trdilo, da je kisli dež »milijondolarski« problem z »milijardno« rešitvijo, pri čemer so namigovali na primerjavo med vrednostjo rib in stroški namestitve ter čiščenja plinov, ki nastajajo pri zgorevanju v elektrarnah. Erik Lykke (Lykke, 1977) z norveškega ministrstva za okolje je odgovoril, da je to očitno, da pa je bila analiza stroškov in koristi nepopolna. Emisijske države, kot je Velika Britanija, bi morale upoštevati tudi škodo, ki jo izpusti SO_2 povzročajo zdravju, materialom, poljedelstvu in naravnim ekosistemom v njihovih lastnih državah. Ob upoštevanju vseh teh oblik škode bi postale očitne tudi gospodarske koristi zmanjšanja emisij. Ni šlo za primer Evropa proti Skandinaviji, šlo je za primer znotraj Evrope same.

Analiza stroškov in koristi, ki jo je opravil OECD (OECD, 1981), je potrdila, da je glede na ekonomsko oceno vrednost izgubljenih populacij rib majhna. Kar zadeva proizvodnjo lesa, stroški prav tako niso bili posebno pomembni, pokazalo pa se je, da je škoda na zgradbah in konstrukcijskih materialih povzročila stroške, primerljive s tistimi, ki bi jih prihranili, če bi zmanjšali emisije s čiščenjem zgorelih plinov in odžveplevanjem goriv.

Končno bi imele od odžveplevanja goriva ko-

ristí tudi naftne družbe, saj bi z izdelki z manj žvepla dosegale večje dobičke v primerjavi s težkimi kurilnimi olji. Naftne družbe so se tega dobro zavedale in so že pričele prestrukturiranje svojih rafinerij z namenom, da bi proizvajale lažje kurilno olje ter več lahkih in srednje težkih destilatov, pri čemer se odstrani kar 70 odstotkov žvepla, ki ga vsebuje surova nafta. Ta poteza je bila tudi posledica visokih cen nafte, ki so sledile naftni krizi leta 1973, ob kateri so se pričele zahodnoevropske države zavedati svoje odvisnosti od ponudbe nafte, potrebne za proizvodnjo elektrike. Rezultat tega je bil prehod z elektrarn, ki jih je poganjala nafta, na take s premogom in gradnja novih elektrarn na premog. Francija se je odločila, da bo za proizvodnjo elektrike začela uporabljati jedrsko energijo.

Položaj v srednji in Vzhodni Evropi je bil drugačen. V Nemški demokratični republiki (NDR), na Češkoslovaškem in Poljskem se je industrijska proizvodnja povečevala v glavnem zaradi uporabe velikih količin premoga nizke kakovosti z visoko vsebnostjo žvepla, ko so se stara nahajališča kakovostnega premoga izpraznila. Posledice so bile dramatične, saj so se med letoma 1960 in 1985 emisije SO_2 v teh državah povečale za desetkrat, tako da so zgolj te tri države proizvajale več SO_2 kot vse druge v severovzhodni Evropi skupaj.

Boj s kislim dežjem in emisijami SO_2 brez sodelovanja držav vzhodnega bloka očitno ni bil mogoč. Politični odnosi Vzhod-Zahod so bili med hladno vojno napeti, pogovori na Konferenci o evropski varnosti in sodelovanju v Helsinkih leta 1975 pa težavni. Obe strani sta se lahko dejansko zedinili le okrog enega vprašanja – sodelovanje pri ocenjevanju onesnaženosti zraka. Države iz obeh blokov so se obvezale, da bodo začele sodelovati pod okriljem Gospodarske komisije za Evropo (ECE) s sedežem v Ženevi, ob udeležbi Svetovne meteorološke organizacije in Okoljskega programa Združenih narodov. Skupni evropski program za spremljanje in oceno onesnaževanje zraka na velike razdalje preko meja (EMEP - European Monitoring and Evaluation Programme) so pričeli izvajati leta 1976, sledila pa mu je Konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja (CLRTAP - Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution) leta 1979. Ta konvencija je izražala namen podpisnic, da raziščejo vprašanje, si izmenjujejo informacije o emisijah in učinkih ter kolikor je mogoče zmanjšajo emisije s škodljivimi učinki. Konvencija je poleg programa EMEP ustanovila tudi več delovnih skupin in programov sodelovanja, katerih naloga je bila priprava informacij o ocenah za nadaljnje pogovore.

Propadanje gozdov je takrat že postalo vroča tema v Evropi. Opirajoč se na ugotovitve nemških znanstvenikov z univerze v Göttingenu, ki so proučevali gozdove (Ulrich idr., 1980), je nemška poljudnoznanstvena revija *Der Spiegel* predstavila problem »neuartiger Waldschäden« ali nove poškodbe gozdov. Kazalo je, da so poškodovana obširna območja Nemčije, najbolj pa območja ob mejah z NDR in Češkoslovaško. Škoda je bila največja na izpostavljenem drevju, na hribovitih območjih in v gorskih predelih. Znaki so bili precej splošni in bi jih lahko pripisali stresu, čeprav je porumenitev iglic kazala na pomanjkanje magnezija na nekaterih območjih. Različni avtorji so ponujali vsaj tri razlage, a nobena ni pojasnila stroge vzročno-posledične zveze. Škodo naj bi povzročila tako zakisljevanje prsti, kakor tudi neposredno delovanje onesnaževal zraka, s čimer se je nadaljevalo razhajanje mnenj, ki izvira še iz 19. stoletja, ko so v Nemčiji prvič opazili te pojave. Medtem so prišla poročila o še resnejšem umiranju gozdov iz Češke in Poljske. V obmejnih predelih med NDR in Češkoslovaško je bilo mrtvih več kvadratnih kilometrov smrekovih gozdov na območjih, za katere danes velja, da imajo najvišje koncentracije žveplovih spojin v zraku in največjo depozicijo teh spojin ter največjo kislost (Moldan idr., 1992).

Takrat so se prebudili javno mnenje in množična občila. Kisli dež in umiranje rib v odmaknjenih jezerih in rekah so zaznali tako v Severni Ameriki kot v Evropi. Ko so bili gozdovi in kopenski ekosistemi že tako močno ogroženi, je postal položaj jasen tudi javnosti, čeprav se znanstveniki niso mogli zediniti glede mehanizmov.

Marca 1983 je uradni Svet okoljskih svetnikov v Nemčiji predal nemškemu zveznemu parlamentu poročilo, ki govori o škodi v gozdovih (Svet okoljskih svetnikov, 1983). Po njihovem mnenju bi morale biti z odžveplevanjem zgorelih plinov opremljene vse elektrarne na premog, pri katerih emisije presegajo 400 miligramov SO_2 na kubični meter. Vendar znanstvena razlaga mehanizma škode v gozdovih Sveta ni prepričala, zato je opozoril, da zmanjšanje emisij SO_2 morda ne bo izboljšalo položaja. Ukrepanje samo na podlagi tega bi lahko ogrozilo verodostojnost okoljske politike, če bi se pozneje izkazalo, da ni bila upravičena. Z njihovimi besedami:

»Dokler bodo imeli preventivni ukrepi za cilj ustrezno zmanjšanje emisij onesnaževal v okviru dolgoročne strategije, ne obstaja večja nevarnost, da bi jih ocenili kot nespametne. To velja tudi takrat, ko je mogoče kakovost zunanjega zraka v neonesnaženih območjih izboljšati le postopoma in kadar lahko pozitivne učinke na vegetacijo le slutimo. Uravnoteženo zmanjšanje emisij pomeni, da je treba izhajati iz objektvnih meril, ki predvidevajo večjo ali manjšo nevarnost škode zaradi delovanja posameznih onesnaževal, in pa da je treba zmanjšati celotni spekter v skladu z razumevanjem položaja, ne pa nesistematično ali zgolj pod vplivom določenih v javnosti prisotnih strahov.«

Ker je bilo precej poškodovanih gozdov blizu meja Nemčije s sosednjimi državami, je bilo nujno tudi mednarodno sodelovanje pri raziskavah in v politiki.

10.2 Protokol CLRTAP (1985) in nadaljnji dogodki

Protokol CLRTAP (Konvencije o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja) iz leta 1985, ki je zavezoval države k 30-odstotnemu zmanjšanju emisij žvepla, je izvajal tako imenovani klub '30 odstotkov', sestavljen iz nordijskih držav, Nizozemske, Švice in Avstrije, pridružila pa se mu je tudi Zvezna republika Nemčija. Dve državi, Poljska in Velika Britanija, protokola nista podpisali. Rezultat nekoliko nepotrebnega raziskovalnega programa, ki so ga opravili Kraljevsko združenje Velike Britanije in raziskovalni akademiji na Norveškem in Švedskem, je bila ugotovitev, da je kisli dež v resnici povzročil pomore rib (Mason, 1992), in sklep, ki je nalagal predsedniku Centralne uprave za proizvodnjo elektrike v Veliki Britaniji, naj pojasni svojemu predsedniku vlade, da imajo obtožbe norveške vlade o vplivu britanskih termoelektrarn na velike razdalje trdno znanstveno osnovo.

V osemdesetih letih je več hudih zim s podaljšanimi obdobji anticiklonov in vzhodnimi vetrovi prek severne Evrope opomnilo javnost na poškodovano okolje v državah vzhodnega bloka. Izmerjene koncentracije SO_2 in črnega dima na obsežnih območjih Nemčije, vključno z zahodno Nemčijo, so močno presegale smernice o kakovosti zraka, ki jih je priporočila WHO (Bruckmann idr., 1986). Ta dogodek je spet pokazal, da visoki dimniki niso vedno rešili problemov z onesnaženjem zraka, ki so jih povzročile povečane emisije SO_2. Zdravstvena opozorila, ki so jih prejeli prebivalci Zahodnega Berlina, so privoščljivo komentirali uradni mediji v Nemški demokratični republiki. Toda izvor je bila Vzhodna Nemčija, skupaj s sosednjimi območji Poljske in Češkoslovaške v tako imenovanem »črnem trikotniku«. Padec komunističnega režima, ki je sledil, je bil v marsičem povezan z negospodarnim razvojem energetsko potratnih panog težke industrije v teh državah in propadom sovjetskega imperija, ki je plačal ceno za izdelke z dragim kurilnim oljem in nafto.

Pri pogajanjih o naslednjem protokolu o emisijah žvepla so izrabili nov položaj (ECE, 1994). Poleg tega so Nemčija in še nekatere države pričele izvajati ambiciozen program zmanjšanja emisij, ki je predvideval namestitev naprav za odstranjevanje žvepla in dušika iz zgorelih plinov v novih in obstoječih termoelektrarnah na premog. Poleg naftnih izdelkov brez žvepla je bil na voljo tudi zemeljski plin iz Rusije in Severnega morja, ki je lahko nadomestil premog in kurilno olje, ki vsebuje žveplo. Znanstvena spoznanja, ki so se do tedaj nabrala v različnih delovnih telesih in projektnih skupinah pod okriljem CLRTAP, je bilo prav tako mogoče uporabiti za učinkovito

zagotovitev zmanjšanja emisij v zvezi z okoljsko škodo.

Eden glavnih razlogov za željo po zmanjšanju emisij so bili še naprej poškodovani gozdovi, kar so v številnih državah dokazovali popisi vitalnosti gozdov, ki so vključevali ocene osutosti drevesnih krošenj ter porumenelosti listov in iglic. Vendar še vedno ni bilo enotnega mnenja glede vzroka kot tudi ne kakršnegakoli namiga o kvantitativnih vzročno-posledičnih mehanizmih. Vprašanja se je bilo torej treba lotiti z druge strani in namesto obstoječega uporabiti preventivni pristop, kar je postalo znano kot pojem »kritične obremenitve« (Nilsson idr., 1988). Po definiciji je kritična obremenitev najvišja vrednost odloženega onesnaževala, ki še ne povzroči nesprejemljive spremembe ekosistema. Kar zadeva zakisljevanje prsti, to pomeni, da je odlaganje žvepla (in dušika) v ravnotežju z izpusti bazičnih kationov (kot so kalcijevi), ki izvirajo iz preperevanja mineralov v prsti. Pri jezerih in rekah morajo biti kisli vnosi manjši od izluženih bazičnih kationov v porečjih. Pri določanju kritičnih obremenitev je mogoče uporabiti raziskave prsti ali kemičnih lastnosti jezer. Na ta način so te vrednosti določili po vsej Evropi (Hettelingh idr., 1991), s čimer je bila postavljena racionalna osnova za pogajanja v zvezi s protokolom o žveplu leta 1994. Ker so bila odlagališča žvepla, na katerih je prihajalo do presežkov, večinoma v severni Evropi in zaradi stanja tehničnega razvoja so k zmanjšanju emisij v glavnem pozivali v tem geografskem prostoru. Pokazalo se je tudi, da ni mogoče zadostiti najstrožjim zahtevam glede kritičnih obremenitev: na območjih, kjer so bile relativne presežne vrednosti kritičnih obremenitev najvišje, je bilo moč doseči največ 60 odstotkov načrtovanega zmanjšanja emisij.

Ta mednarodna pogajanja so bila pomembna tudi za kakovost mestnega zraka. Že dolgo je bilo znano, da bo zmanjšanje onesnaženja zraka v mestih ugodno vplivalo tako na zdravje ljudi kot tudi na zmanjšanje materialne škode. Zakonodaja Evropske unije zdaj vsebuje nove, strožje mejne vrednosti SO_2 in drugih onesnaževal zraka, pri čemer so upoštevani tako pozitivni učinki izboljšane kakovosti zraka kakor želja po manjših emisijah (Evropska komisija, 1999). Zanimivo pa je, da mejna vrednost kratkotrajne izpostavljenosti, ki je določena za zaščito človekovega zdravja in znaša 350 mikrogramov na kubični meter na uro, ni bistveno nižja od vrednosti, ki so jo predlagali na podlagi izkušenj z londonskim smogom. Določili so tudi mejno vrednost 24-urne izpostavljenosti, 125 mikrogramov na kubični meter. Kaže, da je bil napredek počasen, saj je bila leta 1990 ta vrednost presežena za 34 odstotkov evropske populacije (Stanner idr., 1995).

Onesnaževala zraka so močno poškodovala materiale in zgodovinske spomenike, zlasti zidove in železne konstrukcije. Kjer koncentracije presežejo 20 mikrogramov SO_2 na kubični meter, je škoda na gradbenih materialih in zgodovinskih spomenikih znatno večja kot pri naravnem propadanju v čistih okoljih (Coote idr., 1991). Med stroške, ki jih ni lahko oceniti, sodijo poškodbe srednjeveških ornamentov in drugih detajlov na zgradbah iz klesanega peščenjaka, skulptur in drugih umetnin ter oken iz pobarvanega stekla. Vendar so številne obnove preteklih študij pokazale, da so se stroški zmanjšanja emisij več kot povrnili v obliki znižanja vzdrževalnih stroškov za zgradbe in jeklene konstrukcije v mestnem okolju.

Po najvišji vrednosti leta 1980 so se emisije SO_2 prek severne Evrope zdaj zmanjšale za več kot 50 odstotkov. Z uporabo čistih goriv, zlasti zemeljskega plina, so se koncentracije v mestnih okoljih še dodatno znižale. V Veliki Britaniji so zmanjšali povprečne mestne koncentracije za več kot 70 odstotkov. Potekajo dogovori o novem, v primerjavi s CLRTAP še ostrejšem protokolu (ECE, 1994), kar naj bi vodilo k nadaljnjemu zmanjšanju emisij SO_2. Glavni poudarek je na medsebojnem učinkovanju onesnaževal, kot so dušikovi oksidi, amoniak in hlapni organski ogljikovodiki, kombiniranih vplivih depozicije žvepla in dušika na zakisljevanje, nastajanju fotokemijskih oksidantov in evtrofikacijskem učinku zaradi čezmejnega transporta dušikovih spojin.

Kisla jezera in potoki kažejo znake počasnega, a zanesljivega okrevanja (Skjelkvåle idr., 1998).

Po najnovejših raziskavah (ECE in EC, 1997) se izboljšuje celo vitalnost gozdov, čeprav dokazi niso povsem jasni. Kot kaže, so imele populacije postrvi in lososa kljub majhnemu gospodarskemu pomenu pomembno izobraževalno vlogo pri osveščanju Evrope o vseh vidikih emisij onesnaževal v zrak.

10.3 Pozne lekcije

Kakšno vlogo je imela previdnost v tej zgodbi? Na splošno se je začelo ukrepati šele ob dokazih, ki niso več dopuščali utemeljenega dvoma, in udeleženci so se čutili dolžne, da ukrepajo na taki podlagi. Pomembna sprememba je bila mogoča šele, ko je primer prišel na mednarodno raven. Skandinavskim državam je bilo razmeroma enostavno dokazati potrebo po ukrepanju, glede na to, da nosijo večino stroškov, imajo pa le malo koristi od zgorevanja fosilnih goriv v drugih državah. Velika Britanija se je prištevala med države, ki nosijo velike stroške, a imajo le malo koristi od ukrepov za zmanjšanje prenosa žveplovih emisij na velike razdalje. Vzhodnoevropske države si niso mogle privoščiti kratkoročnih stroškov, ne glede na pozitivne učinke ukrepanja. Previdnostno načelo se ni uporabljalo skozi celotno zgodnje obdobje onesnaževanja z SO_2 in kislim dežjem, v glavnem zato, ker so ljudje, ki so odločali, le delno razumeli probleme.

Položaj se je bistveno spremenil, ko je postal primer predmet konvencije ECE, kar je bil tudi pomemben instrument izboljšanja političnih odnosov med vzhodno- in zahodnoevropskimi državami v osemdesetih letih. Še en bistven element je bil politični pritisk stranke zelenih v Nemčiji. Treba je omeniti zaskrbljenost nemškega Sveta okoljskih svetnikov, da bi lahko izjave o poškodovanosti gozdov, neupravičeno predstavljane kot znanstveno dejstvo in v obliki dokazov brez utemeljenega dvoma, ogrozile širšo podlago za delovanje, če bi se pozneje izkazale kot neutemeljene. Če bi se na splošno strinjali, da je treba ukrepati že pri manjši teži dokazov – previdnostni pristop – bi se izognili takim potencialnim problemom. V resnici je bil ugovor Sveta sprejet. Politično je bila odločitev že sprejeta.

Na mednarodni ravni je moral CLRTAP najti racionalen pristop k pogajanjem o omejitvah in zmanjšanju emisij SO_2. Treba je bilo najti pristop, ki bi čim bolj zmanjšal negativne učinke, stroške zmanjšanja emisij pa enakomerno porazdelil med različne države. Znanje za to nalogo so pridobili v delovnih skupinah in odborih znotraj konvencije, v katerih so tudi poskrbeli, da so se upoštevali državni interesi podpisnic. Delovna skupina je kot rešitev predlagala koncept kritične obremenitve. Lahko ga razumemo kot sorodnega previdnostnemu načelu, saj ima za cilj dosego stanja, v katerem ni pričakovati škode ali negativnih učinkov. Teža dokazov se tu namreč pomakne od prikazovanja in izračunavanja gospodarske škode, ki bi jo lahko v prihodnosti povzročila zmanjšana rast gozdov ali izguba rastlinskih in živalskih vrst, k razmeroma enostavnejši nalogi določitve koncentracij snovi, ki ne bi povzročile merljivih kemijskih sprememb v sestavi prsti. Izračunane kritične obremenitve pomenijo tudi nekatere poenostavitve pri zakisljevanju vode in so lahko sprejete le zaradi razumno široko postavljenih varnostnih meja glede preživetja občutljivih vrst.

Čeprav ne moremo govoriti o tipični uporabi previdnostnega načela, pa pomeni uporaba pojma kritične obremenitve razumno možnost ukrepanja ob negotovosti, ki je povezana z okoljskimi učinki kislega dežja.

Preglednica 10.1 Žveplov dioksid – zgodnja svarila in ukrepi

Vir: EEA

1952	Gost smog v Londonu povzroči smrt več kot 2.000 ljudi.
1952	Beaverjevo poročilo, ki ga pripravi parlamentarna komisija, predlaga skromne ukrepe.
1962	V Londonu zaradi smoga umre 800 ljudi.
1968	Zakisljevanje padavin in rek na Švedskem povežejo z emisijami žveplovega dioksida v drugih državah.
Pozna šest-deseta leta	Pri OECD ustanovijo skupino za upravljanje z zrakom, ki prispeva k reševanju problemov z zrakom.
1972	Na konferenci ZN v Stockholmu predstavijo nove dokaze o zakisljevanju švedskih jezer.
1972	Začetek študije OECD o kislem dežju.
1972	Začetek programa OECD o čezmejnem prenosu onesnaževal zraka na velike razdalje.
1977	OECD objavi poročilo, iz katerega je razvidna odvisnost med emisijami in odlaganjem žveplovih spojin.
1979	Sprejeta je Konvencija o čezmejnem onesnaževanju zraka na velike razdalje (CLRTAP).
1979	WHO poda smernice glede kakovosti zraka, s čimer postavi standard za zmanjšanje onesnaževanja v Evropi.
Osem-deseta leta	Umiranje gozdov zaradi »kislega dežja« v Nemčiji, na Poljskem, Češkoslovaškem in v Severni Ameriki.
1985	Protokol CLRTAP določi 30-odstotno zmanjšanje emisij žvepla.
1988	Objavljena in leta 1988 dopolnjena direktiva EU o velikih sežigalnicah. Te je Nemčija zelo učinkovito uporabljala proti britanskemu nasprotovanju nadzora nad emisijami.
1994	Drugi protokol o žveplu, osnovan na pojmu kritične obremenitve, ki so ga že uporabljali po vsej Evropi.

10.4 Viri

Ambio, 1976. Vol. 5, str. 200–252.

Ashby, E. in Anderson, M., 1981. *The politics of clean air*, Oxford University Press. London.

Braekke, F. (ur.), 1976. *Impact of acid precipitation on forest and freshwater ecosystems in Norway*, Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd, Oslo-Ås.

Brimblecombe, P., 1987. *The big smoke: A history of air pollution in London since medieval times*, Routledge, London.

Bruckmann, P., Borchert, H., Külske, S., Lacombe, R., Lenschow, P., Müller, J., in Vitze, W., 1986. *Die Smog-Periode im Januar 1985. Synoptische Darstellung der Luftbelastung in der Bundesrepublik Deutschland. Poročilo deželnega odbora za zaščito pred imisijami*, Ministrstvo za okolje, Düsselsdorf.

Coote, A. T., Yates, T. J. S., Chakrabarti, S., Biland, D. J., Riland, J. P., in Butlin, R. N., 1991. *UN/ECE international cooperative programme on materials, including historic and cultural monuments. Evaluation of decay to stone tablets*, Building Research Centre, Garston, Watford, UK.

Council of Environmental Advisers (Rat von Sachverständigen für Umweltfragen), 1983. *Waldschäden und Luftverunreinigungen* (Forest damage and air pollution), Kohlhammer, Mainz.

Drabløs, D. in Tollan, A., (ur.), 1980. 'Ecological impact of acid precipitation. Zbornik mednarodne konference', Sandefjord, Norway, 11.-14. marec 1980.

'Editorial', 1977. *Nature* Vol. 268, str. 89.

ECE, 1994. Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on further reduction of sulphur emissions, Združeni narodi, Ženeva. Podrobnosti na www.ece.org.

ECE and EC, 1997. *Forest Condition in Europe, Executive Report*, Zvezni raziskovalni center za gozdarstvo in gozne izdelke, Hamburg, Nemčija.

Evropska komisija, 1999, Direktiva Sveta 1999/30/ES z dne 22. aprila 1999 o mejnih vrednostih žveplovega dioksida, dušikovega dioksida in dušikovih oksidov, delcev in svinca v okoljskem zraku, *UL Evropskih skupnosti* L163, 29. 6. 1999, str. 0041–0060.

Egnér, H., Brodin, G., in Johansson, O., 1955. 'Sampling technique and chemical examination

of air and precipitation', *Kungliga Lantbrukshögskolan Ann.* Vol. 22, str. 369-410.

Hettelingh, J.-P., Downing, R. J., in de Smet, P. A. M., 1991. *Mapping critical loads for Europe*, National Institute of Public Health and Environmental Protection, Bilthoven, Nizozemska.

Knabe, W., 1976. *Mednarodna konferenca o posledicah kislih padavin v Telemarku*, Norveška, 14. do 19. junij 1976.

Lykke, E., 1977. 'Europe versus itself', Letter to the Editor, *Nature* Vol. 269, str. 372.

Mason, B. J., 1992. *Acid Rain. Its Causes and its Effects on Inland Waters*, Clarendon Press, Oxford.

Moldan, B. in Schnoor, J., 1992. 'Czechoslovakia. Examining a critically ill environment', *Environmental Science and Technology*, Vol. 26, str. 14-21.

Mylona, S., 1996. 'Sulphur dioxide emissions in Europe 1880-1991 and their effect on sulphur concentrations and depositions', *Tellus* Vol. 48B, str. 662-689.

Nilsson, J. in Grennfelt, P., 1988. *Critical loads for suplhur and nitrogen (Kritične obremenitve z • veplom in dušikom) – poročilo z delavnice v Skoklostru, Švedska, 19.-24. marec 1988*, Nordijski svet ministrov, Kopenhagen.

Odén, S., 1967. *Dagens Nyheter*, 24. oktober 1967, Stockholm.

Odén, S., 1968. 'Nederbördens och Luftens Försurning, dess Orsaker, Förlopp och Verkan i Olika Miljöer' (The acidification of precipitation and air, causes and effects in different environments), *Statens Naturvetenskapliga Forskningsråd, Ekologikomiteen*, Bulletin št. 1.

OECD, 1968. *Methods for measuring air pollution*, Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, Pariz.

OECD, 1977. *The OECD programme on long range transport of air pollutants. Measurements and findings*, Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, Pariz.

OECD, 1981. *The costs and benefits of sulphur oxide control*, Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, Pariz.

Overrein, L. N., Seip, H. M., and Tollan, A., 1980. 'Acid precipitation – effects on forest and fish', final report of the SNSF project 1972-1980, Oslo-Ås.

Stanners, D. in Bordeau, P., 1995. Europe's Environment. The Dobris Assessment. Evropska agencija za okolje, Kopenhagen.

Skjelkvåle, B. L., Wright, R. F., in Henriksen, A., 1998. Norwegian lakes show widespread recovery from acidification; results from national surveys of lakewater chemistry 1986-1997, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol. 2, str. 555-562.

Sweden, 1971. 'Air pollution across national boundaries. Učinek žvepla v zraku in padavin na okolje', švedski študijski primer za konferenco OZN o človekovem okolju, Kraljevo ministrstvo za zunanje zadeve, Kraljevo ministrstvo za kmetijstvo, Stockholm.

Ulrich, B., Mayer, R., in Khanna, P. K., 1980. Chemical changes due to acid precipitation in a loess derived soil in Central Europe, *Soil Science*, Vol. 130, str. 193-199.

United States of America, 1970. 'Clean Air Act'.

WHO, 1972. *Air quality criteria and guides for urban air pollutants*, Poročilo odbora izvedencev WHO, tehnično poročilo serije št. 506, Svetova zdravstvena organizacija, Ženeva.

WHO, 1979. *Sulphur oxides and suspended particulate matter*, Environmental health criteria št. 8, Svetovna zdravstvena organizacija, Ženeva.

WHO, 1987. *Air quality guidelines for Europe*, WHO regional publications, European series št. 23, Svetovna zdravstvena organizacija, Regionalni urad za Evropo, Kopenhagen.

11. MTBE v bencinu kot nadomestilo za svinec

Martin Krayer von Krauss in Poul Harremoës

11.1 Uvod

Temeljni pojem trajnosti je prihodnost, pri čemer naj današnji razvoj ne onemogoča prihodnjim generacijam zadovoljevati svojih potreb. Čeprav je morda nemogoče natančno napovedati, kakšne bodo potrebe v prihodnosti, pa se lahko odzovemo s sprejemanjem trdnih in prilagodljivih odločitev.

Cilj pričujoče študije primera je preveriti, kako lahko predvidevanje, vključeno v previdnostno načelo, pripelje do čvrstih in prilagodljivih odločitev, ki ustrezajo sedanjim potrebam, vendar jih je mogoče prilagoditi tako, da bodo ustrezale tudi spremenjenim potrebam v prihodnosti. V zadnjem času so potekale številne razprave o uporabi metil terciarnega-butiletra (MTBE) v bencinu. Zlasti skrb v zvezi z nevarnostjo onesnaženja virov talne vode je spodbudila oblasti v zahodnih državah k ponovnem ocenjevanju tveganj, povezanih z uporabo MTBE.

Po prikazu ozadja se ta študija primera ukvarja z raziskavo, ali bi naftna industrija in ustanove za nadzor pri uvajanju MTBE lahko predvidele, da bi se lahko fizikalne, kemične in mikrobiološke lastnosti teh snovi izkazale za nezaželene. Sledi poskus analitične ponazoritve, kako je mogoče s predvidevanji v obliki nekaj bistvenih previdnostnih vprašanj priti do trdnih in prilagodljivih odločitev.

Urejanje tega prispevka je bilo končano 10. maja 2001. Nedvomno se bo razprava o MTBE po tem datumu nadaljevala in nekateri pogledi iz članka bodo morda kmalu zastareli. Upamo pa, da bo članek koristen prispevek k razpravi o previdnostnem načelu.

11.2 Svinec v bencinu

Strupenost svinca je bila človeku znana že v preteklosti. Rimljani so se zavedali, da svinec, ki so ga uporabljali za izdelavo posode, zastruplja ljudi. Medicina dela je formalno ugotovila strupenost svinca v 19. stoletju. Že v začetku dvajsetih let 20. stoletja, na začetku razvoja avtomobilske industrije, so podvomili, ali je modro uporabljati svinec v bencinu. Razprava se je spet razvnela v šestdesetih letih. Doseženo je bilo široko soglasje, da povečevanje koncentracije svinca v zraku dolgoročno ni zaželeno. Večina zahodnih držav se je končno odločila za opustitev uporabe svinca v bencinu. Postopna odprava svinca se je začela ob koncu sedemdesetih let in do konca devetdesetih let ga je večina zahodnih držav odpravila. Kot nadomestek za svinec je naftna industrija izbrala MTBE.

11.3 Primer MTBE

Izbira MTBE kot dodatka proti klenkanju motorja, ki naj bi nadomestil svinec, je bila opravljena na podlagi številnih pozitivnih lastnosti: je poceni kemikalija, ki jo je enostavno izdelati in ima ugodne prenosne in mešalne lastnosti. Mogoča je proizvodnja v rafineriji, dobro in brez izločanja se meša z bencinom in mešanica se lahko pretaka po obstoječih cevovodih (Squillace idr., 1996).

Komercialna proizvodnja MTBE se je začela v Evropi leta 1973 in v Združenih državah leta 1979 (DeWitt & Company Inc., 2000). Italija je začela dodajati MTBE v bencin ob koncu sedemdesetih let, sledile pa so ji druge evropske države, v glavnem sredi osemdesetih let. Skupna svetovna proizvodnja je leta 1999 znašala okoli 21,4 milijona ton. V Evropski uniji (EU) je bilo leta 1999 izdelanih približno 3,3 milijona ton MTBE. Okoli 2,3 milijona ton je bilo porabljenih znotraj EU, 1,1 milijona ton je bilo izvoženih in 0,2 milijona ton uvoženih (DeWitt & Company Inc., 2000). Leta 1995 je bil MTBE s približno 8 milijoni ton na leto tretja najbolj izdelovana organska kemikalija v Združenih

državah (Johnson idr., 2000). MTBE je torej kemikalija z zelo velikim obsegom proizvodnje.

V Združenih državah se je uporaba MTBE močno povečala po sprejetju dopolnitev Zakona o čistem zraku leta 1990, s katerimi je bila predpisana uporaba »oksigenatov« v bencinu, kot sta MTBE ali etanol, s čimer se zmanjšajo koncentracije ogljikovega monoksida (CO) ali ozona v atmosferi. Januarja 1995 je bila za uporabo na mestnih območjih v ZDA, kjer so imeli hude težave z onesnaževanjem z ozonom, vpeljana posebna bencinska mešanica (poimenovali so jo preoblikovani bencin, RFG), ki je vsebovala več MTBE. Sedanja povprečna vsebnost MTBE v RFG je v Združenih državah okoli enajst odstotkov (NSTC, 1997; ENDS Env. Daily, 2000). V Združenih državah prodajo tudi velike količine običajnega bencina, ki vsebuje dva do tri odstotke MTBE.

V EU je bila uporaba MTBE urejena z direktivo o dodatkih k bencinu iz leta 1985 (85/536/EGS), po kateri ni smela nobena izmed članic preprečiti uporabe organskih oksigenatov v koncentracijah, ki so nižje od določenih v direktivah. Za MTBE je to največ petnajst volumskih odstotkov. Leta 1999 je bila povprečna vsebnost, izračunana iz skupne porabe motornih bencinov in MTBE, 2,1 odstotka. Dejanske koncentracije MTBE v bencinu močno nihajo, med nič in petnajst odstotkov, odvisno od vrste bencina, naftne družbe in države (Finska agencija za varstvo okolja, 2001).

V nadaljevanju bomo poskusili povzeti ključne informacije. Cilj je raziskati potencialno uporabo previdnostnega načela, zato bo posebna pozornost usmerjena na negotovost znotraj znanstvenih spoznanj.

11.4 Koristi MTBE

Prvotni namen dodajanja MTBE v bencin je bil preprečevanje klenkanja. Poleg tega MTBE in drugi oksigenati omogočajo popolnejše izgorevanje, to pa pomeni zmanjšanje emisij CO in snovi, ki povzročajo nastanek ozona (Koshland idr., 1998). MTBE dosega tudi nekoliko višje oktansko število od drugih možnih sestavin goriva, kot so benzen (1. razred rakotvornosti) in druge aromatske spojine.

Vloga MTBE pri zmanjševanju emisij v zrak je vprašljiva. V zvezi s tem je pomembno ločevati med splošnimi učinki uporabe preoblikovanega bencina in učinki, ki so izrecno povezani s prisotnostjo MTBE v tem gorivu. V devetdesetih letih se je v večjih mestih v Združenih državah, v katerih se je uporabljal RFG, bistveno zmanjšalo onesnaževanje s CO, ozonom v spodnjih plasteh atmosfere in dušikovimi oksidi (NO_x). Vendar pa so raziskave pokazale, da dodajanje MTBE bencinu ne vpliva bistveno na emisije CO, NO_x in hlapnih organskih spojin (VOC) (NRC, 1996), čeprav se pri uporabi RFG bistveno zmanjšajo emisije avtomobilskih onesnaževal v primerjavi z običajnim bencinom. V poznejšem poročilu so raziskovalci sklenili, da ima uporaba oksigenatov zanemarljiv vpliv na koncentracije ozona v okolju (NRC, 1999). Poročajo tudi, da se koristi zaradi MTBE zmanjšujejo, saj so vezane zlasti na starejša vozila, ki jih postopoma nadomeščajo vozila z učinkovitejšim nadzorom emisij (Keller idr., 1998b).

11.5 Vplivi MTBE

11.5.1 Obstojnost v podzemni vodi

Zaskrbljenost v zvezi z uporabo MTBE se je pojavila, ko so naslednje študije nakazale, da se MTBE giblje s približno enako hitrostjo kot podzemna voda, kar ga uvršča med zelo mobilne kemikalije (Barker idr., 1990). Ta zaskrbljenost se je razširila po objavi poročila Geološkega urada Združenih držav leta 1996. Med hlapnimi organskimi spojinami, ki so jih ugotovili v vzorcih podzemne vode iz plitvih nahajališč, zbranih iz osmih mestnih območij v letih 1993 in 1994, je bil MTBE druga najpogosteje zaznana kemikalija (Squillace idr., 1996). Njegova topnost je 50.000 mg/l (miligramov na liter). Desetodstotna koncentracija MTBE v bencinu pomeni ravnotežno koncentracijo v vodi, velikosti 5.000 mg/l.

Obstojnost lahko obravnavamo v fizikalnem, kemičnem ali mikrobiološkem smislu. Še vedno obstaja negotovost v zvezi z obstojnostjo MTBE v zemlji in podzemni vodi. V atmosferi

povzroči svetloba hiter razpad MTBE (fotodegradacija). Podatkov za podzemno plast je malo. Malo je dobro dokumentiranih poročil o razpadanju MTBE v naravi. Dve raziskavi sta pokazali, da v naravnih razmerah ni mogoče zaznati biorazgradljivosti v podzemni vodi (Borden idr., 1997; Schirmer in Barker, 1998). V poznejših laboratorijskih raziskavah pa je bila ugotovljena zelo počasna, vendar merljiva biorazgradljivost (Landmeyer idr., 1998). Vsaka izmed teh treh raziskav je potekala v aerobnih razmerah. Rezultati terenskih raziskav so pokazali, da se MTBE lahko razgradi anaerobno (Sufflita in Mormile, 1993; Mormile idr., 1994; Yeh in Novak, 1994; Hurt idr., 1999). Pomembne stopnje razpada MTBE, bodisi biološke (Eweis idr., 1998a in b) ali pa kemične, so bile ugotovljene samo v laboratorijskih razmerah. Zaradi velike topnosti, mobilnosti in obstojnosti torej MTBE pomeni potencialno tveganje za podzemne vode.

11.5.2 Okus

Znan je vpliv na okus v podzemnih vodah, onesnaženih z MTBE. Močan vonj po terpentinu zaznajo ljudje že pri zelo nizkih koncentracijah. Na Danskem je bil ugotovljen prag zaznave vonja pri 180 µg/l (mikrogramov na liter) (Larsen, 1997), v Kaliforniji pa celo samo pri 5 µg/l (CAL-EPA, 1999). Iz najnovejših podatkov o monitoringu sledi, da so bile koncentracije MTBE v pitni vodi nekajkrat nad pragom zaznave vonja in okusa.

Zaradi relativno majhnih količin MTBE lahko torej postanejo velike zaloge podzemne vode neuporabne. Ko je presežen prag zaznave okusa in vonja v vodi, se onesnažena voda običajno ne uporablja več, kar zahteva uporabo nadomestnih virov. Posledice onesnaženja velikih in pomembnih zbiralnikov podzemne vode so lahko izredno velike, tako glede stroškov kot motenj v dobavi.

Poglavitna razloga za onesnaženje podzemne vode sta puščanje podzemnih rezervoarjev in razlitje zaradi prenapolnjenosti (Finska AVO, 2001). Posledice so lahko med državami zelo različne, odvisne so na primer od količine podzemne vode, uporabljene za pitno vodo, in od stanja podzemnih rezervoarjev na bencinskih črpalkah. Število onesnaženj po posameznih državah se v EU bistveno razlikuje. Poročilo EU o zmanjševanju tveganj (Finska AVO, 2001) navaja, da »se trenutno ne izvaja rutinski monitoring koncentracij MTBE v podzemni vodi. O gibanju koncentracije MTBE je na voljo le omejena količina podatkov.« V nedavnem poročilu Evropski komisiji (Arthur D. Little Limited, 2001) je zapisano, da je »v državah članicah na razpolago malo javnih podatkov, ki zadevajo monitoring onesnaženja podzemne vode z MTBE«. Poročilo obravnava neobjavljene podatke kot pomemben vir informacij v povezavi z razpoložljivimi podatki iz šestih držav članic (Danska, Finska, Francija, Nemčija, Švedska in Velika Britanija). Sklene, da »nobena od navedenih ugotovitev ne nakazuje razširjenega ali resnega onesnaženja podzemne vode z MTBE na takšni ravni kot v ZDA«. Vendar pa skladno s študijo EU o oceni tveganj »ponujajo dokumentirani primeri dovolj dober razlog za skrb, da MTBE vpliva na okus pitne vode iz virov podzemne vode«. Poročilo EU o zmanjševanju tveganj navaja: »Upravičeno je sklepati, da MTBE vpliva na okus pitne vode.« (Finska AVO, 2001)

11.5.3 Rak

Razvrstitev rakotvornosti MTBE je v žarišču dolgotrajne polemike (glej primer 11.1). Nedavna ocena tveganj EU je ugotovila, da je MTBE glede razvrstitve rakotvornosti mejni primer (Finska AVO, 2001). Kljub temu se je Evropski urad za kemikalije odločil, naj MTBE ne bo razvrščen kot rakotvoren (Dixson-Decleve, 2001). Za potrebe te študije je vredno omeniti, da se o vprašanju rakotvornosti ni razpravljalo še dolgo po tem, ko so MTBE začeli tržiti kot kemikalijo z velikim obsegom proizvodnje: pred začetkom trženja ni bil opravljen vsestranski preizkus rakotvornosti. Celo danes, ko so bile opravljene poglobljene raziskave, ostaja negotovost glede rakotvornosti MTBE. Razprava, ki poteka v Združenih državah in EU, ponazarja težavnost obravnave negotovosti in mejnih rezultatov.

11.5.4 Astma

Podobna razprava poteka o tem, ali je uporaba MTBE prispevala k povečanju števila pri-

merov astme v mestih. V uvodniku revije *Archives of Environmental Health* februarja 2000 (Joseph, 2000) je bila izražena zaskrbljenost v zvezi z epidemiološkimi študijami, ki so nakazovale povečanje pojavnosti astme in drugih bolezni dihal in/ali vnetij v letih po uvedbi MTBE v mestih Philadelphia (Joseph, 1997) in New York (Crain idr., 1994; Leighton idr., 1999). V preteklih petih letih so poročali o alarmantno velikem številu otrok z astmo (okoli 20 odstotkov) v nekaj velikih mestih na vzhodni obali Združenih držav, v katerih so uporabljali MTBE (Mangione idr., 1997; McBride, 1996; Hathaway, 1999; Leighton idr., 1999). Domnevali so, da je povečanje števila primerov astme posledica neznanega izpušnega plina, ki nastaja pri izgorevanju MTBE in uhaja v ozračje (Joseph, 1999; Leikauf idr., 1995).

Kot navaja Davisovo poročilo s Kalifornijske univerze, je verjetno, da produkti izgorevanja MTBE lahko slabo vplivajo na astmo ali jo celo povzročajo, vendar do danes še ni raziskav, ki bi obravnavale to vprašanje. Ugotavljajo, da je »danes malo dokazov, na podlagi katerih bi lahko potrdili ali izključili MTBE kot povzročitelja astme« (Keller idr., 1998b).

11.5.5 Drugi vplivi

Nekaj raziskav nakazuje možnost, da MTBE moti delovanje žlez z notranjim izločanjem (Williams idr., 2000; Moser idr., 1998; Day idr., 1998), vendar so mehanizmi, s katerimi bi lahko MTBE motil sisteme žlez z notranjim izločanjem, še vedno nejasni in zahtevajo dodatne raziskave. Glede tega poročilo EU o oceni tveganj ugotavlja: »Ker podatki ne veljajo za zadostne, se ne pripiše ocena NOAEL (ni opaženih negativnih učinkov).« (Finska AVO, 2001)

11.5.6 MTBE v pitni vodi

Ob koncu leta 1995 so oblasti v mestu Santa Monica v Kaliforniji odkrile MTBE v vodnjaku, iz katerega se je mesto oskrbovalo s pitno vodo. Do junija naslednjega leta so se težave stopnjevale in mestne oblasti so bile prisiljene zapreti nekaj vodnjakov za oskrbo s pitno vodo iz podtalnice. S pregledom znanih in domnevnih lokacij razlitja nafte so ugotovili okoli deset možnih virov onesnaženja v oddaljenosti 1 kilometra od črpališča (Johnson idr., 2000). Za mesto je bila posledica onesnaženja z MTBE izguba 71 odstotkov krajevnih vodnih virov. Sedaj morajo približno polovico skupne porabe vode pokriti z nakupom iz zunanjih virov, kar jih stane 3,5 milijona ameriških dolarjev na leto (Rodriguez, 1997). Nekaj deležev MTBE je izviralo iz zelo majhnih razlitij. Razlitje ob eni sami prometni nesreči v Standishu, zvezna država Maine, je na primer povzročilo prodor MTBE skozi več kot 700 metrov razpokane kamnine in onesnaženje več kot 20 hišnih vodnjakov (Johnson idr., 2000; Hunter idr., 1999). V ZDA so doslej dokumentirali veliko primerov onesnaženja podzemne vode z MTBE. Njihovo število narašča in onesnaženje lahko povzroči resne posledice. Če predpostavimo čiščenje z zrnatim aktivnim ogljem, so zaradi izredno majhnih mejnih koncentracij za MTBE v pitni vodi (od 5 do 30 µg/l) lahko stroški čiščenja virov pitne vode, onesnaženih z MTBE, velikanski. Stroški, povezani z razlitji in puščanjem iz podzemnih rezervoarjev in cevovodov, bi lahko samo v Kaliforniji dosegli nekaj deset do nekaj sto milijonov dolarjev na leto (Keller idr., 1998a). Vendar bi se to lahko spremenilo na podlagi še neobjavljenih rezultatov raziskav, ki nakazujejo, da bi bila mogoča biološka razgradnja MTBE s filtriranjem skozi pesek v običajnih vodovodih (Arvin, 2001).

11.6 Odzivi

Leta 1998 je bilo na Danskem objavljeno poročilo o MTBE (Miljø og Energiministeriet, 1998). V uvodu piše: »Leta 1990 je danska agencija za varstvo okolja (AVO) prejela obvestilo profesorja Erika Arvina z Inštituta za okoljsko znanost in inženirstvo pri Danski tehniški univerzi, da bi zaradi mobilnosti in očitne obstojnosti MTBE v podzemni vodi lahko obstajal problem v zvezi s podzemno vodo.« Danska AVO takrat tega ni ocenjevala kot problem, ker so imeli puščanje iz rezervoarjev za manjšo težavo in »ker so bili problemi s sestavinami bencina v podzemni vodi takrat redki«. Leta 1998 je danska AVO vpeljala poskusno mejno vrednost za pitno vodo pri 30 µg/l.

Primer 11.1: Rakotvornost – zapletena znanost, mejni rezultati in nasprotujoči si interesi

Temeljite raziskave rakotvornosti so se začele v devetdesetih letih. Rezultati treh preizkusov na živalih so pokazali, da kronična izpostavljenost MTBE – bodisi z vdihavanjem ali oralna – pri živalih povzroča raka. Vdihavanje MTBE je povzročilo povečano število tumorjev na ledvicah in modih pri moških podganah (Bird idr., 1997; Chun idr., 1992) ter na jetrih pri miših (Burleigh-Flayer idr., 1992). Oralni vnos MTBE je povzročil statistično značilno povečanje limfoma in levkemije pri podganjih samicah ter tumorjev na modih pri podganjih samcih (Belpoggi idr., 1995 in 1998).

Na podlagi teh rezultatov je videti, da povzroča MTBE benigne in maligne tumorje na različnih organih, pri različnih vrstah in v različnih oblikah izpostavljenosti. Vendar so bili rezultati izpostavljeni kritikam, da »sta pri raziskavah rakotvornosti izvedba in poročanje neustrezna, tolmačenje rezultatov težavno, razmerje ugotovljenega povečanja števila tumorjev in doze MTBE pa vprašljivo. Poleg tega so bili pri nekaj tumorjih, ki jih je povzročil MTBE, ugotovljeni mehanizmi delovanja, ki so značilni za glodalce, kar pomeni, da rezultati niso veljavni za človeka.« (Dekant, 2000)

Po mnenju Mednarodne agencije za raziskave raka (IARC) pri Svetovni zdravstveni organizaciji (WHO) ni nobena analitična epidemiološka raziskava obravnavala možne povezave med MTBE in rakom pri človeku. IARC ugotavlja, da zaradi »nezadostnih dokazov rakotvornosti pri ljudeh« in zgolj »omejenih dokazov« pri laboratorijskih živalih »MTBE ne more biti razvrščen kot človeški karcinogen« (IARC, 1999). Odbor znanstvenih svetovalcev Državnega toksikološkega programa (NTP) Združenih držav je s šestimi glasovi proti petim izglasoval, da za MTBE ni mogoče »razumno predpostaviti, da je človeški karcinogen« (BSC, 1998). Mednarodni program za kemično varnost (IPCS), skupni program Mednarodne organizacije za delo, Okoljskega programa Združenih narodov in WHO je posnemal sklep IARC s priporočilom, da je še naprej treba pridobivati podatke za zagotavljanje kvantitativnih usmeritev glede mejnih izpostavljenosti in za ocenjevanje tveganja (IPCS, 1999).

Druge ustanove in posamezni znanstveniki so sklenili, da so dokazi, pridobljeni z raziskavami na laboratorijskih živalih, zadostni za ugotovitev, da je MTBE verjeten povzročitelj raka pri ljudeh, in bi zato moral biti označen kot verjeten človeški karcinogen (Mehlman, 2000). Pregled obstoječih raziskav, opravljen na Kalifornijski univerzi (Keller idr., 1998b), je nakazal, da je MTBE potencialni človeški karcinogen, čeprav bi bile za dokončno odločitev potrebne nadaljnje raziskave. Kot je ugotovil državni svet Bele hiše za znanost in tehnologijo, »obstajajo zadostni dokazi, da je MTBE rakotvoren za živali« in da »teža dokazov podpira tezo o potencialni nevarnosti MTBE kot človeškega karcinogena« (NSTC, 1997). Kot pa je ugotovila Agencija za varstvo okolja Združenih držav (EPA), »teža dokazov nakazuje, da je MTBE rakotvoren za živali in je potencialni karcinogen za ljudi« (US EPA, 1997).

Najnovejši poglobljeni pregled razpoložljivih podatkov o rakotvornosti je izdelala finska agencija za varstvo okolja v zvezi z oceno tveganj Evropske unije za MTBE (Finska AVO, 2001). V osnutku poročila o oceni tveganj se sklep o rakotvornosti glasi: »Znaki rakotvornosti obstajajo pri dveh vrstah. Vendar je pri nekaterih raziskavah (adenom pri miših) nezanesljiva povezava izpostavljenosti z nastalimi tumorji, pri drugih (Leydigova celica) pa je vprašljiva ustreznost metode dela. Poleg tega se tumorji v glavnem pojavljajo pri zelo velikih in sistematično toksičnih dozah, MTBE pa ni genotoksičen *in vitro* ali *in vivo*. Po drugi strani pomembnost intersticijskih adenomov na modih, ki so jih v dveh ločenih poizkusih opazili pri podganah, za človeka ni zanemarljiva. Dodatno ostaja nekaj negotovosti glede pomena najdenih limfatičnih tumorjev, zlasti v luči omejitev raziskave in nekoliko neustreznega poročanja o njeni vrednosti. Poročevalec obravnava MTBE kot mejni primer med nerazvrščenimi snovmi in karcinogeni tretjega razreda.« (Finska AVO, 2001)

Razvrstitev in označevanje nevarnosti MTBE je novembra 2000 obravnavala delovna skupina za razvrstitev nevarnih snovi pri Evropskem uradu za kemikalije. Predlog za razvrstitev MTBE med karcinogene v 3. razred s pripombo tveganja R40 je bil zavrnjen (R40 označuje, da snov pomeni »možno tveganje nepovračljivih učinkov«) (Dixson-Decleve, 2001).

Verjetna podlaga za to odločitev je, da je pri rakotvornih snoveh, ki niso mutagene, splošno priznan obstoj mejne koncentracije, pod katero ni mogoče opaziti učinkov. Za MTBE je nekaj preizkusov mutagenosti *in vitro* z metabolično aktivacijo pozitivnih, raziskave *in vivo* pa so negativne. Domnevajo, da se pozitivni odzivi pojavljajo, ko so celice *in vitro* zunajcelično izpostavljene metaboličnemu formaldehidu MTBE, in da formaldehid ne dosega tega učinka, kadar nastaja v celicah v nepoškodovanem organizmu. Zato velja MTBE za nemutageno snov (Finska AVO, 2001).

Zaskrbljenost glede MTBE zatorej ni tako velika, kot bi bila pri mutagenem karcinogenu, pri katerem bi teoretično lahko pričakovali učinke pri vseh dozah, vse do neskončno majhnih koncentracij. Pri nemutagenih karcinogenih je učinek pogosto povezan s kako drugo poškodbo prizadetega organa, na primer ledvic ali jeter. Močno regeneracijo in rast celic, ki tedaj poteka v povezavi z obnavljanjem tkiva v poškodovanem organu, lahko spremlja hitrejša rast tumorja. Za primarno poškodbo prizadetega organa obstaja mejna vrednost. Ta mejna vrednost je NOAEL (ocena - ni opaženih negativnih učinkov). Koncentracije pod mejno vrednostjo preprečujejo tako poškodbe organov kot nastanek tumorjev (stergaard, 2001). Tveganje rakotvornosti, ki ga pomenijo takšne snovi, se torej obravnava kot obvladljivo.

V Kaliforniji, prvi zvezni državi v ZDA, ki je utrpela posledice MTBE, je kalifornijski zakonodajni zbor ustanovil delovno skupino na Kalifornijski univerzi. Ovrednotila je razpoložljive dokaze, izdelala oceno zdravstvenih in okoljskih vplivov in izoblikovala več priporočil guvernerju in zakonodajnemu zboru, vključno z opuščanjem uporabe MTBE (Keller idr., 1998b). Na tej podlagi je guverner z izvršilno odredbo predlagal, da se »do 1. julija 1999 izdela terminski načrt za odstranitev MTBE iz bencina čim prej, najpozneje pa do 31. decembra 2002« (Davis, 1999). V raziskavi Kalifornijske univerze so tudi ugotovili: »Lekcija zgodbe o

MTBE je, da ima lahko izpuščanje katerekoli kemične spojine v okolje v količinah, ki pomenijo znaten delež v skupni količini bencina, nepričakovane posledice za okolje. Zato priporočamo celovito oceno vplivov na okolje za vsako alternativo MTBE.« Tukaj je namen poudariti, da bi morala biti vsaka alternativa MTBE pred začetkom uporabe izpostavljena celoviti presoji. Ta ukrep je predviden zlasti zaradi »možnih škodljivih učinkov za zdravje, ki so povezani s produkti nepopolnega izgorevanja etanola.« Poročilo tudi ugotavlja, da so »posledice trenutne strukture državnih agencij, od katerih se vsaka ukvarja z določenim delom okolja (tla, zrak, voda), razdrobljene in nepopolne ocene vplivov na okolje«.

Agencija za varstvo okolja Združenih držav je leta 1998 ustanovila Odbor modrega traku (Blue Ribbon Panel) kot »odgovor na naraščajočo zaskrbljenost državnih in lokalnih uradnikov ter javnosti« (Blue Ribbon Panel, 1999). Poročilo iz septembra 1999 med drugim ugotavlja: »Odbor se na splošno strinja, da je zaradi zmanjšanja trenutne in prihodnje nevarnosti za pitno vodo treba bistveno zmanjšati uporabo MTBE. Več članov je menilo, da bi morali popolnoma prenehati uporabljati MTBE.« Odbor je sklenil, da je ena izmed lekcij naslednja: »Da bi v prihodnje preprečili take dogodke … mora EPA izvajati celovite multiokoljske ocene (učinkov na zrak, tla in vodo) vsakega novega pomembnejšega dodatka bencinu pred začetkom njegove uporabe.« Marca 2000 je Agencija za varstvo okolja Združenih držav razglasila, da bodo sprejeti ukrepi za »bistveno zmanjšanje ali odpravo« uporabe MTBE kot dodatka bencinu zaradi njegove morebitne rakotvornosti in »zaščite ameriških virov pitne vode« (ENDS Env. Daily, 2000).

11.7 Današnje usmeritve

V prihodnosti bo v Združenih državah verjetno prišlo do uporabe drugih oksigenatov, kot je etanol, pa tudi enakovrednih neoksigeniranih bencinov, ki ustrezajo strogim emisijskim zahtevam (Keller idr., 1998b; CEC, 1998). V Evropi je relativno majhna uporaba MTBE pomenila, da so se zaskrbljenost in možne težave, povezane z MTBE, pojavile pozneje kot v Združenih državah (Morgenroth in Arvin, 1999). Predpisi o kakovosti goriv, ki jih je EU sprejela leta 1998 (98/70/EGS) in veljajo za bencin in plinsko olje, zahtevajo postopno zmanjšanje uporabe spojin, kot so benzen (1. razred rakotvornosti) in vsi aromati, med letoma 2000 in 2005. Posledica tega bi lahko bila povečana uporaba MTBE v Evropi. Avgusta 2000 je danska AVO uvrstila MTBE na seznam nezaželenih snovi in razglasila, da načrtuje uvedbo ekonomskih instrumentov za zaviranje uporabe MTBE. Nedavna ocena tveganj EU za MTBE je ugotovila, da so zaradi tveganja, ki pomeni MTBE za podzemne vire vode, ukrepi za zmanjšanje tveganj upravičeni (Finska AVO, 2001). Poročilo Evropski komisiji o zmanjševanju tveganj za podzemne rezervoarje je bilo objavljeno 19. aprila 2001 (Arthur D. Little Limited, 2001) kot dodatek k poročilu o zmanjševanju tveganj, ki je bilo napisano v povezavi z oceno tveganj (Finska AVO, 2001). Poročila poudarjajo razliko med stanjem v Združenih državah in Evropski uniji. Pričakujejo, da »se bodo oktanske zahteve po MTBE ustalile v območju 1–4 vol. odstotkov, odvisno od razpoložljivega oktanskega števila, in bodo še vedno veliko nižje od 10 do 15 odstotkov, kolikor ga trenutno uporabljajo v preoblikovanem bencinu v Združenih državah«. Mnoge države članice EU so pred kratkim sprejele ukrepe za nadzor puščanja iz podzemnih rezervoarjev, s čimer bi zagotovile, da bo tveganje onesnaženja podzemne vode »v prihodnosti ostalo nizko«. Poročilo izpostavlja tveganja, ki jih v prehodnem obdobju do polne uveljavitve pomenijo obstoječi podzemni rezervoarji, ki niso v skladnu z novimi predpisi. Predvideno je, da bi predpisi začeli popolnoma učinkovati do leta 2005. Poročilo poudarja potrebo po »odločnem uveljavljanju zahtev za podzemne rezervoarje« in predlaga »kazni kot učinkovito svarilo«.

Kot je torej videti, se EU nagiba k stališču, da naj bi oksigenati, kot je MTBE, imeli vlogo pri izboljšanju izgorevanja in zmanjševanju emisij CO in organskih spojin. Povečano tveganje, ki je povezano s puščanjem podzemnih rezervoarjev, se obravnava kot tehnično vprašanje, ki ga je mogoče obvladovati z zmanjševanjem tveganj. Vendar so raziskave v Združe-

nih državah pokazale, da lahko zaradi nepravilne vgradnje neopaženo puščajo tudi izpopolnjeni podzemni rezervoarji z dvojno steno in detektorji puščanja (Couch in Young, 1998). Tako je pojasnjen pritisk v poročilu Evropski komisiji zaradi »strogega uveljavljanja« in spremljevalnega monitoringa podzemnih voda (Arthur D. Little Limited, 2001).

11.8 Razprava v povezavi s previdnostnim načelom

V naši analizi si bomo najprej ogledali zgodovinski vidik, s katerim bomo poudarili vprašanja, ki bi si jih lahko zastavili na začetku uporabe MTBE v zgodnjih osemdesetih letih. Prikazati želimo možnosti, ki jih ponuja uporaba predvidevanja kot sestavnega dela previdnostnega načela.

Že leta 1954 so bile objavljene raziskave, ki so nakazovale zelo nizko stopnjo biorazgradljivosti družine etrov (Mills in Stack, 1954). Do leta 1960 je prišlo spoznanje o odpornosti etrov proti biološki razgradnji v učbenike (Sawyer, 1960). Kot bi tako lahko upravičeno domnevali, bi sposobni kemiki in mikrobiologi pri uvajanju MTBE lahko predvideli možnost, da je MTBE obstojen v podzemni vodi. Vendar dokumentacije za ta argument ni bilo mogoče najti. Kaže, da so bila prva svarila o obstojnosti MTBE v podzemni vodi objavljena leta 1990 na podlagi prvih eksperimentalno ugotovljenih dejstev (pa čeprav le v laboratorijskem merilu) (Barker idr., 1990; Jensen in Arvin, 1990). Vendar se zakonodajne agencije na ta prva svarila niso odzvale. Zakonodajni sistem se glede resnosti vprašanja ni zdramil vse do leta 1996, ko so se pojavili rezultati v polnem obsegu. Ta zamuda je z listinami dokazana v Združenih državah in na Danskem.

Po drugi strani je upravičena domneva, da ni bilo znakov kakršnihkoli škodljivih učinkov, povezanih z MTBE v času, ko so ga izbrali kot nadomestilo za svinec v bencinu. Potemtakem ni ključno vprašanje, ali obstojna *in* škodljiva kemikalija pomeni nesprejemljivo tveganje, temveč ali je bilo njeno takratno splošno poznavanje zadostno za predvidevanje, da bi lahko njeno obstojnost kot tako imeli za problematično.

11.8.1 Zgodovinski vidik

Mejnik, ob katerem se je prvič pojavila splošna skrb glede težko razgradljivih kemikalij, je bila objava dela *Nema pomlad (Silent spring)* (Carson, 1962). Carsonova je v svoji knjigi opisala katastrofalne posledice razširjene uporabe pesticidov za žuželke, ptice in ekosisteme. Takrat je bila razprava tesno povezana s tako imenovanim »umazanim ducatom« pesticidov, ki so danes znani kot obstojna organska onesnaževala (POPs). To razpravo so od zgodnjih šestdesetih let spremljale raziskave biološke razgradljivosti in mobilnosti ter drugih lastnosti pesticidov.

Podobna razprava, ki se je v začetku šestdesetih let pojavila v Evropi, je sledila penjenju rek, ki ga je povzročila uporaba biološko nerazgradljivih pralnih sredstev. Industrija mil in pralnih sredstev se je dejavno vključila v prizadevanja za razvoj meril in metodologije za preizkušanje obstojnosti/razgradljivosti pralnih sredstev (ASDA, 1965; Swisher, 1987). Enako je storila Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD, 1970).

Kot je videti, so imeli zakonodajalci in industrija razlog za sum, da bi obstojnost v povezavi s škodljivimi lastnostmi lahko povzročila težave. Izkušnje s pesticidi in pralnimi sredstvi so ponudile znanstvene dokaze, da bi lahko obstojnost v povezavi z določenimi drugimi kemičnimi lastnostmi povzročila trajne nezaželene učinke, kot sta dolgotrajna strupenost ali penjenje rek.

Na tej podlagi se lahko še vprašamo, ali so pri uvajanju MTBE obstajali kakšni namigi, da bi družba oblikovala in izvajala ukrepe, ki bi se nanašali na vprašanje kemične obstojnosti v povezavi z drugimi negativnimi lastnostmi.

V letih 1978/1979 je bila oblikovana delovna skupina OECD za metode preizkušanja razgradnje in akumulacije, ki je utirala pot pri razvoju iz posebnih metod za pralna sredstva v bolj splošne metode za merjenje obstojnosti (OECD, 1981). Na teh delavnicah so predstavniki vlad in industrije ter akademiki raz-

pravljali o tehničnih podrobnostih že sprejetega pojmovanja obstojnosti. Podobno kot OECD so se v sedemdesetih in zgodnjih osemdesetih letih z razvojem standardnih metod za preizkušanje biološke razgradljivosti ukvarjale tudi številne vladne, industrijske in nevladne organizacije (US EPA, 1979; ECETOC, 1982; ISO, 1984).

Obstojnost je postala nezaželena lastnost kemikalij v zgodnjem obdobju razvoja okoljske zakonodaje EU (Evropska komisija, 1967 in 1984). Skladno s šestim dopolnilom (Evropska komisija, 1979) direktive Evropske komisije o razvrstitvi in označevanju novih snovi (Evropska komisija, 1967), ki je bilo sprejeto septembra 1979, mora biti o vseh novih snoveh, ki se bodo proizvajale ali tržile v EU, obveščen pristojni organ v eni izmed držav članic. To obvestilo mora pred trženjem spremljati niz podatkov o identiteti, uporabi in lastnostih snovi. Obseg niza podatkov je odvisen od predvidenega obsega proizvodnje določene snovi. Skupaj s strupenostjo, bioakumulacijskim potencialom in sumom o rakotvornosti bi se snovi tudi glede na obstojnost uvrščale med »posebno nevarne za okolje«.

Vendar ti predpisi za »nove snovi« pravno niso veljali za MTBE, saj so veljali samo za kemikalije, ki jih v EU niso tržili v desetletnem obdobju pred 18. septembrom 1981. Ker so MTBE tržili pred tem datumom, je bil v EU razvrščen kot »obstoječa snov«. Predpisi za vrednotenje in nadzor obstoječih snovi so bili sprejeti leta 1993 (Evropska komisija, 1993). Finski inštitut za okolje trenutno ocenjuje tveganja za MTBE, ki ga zahteva ta predpis. Osnutki ocene tveganj, na katero smo se že sklicevali, so postali razpoložljivi ob koncu leta 2000.

Veliki napori, ki so bili usmerjeni v razvoj metod za preizkušanje obstojnosti kažejo na to, da je v nekem obdobju v družbi zares prevladalo prepričanje, da je pri kemikalijah pomembno ugotoviti njihovo obstojnost. Naknadna vključitev obstojnosti kot nezaželene lastnosti kemikalij v zakonodajo dodatno nakazuje, da je bila družba v resnici pripravljena izvajati ukrepe, s katerimi bi reševala vpliv kemične obstojnosti v povezavi z drugimi negativnimi lastnostmi.

Takrat bi lahko pričakovali, da bo napovedani veliki obseg proizvodnje povzročil dodatno zaskrbljenost, ki bi lahko spodbudila nadaljnje raziskave, čeprav takrat niso bile zahtevane. Takšne raziskave bi tistim, ki odločajo, razkrile obstojnost MTBE.

Če bi industrija in zakonodajalci upoštevali obstojnost MTBE, bi upravičeno lahko pričakovali obravnavanje naslednjega vprašanja: ali ima MTBE kakšno drugo lastnost, ki bi lahko v povezavi z daljšo obstojnostjo zahtevala odziv družbe zaradi vključenih tveganj?

Kot smo že omenili, so bile težave z vonjem in okusom povezane z MTBE, vendar so bile med ocenjevanjem MTBE spregledane. Videti je, kot da nikoli niso pomislili na možnost, da bi lahko MTBE pomenil nevarnost za podzemne vode. Nadalje so se podrobne preiskave rakotvornosti MTBE začele šele v devetdesetih letih, negotovost glede tega pa je ostala še dolgo po tem, ko so to kemikalijo začeli množično proizvajati. Nedvomno bi lahko velika proizvodnja kemikalije, ki je imela lastnosti, povezane z obstojnostjo, okusom in vonjem, potencialno rakotvornostjo in drugimi škodljivimi učinki, povzročila zaskrbljenost v zgodnjih osemdesetih letih. Raziskave bi morale biti torej izdelane takrat.

Izbira MTBE za dolgoročno nadomestitev svinca v bencinu ni temeljila na previdnosti pa tudi možne nevarnosti, povezane z izbiro, niso bile ustrezno opisane. Naftna industrija in zakonodajni organi bi se lahko zavedali, da bo obstojnost MTBE sčasoma postala problematična.

11.8.2 Sodoben pogled

Med vsemi negativnimi značilnostmi MTBE je obstojnost edinstvena v tem, da pomeni nespremenljivost. Obstojna kemikalija ostane navzoča v okolju dolgo po tem, ko smo jo nehali uporabljati, in tako bistveno poveča tveganje, povezano z napačnim diagnosticiranjem znanih in neznanih škodljivih učinkov, ki se jih znanost še ne zaveda. Pred spuščanjem obstojnih snovi v okolje morajo biti vsekakor znani odgovori na naslednji vprašanji: ali naj se vpliv oceni samo na podlagi obstoj-

nosti in ali ta lastnost spodbudi tudi sistematične, obsežne in temeljite raziskave ugotovljivih negativnih učinkov.

Na ta vprašanja danes še ni odgovorov, vendar pa bi morali biti zaradi velike proizvodnje in topnosti vsekakor zaskrbljujoči. Seznam znanih negativnih značilnosti kemikalij, kot je obstojnost, se še vedno podaljšuje. Šele sedaj na primer raziskujejo mehanizme, ki povzročajo motnje v delovanju žlez z notranjim izločanjem. Če bi prišli do novih spoznanj o škodljivosti kemikalij, ko so te že razširjene v okolju, verjetno ne bi bilo dovolj finančnih in tehnoloških virov za sanacijo.

V tem primeru tolmačimo previdnostno načelo tako, da je treba vedno upoštevati tveganje zmotnega prepričanja in njegovih možnih posledic. Pri obstojnih kemikalijah je zaradi *nespremenljivosti* tveganje bistveno večje kot pri drugih kemikalijah. Pomanjkanje celovitega znanstvenega razumevanja vzročno-posledičnih povezav ne more biti izgovor za odlaganje ukrepov. Znanstvena negotovost in nevednost pravzaprav opravičujeta preventivne ukrepe.

11.8.3 Alternative

Previdnostni pristop vpelje načelo zamenjave pri iskanju varnejših možnosti za potencialno škodljive dejavnosti. Nedvomno je MTBE upravičeno boljša izbira kot svinec. Ker pa z razlogom domnevamo, da bi bili lahko z uporabo MTBE povezani nepopravljivi škodljivi učinki, moramo raziskati tudi njegovo nadomestitev kot možno rešitev za zmanjšanje tveganja. Obstajajo alternative za MTBE in verjetno je, da bodo odkrite tudi nove, če bo omogočeno dovolj raziskav. Pri previdnostnem pristopu je torej pomembno naslednje vprašanje: kako je z alternativami MTBE? Najnovejša ocena je predstavljena v poročilu EU o zmanjševanju tveganj, katerega osnutek je nastal v zvezi z oceno tveganj (Finska AVO, 2001).

Med najpogosteje obravnavanimi alternativami MTBE so drugi oksigenati, izboljšana tehnologija motorjev in spremenjena sestava bencina (Morgenroth in Arvin, 1999; CEC, 1998). Med druge spojine, ki vsebujejo kisik, sodijo etanol, ETBE (etil terciarni-butileter), TAME (terciarni-amil-metileter) in DIPE (di-izopropileter). Vendar bi lahko tudi drugi oksigenati škodljivo vplivali na okolje. Kmetijske površine, potrebne za pridelovanje rastlinske mase za izdelavo biološkega etanola, bi bile velike in upoštevati bi morali ekološki vpliv gnojil in pesticidov, potrebnih za njegovo pridelavo. Poleg tega zahteva proizvodnja etanola znatne količine energije in takšna izbira morda ne bi bistveno zmanjšala emisij toplogrednih plinov, če upoštevamo celoten proizvodni ciklus. Drugi etri bi lahko imeli podobne zdravstvene učinke kot MTBE, ki jih, kot smo ugotovili, ne razumemo v celoti.

Druga možnost je uvajanje vozil z izboljšano tehnologijo motorjev, kot je na primer neposredni vbrizg bencina (GDI). Pri delni obremenitvi GDI ne zahteva tako visokega oktanskega števila kot običajni motorji. Pri polni obremenitvi pa razlike niso tako pomembne. Po zmanjšanju količine aromatov v bencinu, ki se zahteva v Evropi, bo dodajanje oksigenatov nujno, tudi če se tehnologija motorjev izboljša.

Naslednja možnost, ki jo skrbno preučujejo, bi lahko bila izboljšana sestava bencina. Zvišanje oktanskega števila bencina bi lahko dosegli s spremembo strukture »razvejanih alkanov« v bencinu. Tej možnosti bi lahko nasprotovala naftna industrija, ker bi njena realizacija pomenila spremembe procesov v rafineriji in tako povzročila velike investicijske stroške.

Uporaba MTBE kot dodatek bencinu za zmanjšanje emisij onesnaževal iz motornih vozil odpira težje vprašanje, pri katerem pomeni MTBE zgolj simptom. Ob prizadevanjih za industrializacijo v državah, kot sta Indija in Kitajska, je jasno, da si prihodnje generacije ne bodo mogle privoščiti množičnega prometnega sistema, ki bi povzročal emisije hlapnih organskih spojin, ogljikovega monoksida, ogljikovega dioksida, dušikovih oksidov in drugih onesnaževal. Čeprav bi omenjene alternative lahko izboljšale trenutno stanje, pa ni verjetno, da bi njihove prednosti zadoščale za potrebe prihodnjih generacij. Previdnostno načelo bi nas torej opozorilo, naj premišljeno vlagamo v razvoj alternativ, ki so popolnoma drugačne od opisanih.

Zato so nekatere evropske vlade zagovarjale odziv, usmerjen naravnost proti silam, ki povzročajo propadanje okolja. V bistvu postavljajo pod vprašaj temeljno potrebo po množičnem prometnem sistemu. Stališče trenutne danske vlade je na primer, da se z napredkom komunikacijske tehnologije osebna vozila vse bolj spreminjajo iz »potrebe« v »željo«. Zato so uzakonili različne ekonomske politike, katerih cilj je odvračanje državljanov od vožnje z osebnimi vozili.

Drugo stališče je, da bo družba vedno potrebovala sredstva za hiter prevoz, vendar lahko s korenitim zasukom v tehnologiji motorjev preneha obremenjevati okolje z osebnim prometom. Primer takšnega tehnološkega posega je vodikova gorivna celica. Stranska produkta emisij iz tega sistema sta zgolj kisik in voda. Poskusna uporaba avtobusov z gorivnimi celicami na osnovi vodika je bila uvedena v Chicagu in Vancouvru.

Nobena od teh možnosti pa še ni bila toliko raziskana, da bi jo lahko v kratkem množično uvajali. Ker trenutno ugotavljamo težave, povezane z uporabo MTBE, smo usmerjeni bolj k iskanju in raziskovanju alternativnih možnosti.

11.8.4 Analiza stroškov in koristi

Analiza stroškov in koristi naj bi v idealnem primeru vsebovala vse stroške in vse koristi – ali njihove razumne približke. Zaradi nevednosti ima tovrstna analiza zgolj omejeno vrednost za tiste, ki odločajo, in ne more biti edina podlaga za politične odločitve. Sistematična in vsestranska ocena vseh možnosti pa je lahko kljub temu pomembno orodje za njihovo relativno ocenjevanje, celo pri delni nevednosti.

Leta 1998 je bila opravljena analiza stroškov in koristi uporabe MTBE v Kaliforniji (Keller idr., 1998a). Ta analiza je preiskala koristi za zdravje ljudi, da bi lahko nadzirala onesnaževanje zraka, in nato razčlenila stroške, povezane z uporabo MTBE, po naslednjih vrstah:

- stroški zdravljenja povečanega števila primerov raka zaradi onesnaženosti zraka z MTBE in stranskimi produkti njegovega izgorevanja (aldehidi);
- stroški čiščenja vode, ki škodi zdravju ljudi, ali uporabe alternativnih vodnih virov;
- neposredni stroški, ki jih plačujejo potrošniki z višjimi cenami bencina in njegovo manjšo učinkovitostjo zaradi oksigenatov;
- stroški (monitoringa) opazovanja in spremljanja pojavov;
- stroški rekreacije;
- škoda na ekosistemih.

V analizi so bili primerjani stroški in koristi uporabe MTBE, etanola in neoksigeniranega goriva s toluenom ali izo-oktanom. Za primerjavo so uporabljali običajni bencin, ki je bil v prodaji pred uvedbo RFG.

Koristi za kakovost zraka, ki izhajajo iz teh treh možnosti, so bile pravzaprav enake, saj vse sestave dosegajo približno enako zmanjšanje emisij CO in spojin, iz katerih nastaja ozon. Te koristi so bile za vse tri možnosti ocenjene relativno nizko, med 14 in 78 milijonov dolarjev na leto.

Zaradi stroškov čiščenja vode, povezanih z MTBE, je bila ta možnost ob upoštevanju vseh stroškov ocenjena kot najdražja. V Kaliforniji so bili na temelju ocene števila virov podzemne vode in površinskih vodnih zbiralnikov, ki so trenutno onesnaženi z MTBE, skupni stroški za čiščenje vode ocenjeni na 340 do 1.480 milijonov dolarjev na leto. Ti stroški temeljijo na predpostavki, da bi onesnaženo vodo prečistili pod mejno koncentracijo 5 µg/l z zrnatim aktivnim ogljem. Kot je bilo predhodno opisano, je mogoče, da obstajajo cenejše metode. Razlika v stroških odprave posledic in/ali čiščenja vode med neoksigeniranimi bencini in etanolskimi mešanicami ter običajnim bencinom bi bila majhna. Med druge pomembne stroške, povezane z uporabo MTBE, sodita neposredna cena, ki jo plačajo potrošniki za oksigenirani bencin (435 do 1.055 milijonov dolarjev na leto), in potencialna izguba navtičnih rekreacijskih dejavnosti zaradi preprečitve tega vira onesnaževanja površinskih vodnih zbiralnikov z MTBE (160 do 200 milijonov dolarjev na leto). Iz poročila je razvidno, da so stroški za doseganje ciljne kakovosti zraka

najnižji pri uporabi neoksigeniranega bencina, sledijo pa bencinske mešanice na osnovi etanola.

Če upoštevamo nevednost, ki obdaja naše razumevanje zdravstvenih učinkov MTBE, bodo analize stroškov in koristi vedno le začasne. Mogoče so nam številni potencialni stroški še vedno neznani. Če bi se na primer pojavili novi podatki, ki bi jasno povezovali uporabo MTBE s povečanjem števila primerov astme, bi se stroški, povezani z uporabo MTBE, bistveno povečali. Če bi se po drugi strani na podlagi novih podatkov izkazalo, da se MTBE lahko razgrajuje v komunalnih vodovodih, bi se lahko ti stroški bistveno znižali.

Vendar je MTBE na podlagi tistega, kar nam je z zmerno gotovostjo znano danes, zaradi stroškov čiščenja vode zelo draga možnost. Če nadalje predpostavimo najslabši možni scenarij zdravstvenih učinkov uporabe MTBE, bi se stroški odprave posledic še dodatno povečali in močno presegli stroške preprečevanja. Splošno je priznano, da je treba pri previdnostnem načelu upoštevati delež stroškov preventivnih ukrepov, ki je sorazmeren koristim, doseženim s temi ukrepi. Potencialno zelo visoki stroški, povezani z MTBE, bi zato upravičili razmeroma drage protiukrepe.

Nejasno ostaja, kdo bi moral odgovarjati za stroške zaradi uporabe MTBE. Naša analiza nakazuje, da sta bili tako industrija kot družba (ki jo zastopajo zakonodajalci) kratkovidni pri odločitvi o zamenjavi svinca v bencinu z MTBE. Zato je težko izločiti plačnika stroškov za protiukrepe. Kdo je onesnaževalec, kdo naj plača? Doslej je večino stroškov, povezanih z uporabo MTBE, nosila družba v obliki stroškov zmanjševanja tveganj, čiščenja vode ali nadomestnih vodnih virov, industrijskih stroškov, prenesenih na potrošnike, ali stroškov zdravljenja ljudi. Posledice kakršnekoli odločitve v zvezi z množičnim prometnim sistemom bodo daljnosežne. Zato bi morala družba iz previdnosti izbrati za MTBE tiste alternative, ki temeljijo na najboljših okoljskih izkustvih, čeravno so kratkoročno dražje. Izbrane alternative morajo najbolje pokrivati današnje in prihodnje potrebe.

11.9 Sklepne ugotovitve

Pri uvajanju MTBE bi bilo mogoče napovedati, da bo družba obstojnost kemikalije sčasoma

Preglednica 11.1 MTBE – zgodnja svarila in ukrepi

Vir: EEA

1954	Prvi znanstveni članek dokazuje nizko biološko razgradljivost družine etrov v vodi.
1960	Podatki o okusu in vonju v vodi ter nizki biološki razgradljivosti pridejo v učbenike.
1990	Prvi znaki onesnaževanja podzemnih voda z MTBE v laboratorijskih razmerah.
1990	Znatno povečanje uporabe MTBE v ZDA zaradi dopolnitev Zakona o čistem zraku.
1990	Vsestranske raziskave rakotvornosti se začno v devetdesetih letih.
1995	MTBE zaznajo v vodnjakih, iz katerih se je s pitno vodo oskrbovalo mesto Santa Monica v Kaliforniji. Te vodnjake so morali zapreti in mesto je izgubilo 71 odstotkov lokalnih vodnih virov.
1996	Zaskrbljenost se močno razširi po poročilu Geološkega urada ZDA.
1997	Terenske raziskave pokažejo, da je MTBE zelo topljiv, gibljiv in obstojen, zaradi česar je potencialno nevaren za podzemne vode.
1998	Danska agencija za varstvo okolja v poročilu prizna, da je bila vlada leta 1990 obveščena o možnosti zaostrovanja težav s podzemno vodo zaradi MTBE, in predstavi akcijski načrt za zmanjšanje učinkov MTBE in zmanjševanje tveganj.
1999	V Kaliforniji priporočijo izločitev MTBE iz bencina čim prej, vendar ne pozneje kot do konca leta 2002.
2000	Namigi, da bi bil MTBE lahko povezan z astmo v nekaterih mestih Združenih držav.
2000	Namigi, da bi MTBE lahko povzročal motnje v delovanju organov z notranjim izločanjem.
2000	Agencija za varstvo okolja Združenih držav oznani, da bodo sprejeli ukrepe za bistveno zmanjšanje ali odpravo uporabe MTBE kot dodatka k bencinu.
2000	Danska agencija za varstvo okolja uvrsti MTBE na svoj seznam nezaželenih snovi.
2001	Evropska unija poroča o analizi tveganj in zmanjševanju tveganj v zvezi z MTBE. Evropski urad za kemikalije odloči, da MTBE ne bo razvrščen kot rakotvoren.
2001	Razprava se nadaljuje.

obravnavala kot problematično. Obstojnost, mobilnost in velika proizvodnja MTBE bi morale sprožiti sistematične, vsestranske raziskave škodljivih lastnosti te snovi. Pri tem bi lahko bolj zgodaj ugotovili težave z okusom in vonjem ter ovrgli ali potrdili sum, da je MTBE rakotvoren.

Tveganje za podzemne vode zaradi obstojnosti ter močnega vonja in okusa MTBE je bilo dolgo prezrto, vendar je sedaj priznano. Razvrstitev MTBE v zvezi z njegovo rakotvornostjo je bila negotova še dolgo po začetku množične proizvodnje te kemikalije. Naše poznavanje možnih učinkov MTBE na delovanje žlez z notranjim izločanjem in nastanek astme lahko opišemo kot skoraj popolno nevednost. Na teh področjih so priporočljive dodatne raziskave.

Zaradi obstojnosti MTBE v podzemni vodi je njegova uporaba trajno tveganje za nastanek nepopravljivih škodljivih učinkov. Ti učinki so lahko znani, kot sta vonj in okus onesnažene pitne vode, lahko pa bomo odkrili danes še neznane.

Ključnega pomena je naslednje načelno vprašanje: ali je obstojnost sama po sebi, brez znakov drugih škodljivih učinkov, razlog za uporabo previdnostnega načela? Logičen se zdi sklep, da bi morali pred začetkom spuščanja velikih količin obstojne kemikalije v okolje opraviti sistematične, vsestranske in temeljite raziskave vseh mogočih škodljivih učinkov. Te raziskave bi morali obnoviti in nadaljevati, ko bi odkrili nove vrste škodljivih učinkov. Prav tako se zdi razumna ugotovitev, da je treba vedno, ko je mogoče, iskati alternative uporabi obstojnih kemikalij, saj nas te izpostavljajo množici možnih negativnih učinkov, ki jih še ne poznamo. Obstaja precej obstojnih kemikalij (vključno s klorofluoroogljikovodiki, polikloriranimi bifenili in tributil kositrom), ki so povzročile nezaželena »presenečenja« z resnimi posledicami.

Previdnost nas opozarja, naj temeljito iščemo alternativne možnosti in jih spet pretehtamo, ko ugotovimo omejitve svojih odločitev. Izvajati je treba najboljše okoljske postopke, kot je zmanjševanje tveganj. Ker je mogoče, da zmanjševanje tveganj ni dovolj, bi morali aktivno spodbujati raziskave in razvoj alternativnih možnosti, zato da bi bile te čim prej izvedljive. Takšne temeljite raziskave zagotavljajo trdne in prilagodljive odločitve, ki jih je v prihodnosti mogoče prilagoditi nepredvidenim okoliščinam. Predvidevanje, ki je del previdnostnega načela, je torej porok za prihodnost v okviru trajnosti.

11.10 Viri

Arthur D. Little Limited, 2001. 'MTBE and the requirements for underground storage tank construction and operation in Member States, Poročilo Evropski komisiji, marec 2001', Ref. ENV.D.1/ETU/2000/0089R.

Arvin, E., 2001. Pers. comm., Department of Environment and Resources, Technical University of Denmark.

ASDA (American Soap and Detergent Association, Biodegradation Subcommittee), 1965. 'Procedure for determination of biodegradability of ABS and LAS', *J. Am. Oil Chemists Soc.* Vol. 42, str. 986–993.

Barker, J. F., Hubbard, E. in Lemon, L. A., 1990. 'The influence of methanol and MTBE on the fate of persistence of monoaromatic hydrocarbons in groundwater', *Proceedings of Petroleum Hydrocarbons and Organic Chemicals in Groundwater Prevention, Detection, and Restoration, 31 October–2 November 1990*, str. 113–127, American Petroleum Institute and Association of Groundwater Scientists and Engineers, Houston, Texas.

Belpoggi, F., Soffritti, M. in Maltoni, C., 1995. 'Methyl-tertiary butyl ether (MTBE) – a gasoline additive – causes testicular and lymphohaematopoietic cancers in rats', *Toxicol. Ind. Health* Vol. 11, str. 119–49.

Belpoggi, F., Soffritti, M. in Maltoni C., 1998. 'Pathological characterization of testicular tumours and lymphomas-leukemias, and of their precursors observed in Sprague-Dawley

rats exposed to methyl-tertiary butyl ether (MTBE)', *Europ. J. Oncol*. Vol. 3, str. 201–206.

Bird, M. G., Burleigh-Flayer, H. D., Chun, J. S., Kneiss, J. J. in Andrews, L. S., 1997. 'Oncogenicity studies of inhaled methyl tertiary butyl ether (MTBE) in CD-1 mice and F344 rats'. *J. Appl. Tox*. Vol. 17, S45–S55.

BSC, 1998. *Report on carcinogenesis*, Board of Scientific Counsellors, National Toxicology Program.

Borden, R. C., Daniel, R. A., LeBrun, L. E. in Davis, C. W., 1997. 'Intrinsic biodegradation of MTBE and BTEX in a gasoline-contaminated aquifer', *Water Resources Research* Vol. 33, št. 5, str. 1105–1116.

Blue Ribbon Panel, 1999. *Executive summary and recommendations*, Blue Ribbon Panel on Oxygenates in Gasoline, US EPA.

Burleigh-Flayer, H. D., Chun, J. S. in Kintigh, W. J., 1992. 'Methyl tertiary butyl ether: Vapour inhalation oncogenicity study in CD-1 mice', Bushy Run Research Center, Export, PA, BRRC report 91N0013A, October 15, Union Carbide Chemicals and Plastics Co., Inc., predloženo US EPA under TSCA Section 4 Testing Consent Order 40 CFR 799.5000 s spremnim pismom z dne 29. oktobra 1992, EPA/OPTR#42098.

CAL-EPA, 1999. *Public health goal for methyl tertiary butyl ether (MTBE) in drinking water,* Pesticide and Environmental Toxicology Section, Office of Environmental Health Hazard Assessment, California Environmental Pro-tection Agency, Sacramento, CA.

Carson, R., 1962. *Silent spring*, Houghton Mifflin, Boston, MA.

CEC, 1998. 'Evaluating the cost and supply of alternatives to MTBE in California's reformulated gasoline', osnutek poročila, februar 1998, California Energy Commission.

Chun, J. S., Burleigh-Flayer, H. D. in Kintigh, W. J., 1992. 'Methyl tertiary butyl ether: Vapor inhalation oncogenicity study in Fischer 344 rats', Bushy Run Research Center, Export, PA, BRRC report 91N0013B, 13 November, Union Carbide Chemicals and Plastics Co., Inc., predloženo US EPA under TSCA Section 4 Testing Consent Order 40 CFR799.5000 s spremnim pismom, datiranim november 1992, EPA/OPTS#42098.

Couch, A. in Young, T., 1998. 'Failure rate of underground storage tanks', in *Health and environmental assessment of MTBE* Vol. 3, UC Toxics Research and Teaching Program, University of California, Davis.

Crain, E. F., Weiss, K. B., Biijur, P. E., 1994. 'An estimate of the prevalence of asthma and wheezing among inner-city children', *Pediatrics* Vol. 94, str. 356–362.

Davis, Gray, 1999. Governor of the State of California, Executive Order D-5-99, 25. marec 1999, na http://www.calepa.ca.gov/programs/MTBE/eotask.htm

Day, K. J., De Peyster, A., Allgaier, B. S., Luong, A. in MacGregor, J. A., 1998. 'Methyl t-butyl ether (MTBE): Effects on the male rat reproductive endocrine axis', Abstract #861, *Society of Toxicology: Abstracts of the 37th annual meeting* Vol. 42, str. 174.

Dekant, W., 2000. 'The mechanistic toxicology of MTBE does not support a classification as Category 3 carcinogen', Expert review, Dixson-Decleve, S., 2000. Pers. comm.

DeWitt & Company Inc., 2000. *MTBE and oxygenates 2000 annual*, Houston, Texas.

Dixson-Decleve, S., 2001. Pers. comm., Environmental Consultant, Brussels office, Poročilo za sestanek delovne skupine Komisije o klasifikaciji in označevanju nevarnih snovi, European Chemicals Bureau, Ispra, 1.–17. november 2000, ECBI/76/00 08.

ECETOC, 1982. 'Biodegradation methodology with emphasis on ready-biodegradibility test', Poročilo podskupine, European Chemical Industry Ecology and Toxicology Centre, Bruselj.

ENDS Environment Daily, 2000. 'EU backs MTBE despite US prohibition', sreda, 22 marec, at http://www.ends.co.uk/envdaily.

ENDS Environment Daily, 2001, 'EU 'should take action' on MTBE risks', sreda, 24. januar, na http://www.ends.co.uk/envdaily.

Evropska komisija, 1967. Direktiva Sveta 67/548/EGS z dne 16. avgusta 1967 o približevanju zakonov in drugih predpisov o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi, *UL Evr. skupnosti* L196.

Evropska komisija, 1979. Direktiva Sveta 79/831/EGS z dne 18. septembra 1979, ki šestič spreminja Direktivo 67/548/EGS o približevanju zakonov in drugih predpisov o razvrščanju, pakiranju in označevanju nevarnih snovi, *UL Evr. skupnosti* L259.

Evropska komisija, 1984. Direktiva 79-831, Priloga V, Del C: Metode za določanje ekotoksičnosti, testne metode C 3,4,5,6,7,8,9, *UL Evr. skupnosti* L251.

Evropska komisija, 1993. Direktiva Komisije 93/67/EGS z dne 20. julija 1993 o načelih ocene tveganj za ljudi in okolje, priglašena v skladu z Direktivo Sveta 67/548/EGS*, UL Evr. skupnosti* L277.

Eweis, J. B., Ergas, S. J., Chang, D. P. in Schroeder, E. D., 1998a. *Bioremediation principles*, McGraw-Hill.

Eweis, J. B., Watanabe, N., Schroeder, E. D., Chang, D. P.Y. in Scow., K. M., 1998b. 'MTBE biodegradation in the presence of other gasoline compounds', Konferenca Nacionalnega združenja za talno vodo o MTBE in perkloratu, Anaheim, CA, 3.–4. junij.

Finnish EPA, 2001. 'Risk assessment: Tert-butyl methyl ether', CAS-No1634-04-4, EINECS-No 216-653-1, osnutek iz januarja 2001; 'Risk reduction strategy: Tert-butyl methyl ether', CAS-No 1634-04-4, EINECS-No 216-653-1, osnutek z dne 5. marca 2001.

Hathaway, W., 1999. 'Asthma: An epidemic among Hartford's children', in *Hartford Courant*. Hartford, CT.

Hunter, B. idr., 1999. 'Impact of small gasoline spills on groundwater', predstavljeno na konferenci Maine Water Conference, Augusta, ME, 15. aprila 1999, Maine Department of Environmental Protection, Augusta, ME.

Hurt, K. L., Wilson, J. T., Beck, F. P. in Cho, J. S., 1999. 'Anaerobic biodegradation of MTBE in a contaminated aquifer', In-Situ and On-Site Bioremediation Conference, San Diego, CA, 19.–22.a pril 1999, US EPA, Ada, OK.

IARC, 1999. International Agency for Research on Cancer. 'MTBE', *Chem. Abstr. Serv. Reg.* št. 1634-04-4(73), str. 139.

IPCS, 1999. 'Environmental Health Criteria 206: Methyl tertiary-butyl ether', Mednarodni program kemične varnosti, na http://www.who.int/pcs/docs/ehc_206.

ISO, 1984. 'Water quality: Evaluation in an aqueous medium of the "ultimate" aerobic biodegradability of organic compounds: Method by analysis of dissolved organic carbon (DOC)', Mednarodna organizacija za standardizacijo.

Jensen, M. H. and Arvin, E., 1990. 'Solubility and degradability of the gasoline additive MTBE and gasoline compounds in water', v Arendt, F., Hinsenveld, M. in Van den Brink, W. J. (ur.), *Contaminated soil*, str. 445–448, Kluwer, Dordrecht.

Johnson, Pankow, 2000. *Environ. Sci. and Tech.* 1. maj (News section).

Joseph, P. M., 1997. 'Changes in disease rates in Philidelphia following the introduction of oxygenated gasoline', Dokument za letno srečanje 97-TA34.02, 10. junij 1997, str. 1–15, Air and Waste Management Association, Pittsburg, PA.

Joseph, P. M., 1999. 'New hypotheses for MTBE combustion products', Dokument za letno srečanje 99-885, 22. junij 1999, str. 1–10, Air and Waste Management Association, Pittsburg, PA.

Joseph, P. M., 2000. 'Is urban asthma caused by methyl tertiary butyl ether (MTBE)?',

Archives of Environmental Health Vol. 55, št. 1, str. 69–70.

Keller, A. A., Fernandez, L. F., Hitz, S., Kun, H., Peterson, A., Smith, B. in Yoshioka, M., 1998a. 'An integral cost-benefit analysis of gasoline formulations meeting California Phase II Reformulated Gasoline Requirements', Poročilo guvernerju Kalifornije, UC raziskovalni in izobraževalni program o strupenih snoveh.

Keller, A. A., Froines, J., Koshland, C., Reuter, J., Suffet, I. in Last, J., 1998b. 'Health and environmental assessment of MTBE, summary and recommendations', Poročilo guvernerju Kalifornije, UC raziskovalni in izobraževalni program o strupenih snoveh.

Koshland, C. P., Sawyer, R. F., Lucas, D. in Franklin, P., 1998. 'Evaluation of automotive MTBE combustion byproducts', v *Health and environmental assessment of MTBE* Vol. 2, UC raziskovalni in izobraževalni program o strupenih snoveh, University of California, Davis.

Landmeyer, J. E., Chapelle, F. H., Bardley, P. M., Pankow, J. F., Church, C. D. in Tratnyek, P. G., 1998. 'Fate of MTBE relative to benzene in a gasoline-contaminated aquifer (1993–98)', *Ground Water Monitoring Remediation* (Fall), str. 93–102.

Larsen, P. B., 1997. *Evaluation of health hazards by exposure to MTBE and estimation of limit values in ambient air, soil and drinking water*, Institute of Toxicology of the National Food Agency of Denmark.

Leighton, J., Matte, T., Findley, S., 1999. 'Asthma prevalence among school children in a Bronx community*',* Konferenca o astmi, 9. februar 1999, str. 26, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA.

Leikauf, G. D., Kline, S., Albert, R. E., Baxter, C. S., Bernstein, D. I. in Buncher, C. R., 1995. 'Evaluation of a possible association of urban air toxics and asthma', *Environmental Health Perspectives* Vol. 103, št. 6, str. 253–271.

Mangione, S., Papastamelos, C., Elia, J, 1997. 'Asthma prevalence and absenteeism among innercity school children: A survey of two Philadelphia middle schools*', Am. J. Respir. Crit. Care. Med.* Vol. 155.

McBride, A. D., 1996. *Outcome of asthma survey of kindergertners entering public school system in 1996.* Stamford Health Department, Stamford, CT.

Mehlman, M A., 2000. 'Misclassification of carcinogenic methyl tertiary butyl ether (MTBE) by the National Toxicology Program Board: Smokescreen in, science out?', *Archives of Environmental Health* Vol. 55, št. 1, str. 73–74.

Miljø og Energiministeriet, 1998. Miljøstyrelsen: Handlingsplan for MTBE, junij (v danskem jeziku).

Mills, E. J. in Stack., V. T., 1954. 'Proc. 8th Ind. Waste Conf., Purdue Univ., Ext. Ser. 83:492', in Bond, R. G. and Straub, C. P., 1974, *Handbook of environmental control Volume IV: Wastewater treatment and disposal*, CRC Press, Ohio.

Morgenroth, E. in Arvin, E., 1999. 'The European perspective to MTBE as an oxygenate in fuels', International Congress on Ecosystem Health – Managing for Ecosystem Health, Sacramento, CA, 15.–20. avgust 1999.

Mormile, M. R., Liu, S. in Suflita, J. M., 1994. 'Anaerobic biodegradation of gasoline oxygenates: Extrapolation of information to multiple sites and redox conditions', *Environ. Sci. Technol.* Vol. 28, str. 1727–1732.

Moser, G. J., Wolf, D. C., Sar, M., Gaido, K. W., Janszen, D. in Goldsworthy, T. L., 1998. 'Methyl tertiary butyl ether induced endocrine alterations in mice are not mediated through the estrogen receptor', *Toxicol. Sci.* Vol. 41, str. 77–87.

NRC (National Research Council), 1996. *Toxicological and performance aspects of oxygenated motor vehicle fuels*, str. 75–115, National Academy Press, Washington, DC.

NRC (National Research Council), 1999. *Ozone forming potential of reformulated gasoline*, pp 1–212, National Academy Press, Washington, DC.

NSTC, 1997. *Interagency Assessment of Oxygenated Fuels,* Office of Science and Technology Policy, National Science and Technology Council, Washington, DC.

OECD, 1970. *Pollution by detergents: Determination of the biodegradability of anionic synthetic surface active agents*, Organizacija za ekonosmko sodelovanje in razvoj, Pariz.

OECD, 1981. *OECD chemicals testing programme: Expert group degradation/ accumulation, končno poročilo*, Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj, Pariz; Zvezni urad za okolje, Zvezna republika Nemčija, Berlin; Vlada Japonske, Tokio (skupna publikacija).

Østergaard, G., 2001. Pers. comm.

Rodriguez, R., 1997. 'MTBE in groundwater and the impact on the city of Santa Monica drinking water supply', in *Technical Papers of the 13th Annual Environmental Management and Technology Conference West*, *4.–6. november 1997*.

Sawyer, C. N., 1960. *Chemistry for sanitary engineers,* Mcgraw Hill.

Schirmer, M. in Barker, J. F., 1998. 'A study of long-term MTBE attenuation in the Borden aquifer, Ontario, Canada', *Ground Water Monitoring Remediation* (spring), str. 113–122.

Squillace, J. P., Zogorski, J. S., Wilber, W. G. in Price, C. V., 1996. 'Preliminary assessment of the occurrence and possible sources of MTBE in groundwater in the United States, 1993–1994', *Env. Sci. Tech.* Vol. 30, str. 1721–1730.

Suflita, J. M. in Mormile, M. R., 1993. 'Anaerobic biodegradation of known and potential gasoline oxygenates in the terrestrial subsurface', *Environ. Sci. Technol.* Vol. 27, str. 967–978.

Swisher, R. D., 1987. *Surfactant biodegradation*, Marcel Dekker Inc, New York.

US EPA, 1979. 'Investigations of Biodegradability and Toxicity of Organic Compounds', EPA-600/2-79-163, US Environmental Protection Agency, Cincinnati.

US EPA, 1997. 'Drinking water advisory: Consumer acceptability advice and health effects analysis on methyl tertiary butyl ether (MTBE)', EPA822-F-97-009;ODW 4304, Health and Ecological Criteria Division, Office of Science and Technology, Office of Water, US Environmental Protection Agency, Washington, DC.

Williams, T. M., Cattley, R. C. in Borghoff, S. J., 2000. 'Alterations in endocrine responses in male Sprague-Dawley rats following oral administration of methyl tert butyl ether', *Toxicol. Sci.* Vol. 54, str. 168–176.

Yeh, C. K. in Novak, J. T., 1994. 'Anaerobic biodegradation of gasoline oxygenates in soils', *Water Environment Research* Vol. 66, št. 5, str. 744–752.

12. Previdnostno načelo in zgodnja svarila o kemični onesnaženosti Velikih jezer

Michael Gilbertson

12.1 Prva pomembna zgodnja svarila

Rast proizvodnje kemikalij in uporabe organoklorovih spojin v 20. stoletju je povzročila onesnaženje svetovnih razsežnosti z veliko različnimi strupenimi in težko razgradljivimi organoklorovimi ostanki. Verjetno je bilo najpomembnejše zgodnje svarilo objava dela *Silent spring* (Nema pomlad) Rachel Carson (1962). V knjigi je zbrala dokaze prejšnjih zgodnjih svaril na posledice organoklorovih pesticidov na ribe in prostoživeče živali in še posebej svarila o nevarnosti teh kemikalij za razvoj raka pri ljudeh.

Povodje Velikih jezer je eno od območij Severne Amerike, na katerem so intenzivno preučevali znanstvene in politične posledice organoklorove onesnaženosti, še posebej po objavi knjige *Silent Spring*. ZDA in Kanada mejita ena na drugo na štirih od petih Velikih jezer. Zgodnja svarila onesnaženja tega velikega ekosistema so prišla iz različnih virov. Ni šlo samo za ugotovitve prisotnosti ostankov teh organoklorovih spojin na podlagi kemičnih analiz, ampak tudi za ugotovitve učinkov na populacijo prostoživečih živali, še posebej ptic roparic.

Prve rezultate analiz odkritih organoklorovih spojin v organizmih z območja Velikih jezer je objavil dr. Joseph Hickey s sodelavci in so vsebovali bioakumulacijo DDT-ja (diklorodifenil-trikloroetana) in metabolitov ter dieldrina v prehranjevalni verigi Michiganskega jezera (Hickey idr., 1966). Druge organoklorove pesticide, vključno z lindanom, heptaklorom, aldrinom in endrinom, so našli v vzorcih vode iz Eriejskega jezera (Pfister idr., 1969). Po odkritju polikloriranih bifenilov (PCB-jev) pri belorepcu na Švedskem (Jensen, 1966) so razvili analizne metode za odkrivanje prisotnosti PCB-jev pri primerkih z območja Velikih jezer (Reynolds, 1969). Naknadna uporaba teh metod je pripeljala do odkritja heksaklorobenzena v jajcih navadne čigre iz zaliva Hamilton Harbour, Ontario (Gilbertson in Reynolds, 1972). Pri ribah iz Ontarijskega jezera so pozneje ugotovili še prisotnost zaviralca gorenja in pesticida mireksa (Kaiser, 1974).

Prva poročila o učinkih organoklorovih spojin na populacijo ptic z območja Velikih jezer so podali študentje in sodelavci dr. Josepha Hickeyja (Keith, 1966; Ludwig in Tomoff, 1966), ki so opisali učinke DDT-ja in metabolitov ter dieldrina na razmnoževanje in smrtnost srebrnih galebov iz okolice Michiganskega jezera. Objavljena so bila prejšnja opazovanja zmanjšanja populacije in nezmožnost reprodukcije pri floridskem beloglavem orlu (Broley, 1952; Broley, 1958), vendar se je raziskovanje beloglavega orla z območja Velikih jezer začelo šele sredi šestdesetih let, ko je večina populacije že izginila (Sprunt idr., 1973).

O prvih spremembah kakovosti jajčne lupine so poročali naravoslovci, ki so obiskali otok Pigeon v Ontarijskem jezeru leta 1963 (Edwards idr., 1963). Našli so jajci z mehko lupino v gnezdu zlatouhega kormoranskega para. Pri prvem objavljenem primeru deformiranega mladiča ptičev, ki se hranijo z ribami iz Velikih jezer, je šlo za mladiča beloglavega orla (Grier, 1968). Sistematične študije deformacij pri mladičih različnih vrst ptic, ki živijo v kolonijah in se hranijo z ribami, so se začele v zgodnjih sedemdesetih letih (Gilbertson idr., 1976). Sredi šestdesetih let se je zelo povečala smrtnost pri odraslih gojenih minkih in njihovih mladičih, ki so jih hranili z ribami iz Velikih jezer, kar je imelo resne posledice za to gospodarsko dejavnost (Hartsough, 1965).

Prva znana zaskrbljenost zaradi možnih učinkov organoklorovih spojin na zdravje ljudi je bila zaskrbljenost skupine ribičev Velikih jezer leta 1974 (Humphrey, 1983). Uživanje zastrupljenih rib je imelo za posledico povečane vrednosti PCB-jev pri ljudeh, a ni bilo povezano z nobenim priznanim akutnim učinkom na uživalce rib. Zaskrbljenost se je povečala spomladi leta 1978, ko je Lois Gibbs, prebivalka stanovanjskega naselja ob kanalu Love Canal v mestu Niagara Falls v državi New York, začela poizvedovati o bolezni v svoji soseski in povezovati ta pojav z 20.000 tonami strupenih odpadkov, ki jih je podjetje Hooker Chemical dvajset let odlagalo v kanal. Poizvedovanja so povzročila psiho-socialno dinamiko znotraj družin, med delavci ter skupnostmi in institucijami, kot so lokalna univerza, bolnišnice, cerkve in zdravstvo (Levine, 1982). Iz obupa je Lois Gibbs organizirala svoje sosede v Združenje lastnikov stanovanj na območju Love Canal (Love Canal Homeowners Association) in se več kot dve leti borila za preselitev. Vendar so prizadevanjem skupine nasprotovali proizvajalec kemikalij Occidental Petroleum, ki je kupil podjetje Hooker Chemical, ter lokalne, državne in zvezne oblasti, ki so zagotavljale, da iztekajoče strupene kemikalije, vključno z dioksinom, ki je najbolj strupena znana kemikalija, niso vzrok za veliko napak ob rojstvih, spontanih splavov, primerov raka in drugih težav z zdravjem. Končno je predsednik Jimmy Carter oktobra 1980 razglasil izredno stanje, in 900 družin z nevarnega območja se je preselilo, kar je pomenilo zmago tega gibanja civilne družbe. Leta 1981 je Lois Gibbs kot odgovor na vse večje zavedanje javnosti glede razširjenosti onesnaženja ustanovila Središče za zdravje, okolje in pravico (nekdanja Državljanska predelovalnica za nevarne odpadke), organizacijo, ki je več kot 8.000 gibanjem civilne družbe po vsej Ameriki pomagala z organizacijskimi, tehničnimi in splošnimi informacijami.

Leta 1980 je bila zaradi zaskrbljenosti, ki so jo povzročile predhodne študije o povišanih vrednostih PCB-jev pri uživalcih rib, in zaskrbljenosti v zvezi z Love Canalom izbrana skupina novorojenčkov, pri katerih so preiskovali učinke na njihov razvoj, in sicer novorojenčkov mater, ki so uživale ribe iz Michiganskega jezera, zastrupljene z težko razgradljivimi strupenimi spojinami. Pri rojstvu so otroci, ki so bili izpostavljeni najvišjim vrednostim PCB-jev, tehtali manj, imeli so manjši obseg glave (Fein idr., 1984) in opaziti je bilo eno ali več vedenjskih motenj (Jacobson idr., 1984). Poznejše presoje in testiranja so pokazali, da so zaostanki v rasti nepopravljivi, opazili pa so tudi posledice za kratkoročni spomin pri sedmih mesecih in štirih letih ter posledice za pozornost (Jacobson idr., 1990; Jacobson in Jacobson, 1993). Testiranje enajstletnikov je pokazalo, da je bil inteligenčni kvocient otrok z najmočnejšo izpostavljenostjo *in utero* za več kot šest točk nižji od referenčne skupine (Jacobson in Jacobson, 1996). Posledice so bile najhujše za spomin in pozornost. Pri najbolj izpostavljenih otrocih je obstajala trikrat večja verjetnost za nizek povprečni inteligenčni kvocient in dvakrat večja verjetnost, da bodo za dve leti zaostajali pri bralnem razumevanju.

12.2 Datumi in vrsta naslednjih ukrepanj oziroma neukrepanj

Informacije o prisotnosti in učinkih organoklorovih kemikalij ob Velikih jezerih v šestdesetih letih je bilo mogoče dobiti ne samo v knjigi *Silent spring* iz leta 1962, ampak tudi iz raziskav v Veliki Britaniji glede tveganja za delavce, ki uporabljajo pesticide (1951), glede tveganja ostankov v hrani (1953) in tveganja za prostoživeče živali (1955) (citirano: Cook, 1964). Leta 1961 so oblasti sklenile prostovoljno prepovedati uporabo aldrina, dieldrina in heptaklora za prevlečevanje semen jarih žit. Leta 1964 so sprejeli še druge omejitve zaradi visoke smrtnosti ptic, ki se hranijo s semeni, in zaradi zmanjšanja populacije sokola selca (Ratcliffe, 1972). Tem ukrepom je nasprotovala družba Shell Chemical, ki je trdila (Robinson, 1967): »Težko je ugotoviti povezavo med časom uporabe aldrina/dieldrina in upadom števila populacije, saj ne obstajajo zadostni kvantitativni podatki, ki bi jih lahko uporabili za točno povezavo s katerokoli vrsto ujed. Iz teh študij je nemogoče natančno določiti povezavo med uporabo aldrina/dieldrina in razmnoževanjem sokola selca.«

Ta dvom se je pokazal tudi na drugi strani Atlantika. Linda Lear (1997) je v svoji biografiji o Rachel Carson podrobno opisala hude polemike v zvezi z uporabo organoklorovih pesticidov v petdesetih in šestdesetih letih ter pristransko kritiko nacionalnega raziskovalnega sveta ameriške nacionalne akademije znanosti in njegovo zelo polemično poročilo z naslovom Povezave med zatiranjem škodljivcev in prostoživečimi živalmi (Pest control and wildlife relationships). Zaradi objave knjige *Silent spring* v nadaljevanjih v reviji *New Yorker* leta 1962 je pravni zastopnik družbe Velsicol Chemical poslal pismo Houghtonu Mifflinu, založniku knjige *Silent spring*, v katerem je grozil s tožbo, če ne bodo umaknili objave zadnjega dela v reviji *New Yorker* (Lear, 1997). Po objavi te knjige je Nacionalno združenje za kemikalije v poljedelstvu (NACA) izdalo kritično knjižico z naslovom *Dejstva in domišljija* (Fact and fancy) in jo skupaj s pismom poslalo urednikom revij in časopisov ter omenilo, da bi morebitne pozitivne kritike *Silent spring* lahko vplivale na prihodke od oglaševanja (Lear, 1997).

Novembra 1963 se je zgodil množičen pomor rib v spodnjem toku reke Misisipi, kar so sčasoma povezali z organoklorovim pesticidom endrinom in njegovo proizvodnjo v družbi Velsicol Chemical v Memphisu. Politika se je odzvala s spodbujanjem priprave osnutka Zakona o čisti vodi in s previdnostno odločitvijo Stewarta Udalla, takratnega ministra za notranje zadeve, ki je prepovedal uporabo pesticidov, kadar je obstajal upravičen dvom o varnosti (Lear, 1997). Vendar je še štiri leta pozneje (1967) družba Shell Chemical objavila poročilo, v katerem je trdila: »Nedavne študije niso potrdile vključenosti endrina v pomor rib v reki Misisipi leta 1963.«

Oblasti v ZDA niso želele ukrepati, ameriško ministrstvo za kmetijstvo, odgovorno za registracijo pesticidov, pa se je postavilo na stran proizvajalcev pesticidov in kmetov. Tožba, ki jo je leta 1966 sprožil Victor Yannacone v imenu Odbora za naravne vire mesta Brookhaven, da bi Komisija za nadzor komarjev v okrožju Suffolk (Long Island, New York) prenehala uporabljati DDT, je pripeljala do oblikovanja Sklada za varovanje okolja leta 1967. Ta skupina pravnikov, znanstvenikov in gospodarstvenikov je pozneje vložila tožbo proti ameriškemu ministrstvu za kmetijstvo, najprej v državi Wisconsin in potem še v Washingtonu DC, da bi preklicalo registracijo DDT-ja. Odgovornost za registracijo pesticidov se je prenesla na novoustanovljeno ameriško Agencijo za zaščito okolja in tožba Sklada za varovanje okolja je pripeljala do izdaje sodnoupravnih odločb, ki so leta 1972 razveljavile registracijo DDT-ja, leta 1973 pa registracijo dieldrina. V Kanadi je profesor Donald Chant leta 1969 v imenu nove raziskave o onesnaževanju na Univerzi v Torontu uspešno zaprosil ministra za zdravje in blaginjo in ministra za kmetijstvo, da prepovejo uporabo DDT-ja in sorodnih pesticidov. Te nacionalne odločbe so imele takojšen učinek na koncentracije organoklorovih pesticidov v okolju Velikih jezer, kar se je pokazalo v postopnem izboljšanju statusa in razmnoževanja beloglavih orlov (Grier, 1982).

Sprejemale so se še druge nacionalne in mednarodne odločbe, ki so vplivale na koncentracije organoklorovih spojin v Velikih jezerih. Zvezni zakon o nadzoru onesnaževanja vode iz leta 1972 je postavil temelje za regulacijo izliva onesnaževal v ameriške vode. V Kanadi so leta 1970 uporabili popravljeno izdajo Zakona o ribištvu za izvedbo zveznega nadzora nad onesnaževanjem vode. Leta 1970 je edini proizvajalec PCB-jev v Severni Ameriki Monsanto objavil, da je omejil prodajo PCB-jev za zunanjo uporabo, kot so lepila, tesnilna sredstva, klorirana guma, posebne barve in težko gorljive hidravlične tekočine (Monsanto, 1970).

Na regionalni ravni sta vladi ZDA in Kanade predložili vprašanje onesnaženja spodnjih Velikih jezer Mednarodni skupni komisiji (IJC). Glavna tema v šestdesetih letih je bila evtrofikacija Velikih jezer, še posebej Eriejskega jezera, poročilo IJC iz leta 1969 pa je pozornost usmerilo k prisotnosti organoklorovih spojin pri ribah in prostoživečih živalih. Poročilo je pripeljalo do Sporazuma o kakovosti vode Velikih jezer, ki sta ga leta 1972 podpisala ameriški predsednik Nixon in kanadski pred-

sednik vlade Trudeau. V sedemdesetih letih so nove informacije o prisotnosti in učinkih težko razgradljivih strupenih spojin v Velikih jezerih vplivale na politične in zakonodajne postopke v obeh državah. Odkritje mireksa pri ribah iz Ontarijskega jezera (Kaiser, 1974) je na primer v državi New York pripeljalo do prepovedi posedovanja rib, ujetih v Ontarijskem jezeru. Ta ukrep pa je naletel na takšne očitne kršitve uredbe, da so ga že po nekaj mesecih preklicali.

Leta 1978 so potekala ponovna pogajanja v zvezi s Sporazumom o kakovosti vode Velikih jezer, ki je vključeval previdnostno načelo, da »se dejansko ne sme več zgoditi izpust težko razgradljivih strupenih spojin«. Vendar sta se politiki obeh držav v osemdesetih letih zelo razlikovali od tistih v sedemdesetih. Trditve v zvezi z učinki težko razgradljivih strupenih spojin na prostoživeče živali in ljudi ob Velikih jezerih so spremljali dvom vladnih uradnikov in zahteve po dokazilih vzročne povezave pred »velikanskimi« odobritvami proračunskih sredstev in izdatki javnih in zasebnih skladov za obnovitvena dela.

12.3 Posledice institucionalnih odgovorov

V zadnjih tridesetih letih so ti institucionalni odzivi pripeljali do pomembnega izboljšanja kakovosti vode Velikih jezer, še posebej pri zmanjšanju virov, nalaganju in koncentraciji težko razgradljivih strupenih spojin. Indikatorske organizme, kot so jezerska postrv in jajca srebrnih galebov (Pekarik in Weseloh, 1998), so že zgodaj izbrali in analizirali za spremljanje gibanja koncentracije. Rezultati teh analiz so pokazali, da so se koncentracije znatno zmanjšale v letih med 1975 in začetkom osemdesetih let (Stow idr., 1999). Raven koncentracij je večinoma značilno padala po krivuljah prvega reda, in kljub temu da se raven koncentracij tehnično zmanjšuje po znanih logaritemskih stopnjah, so se v praksi krivulje asimptotično približevale koncentracijam, ki so bile blizu ničle, vendar so bile toksikološko še vedno pomembne. Današnje koncentracije PCB-jev v vodi so na primer približno dva reda višje od sprejetih meril kakovosti vode za zaščito zdravja ljudi, ki temeljijo na ocenah nevarnosti za rakasta obolenja. Spremembe v politikah obeh držav v osemdesetih letih niso ravno pripeljale do nadzorovanja spuščanja organoklorovih spojin ali očiščenja netočkovnih virov onesnaževanja, kot so onesnažena odlagališča, sedimenti in atmosferske emisije, kar je potrebno za zaščito zdravja ljudi. Ostaja pa vprašanje, ali trenutne ravni vplivajo na človeški razvoj in ali so posledice dovolj resne za zagotovitev uvedbe strogih zahtev Sporazuma o kakovosti vode Velikih jezer, še posebej glede obnove kakovosti vode.

Leta 1990 je pokojna dr. Helen Daly zbrala ekipo za ponovno proučevanje epidemiologije Michiganskega jezera. Izbrali so otroke iz Oswege v državi New York, katerih matere so jedle ribe iz Ontarijskega jezera. Raziskovalci sicer niso našli povezave med uživanjem rib pred nosečnostjo ter posledicami na telesno težo in obseg glave, opazili pa so iste posledice na vedenje (Lonky idr., 1996). Poleg tega so na podlagi študij na podganah (Daly, 1993) pokazali, da se mladiči podganjih samic, ki so zaužile največ rib, niso sposobni prilagoditi stresnim situacijam. Poznejše kemične analize so pokazale posebno povezavo med temi vedenjskimi nepravilnostmi in izpostavljenostjo kloriranim bifenilom pred rojstvom (Stewart idr., 2000).

Majhna skupina znanstvenikov je začela uporabljati novo metodo (Fox, 1991), s katero naj bi potrdila dvome iz osemdesetih in devetdesetih let ter zbrala dokaze o vzročni povezavi med opaženo škodo za prostoživeče živali in zdravje ljudi ter izpostavljenostjo težko razgradljivim strupenim spojinam. To je privedlo do vrste študij, ki so povezovale učinke pri mnogih organizmih, vključno s človekom, z določenimi kemičnimi vzroki (Gilbertson, 1996). Obstaja pa cela vrsta kritik tega pristopa. O'Brien (1994) je na primer trdil, da pristop ni previdnosten. Previdnostno načelo se po definiciji nanaša na situacije, v katerih vlada negotovost. Uporaba tega *a posteriori* postopka je namenjena zmanjšanju negotovosti, in sicer tako, da na podlagi dokazov poveže vplive, s čimer bi izključili posebno potrebo po uporabi previdnostnega načela.

Za izvajanje Sporazuma o kakovosti vode Velikih jezer, ki temelji na kompleksnosti in negotovosti sistema se je v zadnjem času izkazala uporaba »postnormalne znanosti« (postnormal science) (Funtowicz in Ravetz, 1993) kot edina upravičena za večvzročne ekološke trditve (Shear, 1996; Hartig idr., 1998; Donahue, 1999). Ta domnevna kompleksnost in negotovost sta prišli prav tistim, ki jim ni do izvedbe dragih sanacijskih rešitev iz Sporazuma o kakovosti vode Velikih jezer. Nasprotno pa poročila toksikologov o vzrokih temeljijo na povezovanju različnih dokazov iz tradicionalnih znanosti, ki temeljijo na enostavnih linearnih sistemih. Ti kot prvič dajejo visoko stopnjo gotovosti in tako nimajo potrebe po uporabi previdnostnega načela. Vzročne povezave bi se lahko uporabile kot zanesljiva in znanstveno opravičljiva podlaga za obnovitvene ukrepe za izboljšanje kakovosti vode. To je še posebej pomembno v primerih, kot so Velika jezera, v katerih se kakovost vode slabša zaradi izpustov težko razgradljivih strupenih spojin in v katerih že dolgo obstaja škoda za organizme, vključno s človekom. Na podlagi teh poročil bi lahko obnovitveni ukrepi za obravnavo zelo onesnaženih sedimentov in zaščito kemičnih odlagališč, ki puščajo, preprečili nastanek še ene generacije otrok, izpostavljenih kemikalijam pred rojstvom, ki popolnoma spremenijo strukturni in funkcionalni razvoj (Colborn in Clement, 1992; Colborn idr., 1998). V tem smislu obstaja močna neenotnost med znanstvenimi informacijami izpred dvajsetih let o škodi za zdravje (Johnson idr., 1998 in 1999) in odgovorom vlad glede izvedbe Sporazuma o kakovosti vode Velikih jezer.

12.4 Stroški in koristi

Kakšni so bili stroški in koristi teh ukrepov in kakšna je bila njihova časovna razporejenost? V zadnjih dvajsetih letih sta se razvoj in uporaba metod za ocenjevanje stroškov in koristi v zvezi s kemično onesnaženostjo pomembno izboljšala (glej npr. Swanson in Vighi, 1998). Opravljenih je bilo nekaj analiz o stroških in koristih v zvezi z učinki težko razgradljivih strupenih spojin v Velikih jezerih in njihovo odstranitvijo iz odtokov, onesnaženih odlagališč in sedimentov. Burtraw in Krupnick (1999) sta na primer opisala metode za izmero koristi za zdravje v denarni in nedenarni obliki v zvezi z zmanjšanjem porabe onesnaževal kot delom programa za izboljšanje kakovosti vode Velikih jezer.

Pri pripravi Vodnika za kakovost vode Velikih jezer (US EPA, 1993) skladno z Zakonom o čisti vodi je bila opravljena analiza stroškov in koristi. Mejni stroški so bili izračunani za dodatno gradnjo čistilnih obratov in spremembe procesnih postopkov, vključno s programi za preprečevanje onesnaževanja in čim večje omejitve odpadkov, za dodatne programe spremljanja in opazovanja in programe za predhodno čiščenje. Ti so bili ob uporabi štirih različnih scenarijev ocenjeni za 316 večjih onesnaževalcev v mestih, 272 večjih industrijskih onesnaževalcev in 3.207 manjših onesnaževalcev. Netočkovni viri onesnaževanja niso bili zajeti. Celotni letni stroški uveljavitve v ZDA naj bi leta 1992 znašali med 80 in 200 milijoni ameriških dolarjev (pribl. 80 do 200 milijonov evrov), odvisno od scenarija.

Čistilna naprava mesta Detroit je ena največjih točkovnih virov onesnaževanja Velikih jezer z izpustom več kot 100 kilogramov PCB-jev na leto. Od leta 1971 se je porabila skoraj milijarda ameriških dolarjev za posodobitev komunalne infrastrukture, nedavno pa se je porabilo 120 milijonov ameriških dolarjev za izboljšanje delovanja z gradnjo črpališča. Obstajajo načrti za dodatne izboljšave v višini milijarde ameriških dolarjev, vključno s povečanjem zmogljivosti primarnega čiščenja. Ni pa jasno, ali bodo ti stroški prispevali k izboljšavi izpusta PCB-jev iz čistilne naprave.

Obstaja tudi nekaj študij stroškov in koristi obnovitvenih ukrepov za kemična odlagališča. Izvedena je bila študija (Sudar in Muir, 1989) glede puščanja organoklorovih onesnaževal iz štirih največjih odlagališč smeti blizu reke Niagara nad Ontarijskim jezerom. Preučevane so bile naslednje tri možnosti: neukrepanje, zadrževanje ter odstranitev in termično uničenje, upoštevajoč kratkoročne in dolgoročne vidike in vprašanje, kdo plača in kdo ima koristi, ob različnih diskontnih stopnjah. Najce-

nejša možnost je pokritje odlagališča ter zbiranje in prečiščevanje onesnažene podtalnice, kar znaša 100 milijonov ameriških dolarjev v desetih letih in približno 300 milijonov ameriških dolarjev v 35 letih. Ta možnost v bistvu prelaga težave na naslednjo generacijo. Najdražja možnost je zaprt sistem, ki občasno pušča, kar bi v 100 letih stalo več kot 19 milijard ameriških dolarjev. Odstranitev in termično uničenje bi za štiri območja povzročila investicijske izdatke v višini 50 milijonov ameriških dolarjev in letne operativne stroške v višini 75 milijonov ameriških dolarjev za 15 let. Odločitev za neukrepanje bi v 35 letih družbo stala milijardo, v 100 letih pa 16 milijard ameriških dolarjev. Družba bi imela enake stroške, če bi industrija porabila približno 300 milijonov ameriških dolarjev v 35 letih ali 3 milijarde v 100 letih in ji ne bi uspelo preprečiti, da bi izpusti dosegli sotesko Niagare. To so bile ocene za štiri odlagališča, vendar jih je v povodju Velikih jezer več sto, od koder uhajajo težko razgradljive strupene spojine.

Znanstveno-posvetovalni odbor za Velika jezera Mednarodne skupne komisije je nedavno obiskal devet nevarnih odlagališč smeti na območju Niagarskih slapov. Uspešno izvedena so obsežna tehnična dela za preprečitev in obnovo puščanja v podtalnico iz nevarnih odlagališč in preprečitev širjenja proti reki Niagara in Ontarijskemu jezeru. Vendar sta gradnja in vzdrževanje teh sistemov draga. Na odlagališču Hyde Park družbe Occidental Chemical Corporation so v obdobju 1998 do 2000 na primer zajeli in prečistili približno 100 milijonov galon vode (pribl. 375 milijonov litrov), v obdobju 1989 do 2000 pa so zbrali in uničili skoraj 300.000 galon tekočin, ki se ne mešajo z vodo (pribl. 1.135 milijonov litrov). Letni operativni in vzdrževalni stroški samo za to odlagališče znašajo 2 milijona ameriških dolarjev. Mnogi obnovitveni stroški, ki jih ima industrija, niso poznani, a po do sedaj znanih podatkih so imele industrije in vlade za newyorška odlagališča za najmanj 370 milijonov ameriških dolarjev stroškov. Obnovitveni stroški za newyorška nevarna odlagališča naj bi po ocenah skupno znašali več kot 630 milijonov ameriških dolarjev (US EPA in NYSDEC, 2000). Obstaja potreba po ocenah koristi, ki jih bodo prinesli obnovitveni ukrepi teh in drugih odlagališč okoli Velikih jezer, ali pa se bosta javna in politična podpora za te drage sisteme verjetno zmanjšali.

Stroški za obnovo onesnaženih sedimentov na ameriškem delu Velikih jezer so bili ocenjeni (US EPA, 1998) na približno 580 milijonov ameriških dolarjev, porabljenih za 38 projektov za obnovo sedimentov od leta 1985. Vendar je to le majhen del potrebnega dela. Stroški za obnovitvena dela na odlagališču družbe Outboard Marine Corporation v kraju Waukegan v državi Illinois so znašali 21 milijonov ameriških dolarjev za odstranitev 136.000 kilogramov PCB-jev s posesti družbe. V navigacijskem kanalu je še 900 kilogramov PCB-jev, ki so jih začeli odstranjevati leta 2002, kar naj bi znašalo 12 do 14 milijonov ameriških dolarjev, vključno z gradnjo zaprtega odlagališča. Ocene stroškov za obnovitvena dela na sedimentih zaliva Hamilton znašajo med 60 milijoni in milijardo kanadskih dolarjev. Videti je, da obstaja malo analiz koristi, ki bi spremljale te ocene stroškov.

12.5 Sklepi in lekcije za prihodnost

Velika jezera so postala pomemben laboratorij za preučevanje učinkov organoklorovih spojin ne samo na zdravje prostoživečih živali in ljudi, ampak tudi na politične odzive na onesnaženje velikih ekosistemov s težko razgradljivimi strupenimi spojinami. Zapis prikazuje izjemno dolga obdobja med uvedbo nove tehnologije, odkritjem učinka, prikaza vzročne povezave ter ustrezne in zadostne reakcije oblasti (Lawless, 1977). Šele po več kot pol stoletja dolgi izpostavljenosti organoklorovim spojinam iz Velikih jezer začenjajo znanstveniki razumevati obseg škode, ki je nastala za zdravje ljudi in prostoživeče živali.

V tem dolgem obdobju so se znanstveniki spopadali z dilemo, ali naj raziskujejo škodo za populacije rib, prostoživeče živali in ljudi, ki naj bi jih povzročile težko razgradljive strupene spojine, ali naj pozovejo k zaustavitvi virov onesnaževanja in izpostavljenosti, čeprav so se na začetku opirali na komaj več kot sum. Čeprav je vzročna povezava med škodo za zdravje in izpostavljenostjo težko razgra-

dljivim strupenim spojinam sedaj dokazana, je paradoksalno, da so znanstveniki, ki so preučevali Velika jezera, težko predložili svoje znanstvene dokaze znotraj socialnega, ekonomskega in političnega sistema, v katerem si prizadevajo za obnovitvene ukrepe. Ti različni študijski primeri prikazujejo, da je časovno obdobje med uvedbo nove tehnologije, izdelka ali dejavnosti, odkritjem njegovih škodljivih učinkov ter zakonodajnimi, sodnimi in upravnimi ukrepi za zmanjšanje izpostavljenosti redko krajše od 25 let.

Dokazi glede težko razgradljivih organoklorovih spojin, ki so bile spuščene v Velika jezera v zadnjih šestdesetih letih, nakazujejo, da bo verjetno minilo še veliko desetletij, preden se bodo z ustreznimi obnovitvenimi ukrepi zadostno zmanjšale koncentracije za zaščito človekovega zdravja pred kemično povzročenimi poškodbami, še posebej pred uživanjem zastrupljenih rib iz Velikih jezer. Znanstveniki so o tem prepričani. V bistvu se ukvarjamo z medgeneracijskim prenosom ne samo zapuščine onesnaženosti in podobnih tem, ampak tudi kemično povzročenih poškodb strukturnega in funkcionalnega razvoja izpostavljenih otrok. Vendar obstaja za zdravstvene, ribiške in okoljske strokovnjake vrsta socialnih, ekonomskih in političnih dilem. Ali naj zdravstveni organi na primer opozorijo na onesnaženost in izdajo priporočilo, naj ženske v rodni dobi ne jedo rib iz Velikih jezer, ali bi ta nasvet škodoval interesom komercialnega, športnega in plemenskega ribolova? Ali naj zdravstveni in okoljski strokovnjaki poročajo o škodi za ribištvo in prostoživeče živali ter o škodi zaradi nepretrganega izpostavljanja povišanim vrednostim težko razgradljivih strupenih spojin, ki vplivajo na zdravje ljudi? Ali pa bi bil odgovor na to vprašanje, ki bi ga morali dati odgovorni za okolje, nemogoče finančno breme za ameriške in kanadske davkoplačevalce?

Preglednica 12.1 **Velika jezera – zgodnja svarila in ukrepi**

Vir: EEA

1962	*Silent spring* avtorice Rachel Carson je pomembno zgodnje svarilo glede posledic organoklorovih pesticidov na ribe in prostoživeče živali ter grožnje raka za ljudi.
1963	Prva opažanja sprememb v kakovosti jajčne lupine na otoku Pigeon na Ontarijskem jezeru.
1966	Hickey s sodelavci objavi prve rezultate analize prisotnosti organoklorovih spojin v organizmih Velikih jezer.
1969	DDT in sorodni pesticidi so prepovedani v Kanadi.
1972	DDT je prepovedan v ZDA (dieldrin je prepovedan leta 1973) in začnejo se postopne izboljšave pri prostoživečih živalih na območju Velikih jezer.
1974	Zaskrbljenost zaradi možnih učinkov organoklorovih spojin na zdravje ljudi.
1978	Družba Hooker Chemical zanika povezavo med pojavom bolezni (napake ob rojstvu, spontani splavi, rak itd.) v soseski Love Canal, Niagara Falls, in odlaganjem strupenih odpadkov (vključno z dioksinom).
1978	Sprememba Sporazuma o kakovosti vode Velikih jezer, vključno s previdnostnim načelom, vendar ni pravilno izvedena.
1980	Zaradi predsednikove razglasitve izrednega stanja se izseli 900 družin iz nevarnega območja Love Canal.
1984	Študije pokažejo, da so otroci, ki so bili izpostavljeni velikim odmerkom PCB-jev (njihove matere so uživale zastrupljene ribe iz Michiganskega jezera), ob rojstvu tehtali manj in so imeli manjši obseg glave.
1996	Objavljene študije otrok iz okolice Ontarijskega jezera, opaziti je bilo enake vedenjske učinke kot pri prizadetih otrocih iz okolice Michiganskega jezera.
2000	Ugotovljena je posebna povezava med vedenjskimi motnjami in izpostavljenostjo visokokloriranim bifenilom pred rojstvom.
2000	Odpor proti dragim obnovitvenim ukrepom kljub dokazani vzročni povezavi.

12.6 Viri

Broley, C. L., 1958. 'Plight of the American bald eagle', *Audubon Magazine* Vol. 60, str. 162-171.

Broley, M. J., 1952. *Eagle man*, Pellegrini and Cudahy, New York.

Burtraw, D. in Krupnick, A., 1999. *Measuring the value of health improvements from Great Lakes cleanup*, Discussion paper 99–34, Resources for the Future, Washington, DC.

Carson, R. 1962. *Silent spring*, Houghton Mifflin, Boston, MA.

Chant, D. W., 1969. A petition to the Ministers of Health and Welfare and of Agriculture, 25. september 1969.

Colborn, T. in Clement, C. (*eds*), 1992. *Chemically induced alterations in sexual and functional development: The wildlife/human connection*, Advances in Modern Environmental Toxicology Vol. 21, Princeton Scientific Publishing, Princeton, New Jersey, 403 strani.

Colborn, T., vom Saal, F. in Short, P., 1998. *Environmental endocrine-disrupting chemicals: neural, endocrine, and behavioral effects,* Princeton Scientific, New Jersey, 418 strani.

Cook, J. W., 1964. *Review of the persistent organo-chlorine pesticides*, HMSO, London.

Daly, H. B., 1993. 'Laboratory rat experiments show consumption of Lake Ontario salmon causes behavioral changes: support for wildlife and human research results', *Journal of Great Lakes Research* Vol. 19, str. 784–788.

Donahue, M. J., 1999. 'The case for good government: Why a comprehensive review of the Great Lakes Water Quality Agreement is needed', *Toledo Journal of Great Lakes Law, Science and Policy* Vol. 2, str. 1–11.

Edwards, M. H., Quilliam, H. R. in Webb, D., 1963. 'Uninhabited island in Lake Ontario', *Audubon Field Notes* Vol. 17, str. 510–511.

Fein, G. G., Jacobson, J. L., Jacobson, S. W., Schwartz, P. M. in Dowler, J. K., 1984. 'Prenatal exposure to polychlorinated biphenyls: Effects on birth size and gestational age', *Journal of Pediatrics* Vol. 105, str. 315–320.

Fox, G. A., 1991. 'Practical causal inference for ecoepidemiologists', *Journal of Toxicology and Environmental Health* Vol. 33, str. 359–373.

Funtowicz, S. in Ravetz, J., 1993. 'Science for the post-normal age', *Futures* Vol. 25, str. 739–755.

Gilbertson, M., 1996. 'Great Lakes forensic toxicology and the implications for research and regulatory programs', *Toxicology and Industrial Health* Vol. 12, str. 563–571.

Gilbertson, M., Morris, R. D. in Hunter, R. A., 1976. 'Abnormal chicks and PCB residue levels in eggs of colonial birds on the lower Great Lakes (1971 1973)', *The Auk* Vol. 93, str. 434–442.

Gilbertson, M. in Reynolds, L. M., 1972. 'Hexachlorobenzene (HCB) in the eggs of common terns in Hamilton Harbour, Ontario', *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* Vol. 7, str. 371–373.

Grier, J. W., 1968. 'Immature bald eagle with an abnormal beak', *Bird Banding* Vol. 39, str. 58–59.

Grier, J. W., 1982. 'Ban of DDT and subsequent recovery of reproduction in bald eagles', *Science* Vol. 218, str. 1232–1235.

Hartig, J. H., Zarull, M. A. in Law, N. L., 1998. 'An ecosystem approach to Great Lakes management: Practical steps', *Journal of Great Lakes Research* Vol. 24, str. 739–750.

Hartsough, G. R., 1965. 'Great Lakes fish now suspect as mink food', *American Fur Breeder* Vol. 38, str. 27–35.

Hickey, J. J., Keith, J. A. in Coon, F. B., 1966. 'An exploration of pesticides in a Lake Michigan ecosystem. Pesticides in the environment and their effects on wildlife', *Journal of Applied Ecology* Vol. 3 (Suppl.), str. 141–154.

Humphrey, H. E. B., 1983. 'Population studies of PCBs in Michigan residents' in D'Itri, F. M. in Kamrin, M. A. (*eds*), *PCBs: Human and environmental hazards*, Butterworth, Boston, MA, str. 299–310.

International Joint Commission. 1969. Pollution of Lake Erie, Lake Ontario and the International Section of the St. Lawrence River. (IJC: Ottawa and Washington). 150 str.

Jacobson, J. L. in Jacobson, S. W., 1993. 'A four-year followup study of children born to consumers of Lake Michigan fish', *Journal of Great Lakes Research* Vol. 19, str. 776–783.

Jacobson, J. L. in Jacobson, S. W., 1996. 'Intellectual impairment in children exposed to polychlorinated biphenyls in utero', *New England Journal of Medicine* Vol. 335, str. 783–789.

Jacobson, J. L., Jacobson, S. W., Fein, G. G., Schwartz, P. M. in Dowler, J. K., 1984. 'Prenatal exposure to an environmental toxin: A test of the multiple effects model', *Developmental Psychology* Vol. 20, str. 523–532.

Jacobson, J. L., Jacobson, S. W. in Humphrey, H. E. B., 1990. 'Effects of exposure to PCB and related compounds on growth and activity in children', *Neurotoxicology and Teratology* Vol. 12, str. 319–326.

Jensen, S., 1966. 'Report of a new chemical hazard', *New Scientist* Vol. 15, December, str. 612.

Johnson, B. L., Hicks, H. E. in DeRosa, C. T., 1999. 'Key environmental human health issues in the Great Lakes and St. Lawrence River basins', *Environmental Research Section A* Vol. 80, str. S2–12.

Johnson, B. L., Hicks, H. E., Jones, D. E., Cibulas, W. in DeRosa, C. T., 1998. 'Public health implications of persistent toxic substances in the Great Lakes and St Lawrence Basins', *Journal of Great Lakes Research* Vol. 24, str. 698–722.

Kaiser, K. L. E., 1974. 'Mirex: an unrecognized contaminant of fishes from Lake Ontario', *Science* Vol. 185, str. 523–525.

Keith, J.A. 1966. Reproduction in a population of herring gulls (Larus argentatus) contaminated by DDT. Journal of Applied Ecology. 3(Suppl):57-70.

Lawless, E. W., 1977. *Technology and social shock*, Rutgers University Press, New Brunswick, NJ, 616 strani.

Lear, L., 1997. *Rachel Carson: Witness for nature*, Henry Holt, New York, NY.

Levine, A. G., 1982. *Love Canal: Science, politics and people*, Lexington Books, Toronto, 263 strani.

Lonky, E., Reihman, J., Darvill, T., Mather, Sr., J. in Daly, H., 1996. 'Neonatal behavioral assessment scale performance in humans influenced by maternal consumption of environmentally contaminated Lake Ontario fish', *Journal of Great Lakes Research* Vol. 22, str. 198–212.

Ludwig, J.P. in C.S. Tomoff. 1966. Reproductive success and insecticide residues in Lake Michigan herring gulls. Jack-Pine Warbler. 44:77-84.

Monsanto, 1970. 'Monsanto cites actions taken on environmental issue', 16 July, St Louis, 4 strani.

O'Brien, M. H., 1994. 'Comment on preface to the special section on cause-effect linkages. Causality: The missing link between science and policy', *Journal of Great Lakes Research* Vol. 20, str. 590–592.

Pekarik, C. in Weseloh, D. V., 1998. 'Organochlorine contaminants in herring gull eggs from the Great Lakes 1974–1995: Change point regression analysis and short-term regression', *Environmental Monitoring and Assessment* Vol. 53, str. 77–115.

Pfister, R. M., Dugan, P. R. in Frea, J. I., 1969. 'Microparticulates: Isolation from water and identification of associated chlorinated pesticides', *Science* Vol. 166, str. 878–879.

Ratcliffe, D. A., 1972. 'The peregrine population of Great Britain in 1971', *Bird Study* Vol. 19, str. 117–156.

Reynolds, L. M., 1969. 'Polychlorobiphenyls (PCBs) and their interference with pesticide residue analysis', *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* Vol. 4, str. 128–143.

Robinson, J., 1967. 'Residues of aldrin and dieldrin in wildlife in Britain', Symposium on the science and technology of residual insecticides in food production with special reference to aldrin and dieldrin, Shell Chemical Company, 26 October 1967.

Shear, H., 1996. 'The development and use of indicators to assess the state of ecosystem health in the Great Lakes', *Ecosystem Health* Vol. 2, str. 241–258.

Shell Chemical Company, 1967. 'Aldrin, dieldrin, endrin: A status report', Agricultural Chemicals Division.

Sprunt, A. I. V., Robertson, Jr., W. B., Postupalsky, S., Hensel, R. J., Knoder, C. E. in Ligas, F. J., 1973. 'Comparative productivity of six bald eagle populations', *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference* Vol. 38, str. 96.

Stewart, P., Reihman, J., Lonky, E., Darvill, T. in Pagano, J., 2000. 'Prenatal PCB exposure and neonatal behavioral assessment scale (NBAS) performance', *Neurotoxicology and Teratology* Vol. 22, str. 21–29.

Stow, C. A., Jackson, L. J. in Carpenter, S. R., 1999. 'A mixed-order model to assess contaminant declines', *Environmental Monitoring and Assessment* Vol. 55, str. 435–444.

Sudar, A. in Muir, T., 1989. 'Costs and consequences of uncontrolled toxic waste sites along the Niagara River', *Water Pollution Research Journal of Canada* Vol. 2, str. 279–297.

Swanson, T. in Vighi, M., 1998. *Regulating chemical accumulation in the environment*. Cambridge University Press, 278 strani.

US EPA, 1993. Water quality guidance for the Great Lakes system and correction: Proposed rules, Fed. Register 58, str. 20802–21047.

US EPA, 1998. *Realizing remediation: A summary of contaminated sediment remediation activities in the Great Lakes Basin*, Great Lakes National Program Office.

US EPA in NYSDEC, 2000. *Reduction of toxics loadings to the Niagara River from hazardous waste sites in the United States*, United States Environmental Protection Agency in New York State Department of Environmental Conservation.

13. Premazi proti obraščanju na osnovi tributilkositra (TBT): zgodba o ladjah, polžih in navidezna dvospolnost

David Santillo, Paul Johnston in William J. Langston

13.1 Uvod

Ne gre dvomiti, da morska obrast (tj. pritrjene rastline in živali) povečuje upor na plovilih in umetnih konstrukcijah na morju in tudi porabo goriva, kar ima precejšnje posledice za gospodarnost in emisije (izpuste v okolje). Prav tako ni dvoma, da so spojine tributilkositra (TBT) in manj razširjeni trifenilkositri izjemno učinkovite in relativno ekonomične kot antivegetativni biocidi. Ta dva dejavnika sta vplivala na zelo hitro naraščanje uporabe barv na osnovi organskih kositrovih spojin med ladjarji in lastniki čolnov v sedemdesetih in začetku osemdesetih let. Obenem sta bila podlaga za zagovarjanje antivegetativnih premazov na osnovi TBT, potem ko so ob koncu sedemdesetih let postali očitni prvi nezaželeni učinki njihove uporabe. Še danes ju navajajo zagovorniki uporabe TBT v antivegetativnih premazih (glej na primer Evans, 2000; Abel, 2000). V takih ocenah niso upoštevane merljive finančne izgube v panogi, ki se ukvarja z gojenjem vodnih organizmov. Te izgube zaradi splošne uporabe antivegetativnih premazov na osnovi TBT pokrivajo pristaniške uprave. V teh ocenah tudi ni zajetih širših okoljskih »stroškov«, ki so prvotno pripeljali do omejitev uporabe, sedaj pa so podlaga za odločitev o popolni odpravi.

Zgodba o TBT je s kar nekaj vidikov precej nenavaden primer. Prvič, barve na osnovi TBT so začeli množično uporabljati pred kratkim, v poznih šestdesetih in sedemdesetih letih. Drugič, zaskrbljenost glede škodljivih učinkov TBT v morskem okolju se je pojavila v obdobju, ko se je njihova uporaba najbolj razširila. Ta zaskrbljenost je hitro pripeljala do nekaterih nacionalnih in regijskih omejitev njihove uporabe. Tretjič, najpogostejši škodljivi učinek, povezan s TBT, je navidezna dvospolnost (imposex oz. pseudohermafroditizem) pri morskih polžih, kar je posledica oviranja presnove steroidnih hormonov. Ta proces je zelo občutljiv, kemijsko svojevrsten problem. Prav te nepravilnosti so močno prispevale k zgodnjemu ugotavljanju neposredne vzročne povezave in nato potrebe po nadzoru. Proizvajalci barv so v soglasju z drugimi zainteresiranimi strankami oporekali omejitvam, vpeljanim v osemdesetih letih, vendar je bilo težko zanikati trdne dokaze o resnih učinkih na žive organizme, vključno z lokalnim izumrtjem nekaterih vrst.

Prepoved uporabe barv na osnovi TBT za plovila, dolga do 25 metrov, ki velja v Franciji od leta 1982, v Veliki Britaniji od leta 1987, drugod pa od konca osemdesetih in začetka devetdesetih let, je precej izboljšala stanje v marinah in zaščitenih pristaniščih. Opazili so delno okrevanje lokalno prizadetih populacij mehkužcev. Vendar je bilo ob koncu osemdesetih in v začetku devetdesetih let opaziti splošno onesnaženje s TBT in njegove učinke pri različnih populacijah, kar je sovpadalo z izboljšanim opazovanjem in spremljanjem (monitoringom) in boljšim razumevanjem lastnosti organskih kositrovih spojin in njihove porazdelitve v okolju. Vos idr. (2000) ocenjujejo, da je bila navidezna dvospolnost v naravi doslej dokumentirana kar pri 150 vrstah morskih polžev podrazreda predškrgarji po vsem svetu. Dokazi, ki povezujejo razširjenost navidezne dvospolnosti z gostoto pomorskega prometa, so skupaj s počasnim obnavljanjem prizadetih populacij na nekaterih območjih in splošnim kopičenjem ostankov butilkositra v morskih sesalcih pripeljali do ponovnih pozivov k prepovedi uporabe za vsa plovila, ne glede na njihovo velikost. Kaj se lahko sedaj, ko smo na pragu takšne prepovedi, kakršno so predlagali pod okriljem Odbora za varstvo morskega okolja (MEPC) pri Mednarodni pomorski organizaciji, naučimo?

13.2 Nastanek problema TBT

Organske kositrove spojine so razvili v dvajsetih letih preteklega stoletja, sprva kot sred-

stvo proti moljem. Šele pozneje so jih začeli uporabljati kot baktericide in fungicide (Moore idr., 1991). Zmesi dibutilkositra in tributilkositra so izdelovali od konca štiridesetih let (Laughlin in Linden, 1985), v pomorskih antivegetativnih premazih pa so začeli TBT uporabljati šele v šestdesetih letih (Balls, 1987; ten Hallers-Tjabbes, 1997), sprva kot dodatni biocid v mešanicah na osnovi bakra. Zaradi njihove učinkovitosti, ki je bila večja kot pri antivegetativnih premazih na osnovi bakra (Wade idr., 1988a), se je uporaba barv na osnovi TBT tako v zasebne kot v komercialne namene v sedemdesetih letih močno povečala. V tem obdobju so te mešanice osvojile večji del trga antivegetativnih premazov (Evans, 2000). »Prosto vezane« barve, ki so sprva hitro sproščale biocid, vendar so zahtevale pogosto premazovanje, da bi ohranile učinkovitost, so postopoma zamenjale »samopolirne kopolimerne« mešanice, ki so zagotovile počasnejše in enakomernejše sproščanje butilkositrovega biocida in zmanjšanje števila postankov velikih plovil v suhih dokih zaradi ponovnega premazovanja.

S hitrim naraščanjem uporabe TBT so bili opaženi prvi stranski učinki na organizme, ki niso povezani s tvorjenjem oblog na plovilih. Strupenost (toksičnost) TBT za organizme, ki tvorijo vegetativne obloge, je bila seveda namerna, vendar so bili močno podcenjeni njegovi vplivi na širše morsko okolje. Akutna toksičnost TBT za vrsto morskih organizmov se običajno meri v µg/l (Weis in Perlmutter, 1987, Bushong idr., 1988). Kot sta zapisala Laughlin in Linden (1987), pa so zaradi zgodnjega osredotočenja na akutne učinke, zlasti na umrljivost in smrtnost, spregledali druge posledice podaljšane izpostavljenosti v nekaterih primerih. TBT lahko na primer povzroči psevdohermafroditizem (razvoj moških spolnih organov pri samicah) pri nekaterih polžih, in sicer v nizkem koncentracijskem območju ng/l (delcev na milijardo) (Bryan idr., 1986; Alzieu, 1998), za katero je tudi znano, da povzroča deformacije lupin in smrtnost ličink pri nekaterih vrstah školjk (Alzieu idr., 1986).

Pojav navidezne dvospolnosti je prvi podrobno opisal Smith (1971) na podlagi preiskave populacij iz raziskav o ameriškem muljnem polžku (*Nassarius obsoletus*) v bližini pristanišč na vzhodni obali ZDA. Približno v istem času je Blaber (1970) opazil penis pri nekaterih samicah morskih polžev vrste *Nucella lapillus* v plymouthski ožini v Veliki Britaniji. Pojav je bil mnogo pogostejši v bližini pristanišča. Kljub resnosti pojava pa je povzročitelj ostal neznan. Šele z izboljšanjem analitskih metod ob koncu sedemdesetih in v začetku osemdesetih let je bila ugotovljena povezava s pomorskim prometom (čeprav v začetku posredna). Obseg prežeče nevarnosti in že povzročene škode zaradi antivegetativnih premazov na osnovi TBT je postal splošno znan.

Za ugotavljanje učinkov TBT pri zelo nizkih koncentracijah na terenu in spodbujanje razvoja prvih regijskih mehanizmov za nadzor uporabe sta bila koristna dva regijska primera. Prvi je povezan z nadzorom – gre za propad industrije školjk v Arcachonskem zalivu na atlantski obali Francije. Drugi je bolj splošen in se nanaša na atlantsko obalo Francije ter poročila o pogostem pojavljanju navidezne dvospoplnosti pri samicah vrste *Nucella lapillus* v južnih obalnih vodah Velike Britanije.

13.3 Arcachonski zaliv

Do srede sedemdesetih let je bil Arcachonski zaliv pomembno območje za gojenje ostrig (*Crassostrea gigas*) s proizvodnjo 10.000 do 15.000 ton na leto (Evans, 2000). Območje je zajemalo precejšen del blatne ravnine pod vplivom bibavice. Zaliv je bil priljubljen tudi za rekreacijsko plovbo. Število plovil v njem se je povečalo z okoli 7.500 sredi sedemdesetih let na 15.000 v začetku osemdesetih. Maksimalni vnos TBT v vode zaliva je bil v tem obdobju okoli osem kg na dan (Ruiz idr., 1996).

Spreminjanje spola so prvič opazili v nekaterih delih zaliva leta 1970. Prizadel je plenilskega polža *Ocenebra erinacea* (vrtalec ostrig). Pogostost psevdohermafroditizma pri tej vrsti se je v prvih letih tistega desetletja močno povečala in povzročila dejansko izumrtje vrste *Ocenebra erinacea* povsod, razen v osrednjem delu zaliva. To je kmalu povzročilo skoraj popolno izumrtje te vrste v zalivu (Gibbs, 1993). Potrditev ugotovitve, da je povzročitelj TBT, je prišla šele v zgodnjih osemdesetih letih.

Če bi bili škodljivi učinki TBT omejeni na izgubo te vrste, ki velja v školjkarski panogi zaradi poškodovanja ostrig za škodljivca, lahko domnevamo, da bi sledili skromni ukrepi ali pa jih sploh ne bi bilo. Vendar je zgodnjemu svarilu, izginotju vrtalca ostrig, kmalu sledilo propadanje gojišč ostrig. Čeprav je potekalo drstenje spomladi 1976 na videz normalno, je preživelo le malo ličink. Naselbine razvitih ličink so potem povečini propadle v poznih sedemdesetih in začetku osemdesetih let, kar je povzročilo velike izgube v gojenju školjk. Do 1981, je letna proizvodnja ostrig upadla z največje, od 10.000 do 15.000 ton, v sedemdesetih letih na samo 3.000 ton (Ruiz idr., 1996). Poleg motenj v razmnoževanju so bile odrasle ostrige neprimerne za prodajo tudi zaradi odebelitev in deformacij lupine, ki je v najhujših primerih dosegla kroglasto obliko (Alzieu idr., 1989).

Pripomniti je treba, da so te biološke učinke na terenu (motnje pri razmnoževanju, deformacije, navidezna dvopsolnost) opazili, preden so bile razvite analitične tehnike, ki so bile dovolj natančne za ugotavljanje porazdelitve ostankov TBT v okolju. Alzieu idr. (1986) so objavili prvo zanesljivo oceno koncentracij organskih kositrovih spojin v vodah Arcachonskega zaliva, podatki o nalaganju v usedlinah pa niso bili na voljo do začetka devetdesetih let (Sarradin idr., 1994). Kljub temu se je zaskrbljujoče učinkovanje na okolje pokazalo v velikih finančnih izgubah, ki so jih utrpeli gojitelji školjk, kar pa je zadoščalo za relativno hitro ukrepanje francoske vlade. Francija je ukrepala na podlagi najboljših podatkov, ki so povezovali propad gojišč ostrig s sledovi TBT v vodi, in je bila leta 1982 prva država, ki je zakonsko prepovedala uporabo antivegetativnih premazov s TBT za zaščito majhnih (do petindvajsetmetrskih) plovil (Michel in Averty, 1999a, Evans, 2000). Ti ukrepi so bili nedvomno uspešni pri zmanjšanju vnosa TBT ne le v Arcachonski zaliv, temveč v vsa pristanišča, v katerih so tudi marine – nedvomno so znatno zmanjšali vnos TBT v marine po vsej Franciji. V Arcachonu je k njihovemu izvajanju verjetno pripomoglo domače poreklo mnogih lastnikov čolnov, ki so obiskovali pristanišče, in njihov interes po ohranitvi lokalne industrije. Njihova učinkovitost pri reševanju problema splošnega onesnaženja s TBT pa ostaja vprašljiva (Michel in Averty, 1999a). O tem bomo razpravljali v nadaljevanju.

13.4 Britanska pristanišča in obalne vode

Zgodnjim Blaberjevim (1970) ugotovitvam spolnih nepravilnosti pri vrsti *Nucella lapillus* v Plymouthski ožini so sledile druge raziskave na tej lokaciji in po vsej Veliki Britaniji. Ugotovili so, da je navidezna dvospolnost zaradi TBT precej razširjen problem. Pogostost psevdohermafroditizma pri *N. lapillus* je bila največja v neposredni bližini pristanišč in pristanov, čeprav se je povečevalo tudi število dokazov o razširjenosti pojava v velikih predelih obalnih voda na jugu Velike Britanije (Bryan idr., 1986 in 1987). Poleg tega sta Waldock in Thain (1983) povezala neuspeh poskusov naselitve pacifiške ostrige v Veliki Britaniji v zgodnjih osemdesetih letih z izpostavljenostjo TBT, in ne s finimi sedimentnimi delci, kot so domnevali dotlej. Napake pri razmnoževanju in deformacije lupin pri mehkužcih, o katerih so poročali ti avtorji, so bile podobne tistim, ki so jih desetletje poprej opazili v Arcachonskem zalivu.

Zaradi porajajoče se zaskrbljenosti je britanska vlada leta 1985 začela nadzorovati prodajo premazov na osnovi TBT za uporabo pri majhnih plovilih, po Zakonu o nadzoru nad onesnaževanjem (1974). Ukrepi so obsegali nadzor nad maloprodajo in smernice za ravnanje z barvami. Za cilj so si postavili največ 20 ng TBT/l (oz. 8 ng kositra/l) kot, raven, ki so jo imeli za dovolj varno za morske žive organizme (Waldock idr., 1987). Vendar je v osemdesetih letih postalo očitno, da lahko tudi antivegetativni premazi s koncentracijo TBT, ki je precej nižja od 20 ng/l, povzročijo resne biološke reakcije. Sočasno so koncentracije TBT v številnih obalnih vodah dosledno presegale določeno ciljno vrednost.

Samice vrste *Nucella lapillus* postanejo neplodne že pri koncentraciji od 3 do 5 ng TBT/l (Gibbs idr., 1988), skoraj vse samice pa so prizadete, ko koncentracija preseže 10 ng TBT/l. Pri višjih koncentracijah se pojavljajo teme-

ljitejše spremembe (vključno z razvojem testisov in upadajem tvorjenja jajčec).

Sredi osemdesetih let so butilkositrove zmesi našli v morski vodi številnih britanskih rečnih ustij (Waldock idr. 1987). Koncentracije so se spreminjale glede na sezono, povezano z navtično dejavnostjo in poletnim vzdrževanjem. Poletne koncentracije v marinah so redno presegale 100 ng/l (organskega kositra) in občasno dosegle 1.000 ng/l (Waldock idr., 1987). Obenem so Langston idr. (1987) poročali o koncentracijah od 234 do 646 ng Sn /l v marinah v Poole Harbourju na južni obali Velike Britanije. Te marine so redno oskrbovale več kot 5.000 rekreacijskih plovil in TBT je izviral iz različnih dejavnosti, kot so čiščenje trupa, ponovno premazovanje pa tudi sidranje. Celo v bolj odprtih vodah samega Poole Harbourja je bilo zasidranih ali podvrženih vzdrževanju trupa več kot 5.000 rekreacijskih plovil. Tudi zunaj marin so koncentracije TBT včasih presegale 100 ng/l. Primerjava koncentracij na terenu s tistimi, za katere je znano, da imajo resne posledice za razvoj, jasno kaže na resnost problema. Takšne primerjave tudi ilustrirajo neprimernost določene ciljne vrednosti pri 20 ng TBT/l.

Dokazi o zemljepisni razširjenosti psevdohermafroditizma in vzročni vlogi TBT so še naprej naraščali. Pionirsko raziskavo *N. lapillus* okoli jugozahodnega polotoka Anglije so opravili Bryan idr. (1986). Posebej vplivna je bila raziskava vrste *Nucella lapillus* v jugozahodni Angliji (Bryan idr., 1986), ki sklene, »da je psevdohermafroditizem … razširjen, da so nekoliko prizadete vse populacije in da je pojav najbolj razširjen vzdolž južne obale (Rokavski preliv). … Najbolj pa je razširjen med populacijami v bližini središč rekreacijske in trgovske pomorske dejavnosti.«

Isti avtorji so tudi zapisali, da se hitro razširjanje pojava navidezne dvospolnosti v Plymouthski ožini časovno prekriva s povečanjem uporabe TBT v antivegetativnih premazih. Raziskava je zagotovila tudi neposredne dokaze uporabe TBT in razkrila močno soodvisnost med razširjenostjo navidezne dvospolnosti in koncentracijami ostankov kositra v tkivu. Raziskava je postala pomembna v septembru istega leta z objavo prispevka z naslovom TBT povezan z upadanjem števila osebkov vrste *Nucella lapillus* med novicami v reviji *Marine Pollution Bulletin,* 1986. Raziskava je bila v mnogočem strnitev bolj splošnih opažanj iz zgodnjih osemdesetih let v zvezi z upadanjem populacije *N. lapillus.* Končno je javnost dojela, da je osrednji povzročitelj takšnega upadanja TBT.

Zemljepisna razširjenost onesnaženja s TBT ter učinki okoli britanskega otočja in ob evropski obali Atlantika so bili ugotovljeni do konca osemdesetih oziroma v začetku devetdesetih let (Bailey in Davies, 1988a in 1989; Gibbs idr., 1991), ugotovljeni pa so bili tudi novi izvori in ponori. Balls (1987) je poročal, da je uporaba antivegetativnih premazov na osnovi TBT na kletkah za gojenje lososov povzročila onesnaženje zaliva ob škotski obali, in opazil na splošno več psevdohermafroditizma v zalivih, ki jih uporabljajo za gojenje rib. Cleary in Stebbing (1987), ki sta delala v jugozahodni Angliji, sta poudarila dodaten problem, to je kopičenje močno lipofilnih organskih kositrovih spojin v mikroplasti morske gladine, bogate z lipidi. Menila sta, da je to zlasti nevarno za plavajoče ribje ličinke (zaradi stalne izpostavljenosti TBT v občutljivih obdobjih njihovega razvoja) in organizme, ki živijo v bibavici (izpostavljeni so mikroplasti med izmeničnim naraščanjem in upadanjem morske gladine) (Cleary idr., 1993). Vedno večja je bila zaskrbljenost v zvezi z vplivom in obstojnostjo TBT v usedlinah (Langston idr., 1987; Langston in Burt, 1991).

Zaradi vse več raziskav in zlasti moči dokazov je britanska vlada preučila možnosti za dodatne omejitve maloprodaje antivegetativnih premazov na osnovi TBT. Januarja 1987 se je največja dovoljena vsebnost organskih kositrovih spojin v naneseni barvi znižala s 7,5 odstotka na 5,5 odstotka zaradi razvoja tehnologije barvanja (Side, 1987). Te omejitve je kmalu nadomestila popolna prepoved maloprodaje barvnih mešanic s TBT, ki je začela veljati v maju istega leta (Waldock idr., 1987 in 1988). Prepoved ni veljala le za uporabo pri plovilih, dolgih manj kot 25 metrov, temveč tudi za ribje kletke, ki se uporabljajo v ribogojstvu (predhodno prostovoljni ukrep, ki ga je

sprejelo Nacionalno združenje kmetov, ker Škotska ni ustrezno obravnavala tega področja uporabe). Takrat je britanski center za raziskovanje voda pripravljal priporočila za standarde kakovosti okolja (EQS) za organske kositrove spojine v vodi (Zabel idr., 1988). Delo je obsegalo tudi pregled razpoložljivih podatkov o strupenosti in obnašanju organskih kositrovih spojin v okolju. Postalo je očitno, da ne bo mogoče doseči ravni TBT brez učinkov, ne da bi omejili uporabo izdelkov na osnovi TBT. Dve leti pozneje in ob spoznanju učinkov, ki jih povzroča TBT pri izjemno nizkih koncentracijah, so ciljno vrednost iz leta 1985, ki je znašala 20 ng/l, nadomestili z novim kakovostnejšim standardom, to je 2 ng/l (Cleary, 1991).

Omejevalnim ukrepom, ki so jih leta 1987 sprejeli v Veliki Britaniji, je kmalu sledila ugotovitev Pariške komisije (PARCOM), ki je odgovorna za izvajanje Pariške konvencije o preprečevanju onesnaževanja morja iz kopenskih virov iz leta 1978, da povzročajo premazi na osnovi TBT »resno onesnaženje obalnih območij konvencijskih voda (SV Atlantik)« (PARCOM, 1987). Priporočilo PARCOM 87/1 z dne 3. junija 1987 poziva pogodbene stranke konvencije k sprejetju harmonizirane prepovedi maloprodaje barv na osnovi organskih kositrovih spojin za uporabo pri rekreacijskih plovilih in ribjih kletkah ter preučitvi morebitnih omejitev uporabe pri ladjah za pomorski promet in podvodnih konstrukcijah.

Kmalu je postalo očitno, da PARCOM kljub odločni nameri ne more doseči prepovedi uporabe antivegetativnih premazov na osnovi organskih kositrovih spojin v trgovski mornarici. Teža ekonomskih argumentov je namreč oporekala takšnemu ukrepu. Ker je bil morebitni nadzor nad uporabo pri pomorskih ladjah že dodeljen IMO, Mednarodni pomorski organizaciji, je PARCOM pozornost v priporočilu PARCOM 88/1 (PARCOM, 1988) usmeril k vnosom organskih kositrovih spojin iz ladjedelniške dejavnosti, zlasti vzdrževanja ladijskih trupov. Učinkovitost takšnih ukrepov je težko ovrednotiti, nesporno pa je, da bodo ladjedelnice in remontne delavnice ostale pomembni točkovni viri onesnaževanja z organskimi kositrovimi spojinami, dokler bodo v uporabi barve na osnovi TBT.

13.5 Globalno onesnaževalo

Zaskrbljenost glede vpliva množične uporabe TBT se je kmalu razširila po vsem svetu in je proti koncu osemdesetih let pripeljala do vrste nacionalnih in regijskih ukrepov. V ZDA je k razširjanju spoznanj o koncentracijah in učinkih veliko pripomogel letni simpozij o oceanih, ki poteka pod pokroviteljstvom Društva za pomorsko tehnologijo ZDA (Wade idr., 1988b; Krone idr., 1989). S spremljanjem stanja okolja v okviru programa Opazovanje školjk NOAA (Nacionalna oceanska in atmosferska uprava ZDA) so potrdili ostanke butilkositra v vseh vzorcih školjk iz obalnih voda ZDA (Wade idr., 1988a in b; Uhler idr., 1989), raziskave v Novi Zelandiji pa so potrdile akumulacijo v usedlinah (King idr., 1989). Raziskave v Novi Zelandiji so prav tako potrdile akumulacijo TBT v usedlinah in živih organizmih obalnih voda (King idr. 1989). Prepoved uporabe antivegetativnih premazov na osnovi TBT pri majhnih plovilih je bila sprejeta leta 1988. Leta 1989 so sledili podobni ukrepi v Kanadi, Novi Zelandiji in Avstraliji ter v evropski zakonodaji, ki je leta 1991 harmonizirala obstoječe ukrepe za nadzor po vsej Evropski uniji (Evans, 2000).

13.6 Učinkovitost nadzora pri majhnih plovilih

Omejitve v prodaji na drobno so v mnogih regijah nedvomno povzročile veliko zmanjšanje uporabe antivegetativnih premazov na osnovi TBT za rekreacijska plovila (čeprav je nemogoče ugotoviti obseg »domače priprave« mešanic na osnovi TBT). Bistveno so se zmanjšali vnosi organskih kositrovih spojin v marine. Vsaj v nekaterih predelih to ni bilo očitno le iz opaženega zmanjšanja koncentracij v okolju, temveč tudi iz delne obnove populacij mehkužcev. V Arcachonskem zalivu je bilo dolgoročno spremljanje učinkovitosti predpisov (pri zmanjšanju koncentracij butilkositrov v vodi) omejeno z visokim zaznavnim pragom pri zgodnjih analitičnih metodah. Alzieu idr. (1986) pa so uspeli dokazati, da so koncentracije or-

ganskih kositrovih spojin padle z največ 900 ng kositra/l leta 1983 na manj kot 100 ng/l leta 1985. Občutljivejše analize gibanj niso bile izvedljive. Šele konec osemdesetih let so izboljšane analitične metode omogočile določanje ravni organskega kositra v spodnjem območju ng/l in potrdile, da so koncentracije v vodi v večini predelov zaliva padle pod 10 ng/l (< 2 ng/l v območjih, kjer gojijo ostrige). Hidrodinamične motnje v zalivu pa so glavni vzrok za onemogočanje rekonstrukcije gibanj koncentracij v usedlinah (Ruiz idr., 1996).

Obnova ostrižišč in nadaljevanje komercialnega školjkarstva v drugi polovici osemdesetih let sta ponudila prve posredne dokaze učinkovitosti prepovedi pri zniževanju koncentracij TBT v Arcachonskem zalivu. Ozdravljenje zaliva pogosto navajajo kot primer ravnanja, pri katerem so omenjeni ukrepi, kot je prepoved uporabe barv na osnovi TBT za majhna plovila, v osemdesetih letih »rešili« problem s TBT (Nicholson in Evans, 1997; Evans, 2000). Obstajajo pa precejšnja nesoglasja, koliko so omejitve iz osemdesetih let v resnici učinkovale na vplive antivegetativnih premazov na osnovi TBT nasploh.

Zagotovo obstajajo dokazi o delni obnovi najhuje prizadetih populacij mehkužcev v različnih delih Evrope. Minchin (1995) je na primer poročal o temeljiti obnovi populacije školjke vrste *Lima hians* in z njo povezanega rastlinstva v zalivu Mulroy na Irskem, ki so bila pred tem zdesetkana zaradi uporabe TBT kot antivegetativnega premaza na kletkah za losose med letoma 1981 in 1985. V zaščitenem rokavu Sulom Voe na Shetlandskih otokih in v bližnjem prelivu Yell Sound je bilo leta 1995 bistveno manj navidezne dvospolnosti (psevdohermafroditizma) pri populacijah *N. lapillus* kot leta 1991 (Harding idr., 1997), čeprav je skupna razširjenost še ostala. Na podlagi primerjave s podatki iz leta 1991 Evans idr. (2000a) domnevajo, da je prišlo ob britanskih obalah v zadnjem desetletju do bolj splošne obnove populacij vrste *Nucella lapillus*.

Vendar druge raziskave ponujajo manj razlogov za optimizem. Poleg opisa zmanjšanja ravni onesnaženja z butilkositri v Bellybegsu na Irskem Minchin idr. (1997) poudarjajo, da je obnova populacij *N. lapillus* na tem območju nekoliko počasnejša, kot bi lahko pričakovali. Podobno si velja zapomniti, da je obnova, ki so jo spremljali Harding idr. (1997) na območju Ballybegsa na Irskem, počasnejša od pričakovane in da so se populacije v rokavu Sullom Voe in prelivu Yell Sound obnavljale hkrati s pogostim pojavljanjem psevdohermafroditizma in manjšim številom osebkov populacij v najhuje prizadetih območjih. V Kanadi so St-Jean idr. leta 1999 zapisali, da so koncentracije butilkositrov v tkivu užitnih klapavic (*Mytilus edulis*) in usedlinah iz južnega dela Zaliva sv. Lovrenca ostale izredno visoke še osem let po uvedbi nadzora uporabe TBT za majhna plovila. Kljub začetnemu upadanju koncentracij v francoskih obalnih vodah z zelo visokih vrednosti iz osemdesetih let sta Michel in Averty (1999a) navedla, da so se koncentracije raztopljenega TBT poslej v glavnem stabilizirale in pogosto ostale na ravni, ki precej presega mejo, nad katero so znani škodljivi učinki na nekatere vrste. V nekaterih predelih Arcachonskega zaliva so koncentracije TBT ostale dovolj visoke, da so pri občutljivih vrstah povzročale navidezno dvospolnost še deset let po uvedbi predpisov leta 1982 (Ruiz idr., 1996). Podobna mnenja in zaskrbljenost so po sprejemu zakonodaje leta 1987 izrazili v zvezi z onesnaženostjo mnogih britanskih obalnih krajev in rečnih ustij (Cleary, 1991; Langston idr., 1994).

Prevladujoči vzroki za nadaljevanje onesnaženja in neuspešno obnovo ekosistemov nevretenčarskih populacij se na različnih krajih nedvomno razlikujejo. V nekaterih primerih (na primer Huet idr., 1996) je bila vir onesnaženja posamična, vendar obsežna nezakonita uporaba barv na osnovi TBT za majhna plovila. Drugi avtorji so poudarili pomen morskih usedlin, ki lahko delujejo kot izvori organskih kositrovih spojin celo veliko let po prenehanju vnosa (Waldock idr., 1990; Langston idr., 1994). Velika občutljivost ličink pri nekaterih vrstah za TBT (Gibbs, 1993) in dolga življenjska doba določenih bentonskih vrst (Rees idr., 1999) prav tako nedvomno kažeta na relativno neuspešnost obnove ekosistemov.

Vendar pa je, v splošnem, potencialno najpomembnejši posamični vir stalne in splošne

navzočnosti TBT in njegovih učinkov v morskem okolju (kar je trenutno tudi predmet živahnih razprav) nadaljevanje uporabe barv na osnovi TBT pri večjih plovilih.

13.7 Pomen večjih plovil

Prve nacionalne in regijske prepovedi uporabe, ki so začele veljati v osemdesetih letih, so veljale le za maloprodajo antivegetativnih premazov na osnovi TBT in njihovo uporabo pri plovilih, krajših od 25 metrov, ter pri mrežah in kletkah, ki se uporabljajo za gojenje vodnih živali. Takrat so ta področja veljala za največjo nevarnost vodnemu življu. Uporaba antivegetativnih premazov na osnovi TBT za zaščito trgovskih in vojaških ladij so obravnavali kot manjšo nevarnost, ker naj bi te ladje preživele večino svoje obratovalne dobe na odprtih morjih (kjer naj bi se onesnaženje razredčilo in razpršilo).

Kljub temu pa te ladje redno plujejo v obalne vode in uporabljajo pristaniške naprave. Količina vnosa TBT, ki je posledica vzdrževanja trupa velikih plovil, je znana že nekaj časa (čeprav je komisija OSPAR te dejavnosti šele pred kratkim izrecno priznala kot točkovni vir TBT). Waldock idr. (1988) so v vodi, s katero so izpirali mornariško fregato, izmerili koncentracije TBT v velikostnem razredu mg/l (približno milijonkrat več od najnižjih koncentracij z biološkim učinkom) in ocenili, da je skupni vnos zaradi čiščenja ene same takšne ladje 100 g prostega TBT. Skupaj s TBT, ki ostane vezan na lističe barve, ki lahko delujejo kot dolgoročni hranilnik butilkositrov v morskem okolju, so količino TBT za eno čiščenje ladje ocenili na 1 kg. V mnogih državah so bile nekaj časa v uporabi smernice za nadzor vnosov iz takih dejavnosti, čeprav je pogosto težko ovrednotiti njihovo učinkovitost.

Bailey in Davies (1988b) ter pozneje Harding idr. (1997), so v svojih raziskavah navidezne dvospolnosti v okolici naftnega terminala Sullom Voe, priskrbeli nekaj dokazov o precejšnih vnosih organskih kositrovih spojin kot posledice navzočnosti in običajnih prometnih manevrov velikih ladij, ki so zaščitene s TBT. Čeprav nekaj vnosa na tem območju morda izhaja iz nekdanje uporabe majhnih storitvenih plovil in označevalnih boj, pa so novejši vnosi nedvomno posledica plovbe tankerjev za nafto. Precej je k trajnosti onesnaženja z organskimi kositrovimi spojinami v delih Zaliva sv. Lovrenca prispeval tudi gost pomorski promet (St-Jean idr., 1999).

Da so obalne vode onesnažene s TBT zaradi pomorske dejavnosti, je danes morda splošno znano, vendar pa potekajo tudi intenzivne razprave o pomenu vnosov za zunanje obalne vode in odprto morje (ten Hallers-Tjabbes, 1997; Evans, 2000). To se dogaja kljub naraščajočemu številu dokazov, ki podpirajo vzročno povezavo med gostoto pomorskega prometa in pogostostjo bioloških učinkov (predvsem navidezne dvospolnosti) na odprtem morju. Med prvimi, ki so poudarili psevdohermafroditizem pri morskem polžku *Buccinum undatum* sredi Severnega morja in potrdili povezavo z gostoto pomorskega prometa, so bili ten Hallers-Tjabbes idr. (1994). O podobnih povezavah so pozneje poročali iz Malajskega preliva, ki povezuje Bengalski zaliv z Južnokitajskim morjem (Swennen idr., 1997; Hashimoto idr., 1998) in iz zunanjih delov galicijskih obalnih voda (Ruiz idr., 1998). Cadee idr. (1995) so predvidevali, da bi učinki organskih kositrovih spojin lahko vplivali na lokalno izumrtje morskih polžkov v nizozemskem Waddenzeeju. Pozneje so Davies idr. (1998) ocenili skupni letni vnos TBT v Severno morje zaradi dejavnosti, ki so povezane s pomorskim prometom, na 68 ton in sicer največ zaradi stalnega izluževanja TBT s premazanih trupov v pristaniščih ali med plovbo.

Nicholson in Evans (1997) sta v nadaljevanju pionirskega dela ten Hallers-Tjabbesa idr. (1994) še enkrat potrdila takšno povezavo za *Buccinum undatum*. Slednja avtorja pa sta leta 1994 podvomila o pomenu tistega, kar sta poimenovala »blagi« psevdohermafroditizem kot skupni antropogeni vpliv na populacije morskih polžev v južnem Severnem morju, in omenila prevladujoč vpliv, ki ga ima preveliko izkoriščanje gojišč školjk na to vrsto. Ne glede na oceno relativnih vplivov pa ni dvoma, da so bili ugotovljeni učinki na populacije na odprtem morju in v zunanjih obalnih vodah, ki jih je bilo moč povezati s stalnim vnosom TBT zaradi pomorskega prometa, zelo verjetno po-

memben dejavnik, ki je prispeval k omejitvi uporabe antivegetativnih sredstev na osnovi TBT sredi devetdesetih let.

V istem obdobju je bilo vedno bolj jasno, da je problem TBT problem svetovnih razsežnosti (Ellis in Pattisina, 1990; Kannan idr., 1995a, b in c). Podatki o porazdelitvi TBT in pogostosti navidezne dvospolnosti so bili še vedno omejeni na Evropo in Severno Ameriko. Vendar pa so nedavne raziskave, na primer tiste, ki so jih opravili Harino idr. (1998a, b, c, 1999) v japonskih vodah in Prudente idr. (1999) na Filipinih, potrdile sum, da se tudi v tem prostoru pojavljajo podobna razmerja gibanj in podobni učinki.

Raziskave v zadnjem desetletju so pokazale razširjeno kopičenje ostankov butilkositrov in drugih organskih kositrovih spojin v organizmih, ki so višje v prehranjevalni verigi, vključno v kitih. Iwata idr. (1995) so bili med prvimi, ki so ugotovili koncentracije ostankov butilkositrov v morskih sesalcih in domnevajo, da visoke ravni (do 10 delcev na milijon ali µg/g mokre teže v jetrih delfina) izhajajo iz relativno nizke sposobnosti presnove teh spojin. Tanabe idr. (1998) so pozneje razširili nabor podatkov in vključili vrste iz severnega Pacifika in azijskih obalnih voda. Kannan idr. (1996) so opisali kopičenje butilkositrov v delfinih, tunah in morskih psih iz Sredozemskega morja in posebej opozorili na različna razmerja produktov razpada TBT pri različnih obremenitvah. Prva poročila o ostankih butilkositrov v evropskih kitih in plavutonožcih v severovzhodnem Atlantiku, vključno s kiti, ki se prehranjujejo daleč zunaj od obalnih voda, so prispevali Ariese idr. (1998) in Law idr. (1998). Law idr. (1999) so torej poudarili pomen teh ugotovitev za ponazoritev posledic nadaljevanja uporabe antivegetativnih premazov na osnovi TBT v svetovnem pomorskem prometu.

Čeprav je pomen takšnega vsepovsod navzočega onesnaženja predmet polemik, pa ostajajo dokazi, da bi lahko imelo kopičenje butilkositrovih ostankov v tkivu višjih plenilcev škodljive učinke na njihov imunski sistem. Kannan idr. so na primer leta 1997 poročali o izredno visokih (µg/g) ravneh TBT in produktov njegovega razpadanja (predvsem dibutilkositra) pri kljunastih delfinih, povezanih s pogini na atlantski in zalivski obali ZDA. O podobnih povezavah so poročali v zvezi z južnokalifornijskimi morskimi vidrami (*Enhydra lutris nereis*) z znaki različnih nalezljivih bolezni (Kannan idr., 1998).

Že dolgo je znana možnost vnosa organskih kositrovih spojin v človeško telo z morsko hrano, zlasti z ribami, gojenimi v kletkah, ki so obdelane s TBT (Davies in McKie, 1987; Ishizaka idr., 1989). Šele pred kratkim pa je bil pomen takega vnosa ovrednoten. V raziskavi morske hrane, ki je v prodaji v ZDA, so Cardwell idr. leta 1999 ugotovili, da so kljub poročilom o splošno ugotovljivih ostankih ocenjeni vnosi celo v obdobjih največje porabe bistveno nižji od ravni, ki bi bila po splošni presoji nevarna za človeško zdravje. V poznejši oceni so Belfroid idr. leta 2000 ugotovili nasprotno, namreč, da povprečni vnos TBT z uživanjem morske hrane lahko povzroči preseganje še sprejemljivega dnevnega vnosa (TDI, ki temelji na več občutljivih imunotoksikoloških sklepih) pri nekaterih izdelkih, ki so naprodaj v Severni Ameriki, Evropi in Aziji. Navedeni avtorji so tudi poudarili, da podatki o ravneh butilkositrov v morski hrani za večino držav niso na voljo.

13.8 Napredek v smeri splošne opustitve

Kljub negotovosti glede učinkov na »oddaljenih območjih« je iz strnitve zgornjih ugotovitev dovolj jasno, da je onesnaženje morskega okolja z organskimi kositrovimi spojinami, zlasti z butilkositri, trdovraten in pereč problem. Ne glede na odločitev MEPC iz leta 1994, da niso potrebni dodatni ukrepi, so se leta 1995 ministri na četrti konferenci o varstvu Severnega morja odločili, »da bodo pod okriljem IMO izvajali usklajene ukrepe proti opustitvi TBT na vseh ladjah po vsem svetu« (MINDEC, 1995).

Z opredelitvijo za širše ukrepanje v okviru IMO namesto regionalnih pobud je bila priznana globalna narava pomorskega prometa in zelo omejen nadzor, ki bi ga lahko dosegli zgolj z regionalnimi ukrepi. Na podobno spoznanje je

oprto stališče komisije OSPAR (Konvencija za varstvo morskega okolja severnega Atlantika, ki je leta 1998 vključila organske kositrove spojine na svoj seznam kemikalij, pri katerih so potrebni varnostni ukrepi), da je najboljši način za prenehanje izpustov organskih kositrovih spojin iz antivegetativnih premazov razvoj globalnega, pravno zavezujočega inštrumenta Mednarodne pomorske organizacije (IMO), ki bo rezultat usklajenega delovanja in upoštevanja omejitev regionalnih ukrepov pri reševanju čezmejnega problema. Na podlagi takratnih raziskav je Odbor za varstvo morskega okolja (MEPC) leta 1996 sklenil ustanoviti dopisno skupino, ki se bo ponovno posvetila ukrepom za nadaljnje zmanjševanje vplivov in končno napredovala do vsesplošne prepovedi TBT (ten Hallers-Tjabbes, 1997). Možnost take prepovedi je bila izrecno dopuščena v poročilu s 40. seje MEPC septembra 1997 (MEPC, 1997), kar kaže na velikansko spremembo v miselnosti tega odbora. Osnutek obvezujočih predpisov, ki so bili zasnovani za dosego tega cilja, je bil pravočasno sprejet v naslednjem letu (MEPC, 1998).

Roki, ki so sedaj upoštevani v osnuteku Mednarodne konvencije o nadzoru nad škodljivimi antivegetativnimi sistemi (2003 za opustitev uporabe barv, ki vsebujejo organske kositrove spojine, 2008 za njihovo prisotnost na ladijskih trupih), so bili sprejeti z resolucijo A.895(21) skupščine IMO novembra 1999.

13.9 Vprašanje alternativ

Zaradi tako naprednega ukrepa se pozornost, popolnoma upravičeno, vse bolj osredotoča na razpoložljivost učinkovitih in ekonomsko primernih nadomestkov za TBT (Evans idr., 2000b). Glede tega je jasno, da nekateri izmed antivegetativnih preparatov, ki so bili v uporabi pred splošno razširjenostjo TBT (nekateri na osnovi živosrebrnih ali arzenovih spojin), ne pomenijo razumnih ali sprejemljivih rešitev. Sistemi na osnovi bakra so na voljo, vendar za doseganje polnega učinka pogosto zahtevajo uporabo ojačevalnih biocidov, ki pa lahko prinesejo dodatne probleme. Razred antivegetativnih sredstev, ki ga običajno navajajo za ponazoritev težav pri nadomeščanju biocidov, so premazi, ki vsebujejo triazinski herbicid, Irgarol 1051, ki se po uvedbi omejitev v osemdesetih letih na nekaterih območjih precej uporablja kot nadomestilo TBT pri rekreacijskih plovilih. Pri opazovanju razširjenosti tega herbicida v nekaterih rečnih ustjih (Scarlett idr., 1997) in opazovanju neposrednih učinkov na rast perifitona in makrofitnih rastlin na terenu (Dahl in Blanck, 1996; Scarlett idr., 1999), so dobili v nekaterih pogledih podobne rezultate, kot so zgodnje ugotovitve pri TBT, kar je lahko vzrok za zaskrbljenost.

Nekateri komentatorji uporabljajo takšne primere kot temeljni argument proti nadomeščanju TBT v trgovski mornarici (Abel, 2000; Abbott idr., 2000). Vendar je to nekoliko negativen argument. Primernejše je vprašanje, ali je mogoče doseči antivegetativni učinek brez zatekanja k uporabi zelo strupenih, težko razgradljivih in bioakumulativnih snovi.

Clare (1998) poroča o poteku raziskav potencialnega izkoriščanja naravnih izdelkov, ki preprečujejo obraščanje organizmov v antivegetativnih premazih. Čeprav se mehanistično razumevanje antivegetativnih kemikalij hitro izboljšuje (Clare, 1998), se lahko komercialna uporaba še nekoliko odmakne v prihodnost. Morda najbolj obetavna smer med antivegetativnimi tehnologijami pa je sodobna rešitev brez uporabe biocidov. Gre za premaze z »nelepljivo« površino, ki so preprosto fizična ovira za naseljevanje. Nelepljivi premazi na silikonski osnovi so komercialno na voljo že precej let in so si zagotovili znaten delež na trgu rekreacijskih plovil. Njihovo uporabnost, ekonomsko upravičenost in učinek pri velikih plovilih še preizkušajo, čeprav postaja njihova ekonomska upravičenost pri relativno hitrih plovilih bolj splošno sprejeta. Jasno pa je, da ponekod ostajajo nerešeni pomembni tehnični problemi, za katere ni videti načelnih razlogov, zakaj jih ne bi razrešili v bližnji prihodnosti. Poleg tega se težnje z bolj splošnega stališča potrebe po zagotovitvi zaščite morskega okolja še vrednotijo, čeprav se je uporabnost pri hitrih plovilih že izkazala. Pomembna tehnična vprašanja bo treba še rešiti, vendar pa je zaželen napredek antivegetativnih

mehanizmov, ki ne temeljijo na sproščanju nevarnih bioaktivnih snovi v morje.

13.10 Pozne lekcije zgodbe o TBT

Pojav splošnega onesnaženja vseh predelov morskega okolja in opažanje resnih bioloških učinkov na terenu označujeta stopnjo, do katere so bile nevarnosti, ki jih pomeni TBT, prvotno podcenjene. V začetku so na primer domnevali (pretežno na podlagi preizkusov akutne strupenosti), da so za povzročitev bioloških učinkov v naravi potrebne koncentracije v razponu µg/l (mikrogramov na liter) in da bo zaščito okolja s precejšnjo varnostno rezervo zagotovila ciljna vrednost 20 ng TBT/l. Vendar je hitro postalo jasno, da bi lahko pričakovali resne biološke učinke, tudi če bi uspeli doseči to raven (na nekaterih območjih je bil močno presežen). Če bi prej odkrili mehanizme, ki ob posredovanju žlez z notranjim izločanjem povzročajo navidezno dvospolnost (psevdohermafroditizem) (poročilo Matthiessen in Gibbs, 1998), bi bil potencial za učinke nizkih doz očiten. Seveda smo se do mnogih spoznanj o strupenosti organskih kositrovih spojin dokopali z izkušnjami in naše znanje se bo verjetno še razvijalo (Langston, 1996; Bouchard idr., 1999; Morcillo in Porte, 2000). Dotlej lahko upamo, da bodo tako posebna kot splošna spoznanja omogočila zgodnejše prepoznavanje podobnih problemov in, kjerkoli je to mogoče, vnaprejšnje izogibanje prihodnjim problemom.

Obstojnost ostankov organskih kositrovih spojin v okolju, ki omogoča njihovo kopičenje in nadaljnje razširjanje, je bila prav tako podcenjena. Zgodnje napovedi, da bo TBT v površinskih vodah hitro razpadel (za pregled glej Simmonds, 1986), zlasti v obilni navzočnosti fitoplanktona (Lee idr., 1989), niso upoštevale velike afinitete organskih kositrovih spojin v morski vodi do vezave na delce usedlin in (glej preglede avtorjev Simmondsa, 1986 in Leeja idr., 1989) njihove visoke lipofilnosti. Ocene razpolovnih časov za evtrofične površinske vode v merilu nekaj dni moramo primerjati z razpolovnimi časi do nekaj let za ostanke v oligotrofičnih vodah, v katerih je malo hranil (Michel in Averty, 1999b), in v morskih usedlinah (de Mora idr., 1989). Posebej počasen je razpad v anaerobnih usedlinah. Obstojnost TBT v delcih in njegova strupenost za združbe v usedlinah povečujeta dolgoročne škodljive učinke v takih razmerah in zamudno obnovo poškodovanih ekosistemov (Langston idr., 1994; Dahllof idr., 1999). Velike količine nakopičenih ostankov TBT v usedlinah, zlasti v pristaniščih in pristanih, onesnaženih zaradi sidranja in vzdrževalnih dejavnosti so velika in škodljiva zapuščina za prihodnost, za katero bodo v glavnem odgovorne oblasti, ki so pristojne za investicijsko in/ali vzdrževalno poglabljanje dna. Gre za problem, ki ga pristojne oblasti šele začenjajo formalno priznavati. Prav tako ga šele zdaj formalno priznavajo mednarodne konvencije (Londonska konvencija 1972, Konvencija OSPAR 1992), ki urejajo odlaganje materiala, pridobljenega pri poglabljanju dna, v morje.

Prav tako je bil podcenjen obseg bioakumulacije organskih kositrovih spojin in šele relativno pred kratkim ugotovljena posebna vloga biofilmov pri pospeševanju njihove bioakumulacije ter s tem tudi strupenosti (Labare idr., 1997). Potencialna nevarnost za kopičenje v kitih in drugih višjih plenilcih zaenkrat ni bila ovrednotena.

Učenje iz izkušenj je seveda dobra priložnost. Vendar pa bi morali biti sedaj, ob precej večji ozaveščenosti o poteh in medsebojnem delovanju znotraj morskega okolja, povezani z upoštevanjem njihove zapletenosti in nejasne "končne postaje" (Santillo idr., 1998), sposobni zmanjšati ali celo preprečiti možnost za uresničitev scenarijev v slogu TBT ali drugih težko razgradljivih organskih onesnaževal v prihodnosti.

K začetnemu nepoznavanju zemljepisnega obsega problema s TBT sta prispevala ključna dejavnika – majhna občutljivost kvantitativnih analitičnih metod in odsotnost ustreznih izhodiščnih primerjalnih podatkov o porazdelitvi in ekologiji nekomercialnih vrst. Prvi dejavnik je bil predmet neizogibnega razvoja metod, čeprav so bile te omejitve delno presežene s posebnim odzivom v obliki psevdohermafro-

ditizma, ki se je uporabljal kot biomarker za izpostavljenost TBT. Druga omejitev pa ilustrira bolj splošen problem, ki bi se mu lahko izognili z večjim osredotočenjem na zbiranje izhodiščnih podatkov. Če so bili takšni podatki razpoložljivi (na primer za jugozahodno Anglijo), so bili neprecenljivi za zgodnje zaznavanje učinkov na populacije neciljnih in nekomercialnih vrst. Čeprav se raziskave izhodiščnega stanja včasih obravnavajo kot manjvredne v raziskovalnem smislu in so pogosto prenizko ovrednotene, pa lahko odigrajo ključno vlogo pri zgodnjem odkrivanju škodljivih teženj in torej tako prispevajo k uporabi previdnosti. Enakega pomena za upravljanje s prihodnjimi okoljskimi problemi je potreba po nepretrganih vrstah podatkov o dolgoročnem spremljanju stanja območij, prizadetih s TBT, saj bodo s tem zagotovljeni enotni modeli vplivov in vpogled v stanje obnove poškodovanih okolij.

Neizogibno se zdi, da so globalne in splošne omejitve edini način za celovito reševanje problema s TBT in doseganje okoljskih kakovostnih standardov v vseh obalnih sistemih. To dobro ponazarja neuspeh delnih prepovedi v osemdesetih letih pri preprečevanju onesnaženja s TBT in razširjenega psevdohermafroditizma. Nadaljevanje problema s TBT v japonskih obalnih vodah (Iwata idr., 1995; Harino idr., 1998a in b) navkljub nacionalni prepovedi kakršnekoli uporabe TBT za antivegetativno zaščito v pomorstvu dodatno ponazarja nujnost globalnih ukrepov za boj proti takšnemu čezmejnemu onesnaženju.

In končno, čeprav izbira alternativ za nevarne kemikalije, ki so predvidene za opustitev, očitno nikakor ni enostavna naloga, pa to ne opravičuje pasivnosti. Nekateri izmed obstoječih biocidov, ki so »alternativa« za TBT,

Preglednica 13.1 **TBT – zgodnja svarila in ukrepi**

Vir: EEA

Zgodnja sedemdeseta leta	Hitro naraščanje uporabe antivegetativnih premazov na osnovi TBT pri plovilih vseh velikosti in prva poročila o navidezni dvospolnosti pri morskih polžih (Blaber, 1970; Smith, 1971).
1976–1981	Večkratni zaporedni propad kolonij ličink vpliva na gojenje školjk v Arcachonskem zalivu v Franciji.
1982	Francija sprejme zakonodajo, ki prepoveduje uporabo premazov na osnovi TBT pri majhnih plovilih.
1985	V Veliki Britaniji vpeljejo prve omejitve koncentracij TBT v premazih.
1986	Bryan idr. (1986) poročajo o pogosti navidezni dvospolnosti pri vrsti morskih polžev na južni obali Velike Britanije v povezavi s TBT.
Januar 1987	Velika Britanija napove nove omejitve vsebnosti TBT pri uporabljenih antivegetativnih premazih.
Maj 1987	Velika Britanija prepove maloprodajo barv na osnovi TBT za zaščito plovil, krajših od 25 metrov, in ribjih kletk.
Junij 1987	Priporočilo PARCOM 87/1 pozove k podobni prepovedi na celotnem območju konvencije (severovzhodni Atlantik).
1988	Združene države vpeljejo omejitve. Waldock idr. (1988) poudarijo pomen vnosov iz ladjedelnic.
1989	Omejitve vpeljejo Kanada, Avstralija in Nova Zelandija.
1991	Harmonizirana prepoved maloprodaje barv na osnovi TBT na ravni Evropske unije.
1994	Prva poročila o psevdohermafroditizmu, povezanem s pomorskim prometom, pri morskih polžih na odprtih območjih Severnega morja.
1995	Ministrska izjava s četrte konference o Severnem morju (Esbjerg) zavezuje k globalni opustitvi barv na osnovi TBT v okviru IMO.
1997	Dogovor o globalni opustitvi organskih kositrovih spojin na 40. seji MEPC.
1998	Sprejet osnutek predpisov za takšno opustitev. OSPAR (Konvencija za zaščito morskega okolja severovzhodnega Atlantika) da prednost ukrepom za opuščanje vseh izpustov organskih kositrovih spojin. Skladno z OSPAR-jevo strategijo naj bi se prenehali vsi izpusti organskih kositrovih spojin v morsko okolje do leta 2020.
November 1999	Z resolucijo skupščine IMO A.895(21) sprejeti roki za opustitev.
2001	Rok za dokončno izoblikovanje besedila Mednarodne konvencije o nadzoru nad škodljivimi antivegetativnimi sistemi. Prepoved novih nanosov antivegetativnih premazov na osnovi organskih kositrovih spojin za vsa plovila do leta 2003 in zamenjava obstoječih antivegetativnih premazov na osnovi organskih kositrovih spojin pri vseh plovilih po vsem svetu do leta 2008.

so povzročili ali pa bodo verjetno povzročili skoraj enakovredne ravni onesnaženja morskega okolja. »Alternative« za TBT prinašajo drugačne probleme, vendar pa se na srečo nobeden izmed njih na globalni ravni ni izkazal za tako škodljivega kot TBT. Morda bi morali pri izbiri primernih alternativ kot najugodnejše obravnavati tiste, ki ne temeljijo na sproščanju bioaktivnih ali drugače nevarnih snovi v morsko okolje (seveda pod pogojem, da so učinkovite). Širša obravnava problemov bi lahko spodbudila prikladnejše rešitve kot je preprosta zamenjava »ene kemikalije z drugo«.

13.11 Sklepi: previdnost ali ukrepanje za nazaj?

Potemtakem je očitno, da je uporaba antivegetativnih premazov na osnovi organskih kositrovih spojin imela in še ima razširjene in včasih hude škodljive učinke na okolje. Dokazi, ki povezujejo vzrok in učinek (kar zadeva navidezno dvosplonost, ki ga povzroča TBT), so neizpodbitni, kar je nenavadno za ekotoksikologijo. Vos idr. (2000) imenujejo pojav »najboljši primer motnje v delovanju žlez z notranjim izločanjem pri mehkužcih, ki je vzročno povezan z onesnaževalom okolja«.

Zato bi težko trdili, da je mogoče katerikoli dosedanji ukrep v zvezi s TBT obravnavati kot previdnostni, saj so vse sprejeli zgolj kot odgovor na obširno dokumentirane vplive na terenu. Nedvomno so ukrepi prispevali k odpravi najhujših problemov, vendar to ni previdnost. Omejitve v Veliki Britaniji leta 1987 so na primer izvirale iz ugotovitve, da koncentracije v okolju že precej presegajo meje, nad katerimi prihaja do splošnega zmanjšanja populacije morskih polžev. Podobno bi lahko trdili, da je sprejetje nove konvencije IMO, ki bo povzročilo odpravo antivegetativnih premazov na osnovi organskih kositrovih spojin, zgolj sledilo posledicam njihove neprekinjene uporabe. Čeprav ne gre podcenjevati pomena tega globalnega, pravno zavezujočega dogovora, gre v osnovi tudi tu za ukrepanje za nazaj.

Popolna odprava antivegetativnih premazov na osnovi organskih kositrovih spojin v svetovni trgovski mornarici do leta 2008 bo zaprla pomembno poglavje zgodbe o TBT. Probleme onesnaženja s težko razgradljivimi spojinami, zlasti obstojnosti strupenih snovi v usedlinah in živih organizmih, bo treba še naprej reševati, vendar bo novo vnašanje v morsko okolje zaradi pomorskega prometa končno postalo preteklost. Vnašanje organskih kositrovih spojin pa se bo nadaljevalo, saj se te snovi še vedno uporabljajo kot biocidi ali stabilizatorji v širokem spektru izdelkov splošne porabe. Videli pa bomo, ali se bodo napori pri spopadanju z novimi izzivi opirali na lekcije iz preteklosti.

13.12 Viri

Abbott, A., Abel, P. D., Arnold, D. W. in Milne, A., 2000. 'Cost-benefit analysis of the use of TBT: The case for a treatment approach', *The Science of the Total Environment* Vol. 258, str. 5–19.

Abel, P. D., 2000. 'TBT – towards a better way to regulate pollutants', *The Science of the Total Environment* Vol. 258, str. 1–4.

Alzieu, C., 1998. 'Tributyltin: case study of a chronic contaminant in the coastal environment', *Ocean and Coastal Management* Vol. 40, str. 23–26.

Alzieu, C., Sanjuan, J., Deltriel, J. P. in Borel, M., 1986. 'Tin contamination in Arcachon bay: Effects on oyster shell anomalies, *Marine Pollution Bulletin* Vol. 17, str. 494–498.

Alzieu, C., Sanjuan, J., Michel, P., Borel, M. in Dreno, J. P., 1989. 'Monitoring and assessment of butyltins in Atlantic coastal waters', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 20, str. 22–26.

Ariese, F., van Hattum, B., Hopman, G., Boon, J. in ten Hallers-Tjabbes, C., 1998. *Butyltin and phenyltin compounds in liver and blubber samples of sperm whales* (Physeter macrocephalus*) stranded in the Netherlands and Denmark*, Report W98–04, March 1998,

Institute for Environmental Studies, Vrije Universiteit, Amsterdam.

Bailey, S. K. in Davies, I. M., 1988a. 'Tributyltin contamination in the Firth of Forth (1975–1987)', *The Science of the Total Environment* Vol. 76, str. 185–192.

Bailey, S. K. in Davies, I. M., 1988b. 'Tributyltin contamination around an oil terminal in Sullom Voe (Shetland)', *Environmental Pollution* Vol. 55, str. 161–172.

Bailey, S. K. in Davies, I. M., 1989. 'The effects of tributyltin on dogwhelks (*Nucella lapillus*) from Scottish coastal waters', *Journal of the Marine Biological Association, UK* Vol. 69, str. 335–354.

Balls, P. W., 1987. 'Tributyltin (TBT) in the waters of a Scottish sea loch arising from the use of antifoulant treated netting by salmon farms', *Aquaculture* Vol. 65, str. 227–237.

Belfroid, A. C., Purperhart, M. in Ariese, F., 2000. 'Organotin levels in seafood', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 40, No 3, str. 226–232.

Blaber, S. J. M., 1970. 'The occurrence of penis-like outgrowth behind the right tentacle in spent females of *Nucella lapillus* (L.)', *Proceedings of the Malacological Society of London* Vol. 39, str. 231–233.

Bouchard, N., Pelletier, E. in Fournier, M., 1999. 'Effects of butyltin compounds on phagocytic activity of hemocytes from three marine bivalves', *Environmental Toxicology and Chemistry* Vol. 18, No 3, str. 519–522.

Bryan, G. W., Gibbs, P. E., Hummerstone, L. G. in Burt, G. R., 1986. 'The decline of the gastropod *Nucella lapillus* around south-west England: Evidence for the effect of tributyltin from antifouling paints', *Journal of the Marine Biological Association, UK* Vol. 66, str. 611–640.

Bryan, G. W., Gibbs, P. E., Hummerstone, L. G. in Burt, G. R., 1987. 'Copper, zinc and organotin as long-term factors governing the distribution of organisms in the Fal estuary in southwest England', *Estuaries* Vol. 10, No 3, str. 208–219.

Cadee, G. C., Boon, J. P., Fischer, C. V., Mensink, B. P. in ten Hallers-Tjabbes, C. C., 1995. 'Why the whelk (*Buccinum undatum*) has become extinct in the Dutch Wadden Sea', *Netherlands Journal of Sea Research* Vol. 34, No 4, str. 337–339.

Cardwell, R. D., Kiethly, J. C. in Simmonds, J., 1999. 'Tributyltin in U.S. market-bought seafood and assessment of human health risks', *Human and Ecological Risk Assessment* Vol. 5, No 2, str. 317–335.

Clare, A. S., 1998. 'Towards nontoxic antifouling', *Journal of Marine Biotechnology* Vol. 6, str. 3–6.

Cleary, J. J., 1991. 'Organotin in the marine surface microlayer and sub-surface waters of south-west England: Relation to toxicity thresholds and the UK environmental quality standard', *Marine Environmental Research* Vol. 32, str. 213–222.

Cleary, J. J., McFadzen, I. R. B. in Peters, L. D., 1993. 'Surface microlayer contamination and toxicity in the North Sea and Plymouth nearshore waters', CM 1993/E:28, International Council for the Exploration of the Sea, Marine Environment Quality Committee, 14 pages.

Cleary, J. J. in Stebbing, A. R. D., 1987. 'Organotin in the surface microlayer and subsurface waters of southwest England', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 18, No 5, str. 238–246.

Dahl, B. in Blanck, H., 1996. 'Toxic effects of the antifouling agent Irgarol 1051 on periphyton communities in coastal water microcosms', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 32, No 4, str. 342–350.

Dahllof, I., Blanck, H., Hall, P. O. J. in Molander, S., 1999. 'Long-term effects of tri-n-butyltin on the function of a marine sediment system', *Marine Ecology Progress Series* Vol. 188, str. 1–11.

Davies, I. M., Bailey, S. K. in Harding, M. J. C., 1998. 'Tributyltin inputs to the North Sea from shipping activities, and potential risk of biological effects', *ICES Journal of Marine Science* Vol. 55, str. 34–43.

Davies, I. M. in McKie, J. C., 1987. 'Accumulation of total tin and tributyltin in the muscle tissue of farmed Atlantic salmon', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 18, No 7, str. 405–407.

de Mora, S. J., King, N. G. in Miller, M. C., 1989. 'Tributyltin and total tin in marine sediments: profiles and the apparent rate of TBT degradation', *Environmental Technology Letters* Vol. 10, str. 901–908.

Ellis, D. V. in Pattisina, L. A., 1990. 'Widespread neogastropod imposex: A biological indicator of global contamination', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 21, str. 248–253.

Evans, S. M., 2000. 'Marine antifoulants' in Sheppard, C. (*ed.*), *Seas at the millennium: An environmental evaluation, Vol. III: Global issues and processes*, str. 247–256, Elsevier Science Ltd, Oxford.

Evans, S. M., Birchenough, A. C. in Fletcher, H., 2000a. 'The value and validity of community-based research: TBT contamination of the North Sea', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 40, No 3, str. 220–225.

Evans, S. M., Birchenough, A. C. in Brancato, M. S., 2000b. 'The TBT ban – out of the frying pan into the fire?', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 40, No 3, str. 204–211.

Gibbs, P. E., 1993. 'A male genital defect in the dog-whelk, *Nucella lapillus* (Neogastropoda), favouring survival in a TBT-polluted area', *Journal of the Marine Biological Association, UK* Vol. 73, str. 667–678.

Gibbs, P. E., Pascoe, P. L. in Burt, G. R., 1988. 'Sex change in the female dog-whelk, *Nucella lapillus*, induced by tributyltin from antifouling paints', *Journal of the Marine Biological Association, UK* Vol. 68, str. 715–731.

Gibbs, P. E., Bryan, G. W. in Pascoe, P. L., 1991. 'TBT-induced imposex in the dogwhelk, *Nucella lapillus*: Geographical uniformity of the response and effects', *Marine Environmental Research* Vol. 32, str. 79–87.

Harding, M. J. C., Rodger, G. K., Davies, I. M. in Moore, J. J., 1997. 'Partial recovery of the dogwhelk (Nucella lapillus) in Sullom Voe, Shetland from tributyltin contamination', *Marine Environmental Research* Vol. 44, No 3, str. 285–304.

Harino, H., Fukushima, M., Yamamoto, Y., Kawai, S. in Miyazaki, N., 1998a. 'Organotin compounds in water, sediment and biological samples from the Port of Osaka, Japan', *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* Vol. 35, str. 558–564.

Harino, H., Fukushima, M., Yamamoto, Y., Kawai, S. in Miyazaki, N., 1998b. 'Contamination of butyltin and phenyltin compounds in the marine environment of Otsuchi Bay, Japan', *Environmental Pollution* Vol. 101, str. 209–214.

Harino, H., Fukushima, M., Kawai, S. in Megumi, K., 1998c. 'Measurement of butyltin contamination of water and sediment in Osaka Bay, Japan', *Applied Organometallic Chemistry* Vol. 12, str. 819–825.

Harino, H., Fukushima, M. in Kawai, S., 1999. 'Temporal trends of organotin compounds in the aquatic environment of the Port of Osaka, Japan', *Environmental Pollution* Vol. 105, str. 1–7.

Hashimoto, S., Watanabe, M., Noda, Y., Hayashi, T., Kurita, Y., Takasu, Y. in Otsuki, A., 1998. 'Concentration and distribution of butyltin compounds in a heavy tanker route in the Strait of Malacca and in Tokyo Bay', *Marine Environmental Research* Vol. 45, No 2, str. 169–177.

Huet, M., Paulet, Y. M. in Glemarec, M., 1996. 'Tributyltin (TBT) pollution in the coastal waters as indicated by imposex in *Nucella lapillus*', *Marine Environmental Research* Vol. 41, str. 157–167.

Ishizaka, T., Nemoto, S., Sasaki, K., Suzuki, T. in Saito, Y., 1989. 'Simultaneous determination of tri-n-butyltin, di-n-butyltin and triphenyltin compounds in marine products', *Journal of Agriculture and Food Chemistry* Vol. 37, str. 1523– 1527.

Iwata, H., Tanabe, S., Mizuno, T. in Tatsukawa, R., 1995. 'High accumulation of toxic butyltins in marine mammals from Japanese coastal waters', *Environmental Science and Technology* Vol. 29, str. 2959–2962.

Kannan, K., Tanabe, S., Iwata, H. in Tatsukawa, R., 1995a. 'Butyltins in muscle and liver of fish collected from certain Asian and Oceanian countries', *Environmental Pollution* Vol. 90, No 3, str. 279–290.

Kannan, K., Tanabe, S., Tatsukawa, R. in Williams, R. J., 1995b. 'Butyltin residues in fish from Australia, Papua New Guinea and the Solomon Islands', *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* Vol. 61, str. 263–273.

Kannan, K., Yasunga, Y., Iwata, H., Ichhashi, H., Tanabe, S. in Tatsukawa, R., 1995c. 'Concentrations of heavy metals, organochlorines and organotins in horseshoe crab, *Tachpleus tridentatus*, from Japanese coastal waters', *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* Vol. 28, str. 40–47.

Kannan, K., Corsolini, S., Focardi, S., Tanabe, S. in Tatsukawa, R., 1996. 'Accumulation pattern of butyltin compounds in dolphin, tuna and shark collected from Italian coastal waters', *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* Vol. 31, str. 19–23.

Kannan, K., Senthilkumar, K., Loganathan, B. G., Takahashi, S., Odell, D. K. in Tanabe, S., 1997. 'Elevated accumulation of tributyltin and its breakdown products in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) found stranded along the U.S. Atlantic and Gulf coasts', *Environmental Science and Technology* Vol. 31, str. 296–301.

Kannan, K., Guruge, K. S., Thomas, N. J., Tanabe, S. in Giesy, J. P., 1998. 'Butyltin residues in southern sea otters (*Enhydra lutris nereis*) found dead along California coastal waters', *Environmental Science and Technology* Vol. 32, str. 1169–1175.

King, N., Miller, M. in de Mora, S., 1989. 'Tributyltin levels for sea water, sediment and selected marine species in coastal Northland and Auckland, New Zealand', *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* Vol. 23, str. 287–294.

Krone, C. A., Burrows, D. G., Brown, D. W., Chan, S.-L. in Varanasi, U., 1989. 'Tributyltin contamination of sediment and English sole from Puget Sound', *Proceedings of Oceans '89, Vol. 2: Ocean Pollution*, IEEE Publication No 89CH2780-5, str. 545–549.

Labare, M. L., Coon, S. L., Mathias, C. in Weiner, R. M., 1997. 'Magnification of tributyltin toxicity to oyster larvae by bioconcentration in biofilms of *Shewanella colwelliana*', *Applied and Environmental Microbiology* Vol. 63, No 10, str. 4107–4110.

Langston, W. J., 1996. 'Recent developments in TBT ecotoxicology', *Toxicology and Ecotoxicology News* Vol. 3, No 6, str. 179–187.

Langston, W. J. in Burt, G. R., 1991. 'Bioavailability and effects of sediment-bound TBT in deposit-feeding clams, *Scrobicularia plana*', *Marine Environmental Research* Vol. 32, str. 61–77.

Langston, W. J., Burt, G. R. in Mingjiang, Z., 1987. 'Tin and organotin in water, sediments and benthic organisms of Poole Harbour', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 18, No 12, str. 634–639.

Langston, W. J., Bryan, G. W., Burt, G. R. in Pope, N. D., 1994. *Effects of sediment metals on estuarine benthic organisms*, RandD Note 203, National Rivers Authority, 141 pages.

Laughlin, R. B. in Linden, O., 1985. 'Fate and effects of organotin compounds', *Ambio* Vol. 14, No 2, str. 88–94.

Laughlin, R. B. in Linden, O., 1987. 'Tributyltin – contemporary environmental issues', *Ambio* Vol. 16, No 5, str. 252–256.

Law, R. J., Blake, S. J., Jones, B. R. in Rogan, E., 1998. 'Organotin compounds in liver tissue of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) and grey seals (*Hlichoerus grypus*) from the coastal waters of England and Wales', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 36, No 3, str. 241–247.

Law, R. J., Blake, S. J. in Spurrier, C. J. H., 1999. 'Butyltin compounds in liver tissues of pelagic cetaceans stranded on the coasts of England and Wales', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 38, No 12, str. 1258–1261.

Lee, R. F., Valkirs, A. O. in Seligman, P. F., 1989. 'Importance of microalgae in the biodegradation of tributyltin in estuarine waters', *Environmental Science and Technology* Vol. 23, No 12, str. 1515–1518.

Matthiessen P. in Gibbs, P. E., 1998. 'Critical appraisal of the evidence for tributyltin-mediated endocrine disruption in mollusks', *Environmental Toxicology and Chemistry* Vol. 17, No 1, str. 37–43.

MEPC, 1997. 'Report of the 40th session of the Marine Environmental Protection Committee of the International Maritime Organization, 18–25 September 1997.'

MEPC, 1998. 'Report of the 41st session of the Marine Environmental Protection Committee of the International Maritime Organization, 30 March–3 April 1998.'

Michel, P. in Averty, B., 1999a. 'Contamination of French coastal waters by organotin compounds: 1997 update', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 38, No 4, str. 268–275.

Michel, P. in Averty, B., 1999b. 'Distribution and fate of tributyltin in surface and deep waters of the northwestern Mediterranean', *Environmental Science and Technology* Vol. 33, str. 2524–2528.

Minchin, D., 1995. 'Recovery of a population of the flame shell, *Lima hians*, in an Irish Bay previously contaminated with TBT', *Environmental Pollution* Vol. 90, No 2, str. 259–262.

Minchin, D., Bauer, B., Oehlmann, J., Schulte-Oehlmann, U. in Duggan, C. B., 1997. 'Biological indicators used to map organotin contamination from a fishing port, Killybegs, Ireland', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 34, No 4, str. 235–243.

MINDEC, 1995. Ministerial Declaration of the Fourth International Conference on the Protection of the North Sea, 8–9 June 1995, Esbjerg, Denmark.

Moore, D. W., Dillon, T. M. in Suedel, B. C., 1991. 'Chronic toxicity of tributyltin to the marine polychaete worm, *Neanthes arenaceodentata*', *Aquatic Toxicology* Vol. 21, str. 181–198.

Morcillo, Y. in Porte, C., 2000. 'Evidence of endocrine disruption in clams – *Ruditapes decussata* – transplanted to a tributyltin-polluted environment', *Environmental Pollution* Vol. 107, str. 47–52.

Nicholson, G. J. in Evans, S. M., 1997. ' Anthropogenic impacts on the stocks of the common whelk *Buccinum undatum* (L.)', *Marine Environmental Research* Vol. 44, No 3, str. 305–314.

OSPAR, 1998. OSPAR strategy with regard to hazardous substances, OSPAR 98/14/1 Annex 34, OSPAR Convention for the Protection of the Marine Environment of the Northeast Atlantic.

PARCOM, 1987. PARCOM Recommendation 87/1 on the use of tributyl-tin compounds, 3 June 1987, Paris Convention for the Prevention of Marine Pollution from Land-Based Sources.

PARCOM, 1988. PARCOM Recommendation 88/1 on measures to reduce organotin compounds reaching the aquatic environment through docking activities, 17 June 1988, Paris Con-vention for the Prevention of Marine Pollution from Land-Based Sources.

Prudente, M., Ichihashi, H., Kan-atireklap, S., Watanabe, I. in Tanabe, S., 1999. 'Butyltins, organochlorines and metal levels in green mussel, *Perna viridis* L. from the coastal waters of the Philippines', *Fisheries Science* Vol. 65, No 3, str. 441–447.

Rees, H. L., Waldock, R., Matthiessen, P. in Pendle, M. A., 1999. 'Surveys of the epibenthos of the Crouch Estuary (UK) in relation to TBT contamination', *Journal of the Marine Biological Association, UK* Vol. 79, str. 209–223.

Ruiz, J. M., Bachelet, G., Caumette, P. in Donard, O. F. X., 1996. 'Three decades of tributyltin in the coastal environment with emphasis on Arcachon Bay, France', *Environmental Pollution* Vol. 93, No 2, str. 195–203.

Ruiz, J. M., Quintela, M. in Barreiro, R., 1998. 'Ubiquitous imposex and organotin bioaccumulation in gastropods *Nucella lapillus* from Galicia (NW Spain): A possible effect of nearshore shipping', *Marine Ecology Progress Series* Vol. 164, str. 237–244.

Santillo, D., Stringer, R., Johnston, P. in Tickner, J., 1998. 'The precautionary principle: Protecting against failures of scientific method and risk assessment', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 36, No 12, str. 939–950.

Sarradin, P. M., Astruc, A., Sabrier, R. in Astruc, M., 1994. 'Survey of butyltin compounds in Arcachon Bay sediments', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 28, str. 621–628.

Scarlett, A., Donkin, P., Fileman, T. W. in M. E. Donkin (1997. 'Occurrence of the marine antifouling agent Irgarol 1051 within the Plymouth Sound locality: Implications for the green macroalga *Enteromorpha intestinalis*', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 34, No 8, str. 645–651.

Scarlett, A., Donkin, P., Fileman, T. W., Evans, S. V. in Donkin, M. E., 1999. 'Risk posed by the antifouling agent Irgarol 1051 to the seagrass, *Zostera marina*', *Aquatic Toxicology* Vol. 45, str. 159–170.

Side, J., 1987. 'Organotins – not so good relations', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 18, No 5, str. 205–206.

Simmonds, M., 1986. 'The case against tributyltin', *Oryx* Vol. 20, No 4, str. 217–220.

Smith, B. S., 1971. 'Sexuality of the American mud snail, *Nassarius obsoletus* (Say)', *Proceedings of the Malacological Society of London* Vol. 39, str. 377–378.

St-Jean, S. D., Courtenay, S. C., Pelletier, E. in St-Louis, R., 1999. 'Butyltin concentrations in sediments and blue mussels (*Mytlus edulis*) of the southern Gulf of St Lawrence, Canada', *Environmental Technology* Vol. 20, str. 181–189.

Swennen, C., Ruttanadakul, N., Ardseungnern, S., Singh, H. R., Mensick, B. P. in ten Hallers-Tjabbes, C. C., 1997. 'Imposex in sublittoral and littoral gastropods from the gulf of Thailand and Strait of Malacca in relation to shipping', *Environmental Technology* Vol. 18, str. 1245–1254.

Tanabe, S., Prudente, M., Mizuno, T., Hasegawa, J., Iwata, H. in Miyazaki, N., 1998. Butyltin contamination in marine mammals from north Pacific and Asian coastal waters', *Environmental Science and Technology* Vol. 32, No 2, str. 193–198.

'TBT linked to dogwhelk decline', 1986. *Marine Pollution Bulletin* Vol. 17, No 9, p. 390.

ten Hallers-Tjabbes, C. C., 1997. 'Tributyltin and policies for antifouling', *Environmental Technology* Vol. 18, str. 1265–1268.

ten Hallers-Tjabbes, C. C., Kemp, J. F. in Boon, J. P., 1994. 'Imposex in whelks (*Buccinum undatum*) from the open North Sea: Relation to shipping traffic intensities', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 28, No 5, str. 311–313.

Uhler, A. D., Coogan, T. H., Davis, K. S., Durell, G. S., Steinhauer, W. G., Freitas, S. Y. in Boehm, P. D., 1989. 'Findings of tributyltin, dibutyltin and monobutyltin in bivalves from selected US coastal waters', *Environmental Toxicology and Chemistry* Vol. 8, str. 971–979.

Vos, J. G., Dybing, E., Greim, H. A., Ladefoged, O., Lambre, C., Tarazona, J. V., Brandt, I. in Vethaak, A. D., 2000. 'Health effects of endocrine-disrupting chemicals on wildlife, with special reference to the European situation', *Critical Reviews in Toxicology* Vol. 30, No 1, str. 71–133.

Wade, T. L., Garcia-Romero, B. in Brooks, J. M., 1988a. 'Tributyltin contamination in bivalves from United States Coastal Estuaries', *Environmental Science and Technology* Vol. 22, str. 1488–1493.

Wade, T. L., Garcia-Romero, B. in Brooks, J. M., 1988b. 'Tributyltin analyses in association with NOAA's National Status and Trends Mussel Watch Program', *Proceedings of the Oceans '88 Conference, Baltimore, Maryland, October 31–November 2 1988*, str. 1198–1201.

Waldock, M. J. in Thain, J. E., 1983. 'Shell thickening in *Crassostrea gigas*: Organotin antifouling or sediment induced?', *Marine Pollution Bulletin* Vol. 14, str. 411–415.

Waldock, M. J., Thain, J. E. in Waite, M. E., 1987. 'The distribution and potential toxic effects of TBT in UK estuaries during 1986', *Applied Organometallic Chemistry* Vol. 1, str. 287–301.

Waldock, M. J., Waite, M. E. in Thain, J. E., 1988. 'Inputs of TBT to the marine environment from shipping activity in the UK', *Environmental Technology Letters* Vol. 9, str. 999–1010.

Waldock, M. J., Thain, J. E., Smith, D. in Milton, S., 1990. 'The degradation of TBT in estuarine sediments', *Proceedings of the third International Organotin Symposium, Monaco, 17–20 April 1990*, International Atomic Energy Authority, str. 46–48.

Zabel, T. F., Seager, J. in Oakley, S. D., 1988. *Proposed environmental quality standards for List II substances in water: Organotins*, Water Research Centre technical report TR255, Marlow, UK.

14. Hormoni kot spodbujevalci rasti: previdnostno načelo ali politična presoja tveganja?

Jim W. Bridges in Olga Bridges

14.1 Uvod

Estrogenski steroidni hormoni (estrogeni) imajo ključno vlogo v celični regulaciji pri vseh vrstah vretenčarjev. Za sprožitev sprememb so potrebne zelo nizke koncentracije, okrog 0,1 do 1 pg seruma/ml (pikogram seruma na mililiter). Že več kot pet desetletij je znano, da estrogeni vplivajo na razvoj moškega reproduktivnega sistema pri sesalcih (Zuckerman, 1940). Kljub temu pa se estrogenske steroidne hormone pogosto imenuje »ženski hormoni«. Ženski reproduktivni sistem se v začetku razvija neodvisno od hormonskega regulatornega sistema. To pomeni, da je žival v osnovi ženskega spola, če ni hormonske spodbude (Wilson in Lasnitzki, 1971). Ne glede na to so pri obeh spolih estrogeni potrebni za plodnost.

Povišana koncentracija naravnega estrogena sesalcev, kot je estradiol-17b, nad fiziološko raven ima trajen učinek na samce. Eksperimentalne študije so na primer pokazale, da lahko dajanje estradiola-17b mišim, podganam, morskim prašičkom in zajcem, tako med fetalnim kot perinatalnim življenjem povzroča okvare v osi hipofiza-hipotalamus pri samcih. To lahko poruši delovanje testisov (moške spolne žleze) v odraslosti (Takasugi, 1979; Orgebin-Crist idr., 1983; Davies in Danzo, 1981; Brown-Grant idr., 1975).

Za maksimalno rast je potrebna kombinacija estrogenov in androgenov (moških hormonov). Učinke spodbujanja rasti se pripisuje predvsem sposobnosti kombinacij estrogenov in androgenov, da s sintezo beljakovin z več mehanizmi povečajo zadrževanje dušika v prehrani (Evropska komisija, 1996). Po drugi svetovni vojni je odkritje rast spodbujajočih lastnosti estrogenov, samih ali v kombinaciji z androgeni, vodilo v njihovo uvedbo kot sredstva za povečanje proizvodnje mesa. Dietilbestrol (DES) je kot zamenjava naravnega hormona estradiola-17b, ker je cenejši in se bolje absorbira, postal priljubljen spodbujevalec rasti za govedo, ovce in perutnino v mnogih državah (Schmidely, 1993).

Kot mnoge steroidne spodbujevalce rasti so tudi DES vstavljali pod kožo pri mladih živalih ali dodajali hrani. V zgodnjih sedemdesetih letih, ko je bil DES potrjen kot rakotvorna snov, so bili zaskrbljeni. Kljub vsemu je med znanstveniki prevladalo mnenje, da je tveganje za zdravje neznatno. Ostanki DES v mesu so bili zelo majhni (pod mejo analitične zaznave) v primerjavi s tistimi, ki so jim bili izpostavljeni posamezniki pri uporabi DES kot zdravila. Uporaba DES za spodbujanje rasti se je v nekaterih državah članicah Evropske unije (EU) nadaljevala dlje kot v Združenih državah. Njegova uporaba pa je bila zaradi negotovosti, ali se da določiti odmerek »brez učinka« glede na to, da je potencialni povzročitelj tumorja pri ljudeh, končno prepovedana po vsej EU leta 1987. Nekatere države članice so to storile že prej. V Združenih državah je bilo zaporedje dogodkov popolnoma drugačno. DES je bil najprej prepovedan kot spodbujevalec rasti leta 1972 zato, ker je rakotvoren, in to v nasprotju s tako imenovano Delaneyjevo klavzulo iz leta 1958. Ta klavzula prepoveduje hrano, ki vsebuje rakotvorne snovi. Zelo težko pa jo je bilo uveljaviti v praksi, saj večina živil vsebuje rakotvorne snovi v sledovih. Vendar je pod pritiskom javnega mnenja klavzula ostala zapisana v predpisih. Zakonodajalci so se bili glede DES prisiljeni sklicevati na »najnižje zaznavne koncentracije«. V Uradu za prehrano in zdravila Združenih držav (FDA) so menili, da bi bil zaradi prepovedi DES strošek za porabnike približno 500 milijonov dolarjev na leto. Ta izračun je vključeval

številne vprašljive predpostavke, kot je zdravstveno tveganje. Ocenjeno je bilo eno rakavo obolenje v 133 letih (Jakes, 1976).

Leta 1974 je bila uporaba DES za spodbujanje rasti začasno spet uvedena zaradi postopkovnih pomanjkljivosti v izvornem osnutku zakona, ki je prepovedoval DES v Združenih državah. Lobi kmetovalcev je opozarjal na resne ekonomske posledice, do katerih bi pripeljale nadaljnje prepovedi. Te zahteve so postavljali, čeprav so na trgu Združenih držav že obstajali alternativni spodbujevalci rasti (glej Preglednico 14.1). »Luknja v zakonu« je omogočila farmacevtski industriji, da je razvila dodatne hormonske spodbujevalce rasti. Obenem je potekala znanstvena razprava, kolikšno raven ostanka DES se lahko šteje kot nepomembno tveganje za zdravje človeka. Leta 1976 je FDA postavil minimalno zaznavno koncentracijo DES (regulatorna koncentracija) na 2 ppb (delcev na milijardo). Pri FDA so ocenili, da so koncentracije DES v mesu 0,5 ppb (McMartin, 1978), a tega niso mogli potrditi z meritvami. Varnost estrogenov v peroralni kontracepcijski tableti in visoke koncentracije naravnih estrogenov pri nosečnicah so navajali kot ključni dokaz, da so majhni ostanki DES v hrani brez tveganja za porabnika. Pri tem argumentu pa niso upoštevali, da so verjetna skupina tveganja majhni otroci z nizkimi naravnimi koncentracijami estrogenov (McMartin, 1978). V FDA so tudi prezrli, da ima DES številne strukturne razlike v primerjavi z estradiolom in estrogenskimi sestavinami peroralne kontracepcijske tablete.

Leta 1979 je bil DES končno prepovedan, ker ni bilo toksikološke podlage za določanje koncentracije ostankov, pod katero se rakotvorni učinek ne bi pojavil (Jakes, 1976).

Zaskrbljenost zaradi visokih stroškov za porabnika zaradi prepovedi DES je bila verjetno brez podlage. Ko je bila prepoved končno uveljavljena, je bilo le malo podatkov o trajnem povečanju stroškov predelave mesa. Dejstvo, da se v ZDA stroški niso povečali, bi lahko razložili z razpoložljivostjo alternativnih spodbujevalcev rasti in deloma z napačnimi predpostavkami v preliminarnih izračunih stroškov. Omembe vredno je, da je FDA še naprej podpiral uporabo drugih estrogenskih spojin za spodbujanje rasti pri govedu (vključno z estradiolom, trenbelonom in zeranolom) zaradi ekonomske učinkovitosti, ki so jo ugotovili pri proizvodnji mesa.

Leta 1982 je strokovna delovna skupina EU (Lammingov odbor), ki jo sestavljajo člani Znanstvenega odbora za prehrano in Znanstvenega odbora za prehrano živali (vodilni odbor za vprašanja glede spodbujevalcev rasti), dosegla začasni sklep, da so estradiol in številni drugi spodbujevalci rasti s hormonskim delovanjem varni kot sredstva za spodbujanje rasti pri govedu. Ta odločitev pri uradnikih EU očitno ni naletela na dober sprejem. Lammingov odbor je v naslednjih nekaj letih nadaljeval delo, vendar ni spremenil stališča. Odbor je bil leta 1987 razpuščen in EU ni objavila njegovih začasnih sklepov. Vendar so člani odbora objavljali svoja stališča v znanstveni literaturi neodvisno od EU (Lamming idr., 1987).

Leta 1988 je Skupni strokovni odbor za prehrano (JECFA) Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) in Organizacije za prehrano in kmetijstvo (FAO) prišel do podobnega sklepa glede ocene tveganja kot Lammingov odbor. JECFA je uporabil standardni pristop za ocene tveganja, ki ga še danes uporabljajo znanstveni svetovalni odbori. JECFA je upošteval samo naslednje (JECFA/WHO, 1988):

- tveganje, ko se spodbujevalci rasti uporabljajo v skladu z odobreno uporabo (čeprav so takrat in pozneje obstajali kazalci za značilno naključno ali namerno zlorabo, za katero se lahko pričakuje, da gre za večje ostanke v mesu),
- posamezne spodbujevalce rasti (raje kot njihove kombinacije),
- podatke, ki so jih priskrbeli izdelovalci.

Kmalu po objavi sklepov skupnega odbora JECFA je EU izdala prepoved, in to ne samo za uporabo estradiola, temveč tudi za uporabo drugih naravnih in sintetičnih steroidnih hormonov kot spodbujevalcev rasti. Ta prepoved je bila prvič sprejeta leta 1985, a jo je Velika Britanija spodbijala pred Evropskim sodiščem. Zaradi proceduralnih pomanjkljivosti je bila

razveljavljena. Prepoved je bila končno sprejeta leta 1988. Obsegala je prepoved uporabe estradiola 17-b, testosterona, progesterona, zeranola, trenbelon acetata in melengestrol acetata v državah članicah. Leta 1989 je bila uvedena pri uvozu iz držav tretjega sveta z izjemo držav, v katerih so bili taki spodbujevalci rasti že prepovedani ali so države izvajale programe izvoza goveda brez hormonov. Ta ukrep lahko razumemo kot uporabo previdnostnega načela, čeprav takrat ni bilo formalizirano.

Pomembno je razčleniti vzroke, zaradi katerih je Evropska komisija sklenila zavrniti stališča obeh odborov. Videti je, da so imeli poseben vpliv na odločitev Komisije v zvezi z uporabo DES kot spodbujevalca rasti trije dejavniki:

- Prvič, znanstveni dokazi, da DES, ki se je uporabljal kot spodbujevalec rasti, povzroča vaginalni svetlocelični adenokarcinom pri mladih ženskah (Herbst in Bern, 1988).
- Drugič, naraščajoča zaskrbljenost javnosti zaradi tveganja za zdravje, ki ga na splošno povzročajo hormoni. Peroralno kontracepcijsko tableto prve generacije so krivili za povečano število bolnic z rakom na dojki in bolnikov s trombozo.
- Tretjič, glede na trditve v več takrat objavljenih epidemioloških študijah lahko kontaminacija okolja z estrogeni povzroča anomalije rasti, spolnega razvoja in pubertete. V Portoriku so poročali o več kot 10.000 primerih motenega spolnega razvoja, vključno s prezgodnjim razvojem dojk in poraščenostjo po telesu ter lažno prezgodnjo puberteto (Perez-Comas, 1988).

Te spremembe so avtorji povezovali z visokimi serumskimi koncentracijami estrogenov. Vendar vir kontaminacije z estrogeni ni bil jasno ugotovljen. Podobne neželene učinke so opažali v Italiji. Menili so, da so posledica nezgodne kontaminacije hrane z DES (Fara idr., 1979). Poleg tega je leta 1980 analiza italijanske otroške hrane, pripravljene s homogenizirano teletino, pokazala vsebnost DES v opaznih koncentracijah. Trdili so, da je to posledica vsadkov, ki jih po zakolu živali niso odstranili.

Jasno je, da na tveganje za človeka, povezano z uporabo estradiola in estradiolu sorodnih spojin, vpliva več med seboj povezanih dejavnikov:

- vrsta uporabljanega(ih) spodbujevalca(ev) rasti, mesto dajanja in odmerek, dan govedu, ter časovno obdobje, preteklo med dajanjem in zakolom živali,
- količina v daljšem časovnem obdobju zaužitega mesa in mesnih izdelkov iz zaklanih živali, ki so dobile spodbujevalce rasti,
- posreden stik s snovmi z estrogenskimi lastnostmi iz kontaminiranega okolja ali drugih oblik izpostavljanja,
- dovzetnost posameznega porabnika.

Poleg tega obstaja možnost za nezgodno ali namerno zlorabo estradiola in drugih hormonsko sorodnih snovi v industriji goveda. Ta zloraba ima lahko številne oblike:

- uporaba odmerka, ki je višji od domnevno sprejemljivega,
- zapletena mešanica estrogenskih steroidov;
- neustrezno mesto injiciranja,
- mesto injiciranja ali vsadek nista izrezana (verjetnost, da so koncentracije hormona tu precej višje kot drugod) iz zaklane živali,
- skrajšano obdobje prenehanja dajanja hormonov pred zakolom,
- uporaba nedovoljenih snovi.

Nedovoljena uporaba snovi za spodbujanje rasti v državah članicah je bila predmet poročila Pimenta iz leta 1989. V njem navajajo, da niso našli dokazov za uporabo estradiola-17b, a so vseeno odobrili prepoved, ker je olajšala nadzor in povečala zaupanje p otrošnikov v meso. Pojavile so se trditve, da je prepoved steroidnih hormonov, ki jo je zahtevala EU, vodila v nedovoljeno uporabo ne samo »varnejših« steroidov, temveč tudi bolj toksičnih, kot je DES (Loizzo idr., 1984). Z drugimi besedami povedano, prepoved bi lahko prej vodila v povečano tveganje za porabnika kot pa v zmanjšanje tveganja. Ker ni bilo resnega načrta za redno spremljanje stanja (monitoringa), je težko določiti obseg take zlorabe in morebitno povečanega tveganja za potrošnika. Opaženo pa je bilo, da so lani zaznali DES v mesu iz ZDA, ki je bilo uvoženo v Švico.

Nenavadne učinke v večini sporočenih primerov nezgodne kontaminacije hrane z estrogenskimi snovmi so imeli za prehodne, ki jih je mogoče odpraviti. Vendar trajni učinki na otroke, ki so bili izpostavljeni estrogenskim snovem pred puberteto, še niso znani. K tej negotovosti prispeva tudi pomanjkanje dokazane mejne koncentracije, do katere ni učinka, (Evropska komisija, 1996).

14.2 Vplivi estrogenskih spojin na prostoživeče živalske vrste

Tega vpliva nista obravnavala ne Lammingov odbor ne JECFA. Pojavila sta se dva vira podatkov o možnih vplivih estrogenskih spojin na okolje, in sicer:

- učinki samih naravnih in sintetičnih estrogenov na endokrino delovanje prostoživečih živalskih vrst,
- učinki ne-steroidnih kemikalij, ki vplivajo na endokrino delovanje prostoživečih živalskih vrst.

Do poznih osemdesetih letih ni bilo obsežnih raziskav. Vseeno pa je bilo v sedemdesetih letih dovolj podatkov za zaskrbljenost zaradi vplivov spojin z estrogenskimi lastnostmi na okolje. Leta 1970 so na primer poročali, da diklorodifenil-trikloroetan (DDT) zmanjšuje serumske koncentracije estradiola in količino kostnega mozga (Scientific Committee on Veterinary Measures Relating to Public Health, 1999). Predvidevali so, da estrogenska lastnost DDT-ja povzroča opaženi učinek.

Že leta 1972 so pri somih, izpostavljenih DES, opazili zastoj v rasti, kar pomeni, da DES vpliva na veliko vrst v okolju (Peakall, 1970). Johnstone idr. so (1978) zatem opisali značilen zastoj v dolžini in teži šarenke, če so jim v hrano dajali estradiol-17b (Bulkey, 1972).

Številne kemikalije, močno razprostranjene v okolju (DDT, polikloriranibifenili (PCB) in alkilfenoli), okvarijo delovanje estrogenskih receptorjev prostoživečih živalskih vrst (Johnstone idr., 1978; Mueller in Kim, 1978; Reijnders, 1986; Bergman in Olsson, 1985; Aulerich idr., 1985). Z etinilestradiolom-17a so povzročili feminizacijo ptičjih samcev (imeli so tkivo jajčnikov in testisov) (Delong idr., 1973).

Za navedene raziskave se ni nihče zmenil do poznih osemdesetih, ko so postali zaskrbljeni zaradi možnega vpliva veterinarskih zdravil in spodbujevalcev rasti na okolje. O tem se je razpravljalo v Collinsovem poročilu iz leta 1989, kar pa ni prineslo poglobljenega vrednotenja. To se lahko pripiše pomanjkanju zanimanja agencij za zdravila za okolje in splošno sprejeti domnevi, da bi se kakršnikoli spodbujevalci rasti ali zdravila v zelo razredčeni obliki lahko v okolju hitro razgradili. Kako močan vpliv imajo estrogenski spodbujevalci na okolje, bo treba še ugotoviti. Nedavna mednarodna delavnica o hormonih in povzročiteljih motenj endokrinega delovanja v hrani in vodi (v Kopenhagen leta 2000) je potrdila upravičenost za zaskrbljenost v zvezi s tem vprašanjem.

14.3 Katere negotovosti so se pojavljale v zvezi z uporabo estrogenskih spodbujevalcev rasti za zdravje ljudi?

Prvič, estrogenski spodbujevalci rasti so bili uvedeni za učinkovitejšo rejo goveda. Vprašanjem v zvezi z zdravjem ljudi, možnimi vplivi na okolje in dobrobitjo kmetijskih živali pa ni bila posvečena posebna pozornost. Pri govedu, ki so jim dajali estradiol-17b, so opazili histološke spremembe v obsečnici in Bartholinovi žlezi. Fiziološki pomen teh sprememb ostaja nejasen.

Drugič, ostanki spojin v mesu so bili nato izmerjeni in izkazano majhni (pri estradiolu-17b v »fiziološkem razponu«), čeprav je opredelitev fiziološkega vidika še vedno vprašljiva. Druga omejitev teh raziskav je bila ustreznost analitičnih meritev. En vidik tega je nezmožnost ocenjevanja metabolitov z možnim estrogenskim delovanjem, na primer estradiolskih estrov.

EU je še naprej spodbujala znanstvene ocene varnosti teh spodbujevalcev rasti. Leta 1995 je Evropska komisija v Bruslju organizirala mednarodno konferenco o spodbujevalcih rasti in proizvodnji mesa, na kateri so sodelovale po-

glavitne interesne skupine. Sprejeli niso nobenih dokončnih sklepov. Od takrat objavljajo strokovna mnenja Znanstvenega odbora za veterinarske ukrepe v zvezi z javnim zdravjem. Sklep obeh mnenj je, da je treba posvetiti več pozornosti izpostavljanju občutljivih populacij tem snovem zaradi možnih učinkov na imunski sistem, endokrini sistem in rakava obolenja. EU tudi sponzorira številne tekoče raziskovalne projekte na tem področju. JECFA še vedno vztraja pri izhodiščnem stališču, da je vsak od rastnih hormonov s steroidom podobnim delovanjem varen za porabnika.

Fantje pred puberteto veljajo kot skupina s tveganjem. Meritev njihovih endogenih koncentracij in produkcije estrogenov je zelo nezanesljiva, ker so bile te koncentracije komaj zaznavne. To pomeni, da kakršenkoli od zunaj dodani estrogen pomeni relativno velik delež celotnega estrogena v telesu. To je še posebej pomembno v okviru previdnostnih meril, uporabljenih pri FDA, da sme vnos kakršnihkoli hormonov iz hrane znašati manj kot en odstotek posameznikove dnevne endogene produkcije. Pri tem pa niso bili upoštevani niti morebitna izpostavljenost ljudi zaradi sproščanja estrogensko aktivnih izločkov goveda v okolje niti morebitni učinki na prostoživeče živalske vrste.

Evropska javnost je bila zaskrbljena zaradi povezave med DES in vaginalnim svetloceličnim adenokarcinomom in zaradi rakotvornih učinkov nekaterih hormonov. V zvezi s tem so pomembni izsledki nedavnih raziskav, po katerih je estradiol-17b (čeprav naravni hormon) genotoksični karcinogen. To odkritje je še bolj podžgalo razpravo, kaj je varna koncentracija.

14.4 Se je pristop, za katerega so se odločili v Evropski komisiji, izkazal za pravega?

Vedno bolj postaja jasno, da močno izpostavljanje estrogenom lahko spodbuja razvoj raka na dojki pri ženskah in na prostati pri moških. Severna Amerika spada med države z največjim številom bolnic, ki imajo raka na dojki, v Aziji in Afriki pa je število bistveno manjše. Vzorec za raka prostate je podoben. Opazili so, da imajo ženske z veliko koncentracijo estrogena, še posebej prostega estrogena, več možnosti za razvoj raka na dojki (Adkins, 1975). Študije na selečih se populacijah kažejo, da je to tveganje bolj posledica okoljskih kot genskih dejavnikov.

Do danes še ni zanesljivih dokazov, da je EU s prepovedjo uporabe spodbujevalcev rasti zavarovala zdravje javnosti. Vendar se lahko zagovarja tudi stališče, da v državah, v katerih se ti spodbujevalci rasti še naprej uporabljajo, niso zbirali zanesljivih podatkov o njihovi varnosti za porabnika. Čeprav so bila ugotovljena možna tveganja za okolje, še niso bili predloženi prepričljivi dokazi, da spodbujevalci rasti pomenijo pomembno tveganje za okolje.

Argumenti za uporabo DES kot spodbujevalca rasti so bili povsem ekonomski. Koristi ni prinesla niti govedu (ali drugim vrstam, ki so jim dajali DES) niti okolju. Strokovnjaki za kmetijstvo še naprej razpravljajo o koristnosti anaboličnih steroidov kot spodbujevalcev rasti. Ekonomske posledice razkoraka med Združenimi državami in EU glede anaboličnih steroidov kot spodbujevalcev rasti so zelo pomembne in jih bo še treba v celoti oceniti. Razhajanje mnenj je vodilo v tržni spor med EU in Združenimi državami (Henderson idr., 1988). Leta 1989 so v ZDA uvedli enostranske povračilne ukrepe, in sicer 100-odstotne carine *ad valorem* na različne izvozne izdelke EU v vrednosti 93 milijonov dolarjev (približno 93 milijonov evrov) na leto. Leta 1996 so te ukrepe odpravili, ker niso bili v skladu z zakoni Svetovne trgovinske organizacije (STO). Leta 1997 so Združene države in Kanada pred zborom STO spodbijale pravno podlago prepovedi EU. Zbor se je odločil večinoma proti EU. Na drugi stopnji so več utemeljitev povsem spremenili. Stališče zbora so podprli le v delu, da se EU v svoji prepovedi ni dovolj posvetila ostankom vsakega rastnega hormona v mesu. Postavlja se vprašanje, kakšno težo je treba dati primerom, pri katerih se porajajo dvomi. Zaskrbljujoče je, da se je vprašanje poskušalo reševati brez kakršnihkoli formalnih mehanizmov, s katerimi bi lahko pretehtali tveganja in koristi za javnost. V tem sporu niso upoštevali možnih vplivov na okolje ali dobrobit živali.

Za izvozne izdelke EU trenutno veljajo sankcije v vrednosti okoli 100 milijonov britanskih funtov (približno 160 milijonov evrov) na leto. Uspeh Združenih držav na zaslišanjih STO o anaboličnih steroidnih spodbujevalcih rasti je spodbudil nadaljnje prepovedi pri drugih izdelkih, pri katerih se je EU zavzela za previdnostni pristop iz zdravstvenih razlogov. Vprašanje je, ali bi se izkazalo za sprejemljivo za STO, če bi EU uporabila previdnostno načelo iz zdravstvenih razlogov za katerikoli izdelek. Nekatera vprašanja pa so bila vseeno razjasnjena s pritožbo na STO. Sanitarne zaščitne ukrepe (vključno s prepovedjo) se namreč lahko dovoli, če so podprti z oceno tveganja, tudi če:

- ta ni nujno količinska,
- se v njej upoštevajo običajna praktična vprašanja, kot so težave pri nadzorovalnih ukrepih,
- temelji na »kvalificiranih in upoštevanja vrednih virih«(WT/DS, 1997), tudi če so ti v manjšini.

Datumi odobritev (FDA, ZDA) anaboličnih sredstev Preglednica 14.1

Vir: Henderson idr., 1988

Zaščiteno ime	Anabolično sredstvo	Datum odobritve
Synovex-S	200 mg progesteron/20 mg estradiol benzoat	20. 2. 1956
Synovex-H	200 mg testosteron propionat/20 mg estradiol benzoat	16. 7. 1958
Ralgo	36 mg zeranol Ali 12 mg zeranol	5. 11. 1969
MGA	0,25–0,50 mg MGA/dan	3. 6. 1977

14.5 Splošni sklepi in ugotovitve

EU je ukrepala leta 1985 in spet leta 1988 ter prepovedala spodbujevalce rasti s steroidom podobnim delovanjem predvsem kot odgovor na zaskrbljenost javnosti zaradi neprostovoljne in nenaravne izpostavljenosti hormonom. Tega ukrepa takrat njen znanstveni odbor (Lammingov odbor) in znanstveni odbor WHO (JECFA) nista podprla. Kadar znanstvena podlaga ni zadostna, da bi potrdila varnost izdelka, je primerno uporabiti previdnostno načelo. Od nobenega od odborov se ni posebej zahtevalo, da bi v oceni natančno opredelil stopnjo negotovosti. Ker to vprašanje ni bilo nikoli postavljeno, je bila prva prepoved EU pravzaprav politična ocena tveganja. Sodobnejše znanstvene raziskave pa verjetno dajejo prav EU, da uporablja previdnostno načelo in vztraja pri prepovedi.

Ukvarjanje z vprašanjem steroidnih hormonov kot spodbujevalcev rasti ima širši pomen pri določanju sprejemljivosti uporabe kemičnih snovi, in sicer:

- zelo pomembno je zahtevati od znanstvenih odborov, da pri doseganju svojih sklepov določijo negotovosti v svojih ocenah,
- treba je razviti stroge in jasne mehanizme za vrednotenje tveganj v primerjavi s koristmi.

Preglednica 14.2 **Hormoni kot spodbujevalci rasti – zgodnja svarila in ukrepi**

Vir: EEA

1970	Zaskrbljenost glede varnosti spodbujevalcev rasti, ko je bilo potrjeno, da je DES človeški karcinogen.
1972	Peakal objavi, da DES verjetno vpliva na širok razpon vrst v okolju (prostoživeče živalske vrste), vendar se za to nihče ne zmeni do poznih osemdesetih.
1972	DES je prepovedan kot hormonski spodbujevalec rasti v Združenih državah.
1974	Uporaba DES je ponovno dovoljena v Združenih državah.
1976	Ameriški Urad za prehrano in zdravila (FDA) postavi najnižjo zaznavno koncentracijo DES.
1979	DES je ponovno prepovedan, ker ni mogoče določiti ravni koncentracij, pod katerimi ne bi bil rakotvoren.
1982	Strokovna delovna skupina EU (Lammingov odbor) ugotovi, da so nekateri spodbujevalci rasti varni.
1985	EU uvede prvo prepoved kljub sklepom Lammingovega odbora, ker področje njihovih ocen ni bilo dovolj široko.
1987	EU razpusti Lammingov odbor, rezultati njegovega dela pa niso bili objavljeni.
1988	Prepoved številnih spodbujevalcev rasti po EU zaradi negotovosti v zvezi z njihovimi učinki na ljudi.
1988	Skupni strokovni odbor za prehrano WHO/FAO z uporabo standardnih ocen tveganja pride do istih ugotovitev kot Lammingov odbor.
1989	EU prepoved razširjena na druge spodbujevalce rasti in na uvoz izdelkov iz držav tretjega sveta.
1989	V poročilu Pimenta je odkrita nedovoljena uporaba spodbujevalcev rasti v nekaterih državah članicah.
1989-1996	ZDA uvede enostranske povračilne ukrepe za izvoz EU.
1995	Evropska komisija organizira mednarodno konferenco o spodbujevalcih rasti in proizvodnji mesa, ostaja pa negotovost glede učinkov na imunski sistem, endokrini sistem in rakava obolenja.
1999	Znanstveni odbor EU za veterinarske ukrepe v zvezi z javnim zdravjem (EU Scientific Committee on Veterinary Measures Relating to Public Health) objavi poročilo, v katerem ugotavlja, da ni mogoče določiti mejnih koncentracij za šest spodbujevalcev rasti.
2000	Na mednarodni delavnici o hormonih in povzročiteljih motenj endokrinega delovanja v hrani in vodi potrdijo vplive veterinarskih zdravil na okolje (prostoživeče živalske vrste).
2001	EU še vedno trpi posledice sankcij za svoje izvozne izdelke v vrednosti približno 160 milijonov evrov na leto.

14.6 Viri

Adkins, E. K., 1975. 'Hormonal basis of sexual differentiation in the Japanese quail', *Journal of Comparative and Physiological Psychology* Vol. 89, str. 61–71.

Aulerich, R. J., Bursian, S. J., Breslin, W. J., Ol-son, B. A. in Ringer, R. K., 1985. 'Toxicological manifestations of 2,4,5,2,4,5-2,3,6,2,3,6- and 3,4,5,4,5,-hexachlorobiphenyl and Aroclor 1254 in mink', *Journal of Toxicology and Environmental Health* Vol. 15, str. 63–79.

Bergman, A. in Olsson, M., 1985. 'Pathology of Baltic ringed seal and grey seal females with special reference to adrenocortical hyperplasia: Is environmental pollution the cause of a widely distributed disease syndrome?', *Finn. Game Research* Vol. 44, str. 47–62.

Brown-Grant, K., Fink, G., Greig F. in Murray, M. A., 1975. 'Altered sexual development in male rats after oestrogen administration during the neonatal period', *Journal of Reproduction and Fertility* Vol. 44, str. 25–42.

Bulkey, R. V., 1972. 'Diethylstilbestrol in catfish feed', *Trans American Fisheries Society* Vol. 101, str. 537–599.

Davies, J. in Danzo, B. J., 1981. 'Hormonally responsive areas of the reproductive system of the male guinea pig II: Effects of estrogens', *Biological Reproduction* Vol. 25, str. 1149–1158.

Delong, R. L., Gilmartin, W. G. in Simpson, J. G., 1973. 'Premature births in California sea lions: Association with high organochlorine pollutant residue levels', *Science* Vol. 181, str. 1168–1170.

Evropska Komisija, 1996. *Scientific Conference on Growth Promoters and Meat Production Proceedings*, Urad za uradne publikacije Evrop-skih Skupnosti, Luxembourg.

Fara, G. M., Del Corvo, G., Bernuzzi, S., Bigatello, A., Di Pietro, C., Scaglioni, S. in Chiumello, G., 1979. 'Epidemic of breast enlargement in an Italian school', *Lancet* Vol. 11, str. 295–297.

Henderson, B. E., Ross, R. in Bernstein, L., 1988. 'Estrogens as a cause of human cancer: the Richard and Hinda Rosenthal Foundation Award lecture', *Cancer Research* Vol. 48, str. 246–253.

Herbst, A. L. in Bern, H. A., 1988. *Developmental effects of diethylstilbestrol (DES) in pregnancy*, Thieme-Stratton, New York.

Jakes, T. H., 1976. 'Diethylstilboestrol in beef production: What is the risk to the consumer?', *Preventive Medicine* Vol. 5, str. 438–453.

JECFA/WHO, 1988. *Technical Report Series N7/63*, Geneva.

Johnstone, R., Simpson, T. H. in Youngson, A. F., 1978. 'Sex reversal in salmonid cultures', *Aquaculture* Vol. 13, str. 115–134.

Lamming, G. E., Ballarini, G., Bauliieu, E. E., Brooks, P., Elias, P. S., Ferrando, R., Galli, C. L., Heitzman, R. J., Hoffman, B., Karg, H., Meyer, H. H. D., Michel, G., Poulsen, E., Rico, A., van Leuwen F. X. R. in White, D. S., 1987. 'Scientific report on anabolic agents in animal production', *Veterinary Records* Vol. 121, str. 389–392.

Loizzo, A., Gatti, G. L., Macri, A., Moretti, G., Ortolani, E. in Palazzesi, S., 1984. 'Italian baby food containing diethylstilboestrol three years later', *Lancet* Vol. 5, str. 1014–1015.

McMartin, K. E., 1978. 'Diethylstilboestrol: A review of its toxicity and use of a growth promotant in food producing animals', *Journal of Environmental Pathological Toxicology* Vol. 1, str. 279–313.

Mueller, G. G. in Kim, U. H., 1978. 'Displacement of estradiol from oestrogen receptors by simple alkylphenols', *Endocrinology* Vol. 102, str. 1429–1435.

Orgebin-Crist, M. C., Eller, B. C. in Danzo, B. J., 1983. 'The effects of estradiol, tamoxifen and testosterone on the weights and histology of the epididymis and accessory sex organs of sexually immature rabbits', *Endocrinology* Vol. 113, str. 1703–1715.

Peakall, D. B., 1970. 'p,p'-DDT: Effect on calcium metabolism and concentration of estradiol in blood', *Science* Vol. 168, str. 592–594.

Perez-Comas A., 1988. 'Premature sexual development in Puerto Rico', *Boletin Asociacion Medica de Puerto Rico* Vol. 80, str. 85–90.

Reijnders, P. J. H., 1986. 'Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters', *Nature* Vol. 324, str. 456–457.

Schmidely, Ph., 1993. 'Revue bibliographique quantitative sur l'utilisation des hormones anabolisantes à action steroidienne chez les ruminnants en production de viande. Performances zootechniques', *Annales de Zootechnie* Vol. 42, str. 333–360.

Scientific Committee on Veterinary Measures Relating to Public Health, 1999. 'Assessment of potential risks to human health from hormone residues in bovine meat and meat products'.

Takasugi, N., 1979. 'Development of permanently proliferated and cornified vaginal epithelium in mice treated neonatally with steroid hormones and the implication in tumorigenesis', *National Cancer Institute Research Monographs* Vol. 51, str. 57–66.

Wilson, M. E. in Lasnitzki, I., 1971. 'Dihydrotestosterone found in foetal tissues of the rabbit and rat', *Endocrinology* Vol. 89, str. 659–668.

Svetovna trgovinska organizacija, 1997. WT/DS26/R/USA in WT/DS48/R/CAN.

Zuckerman, S., 1940. 'The histogenesis of tissues sensitive to estrogens', *Biological Review* Vol. 15, str. 231–271.

15. »Bolezen norih krav« - od osemdesetih let do leta 2000: kako so zagotovila spodkopala previdnost

Patrick van Zwanenberg in Erik Millstone

15.1 Uvod

Mnogi britanski politiki, ki so bili pred marcem 1996 neposredno odgovorni za politične odločitve o goveji spongiformni encefalopatiji (BSE – bolezen norih krav), trdijo, da je bil njihov takratni pristop previdnosten in da so bile odločitve strogo znanstveno utemeljene.[1] Menimo, da njihove trditve niso prepričljive, ker vladna politika ni bila zares previdnostna in ni resno upoštevala razpoložljivih znanstvenih dokazov.

Zgodba o BSE je zelo zapletena, zaradi česar je to poročilo selektivno. Treba pa je upoštevati, da je britanske odločitve v politiki oviralo osnovno navzkrižje interesov. Za BSE je bilo odgovorno Ministrstvo za kmetijstvo, ribištvo in prehrano (MAFF), od katerega se je pričakovalo, da obenem skrbi za ekonomske interese kmetov in živilske industrije ter varuje javno zdravje pred tveganji, ki jih prinaša hrana. Tukaj predstavljeni dokazi kažejo, da je moralo ministrstvo izpolnjevati hkrati dva nasprotujoča si cilja, kar je tudi vzrok, da ni nobenega doseglo.

15.2 Nova bolezen goveda

Prve primere BSE so uradno priznali novembra 1986. Nova bolezen je bila po značilnostih zelo podobna praskavcu, transmisivni spongiformni encefalopatiji (TSE), ki je omejena le na britansko populacijo ovc. TSE je skupina slabo poznanih, neozdravljivih in vedno smrtnih možganskih bolezni, ki prizadenejo živali in ljudi. Najbolj znana izmed TSE pri ljudeh je Creutzfeld-Jakobova bolezen (CJD).

Znansteniki na ministrstvu so sumili, da je BSE prešla z ovc, okuženih s praskavcem, in da se prenaša z okuženo krmo. Predelane ostanke ovc, goveda in drugih živali so namreč redno dodajali živalski krmi. Okuženo hrano so kmalu potrdili kot glavnega prenašalca bolezni, vendar ostaja nejasno, ali se je BSE dejansko razvil iz praskavca, spontane TSE pri govedu ali pa iz kakega tretjega vira.

Nikakršnih dokazov ni bilo, da uživanje mesa s praskavcem okuženih ovc povzroča CJD, žal pa tudi politiki niso mogli biti prepričani, da se je povzročitelj BSE razvil iz praskavca. Še več, četudi je povzročitelj praskavca res preskočil na govedo, politiki niso mogli biti gotovi, da se bo BSE prenašal enako kot praskavec. Rezultati poskusov so pokazali, da je bilo takrat nemogoče predvideti, katere vrste domačih živali bo določen sev praskavca prizadel, ko je preskočil na drugo vrsto (Kimberlin idr., 1987). Četudi bi politiki sklepali, da je povzročitelj BSE nevaren ljudem, niso vedeli, kako veliko je tveganje. Nihče na primer ni vedel, katero goveje tkivo, če sploh katero, je brez povzročiteljev, ali katera stopnja okuženosti je v različnih tkivih in kako se spreminja v inkubacijski dobi. Nihče tudi ni vedel, ali obstaja prag izpostavljenosti ljudi, pod katerim je tveganje zanemarljivo. V poznih osemdesetih letih ni bilo testa, ki bi zanesljivo dokazal povzročitelje pri živih živalih, še preden se pojavijo klinični znaki. Okuženega goveda, ki ni kazalo bolezenskih znakov, se ni dalo odkriti niti razlikovati od zdravih živali.

Takoj ko so ugotovili prve primere BSE, so se višji uradniki zavedli, da BSE pomeni tveganje za zdravje ljudi (Raziskava o BSE, 1999b, odst. 22). Kot je državni sekretar v MAFF-ovi skupini za zdravje živali dejal kolegom v začetku leta 1988: »… ne vemo, ali se (BSE)

1 Gillian Sheppard (Prepis preiskave o BSE, 15. december 1998, str. 10–11); John Gummer (Prepis preiskave o BSE, 8. december 1998, str. 50).

Primer 15.1: Prva svarila

Klavnične odpadke so predelovali v živalsko krmo že od začetka 20. stoletja (Cooke, 1998). Znana tveganja te prakse vključujejo prenašanje, ohranjanje in razširjanje patogenov. Ta skrb je leta 1979 spodbudila Kraljevo komisijo za onesnaževanje okolja, da je predlagala najnižje standarde za predelovalno industrijo (RCEP, 1979). Preden je laburistična vlada lahko upoštevala ta nasvet, je leta 1979 izgubila na volitvah. Še vedno ni jasno, kakšen vpliv bi imeli takšni ukrepi na zmanjševanje epidemije BSE, ker se je prihajajoča konzervativna vlada odločila umakniti predlagane ukrepe, za katere je presodila, da so nepotrebni in pretirano omejevalni. Kot je oznanila vlada Margareth Thacher, je treba industriji prepustiti, da se sama odloča o svojih zadevah (Barclay, 1996, Oddelek II B, str. 13). Po letu 1996 so v predelovalno industrijo uvedli minimalne standarde in izvedli poskuse deaktivacije, ki še potekajo. S časom bo morda postalo jasno, kakšen bi bil vpliv na širjenje povzročiteljev TSE, če bi standarde uvedli leta 1979.

Sredi sedemdesetih let je kmetijsko ministrstvo ZDA odločilo, da se trupla ovac in koz, ki so bile okužene s praskavcem ali izpostavljene tej bolezni, ne smejo uporabljati za hrano ljudi ali živali, in sicer zato, da bi preprečili prenos bolezni na druge črede, pa tudi zaradi skrbi, da obstaja povezava med praskavcem in CJD (Martin, 1998). V Veliki Britaniji niso ukrenili ničesar podobnega. Če je BSE zares nastal iz praskavca, ki je preskočil z ovac na govedo, potem bi podobne, relativno poceni omejitve morda preprečile epidemijo BSE. Možnost, da bi se BSE lahko prenašal na ljudi, so veterinarski strokovnjaki na MAFF priznali takoj, ko se je bolezen pojavila leta 1986, vendar je bila po njihovem verjetnost, da je BSE patogena za ljudi, dovolj majhna, da je bilo tveganje sprejemljivo. Prvo znano dokumentirano uradno priznanje, za katerega vemo, da verjetnost prenosa ni tako majhna, je bilo izrečeno na sestanku Nacionalnega inštituta za biološke standarde in kontrolo maja leta 1988. V zapisniku sestanka je ugotovitev, da je »BSE po analogiji (s praskavcem in CJD) lahko prenosljiv na ljudi« (Raziskava o BSE, 1999c, odst. 186). Na sestanku so sodelovali višji vladni svetovalci.

Med letoma 1990 in 1995 so se postopoma pojavljali dokazi, da se BSE prenaša drugače kot praskavec pri ovcah in torej tudi ni znano, kdo so možni gostitelji. Najpomembnejši dokaz je bilo odkritje iz leta 1990, da se BSE lahko s hrano prenese na domače mačke, vrsto, ki je neobčutljiva za praskavec.

Dokaz, da BSE lahko povzroča CJD, se je pojavil šele leta 1995, ko so začeli odkrivati primere nenavadnega CJD (pozneje poimenovan variantni CJD) pri zelo mladih ljudeh. Časovna in geografska bližina obeh bolezni je bila posreden dokaz povezave med njima.

V letih 1996 in 1997 so predložili neposreden dokaz vzročne zveze med BSE in variantnim CJD. Vseboval je študije, ki so kazale, da so patološke in klinične značilnosti BSE in variantnega CJD enake, oba pa se po teh značilnostih ločita od praskavca in sporadične CJD.

lahko prenese na ljudi... Nobenega dokaza ni, da lahko ljudje zbolijo*, ne moremo pa reči, da ni nobenega tveganja... soočiti se moramo z možnostjo, da bolezen spet preskoči z ene vrste na drugo«* (poudarki dodani) (Raziskava o BSE, 1999c, odst. 59). Politiki niso imeli druge izbire, kot sprejeti nujne odločitve o novi bolezni, katere razvoj je bil neznan.

15.3 Začetne odločitve

Na začetku epidemije BSE je bila politikom na voljo množica možnih odzivov - od najbolj do najmanj previdnih. Razvrstili bi jih lahko tudi po pričakovanih stroških, le da bi bil vrstni red tedaj obrnjen. Popolno izkoreninjenje bolezni in njenega povzročitelja iz kmetijstva in hrane bi zahtevalo med drugim zakol in izključitev iz prehranjevalne verige vse živali, ki so dobile krmo, za katero se je vedelo ali sumilo, da je okužena.

Ker se ni vedelo:
- katere serije krme so okužene,
- ker so skoraj vse mlečne črede dobivale krmo, obogateno z mesno in kostno moko, in
- ker je bila večina govejih čred vzgojenih iz mlečne črede,

bi to pomenilo poklati skoraj vse britansko govedo, kar bi lahko stalo nekako od 12 do 15 milijard funtov[2]. Po drugi strani so se ponujale mnoge možnosti, ki bi precej zmanjšale tveganje, ne da bi porabili toliko davkoplačevalskega denarja. Te bi na primer vključevale prepoved uporabe živali iz okuženih čred za hrano ljudi ali izločanje iz prehrambne verige vseh govejih tkiv, za katera sumijo, da vsebujejo patogene, ali vsaj prepoved uporabe klinično prizadetih živali v človeški prehrani. Leta 1987 in v prvi polovici leta 1988 so našteli približno 1.200 kliničnih primerov BSE (čeprav takrat bolezen še ni bilo obvezno prijaviti in je bila dejanska pogostnost gotovo precej višja). Večino teh živali so prodali za hrano ljudem. Odškodnina za odstranitev vsake od teh klinično bolnih živali ne bi bila višja od 1.000 funtov, kar skupaj znese približno 1,5 milijo-

2 Pri domnevni odškodnini 865 funtov za zaklano kravo (znesek, ki so ga kmetom dejansko izplačevali leta 1996) in približno dvanajstih milijonih glav govedi bi stroški za zakol in zažig goveda, skupaj s posledicami za zaposlovanje, znašali največ 15 milijard funtov (Cash for cows, 1996).

na funtov. Še vedno pa ni mogoče oceniti škode, ki je nastala, ker so te živali pojedli.

Tudi če bi bili znanstveniki mnogo manj negotovi, znanstvene ugotovitve same po sebi ne bi razkrile, kateri od možnih odzivov bi bil ustrezen. Snovalci politike so se morali odločiti, kako ukrepati in razdeliti stroške med zasebni in javni sektor.

Problem pri uvajanju kakršnihkoli predpisov, kot ga je takrat videla britanska vlada, je bil, da bi kakršnakoli regulacija - vsako priznanje, da bi uživanje mesa, mleka ali mlečnih izdelkov britanskega goveda lahko bilo škodljivo - spodkopala domače in mednarodno zaupanje v previdnost britanske govedine, kar bi imelo škodljive posledice za mesno industrijo. Celo skoraj brezplačna možnost izmenjave informacij o bolezni s posamezniki zunaj MAFF bi lahko razburila domače potrošnike in potencialne uvoznike britanskega goveda in mesa ter jih opozorila na prisotnost nove, potencialno smrtonosne zoonoze. Strah pred takimi posledicami in nasprotovanje povečanju javnih izdatkov sta prevladala v odločanju na MAFF prvih 20 mesecev epidemije. Ko je direktor Veterinarske uprave prvič obvestil svojega ministra o BSE, ga je na primer opozoril, da bi »motnja lahko povzročila resne zaplete ne samo doma, ampak tudi v britanskem izvozu«. Svetoval je, da ni primerno uvajati omejitev, češ da »neodgovorno ali slabo informiranje ne bo ravno v pomoč, saj lahko vodi v histerične zahteve za takojšnje in stroge vladne ukrepe in povzroči, da druge države začnejo odklanjati britanske pošiljke živega goveda, govejih zarodkov in sperme« (Raziskava o BSE, 1999b, str. 27–28). Odklanjali so celo možnost obvezne prijave bolezni, kar je sicer temeljno orodje nadzora, ker »bi bilo tako dejanje lahko namig javnosti, da vemo nekaj, česar oni ne vedo, na primer, da je meso ali mleko nevarno za ljudi«, kakor je dejal neki uradnik (Phillips idr., 2000, Vol. 3, odst. 2.130).

Ko se je epidemija začela hitro širiti, so se britanski politiki odločili, ne samo da ne bodo nič ukrenili, ampak so celo poskušali zadržati informacije o BSE znotraj ministrstva. Eden od znanstvenikov na ministrstvu se je pozneje spominjal: »… decembra 1986, ko so spoznanja o bolezni postajala jasnejša, v Centralnem veterinarskem laboratoriju zaradi stroge zaupnosti nismo smeli govoriti o tem z nikomer zunaj laboratorija …« (Raziskava o BSE, 1999b, str. 13). Kot je sklenila Philipsova raziskava o BSE, je v prvi polovici leta 1987 »... vladala politika omejevanja razširjanja kakršnihkoli informacij o novi bolezni celo znotraj Državne veterinarske uprave« (Phillips idr., 2000, Vol. 3, odst. 2.137). Večina znanstveno-raziskovalne srenje, medicinske stroke ter višjih uradnikov in ministrov v drugih resorjih je zvedela za BSE šele leta 1988.

Februarja 1988, ko so mediji začeli posvečati vedno več pozornosti novi goveji bolezni in vedno več obolelim živalim, so višji uradniki MAFF spremenili mnenje ter priporočili zakol in odškodnino za klinično bolne živali, ki so jih do takrat prodajali za hrano ljudem. Na tihem so se namreč zbali, da bo vlada spoznana za odgovorno, če bi se pozneje izkazalo, da se BSE prenaša na ljudi, oni pa niso ukrepali. Minister za kmetijstvo John MacGregor je ta nasvet odklonil. Njegov osebni tajnik je pojasnil, zakaj: »Minister ne vidi, kako bi lahko *ukrepali, če ni jasno, od kod dobiti prihranke za nadomestila*... Še pomembneje... dokazovanje, da bi z zakolom in kompenzacijami zajezili širjenje bolezni (kar zagovarjamo v tej razpravi), je enak argument, kot so ga uporabili pridelovalci sladkorne pese in ki smo ga odločno in javno odklanjali. Meni tudi, da *bi predlagani ukrepi zelo poslabšali*, ne pa izboljšali *izvozni položaj*« (poudarki dodani) (Zapisnik, 1988).

Vladna politika ni bila previdnostna. Njen glavni cilj je bil čim bolj zmanjšati kratkoročne neugodne vplive BSE na zaslužke v živilski industriji in višino javnih izdatkov.

15.4 Strokovni nasveti in nadzor

Sredi leta 1988 je bil prvič ustanovljen majhen posvetovalni odbor strokovnjakov za svetovanje o BSE. To se je zgodilo šele na podlagi vztrajanja direktorja Zavoda za varovanje zdravja pri Ministrstvu za zdravje, ki je bil prvič obveščen o novi bolezni šele marca 1988, 17

mesecev po tem, ko je bil opozorjen MAFF (Raziskava o BSE, 1999c, odst. 115). To se je zgodilo samo zato, ker so uradniki na kmetijskem ministrstvu rekli nadrejenim, da potrebujejo podporo CMO (Chief Medical Officer) pri odločitvi, da ni treba umakniti klinično prizadetih živali iz prehrane ljudi (Raziskava o BSE, 1999c, odst. 76).

Svetovalni odbor pod predsedstvom sira Richarda Southwooda je že na prvem sestanku (20. junija 1988) vztrajal, da klinično prizadete živali ne smejo več biti za človeško hrano in živalsko krmo ter da morajo kmetje dobiti odškodnino. Druga večja sprememba je bila, ko je MAFF še isti dan objavil, da bodo prepovedali uporabo potencialno okuženih prežvekovalskih beljakovin v krmi za prežvekovalce. Prepoved je veljala le za prežvekovalce. Druge živali, kot so prašiči in perutnina, so še vedno hranili z okuženimi beljakovinami, čeprav ni nihče vedel, ali niso morda občutljivi za BSE. Uradniki na ministrstvu so razmišljali o prepovedi hranjenja vseh živali s krmili, ki vsebujejo prežvekovalske beljakovine, a so jo zavrgli, ker bi to prikrajšalo predelovalno industrijo za njen glavni trg (večino živalskih beljakovin so namreč dali prašičem in perutnini) (Prepis raziskave o BSE, 1998, 29. junij, str. 35). Višji veterinarski uradniki pa so se vseeno zavedali, da je ta odločitev tvegana. Direktor Veterinarske uprave Keith Meldrum je junija 1988 na štiri oči priznal nekemu kolegu, da »je največ, kar lahko rečemo, da katerakoli prežvekovalska beljakovina, ki jo damo (prašičem), lahko vsebuje povzročitelje BSE ali praskavca. Ne vemo pa, ali se bo prašič okužil in ali se bo to prenašalo naprej« (Prepis raziskave o BSE, 1998, 16. junij, str. 99). Nesrečna posledica te odločitve je bila, da je naslednjih šest let prihajalo do navzkrižne okužbe med krmo za govedo in krmo, namenjeno drugim živalim, kar je precej podaljšalo epidemijo BSE.

Čeprav je Southwoodov posvetovalni odbor takoj vztrajal pri izločanju klinično prizadetih živali iz prehrane ljudi, pa ni priporočil nadzora subklinično prizadetih živali, katerih tkiva so bila tudi okužena (ker ni bilo diagnostičnega testa za žive živali, bi morali kontrolirati vse govedo v Veliki Britaniji). Marca 1996, potem ko je izbruhnila huda kriza zaradi BSE, je Southwood priznal, da prepoved uporabe govejih možganov leta 1988 morda sploh ne bi bila politično izvedljiva. Pojasnil je: »Čutili smo, da ne bo šlo. Oni (MAFF) so že tako menili, da so naši predlogi precej revolucionarni.« (*New Scientist*, 1996)

Prepoved uporabe govejih možganov in drugih klavničnih odpadkov vsega goveda za prehrano ljudi je MAFF uvedel novembra leta 1989, devet mesecev po poročilu Southwoodovega odbora. Ta predpis so uvedli šele, ko se je izvedelo, da je eden od vladnih strokovnjakov neuradno zaupal uslužbencem, da je zasebno delal kot svetovalec v industriji hrane za hišne ljubljenčke in se je zavzel za prepoved uporabe govejih klavničnih odpadkov v tej hrani. Šele tedaj so se ministri odločili, da jih ne sme prehiteti mesnopredelovalna industrija in industrija hrane za hišne ljubljenčke, ki sta obe obvestili MAFF, da bosta enostransko umaknili govejo drobovino iz svojih izdelkov (Raziskava o BSE, 1999e, odst. 87–89 in 135).

Prepoved uporabe živalske krme iz ostankov prežvekovalcev, zakol in uničenje prizadetega goveda ter posebno prepoved uporabe goveje drobovine so uvedli do konca leta 1989. S takim nadzorom niso nameravali izkoreniniti povzročitelja BSE, ampak samo zmanjšati tveganje. Prepoved uporabe govejega drobovja je na primer vključevala samo tista tkiva, ki jih je najlaže odstraniti in ki imajo najnižjo tržno vrednost, ne pa zato, ker bi bila edini gostitelj povzročitelja bolezni. Takrat ni bilo rezultatov poskusov, ki bi pokazali, kateri goveji organi so okuženi s patogeni, čeprav so primerjave z drugimi vrstami in njihovimi TSE potrdile, da povzročitelja prenašajo tudi mnoga druga tkiva. Bezgavke in periferni živci na primer so skoraj gotovo zelo kužni, vendar jih je težko odstraniti; tudi organi, kot so jetra, naj bi vsebovali povzročitelja (sicer v manjših koncentracijah), vendar so imeli veliko tržno vrednost (Raziskava o BSE, 1999e, odst. 85). Poleg tega je bilo iz prepovedi uporabe drobovja izključeno govedo (teleta), mlajše od šestih mesecev. Telečjih trupov v klavnicah običajno niso razpolavljali, zato bi odvzem hrbtenjače dvignil proizvodne stroške. Izključitev

telet bi bila namreč smiselna samo takrat, če bi lahko potrdili, da je vertikalen prenos BSE s krave na tele nemogoč. Takšna domneva pa ni bila utemeljena, ker se je že vedelo, da se praskavec prenaša z ovac na jagnjeta, in ker MAFF ni financiral raziskav prenosa BSE z matere na potomca vse do leta 1989 (Barclay, 1996, str. 16; *Nature*, 1990).

Zaradi zamude pri izvajanju temeljnih predpisov so bili ljudje večkrat izpostavljeni patogenom. Od srede leta 1988, potem ko je Southwood predlagal uničenje vsega klinično prizadetega goveda, do konca leta 1989, ko so res uvedli prepoved prodaje goveje drobovine, so pojedli nekako 30.000 okuženih živali, ki so bile najmanj na polovici inkubacijske dobe za BSE (Dealler, 1996).

15.5 Postavljanje hiše iz kart

Leta 1987 so se britanski politiki oprijeli hipoteze, da je BSE neškodljiva različica praskavca, in so se trudili to verjeti kljub naraščajočemu številu dokazov o nasprotnem. Britanska vlada je namreč na podlagi te domneve lahko zatrjevala in optimistično sporočala, da BSE v britanskih mlečnih in govejih čredah ne ogroža zdravja ljudi. Ministrstvo je stalno zagotavljalo, da so njihove izjave popolnoma podprte z znanstvenimi dokazi, ekspertizami in nasveti. Vendar je bil to napačen prikaz stanja.

Politikom so znanstveniki, na katere so se sklicevali, in tudi širša znanstvena srenja, vztrajno pojasnjevali, da ne morejo biti popolnoma gotovi o varnosti uživanja mesa, mleka in mlečnih izdelkov živali z BSE. Tako je vladni Posvetovalni odbor za spongiformno encefalopatijo (SEAC) na primer maja 1990 povedal politikom, da »pri sedanjem znanju ne moremo z gotovostjo trditi, da ni tveganja za ljudi, in je neprimerno vztrajati pri ničelnem tveganju« (Prepis raziskave o BSE, 1998, 24. marec, str. 71). Ministri in visoki politični svetovalci so v javnosti trdili drugače. Kot je na primer kmetijski minister dejal poslancem v spodnjem domu parlamenta sedmega junija 1990, obstajajo »... jasni dokazi, da je britanska govedina popolnoma varna« (*Hansard*, 1990, stolpec 906). Politiki so večkrat zagotavljali varnost, ki je ni bilo, kar so tudi vedeli. Kot so sicer občasno priznavali, ne morejo z gotovostjo trditi, da je BSE samo neškodljiva različica praskavca, vendar so vsakič zagotavljali, da zakonski predpisi, ki so jih uvedli novembra 1989, preprečujejo vnos morebiti okuženih snovi v človekovo prehranjevalno verigo (*Radio Times*, 1992).

S predpisi niti niso hoteli popolnoma izničiti izpostavljenosti povzročitelja BSE, ampak jo samo zmanjšati. Znanstveniki in strokovni svetovalci ministrstva so poskrbeli, da so bili visoki politični svetovalci s tem seznanjeni (glej na primer Raziskava o BSE, 1999e, odst. 275). Leta 1990 je SEAC na primer predložil zakonski osnutek o varnosti govedine, namenjen direktorju Zavoda za varovanje zdravja, v katerem so bile izjave, kot »določena užitna drobovina..., ki je bila izjemoma rahlo okužena, ni vključena v prepoved, ki velja za drobovino« in »nekateri hočejo nič manj kot popolno zagotovilo varnosti. Trenutno pa tega za britansko (ali irsko) govedino ne more zagotoviti noben znanstvenik« (poudarki v originalu) (Phillips idr., 2000, Vol. 11, odst. 4.120). Dokument je krožil po Ministrstvu za zdravje in MAFF, da bi predlagali popravke in dopolnila. Uradnik na MAFF, ki je pozneje poslal dokument ministrom, je njim in drugim uradnikom MAFF povedal, da »so najbolj 'vroče' dele predloga v zgodnejši verziji (vključno zgornje navedke) črtali« (Phillips idr., 2000, Vol. 11, odst. 4.118). Sploh pa, kot je Phillips sklenil z zgodovinskim stavkom, so se ministri in uradniki lotili zagotavljanja informacij, »ki naj bi uspavale« (Phillips idr., 2000, Vol. 1, odst. 1179).

Zagotovilo, da je govedina popolnoma varna, ni bilo le zavajajoče, ampak je tudi oviralo MAFF pri uvajanju vrste preventivnih ukrepov. Kakršnikoli novi zakonski ukrepi, čeprav koristni in poceni, bi lahko sprožili vprašanja o vladnih zagotovilih in celo vzbudili resne dvome o politiki brez uvajanja novih, dražjih kontrol (ničelno tveganje je bilo nemogoče doseči, ne da bi poklali in zamenjali celotno britansko čredo in očistili celotno prehranjevalno verigo). Z drugimi besedami, težko je bilo govoriti o delnem zmanjševanju tveganja. Edini možnosti, ki bi zveneli prepričljivo, sta bili ali do-

ločiti neko mejo in zatrjevati, da ta zagotavlja popolno zaščito, ter se je držati, ali pa poskušati popolnoma zatreti povzročitelja.

Vzrok za neuvajanje mnogih zaščitnih ukrepov torej niso bili stroški, ampak strah, da bi spodkopali verodostojnost pomirjujočih vladnih sporočil. Za strojno izkoščeno meso (MRM) se je na primer vedelo, da vsebuje ostanke živčnega tkiva, ki je lahko močno okuženo (Prepis preiskave o BSE, 6. julij 1988, str. 104–106 in 127). S prepovedjo strojnega izkoščevanja mesa bi jasno priznali tveganje zaradi možne okuženosti perifernega živčnega tkiva, večino katerega je pravzaprav nemogoče odstraniti s trupa. Kot kaže zapisnik sestanka MAFF septembra 1989: »Strojno izkoščeno meso (MRM) - več svetovalcev je svarilo na možne nevarnosti in med razpravo se je pokazalo, da so ukrepi nelogični in kako zlahka bi dopustili možne nevarnosti materiala, ki ni predviden za prepoved. Strinjali so se, da tega ne bodo načenjali« (Raziskava o BSE, 1999e, odst. 263).

Primer 15.2 Evropska razsežnost

Čeprav se je BSE pojavil v Veliki Britaniji, se je zaradi trgovine z živalmi in krmili razširila tudi v druge države, predvsem po Evropi. Posamezne države članice in Evropska komisija so se torej morale soprijeti s podobnimi težavami in negotovostmi kot Velika Britanija. BSE je bil v državah, kot so Irska, Portugalska in Francija, tako razširjen, da so se njihove vlade v devetdesetih letih odločile nadzorovati domačo prirejo. Države z manj BSE, kot so Belgija, Nizozemska in Italija, so uveljavile nekaj ukrepov in občasne nadzore, a predvsem glede trgovine z živalmi in krmili. Različne zakonodaje so se odzivale različno, ne glede na stopnjo industrijskega razvoja in število primerov BSE v posamezni državi. Natančno poročilo o naravi in vzrokih teh razlik ni stvar te študije[3]. Vsekakor je jasno, da so nosilci odgovornosti za odločitve o BSE bistveno vplivali na razvijanje načina, kako definirati problem BSE, ga ovrednotiti in nanj odgovoriti. Pri sodnih oblasteh, pri katerih sta industrijsko pokroviteljstvo in odgovornost za varnost potrošnikov v isti ustanovi (npr. Irska), so uvedli manj preventivnih ukrepov za varovanje javnega zdravja kot tam, kjer sta pokroviteljstvo in zakonodaja ločena ali razdeljena med več ustanov (npr. Avstrija) (BASES). Znotraj Evropske komisije so se pred letom 2000 v zvezi z BSE odločali predvsem znotraj DG III (z odgovornostjo za notranji trg in podjetja Evropske unije) in DG VI (z odgovornostjo za kmetijstvo in ribištvo). Čeprav je Velika Britanija junija 1988 v domačo zakonodajo uvedla prepoved okuženih prežvekovalskih proteinov v krmi za prežvekovalce, takrat je o tem tudi obvestila Evropsko komisijo, pa zakonodaje, ki bi omejevala širjenje BSE po vsej EU, niso sprejeli še šest let. Po juniju 1988 je Velika Britanija še naprej izvažala okuženo krmo v druge države članice in nekaj so je tudi dali govedu. Izvoz mesa in kostne moke v EU je na primer poskočil z 12.553 ton leta 1988 na 25.005 ton leta 1989 (Evropski parlament, 1997, str. 8). Poleti 1989 je Komisija od Velike Britanije zahtevala, da prepove izvoz teh krmil, vendar je slednja to odklonila (Raziskava o BSE, 1999d, odst. 257). Komisija od takrat trdi, da pred sprejemom Enotnega evropskega akta ni imela pravne podlage za prepoved izvoza britanskega mesa in kostne moke (čeprav Evropski parlament to izjavo spodbija). Namesto tega je Komisija pozvala vse države članice, naj uvedejo prepoved uvoza mesa in kostne moke prežvekovalskega izvora iz Velike Britanije (Evropski parlament, 1996, str. 10). Nekatere države so se odzvale na poziv ali pa so prepoved uvedle že prej (npr. Nizozemska), druge pa so prepovedale uvoz britanskega mesa in kostne moke šele mnogo pozneje (npr. Portugalska). Evropska komisija ni vztrajala pri prepovedi za vso EU vse do leta 1994. Šele leta 1996 je Komisija prepovedala izvoz v Veliki Britaniji pridelanega mesa in kostne moke (in vseh drugih govejih izdelkov). Evropski parlament je sklenil, da je Komisija vztrajno dajala prednost vzdrževanju notranjega trga pred varovanjem zdravja živali in ljudi (Evropski parlament, 1997).

Zaradi krize BSE iz leta 1996 so v Evropski komisiji in državah članicah stalno spreminjali urejanje znanstvenega svetovanja in varnosti prehrane. V Evropski komisiji so preoblikovali znanstveni svetovalni sistem in njegovo upravljanje se je preselilo v DG XXIV, ki se je preimenoval v DG SANCO ali Generalni direktorat za zdravje in varstvo potrošnikov. Leta 2000 so ločili nadzorne in pokroviteljske funkcije DG III in DG VI ter prve prenesli na DG SANCO. Bela knjiga 2000 Evropske komisije o varnosti hrane je predlagala še nove ločitve z ustanovitvijo evropskega organa za prehrano, s čimer bi zagotovili neodvisno znanstveno svetovanje za DG SANCO (Evropska komisija, 2000). Podobne reforme in predlogi reform so se pojavili v mnogih državah članicah.

Po letu 2000 so v veliko državah članicah ugotavljali vedno več primerov BSE (npr. Francija in Irska) in države, ki so prej menile, da BSE nimajo, so odkrile okužbe v svoji goveji čredi (npr. Nemčija in Španija). Zaradi precejšnjih zgodovinskih razlik v načinu nadzora po posameznih državah in njegovem obsegu se bodo posamezne zakonodajne oblasti še mnogo let spopadale s precejšnimi tveganji za zdravje ljudi in živali.

Nacionalna poročila o uradnih ukrepih v zvezi z BSE 11 evropskih članic EU, ki so jih izvajale kot del raziskovalnega projeka, ki ga je podprla EU, so dostopna na spletnih strani: http://www.upmf-grenoble.fr/inra/serd/BASES

3 Več informacij je mogoče najti v nacionalnih poročilih o odzivih politike na BSE v 11 evropskih državah, izdelanih v okviru projekta, ki ga je podprla Evropska komisija. Dostopna so na: http://www.upmf-grenoble.fr/inra/serd/BASES/

Februarja 1990 je Inštitut za zdravje okolja (IEHO), ki je bil odgovoren za uvajanje nadzora v klavnicah, opozoril MAFF na takratni način odstranjevanja govejih možganov iz glav, pri katerem se je lahko okužilo tudi meso na glavi. IEHO je svetoval odstranitev mesa z glave, preden se odpre lobanja in odstrani možgane. Čeprav so imeli kmetijski predstavniki pomisleke glede odstranjevanja možganov pred mesom in se jim je zdelo, da bi morali to prepovedati, so državni uradniki vztrajno preprečevali uvedbo novih ukrepov. Kot je ministru za prehrano pojasnil višji uradnik v MAFF-ovem oddelku za higieno mesa: »Dopolnilni ukrepi bi sprožili polemiko o BSE na splošno in neizogibno pripeljali do zahtev po podobnih ukrepih pri hrbtenjačah... Prepoved razseka (vretenc) bi imela resne posledice za industrijo in izvoz. Poleg tega se ne bi končalo pri hrbtenjačah. Skrb bi se nato razširila še na hrbtenjačne živce in bezgavke, ki pa se jih ne da odstraniti s trupov« (Raziskava o BSE, 1999f, str. 7).

Spet so se izognili preprostemu, a poceni ukrepu, ki bi zmanjšal tveganje, samo da bi ohranili pomirjujočo, a popačeno sliko varnosti in da bi nevtralizirali politični pritisk, ki bi zahteval več preventivnih ukrepov. Če bi MAFF javno priznal nekatere neznanke in tveganja ter nepraktičnost in/ali previsoko ceno nekaterih ukrepov - torej tudi to, da je treba dopustiti nižjo, še sprejemljivo stopnjo tveganja, bi bilo morda laže uvajati preventivne ukrepe, ne da bi trpela verodostojnost ministrstva.

Ker so dogodki in dokazi vendarle spodbudili dodatne ukrepe, je bilo vedno teže uskladiti te odzive z vladno pomirjujočo zgodbo, posebno še, če so dodatne ukrepe uvajali na vedno nova področja. Politiki so zato včasih napačno prikazovali svoje razloge za uvajanje ukrepov in tako poskušali preprečiti razkrinkanje njihove pravljice. MAFF je na primer vztrajal, da prepoved uporabe drobovja ni znanstveno utemeljena (glej na primer Odbor za kmetijstvo spodnjega doma britanskega parlamenta, 1990, str. 9 in 71), zato je bilo težko prepričati industrijo in druge zainteresirane strani, da so ti ukrepi bistvenega pomena za javno zdravje. Leta 1995 so inšpektorji med nenapovedanimi obiski britanskih klavnic ugotovili, da jih približno 48 odstotkov ni upoštevalo predpisov o prepovedi uporabe govejega drobovja (Kmetijski odbor in Zdravstveni odbor spodnjega doma britanskega parlamenta, 1996, str. 10). Kot je dejal predstavnik tistih, ki naj bi skrbeli za upoštevanje predpisov v klavnicah: »Dobili smo namig, da kljub vsemu problem najbrž ni resen in da gre bolj za kozmetične ukrepe kot pa za resno ogrožanje javnega zdravja …« (*Panorama*, 1996).

Vladne trditve, da je tveganje ničelno, pa niso ogrožali samo novi ukrepi. Vztrajanje pri vladnih pomirljivih razlagah je seveda zelo ogrožalo neprijetne informacije, ki bi lahko spodkopale uradno razlago. Zato so skrbno izbirali strokovne sodelavce in izločili tiste, ki se niso strinjali z uradno politiko ministrstva in ki bi lahko zavrnili prikrivanje informacij. »… če želiš dati javnim izjavam vsaj nekaj verodostojnosti, se moraš obrniti na zunanje skupine, zato si zelo odvisen od ugotovitev odborov... Ključ se skriva v odboru, ki se ukvarja s tem, in njegovih raziskavah« (Prepis raziskave o BSE, 1998, 29. junij, str. 79–81). Nekatere strokovnjake

Primer 15.3 Stroški, povezani z BSE

BSE je imela precejšne posledice na raznih področjih. Nekatere se da izraziti v denarju, druge so neizračunljive.
Leta 1998 so napovedali, da bodo stroški kmetijstva v Veliki Britaniji zaradi krize BSE od leta 1996 do 2001 dosegli 4,2 milijarde funtov (Spodnji dom parlamenta, 1999). Večinoma je šlo za kompenzacije v gospodarstvu, posebno za kmete, ki so jim odvzeli govedo, starejše od 30 mesecev, in tako preprečili vnos snovi v prehrano ljudi, ter za podporo klavni industriji in industriji krmil. Številka zajema tudi stroške raziskav in administracije. Drugi javnofinančni stroški od leta 1996 vključujejo javno raziskavo o BSE in znašajo približno 25 milijonov funtov (Farmers Weekly Interactive Service, 1999).
Visoki so bili tudi stroški zaradi BSE v zasebnem sektorju. Zaradi prepovedi izvoza britanske govedine marca 1996 je nastalo 700 milijonov funtov izgube na leto (DTZ Pieda Consulting, 1998). V prvih 12 mesecih od marca 1996 se je ocenjena vrednost trgovine z britansko govedino zmanjšala za 36 odstotkov realne vrednosti (kombinacija izgube izvoza in padca domačega povpraševanja) in naj bi britanskemu gospodarstvu povzročila škodo 1,15 milijarde funtov (DTZ Pieda Consulting, 1998).
Bilo bi prezgodaj, če bi poskušali natančno oceniti celotne stroške zaradi BSE, saj še ne vemo, koliko ljudi bo podleglo variantni CJD - novih primerov bo lahko ali kakih sto ali celo milijon (Collinge, 1999).

so izločili tudi zato, ker so delali za neprimerne ustanove. Britanski laboratorij za javno zdravje (PHLS) - uveljavljena ustanova za nadzor nad novimi in starimi boleznimi v Veliki Britaniji - je bil na primer izločen iz odločanja o BSE. Po besedah direktorja valižanskega Zavoda za varovanje zdravja: »Vzrok vztrajnega nasprotovanja sodelovanju s PHLS je bil strah, da bi tako priznali možnost, da je ogroženo javno zdravje« (Phillips idr., 2000, Zvezek 11, str. 4.28).

Visoki politični svetovalci so poskušali tudi zagotoviti, da bi strogo nadzorovali pooblastila, vodenje in poročila pri raziskavah BSE. Marsikaterih ključnih poskusov sploh niso izvedli ali pa so bili močno v zaostanku, podatke in dokaze so včasih skrivali in jih niso delili z drugimi raziskovalci. Naključne obdukcije živali v klavnicah bi pomagale pripraviti ocene o številu živali, ki so okužene, a ne kažejo kliničnih znakov obolenja in se jih uporablja v človeški prehrani. Laboratoriji in oprema so bili na voljo in stroški bi bili razmeroma nizki, a v Veliki Britaniji so izvedli le en tak pregled, in sicer leta 1999, pa še to na govedu, ki ni bilo namenjeno za prehrano ljudi. Zelo pomemben poskus, ki naj bi pokazal, ali govedo dobi BSE, kadar ga krmimo s krmo, okuženo s praskavcem, so izvedli šele leta 1996 (Prepis raziskave o BSE, 11. marec 1998, str. 132). Ko je bilo BSE treba prijavljati, so postali vsi možgani okuženega goveda last MAFF, in ministrstvo je nenavadno odločno nasprotovalo temu, da bi vrhunske znanstvenike v ZDA oskrbelo s patogenim materialom (Raziskava o BSE, 1999a, odst. 493-505). Če bi pri snovanju politike upoštevali previdnostno načelo, bi namreč pridobili veliko več dokazov, o katerih bi bilo treba obveščati javnost.

Primer 15.4 Sklepi Phillipsove raziskave

Januarja 1998 je laburistična vlada sprožila raziskavo, da bi »ugotovila in pregledala potek pojavljanja in ugotavljanja BSE in variantnega CJD ter sprejete ukrepe do 20. marca 1996« in da bi »ugotovila ustreznost odziva, upoštevajoč takratno znanje«. Raziskovalni odbor, ki mu je predsedoval sodnik Phillips, je zbral ustne in pisne izjave več kot 600 prič in poročal o tem oktobra 2000.

Poročilo v 16 zvezkih bolj predstavi postopke kot njihove rezultate, kajti raziskovalna skupina se je izogibala sodbam, ali so bile odločitve ustrezne ali ne, in je rajši izpostavila vprašanja komuniciranja v vladi in zunaj nje, uporabo strokovnih nasvetov in sodelovanje med ministrstvi. Phillipsova glavna kritika je bila, da je na odločanje najbolj vplivalo namerno prepričevanje javnosti. Raziskovalna skupina je kljub temu ugotovila, da so bile odločitve pravilne, čeprav niso bile vedno pravočasne, dobro načrtovane in izvedene.

Phillips in kolegi so med drugim sklenili, da »si je vlada prizadevala za zdravje ljudi« in da »se politika MAFF (ministrstva za kmetijstvo, ribištvo in prehrano) ni nagibala v korist kmetijskih proizvajalcev na škodo potrošnikov«. Vendar je težko razumeti, kako so lahko oblikovali taka sklepa na podlagi razpoložljivih dokazov, med katerimi so nekateri povzeti tudi v tem študijskem primeru.

Phillipsovo poročilo vsebuje 160 posameznih lekcij. Mnogi se nanašajo na zdravje živali in proizvodno prakso v kmetijstvu, večina splošnih sklepov pa zadeva:

- pravilno uporabo in vlogo svetovalnih odborov;
- vzdrževanje zadostnega notranjega strokovnega znanja in izkušenj;
- boljše sodelovanje med strokovnjaki za zdravje ljudi in živali;
- pravilno izvajanje, delovanje in uveljavljanje ukrepov;
- koordinacijo raziskav, s čimer se zmanjšajo dvomljive odločitve;
- vodilo, da dvom lahko opraviči ukrepanje;
- pomembnost ustvariti vero in zaupanje;
- odkrito obveščanje o morebitnih dvomih;
- odprtost in odkritost.

Veliko teh sklepov je pomembnih za razpravo o previdnosti, nobeden pa ne ponudi jasnih odgovorov, kakšni ukrepi bi se obnesli pri odločanju in raziskovanju v praksi.

15.6 Neuspehi in končni propad političnega konstrukta

V letih po Southwoodovem poročilu je resnica o MAFF-ovi pomirjajoči pravljici vse bolj prihajala na dan. Delno zaradi znanstvenih dokazov, ki niso bili nikoli zelo spodbudni in so postajali celo vse manj spodbudni, ker je ministrstvo slabo nadzorovalo širjenje informacij, in tudi zato, ker so se udeleženci in posredniki, ki niso bili pod nadzorom ministrstva, odločali po svoje. To se je dogajalo kljub odločnim poskusom ministrstva, da bi ohranilo svojo politiko navkljub njenim očitnim slabostim in kopičenju nasprotnih dokazov.

Do konca leta 1995 je vrsta dogodkov prisilila MAFF, da je poostril predpise, čeprav bolj za nazaj kot za naprej. Do tedaj se je povečalo

število znanstvenikov doma in v svetovni raziskovalni skupnosti, ki so postajali vse bolj zaskrbljeni zaradi tveganja, ki ga prinaša BSE. MAFF-ova politika se je končno sesula marca 1996 po pojavu nove različice CJD (sčasoma poimenovane variantna ali vCJD) v Veliki Britaniji in ko je SEAC sklenil, da je najverjetnejši vzrok uživanje hrane, okužene z BSE.

15.7 Sklepi

Vse odkar so odkrili BSE v britanski goveji čredi, je jasno, da bo težko uveljavljati previdnostni pristop v zvezi s to boleznijo. Novembra 1986 je precej okuženega goveda že končalo na krožnikih in celo takrat bi bilo izkoreninjenje bolezni zelo drago.

Kljub temu bi vlada lahko storila marsikaj za zmanjšanje tveganja potrošnikov in dolgoročno tudi za mesno industrijo in državno blagajno, še posebej, če bi javno priznali znanstvene dokaze. Namesto tega je britanska vlada zagotavljala, da skrbno varuje javno zdravje, v resnici pa varovanje podredila podpori kmetijske prodaje in pri tem pazila, da je kar najbolj zniževala posege države in javne izdatke. Ukrepi, ki jih je uvedla, so bili preskromni ali prepozni, pa še tedaj jih niso dosledno izvajali. Poleg tega je bilo vloženo premalo sredstev v raziskave. Dosledno so se izogibali tudi vključevanju neodvisnih raziskovalcev.

Če bi britanska vlada res želela uveljaviti previdnostni pristop, bi morala najprej temeljito preoblikovati ustanove in ločiti odgovornost za zakonodajno področje in pokroviteljstvo. Zgodba o BSE je izzvala ponovno presojo načina, kako se določajo tveganja za javno zdravje in okolje in kako s tem upravljajo v Veliki Britaniji. Maja 1997 je britanska vlada priznala, da je bilo temeljno protislovje med glavnimi pristojnostmi ministrstva za kmetijstvo. To priznanje je narekovalo odločitev o ustanovitvi posebne agencije za prehrano.

Če bi upoštevali previdnostni pristop, bi morali sprevideti, kako malo »nepristranskih znanstvenih dognanj« je bilo na voljo, in sprožili bi odprto polemiko o slabostih in prednostih različnih načinov ukrepanja. Zakon o svobodnem dostopu do informacij bi lahko spremenil način, kako politično-svetovalna telesa predstavljajo znanstvene dokaze. Tudi ločitev ustanov na tiste, ki strokovno svetujejo, ocenjujejo tveganje in raziskujejo, ter na tiste, ki odločajo, bi spodbudila izmenjavo mnenj o možnih tveganjih. Poleg tega bi preprečili prikrivanje negotovosti, če bi podpirali raziskave, tudi interdisciplinarne, na čim več področjih in z vključevanjem čim več ustanov, ki imajo prost dostop do podatkov.

Eden od dejavnikov, ki je pred marcem 1996 podpiral MAFF, da je vztrajal pri optimistični pripovedi, je bila pripravljenost strokovnih svetovalcev, da so svoje nasvete oblikovali na podlagi znanstvenih pa tudi neznanstvenih dejstev in vse skupaj predstavljali javnosti kot čisto znanost. To je ustrezalo ministrom, ker so lahko trdili, da se ravnajo po nasvetih strokovnih svetovalcev, pa tudi strokovnjakom, da so se počutili vplivni in pomembni. Če bi bila vloga strokovnih svetovalcev jasneje razmejena ter bolj na očeh stroke in javnosti, bi lahko pričakovali bolj previdnosten pristop. Ker na ocene tveganj vedno vplivajo socialni in ekonomski dejavniki, naj bi odgovornost za izražanje in opravičevanje okvirnih predvidevanj pripadla demokratično odgovornim ministrom, strokovni svetovalci pa naj bi bili zadolženi za zbiranje in razlago primernih dokazov. Od marca 1996 so člani SEAC bolj neodvisni kot njihovi predhodniki. Ko so ocenjevali tveganje uporabe mesa s kostjo, so namreč natančno opredelili možne posledice različnih ravnanj in izrecno nakazali odločitve, ki bi jih ministri morali sprejeti. Politika BSE je postala previdnejša, ker je bolj odprta in preverljiva posebej od ustanovitve nove agencije za prehrano Združenega kraljestva.

BSE – Prva svarila in ukrepi Preglednica 15.1

Vir: EEA

Sredina sedemdesetih	Združene države prepovedo uporabo mesa s praskavcem okuženih ovac in koz v krmi za govedo.
1979	Britanska Kraljeva komisija za onesnaževanje okolja prizna tveganje povzročiteljev bolezni v živalski krmi in predlaga temeljne standarde za predelovalno industrijo.
1986	Uradno priznajo prve primere BSE.
1988	Prvo zapisano uradno priznanje, da se BSE lahko prenaša na ljudi.
1988	Ustanovljen je Southwoodov odbor, ki predlaga, da goveda s kliničnimi znaki ne bi uporabljali za hrano ljudi ali živali.
1989	Prepoved prežvekovalske krme, zakol in uničenje prizadetega goveda in posebna prepoved goveje drobovine (SBO).
1995	Pri skoraj polovici pregledanih klavnic se izkaže, da ne upoštevajo prepovedi uporabe goveje drobovine.
1995	Znaki, da BSE lahko povzroča Creutzfeldt-Jakobovo bolezen (CJD).
1996	Končno se začnejo poskusi, s katerimi ugotovijo, ali govedo, ki uživa s praskavcem okuženo krmo, dobi BSE.
1996	BSE-kriza, ki nastopi ob pojavu variantne CJD v Veliki Britaniji in ugotovitvi, da je najverjetnejši vzrok okužena hrana.
1998–2000	Izvedena je Phillipsova raziskava in izide poročilo v 16 zvezkih. Sklepi ne ocenjujejo sprejemanja vladnih ukrepov dovolj ostro. Odločitve naj bi bile sicer pravilne, le da niso bile vedno pravočasne, dobro načrtovane in izpeljane.

15.8 Viri

Barclay, C., 1996. 'Bovine spongiform encephalopathy and agriculture', House of Commons Library Research Paper No 96/62, 15 maj.

BASES, n.d. *General introduction, national action systems and TSEs in Europe*, na spletni strani http://www.upmf-grenoble.fr/inra/serd/BASES/

BSE Inquiry, 1999a. 'The Central Veterinary Laboratory 1985–1989', Revised factual account, No 4.

BSE Inquiry, 1999b. 'The early days', Revised factual account, No 5.

BSE Inquiry, 1999c. 'Slaughter and compensation', Revised factual account, No 6.

BSE Inquiry, 1999d. 'Ruminant feed ban', Revised factual account, No 7.

BSE Inquiry, 1999e. 'The introduction of the SBO ban', Revised factual account, No 8.

BSE Inquiry, 1999f. 'Consideration of the risk from mechanically recovered meat (MRM) in 1989', draft factual account, No 14.

BSE Inquiry transcript, 1998. Na spletni strani http://www.bse.org.uk

'Cash for cows', 1996. *The Economist* Vol. 338, No 7959 (30. marec).

Collinge, J. 1999. 'Variant Creutzfeldt-Jakob disease', *The Lancet* Vol. 354, No 9175 (24. julij), str. 317–323.

Cooke, B. C., 1998. 'A brief history of the use of meat products, especially meat and bone meal in the feeds for ruminant animals', The BSE Inquiry, Statement No 27.

Dealler, S. 1996. 'Can the spread of BSE and CJD be predicted?' v Ratzan, S. C. (ur.), *The mad cow crisis*, UCL Press, London.

DTZ Pieda Consulting, 1998. 'Economic impact of BSE on the UK economy', Report to UK agricultural departments and HM Treasury.

Evropska Komisija, 2000. White Paper on food safety in the European Union COM(99)719, 12. januar, na spletni strani http://europa.eu.int/comm/food/fs/intro/index_en.html

Evropski parlament, 1996. 'Replies from the Commission to questions from the Committee members', Temporary Committee of Inquiry

into BSE, Doc_PE 218.980, 18. september.

Evropski parlament, 1997. 'Report on alleged contravention or maladministration in the implementation of Community law in relation to BSE, Part B, Work of the Committee of Inquiry and basic data', Doc_EN\RR\319\319055 A4-0020/97A, 7. februar.

Farmers Weekly Interactive Service, 1999. Na spletni strani http://www.fwi.co.uk (stanje 26. aprila 1999).

Hansard, 1990. 8. junij.

House of Commons, 1999. *BSE: The cost of a crisis*, Select Committee on Public Accounts, 24th report, HC 790, HMSO, London.

House of Commons Agriculture Committee, 1990. 'Bovine spongiform encephalopathy (BSE)', Fifth report, 10. julij.

House of Commons Agriculture and Health Select Committees, 1996. 'Bovine spongiform encephalopathy (BSE) and Creutzfeldt-Jakob disease (CJD): Recent developments', Minutes of evidence, HC-331.

Kimberlin, R. H., Cole, S. in Walker, C. A., 1987. 'Temporary and permanent modifications to a single strain of mouse scrapie on transmission to rats and hamsters', *Journal of General Virology* Vol. 68, str. 1875–1881.

Martin, W. B., 1998. 'Involvement with scrapie as Scientific Director of the Moredun Research Institute', The BSE Inquiry, Statement No 5.

Minute, 1988. Minute from the private secretary of Mr MacGregor to the private secretary of Mr Thompson, z dne 29. februarja 1988, BSE Inquiry Document No YB 88/2.29/4.1.

Nature, 1990. 24. maj, str. 278.

New Scientist, 1996. 30. marec, str. 4.

Panorama, 1996. Televizija BBC, oddaja 17. junija.

Phillips idr.., 2000. *The BSE Inquiry Report. Evidence and supporting papers of the inquiry into the emergence and identification of bovine spongiform encephalopathy (BSE) and variant Creutzfeldt-Jakob disease (vCJD) and the action taken in response to it up to 20 March 1996*, The Stationery Office, London.

Radio Times, 1992. Keith Meldrum, citat v izdaji z dne 31. maja.

RCEP, 1979. 'Agriculture and pollution', Seventh report, Royal Commission on Environmental Pollution.

16. Dvanajst poznih lekcij

Skupina urednikov

16.1 Uvod

Študije primerov opisujejo obilico »poznih lekcij« v podporo prihodnjim političnim usmeritvam reševanja težav. Če bi jih poskušali vse povzeti, bi morali pravzaprav ponavljati vsebino študij. Koristneje se zdi vrniti na štiri obsežna vprašanja, ki smo jih postavili avtorjem, in povzeti nekaj specifičnih lekcij ter tako kar najbolj zmanjšati ponavljanje napak ali vsaj spregledanih zadev iz preteklosti.

Prvo postavljeno vprašanje je bilo, kdaj je bilo prvič izrečeno verodostojno znanstveno zgodnje svarilo. Drugo je bilo, kdaj so oziroma niso regulativni in drugi odgovorni organi uvedli bistvene ukrepe za zmanjšanje tveganja ter kakšno je bilo to ukrepanje oziroma neukrepanje. Tukaj je ključna velikost vrzeli med ugotovitvijo specifičnega problema in učinkovitim ukrepanjem. Za mnoge študije primerov lahko rečemo, da je bila ta vrzel dolgotrajna, saj je zajemala več let oziroma desetletij, včasih pa celo več kot stoletje. To morda ni bilo presenetljivo, dokler niso v sedemdesetih in osemdesetih letih 20. stoletja ugotovili potrebe po previdnostnem načelu. Vendar so bili celo po tem relativno redki primeri jasnega preventivnega ukrepanja. Opaziti je tudi, da je razprava o previdnostnem načelu včasih delovala kot bitka med Evropsko unijo (EU) in Severno Ameriko, čeprav zgodovinski potek primerov kaže drugo zgodbo, v kateri različne ustanove v Severni Ameriki in Evropi različno sprejemajo potrebe po previdnosti.

V mnogih študijah primerov so bile ustrezne informacije o potencialnih nevarnostih na voljo že veliko prej, preden so zakonodajalci upoštevali nasvete, vendar tem informacijam pristojni za odločanje niso posvetili pozornosti dovolj zgodaj ali pa jim zaradi tega ali onega razloga niso zares verjeli. Res je tudi, da so ljudje, ki odločajo, v nekaterih študijah primerov zaradi kratkoročnih ekonomskih in političnih medsebojnih vplivov (glej študije primerov o azbestu, polikloriranih bifenilih, Velikih jezerih ter žveplovem dioksidu in zakisljevanju) uspešno preslišali tako zgodnja kot »glasna in pozna« svarila.

Tretje vprašanje je bilo, kolikšni so bili končni stroški in kakšne so koristi ukrepanja oziroma neukrepanja. Pokazalo se je, da so na to vprašanje avtorji študij primerov najtežje izčrpno odgovorili. Deloma je to pripisati ozadju mnogih, ki so predvsem tehnični strokovnjaki na svojih področjih, in ne toliko strokovnjaki za presojo ekonomskih stroškov in koristi oziroma argumentov v prid ukrepanja ali proti njemu. Vendar je to že samo po sebi zahtevno področje, polno nasprotij. Ni verodostojnega načina, da bi argumente za alternativne poti ukrepanja ali proti njim omejili na eno samo številko, ekonomsko ali drugače, če ne zaradi drugega, že zato, ker gre za vprašanje primerjanja neprimerljivega in ker je malo verjetno, da bodo argumenti za ali proti enakomerno porazdeljeni po vseh interesnih skupinah. Te zaplete se sicer da reševati konstruktivno, a konec koncev namen te publikacije ni vsesplošna analiza.

Z nekaterimi vidiki stroškov in koristi pa se je vendarle nujno ukvarjati, ko obravnavamo četrto vprašanje, postavljeno avtorjem: »Katere lekcije nam lahko pomagajo pri odločanju v prihodnosti?« Vprašanje je ključno za namen te publikacije.

Projekt Evropskega znanstveno-tehnološkega observatorija (ESTO) o tehnološkem tveganju in obvladovanju negotovosti (glej na primer, Stirling, 1999) je zagotovil začetni okvir te analize. Določa izčrpno strukturo za obravnavanje vprašanj, povezanih s previdnostjo. Poleg tega, da pomaga upoštevati lekcije, daje tudi priložnost za preskušanje ali pripravo veliko vprašanj, ki izhajajo iz študije ESTO, v primerjavi z ogromno količino zgodovinskega gradiva iz študij primerov. Večino ključnih vprašanj, ki so izšla iz študij primerov, bi lahko zajeli v naslednjih dvanajstih poznih lekcijah:

1. Priznati nevednost in se odzvati nanjo kot tudi na negotovost in tveganje pri ocenah tehnologije in javnem sprejemanju odločitev.
2. Zagotoviti ustrezen dolgoročni nadzor nad okoljem in zdravjem ter raziskave zgodnjih svaril.
3. Ugotoviti »slepe pege« in vrzeli v strokovnem vedenju ter si prizadevati za njihovo zmanjšanje.
4. Odkriti in zmanjšati interdisciplinarne ovire za učenje.
5. Zagotoviti ustrezno upoštevanje stvarnih razmer v zakonodajnih ocenah.
6. Sistematično in temeljito pregledati zahtevane utemeljitve in koristi za potencialna tveganja.
7. Oceniti niz alternativnih možnosti za izpolnjevanje potreb poleg preučevane možnosti in promovirati bolj vzdržljive, različne in prilagodljive tehnologije za znižanje stroškov presenečenj in povečanje koristi inovacij.
8. V oceni zagotoviti uporabo »laičnega« in lokalnega znanja ter ustrezno strokovno znanje in izkušnje.
9. V celoti upoštevati domneve in ocene različnih socialnih skupin.
10. Ohraniti neodvisnost zakonodajalcev zainteresiranih strank in inkluzivni pristop k zbiranju podatkov in mnenj.
11. Ugotoviti in zmanjšati institucionalne ovire pri učenju in ukrepanju.
12. Izogibati se »paralizi zaradi analize«, tako da se zmanjša potencialno tveganje, kjer je zaskrbljenost upravičena.

Razlike med temi različnimi vidiki niso pomembne zaradi svoje dokončnosti, temveč zaradi ilustrativnosti. Mnoge so jasno povezane. Nekatere je mogoče sestaviti ali še bolj razčleniti. Tukajšnji povzetki vsekakor zagotavljajo podlago za praktično uresničevanje previdnostnega načela. Mnoge lekcije se nanašajo na vrsto, kakovost, obdelavo in uporabo informacij, postavljenih v okvir bolj demokratičnega procesa z več udeleženci. Takšno celovito in izčrpno ocenjevanje nevarnosti in možnosti je treba jasno povezati z verjetnim obsegom možnih posledic (okoljskih, socialnih in gospodarskih) določene dejavnosti.

Pri pripravi teh lekcij je veljalo, da se ne vključuje gradivo, ki ni bistveno za študije primerov. Kljub temu je v zadnjem delu obravnavano nekaj bolj splošnih točk, ki skušajo postaviti sklepe v okvir drugih dogajanj na obravnavanem področju.

16.2 Dvanajst poznih lekcij

16.2.1 Odzivanje na nevednost in negotovost

Osrednja lekcija te knjige je pomembnost prepoznavanja in polnega razumevanja narave in omejitev našega znanja. V tem, kar pogosto imenujemo negotovost, se pravzaprav skrivajo pomembne tehnične razlike (glej primer 16.1). Pri vseh dejavnostih v študijah primerov se je uporabila določena (formalna ali neformalna) oblika ocene tveganja. Vendar pa se je zanemarjalo dejstvo, da ocena tveganja nekaterih dejavnikov zagotovo ne bo zajela. Razlog za to je nevednost, ki je vir neizbežnih presenečenj ali nenapovedanih posledic.

Ne glede na raven znanja bo vedno obstajala tudi nevednost. Bistveno je, da smo pozorni na potencialne vrzeli v tem znanju, ki so del našega odločanja, ter da jih priznavamo. Presenečenju se ni mogoče izogniti. Tako kot je temelj znanstvenega raziskovanja predvidevanje pozitivnih presenečenj (»odkritij«), bo raziskovanje vedno prinašalo tudi ustrezno možnost negativnih presenečenj. Kompleksni, kumulativni, sinergični ali zlasti posredni učinki so bili že po svoji naravi tradicionalno neustrezno obravnavani pri sprejemanju zakonodaje.

Tako je pri previdnostnem pristopu k urejanju ključna večja pripravljenost priznati možnost presenečenja. To ne pomeni zatekanja k vsesplošnemu nasprotovanju inovacijam. Dejstvo je, da priznavanje neizbežnih omejitev znanja vodi k večji skromnosti glede statusa razpoložljivega strokovnega znanja, kar pa zahteva večjo skrb in premislek pri sprejemanju odločitev. To hkrati vodi k presojam, ki vključujejo več znanstvenih strok, več vrst informacij in znanja ter več odjemalcev.

Posledice nevednosti so lahko zelo resne, kar je pokazala študija primera o halogeniranih ogljikovodikih. Pred hipotezo o vzroku tanjšanja ozonskega plašča leta 1974 je bil danes dobro znan vpliv klorofluoroogljikovodikov (CFC) izrazit kandidat za večdesetletno nevednost. Ne le verjetni, temveč tudi dejanski možnosti »ozonske luknje« se ni posvečalo pozornosti. Kemikalije, ki so bile v »normalnih« razmerah relativno neaktivne in nenevarne (in po ustaljenih normah manj nevarne od snovi, ki so jih te kemikalije nadomestile), so se začele v razmerah, ki jih v ocenah tveganja niso upoštevali, obnašati precej drugače. Učinki sintetičnega estrogena dietilbestrola (DES) na potomce bolnikov so bili popolno presenečenje, vendar pa kopičenja snovi z organskim delovanjem v plenilcih zaradi uporabe antivegetativne snovi, ki vsebujejo kositrovtributil (TBT), preprosto niso predvideli. Avtorji študije primera o antibiotičnih snoveh pravijo: »Utemeljitev za poznejšo razvodenitev sklepov (Swannovega odbora) in kompromisov o njegovih priporočilih je temeljila predvsem na ozkih pogledih na tisto, kar je bilo točno znano, namesto da bi upoštevala tisto, kar ni bilo znano, oziroma nevednost na samem področju. Z drugimi besedami, potrebujemo znanost, ki z večjo skromnostjo in manjšim samoprecenjevanjem sprejema zapletenost, negotovost in neznano.«

Lekcija se zdi jasna. Namesto da usmerjamo pozornost zgolj na najbolj enostavne in neposredne vplive, je treba pri presoji pri sprejemanju zakonodaje posvetiti pozornost kar najširšemu razponu pogojev in učinkov, ki jih upravičeno pričakujemo. Ko sprejmemo, da nam lahko celo v najširše zasnovanem ocenjevalnem procesu ne uspe predvideti »presenečenj«, lahko veliko naredimo za zaščito pred nekaterimi posledicami nevednosti in presenečenja, ki se pojavljajo povsod.

To spoznanje je bistvo študij primerov in osrednji element previdnosti. Na prvi pogled se morda zdi zahteva po odzivu na nevednost popolnoma nemogoča. Kako je mogoče načrtovati strategije za preprečitev posledic, ki jih načeloma ne poznamo? Vendar pa študije primerov kažejo, da je to mogoče storiti precej bolje kot v preteklosti.

Na primer, čeprav ni tako preprosto, kot se zdi, lahko upoštevamo možne nepopravljive posledice dejanj, čeprav jih mogoče še ne poznamo. Pri halogeniranih ogljikovodikih, polikloriranih bifenilih (PCB) in metilnem terciarnembutiletru (MTBE), ki so umetne kemikalije, bi lahko kot svarilni znak vzeli njihovo novost. Že na začetku je bilo dovolj znano o njihovi obstojnosti v okolju, da bi to lahko veljalo kot še eno svarilo. Z lahkoto bi se tudi razpršili in postali prisotni v celotnem fizičnem okolju, kar je še eno svarilo. Če bi te snovi sprostili v okolje in bi se pojavile težave, bi že od začetka lahko sklepali, da bo trajalo veliko let, preden bomo odpravili težave in njihove povzročitelje. Študija primera Velikih jezer ponazarja dolgoročne nevarnosti, ki so povezane z drugimi obstojnimi organskimi onesnaževali. Čeprav v drugih primerih morda na začetku še ni bilo znano, kako nepopravljivo je ravnanje, so se potem, ko je to postalo očitno, zakonodajalci zelo pogosto prepozno odzvali. Relativno hitro so ugotovili, da je TBT bolj obstojen, kot so sprva predvidevali, da je obstojnost azbestnega prahu problem, pa so tako vedeli že več desetletij. V nobenem primeru pri ukrepih za zmanjšanje nevarnosti niso dovolj zgodaj upoštevali dolgoročnega učinka. Če obstojnost in bioakumulacijo uporabimo kot sito za izločevanje potencialnih kemičnih nevarnosti, se zdi, da bosta obseg in resnost prihodnjih »presenečenj« najverjetneje manjša.

Seveda pa nepopravljivost ni omejena na možne posledice kemičnih snovi. Danes vemo, da je odpornost proti antibiotikom dolgoročna. V ribištvu lahko traja zelo dolgo, preden si staleži opomorejo od zloma, če si sploh opomorejo. Razmišljanje o nepopravljivosti ali počasnem odpravljanju posledic dejanj je nujna sestavina širše zasnovanega pristopa k ocenjevalnemu postopku. Pri oceni je treba ustrezno pozornost posvetiti tudi stopnji možne nevarnosti, zlasti če ima svetovne razsežnosti in če je na voljo samo en »poskusni« model.

Študije primerov prinašajo tudi določeno potrditev, da je potencialne težave mogoče pred-

videti. Pri antibiotikih v kmetijstvu se je z novimi dognanji postopoma spremenilo prepričanje o majhnem tveganju, da bi se odpornost proti antibiotikom lahko prenesla na ljudi. Že v šestdesetih letih je strokovni britanski Swannov odbor predvidel mnoge od poznejših težav. Ta zgodnji primer občutljivosti za možne vire nevednosti je pozneje potlačila pretirana samozavest znanosti glede varnosti antibiotikov. Prav tako bi lahko pri polikloriranih bifenilih resneje obravnavali zgodnje rezultate, recimo tiste, ki so jih dobili pri testiranju živali leta 1937.

Če se ugotovi škodljiva lastnost kemikalije, je pametno pomisliti, da je to morda povezano z drugimi potencialno škodljivimi učinki, ki pa so manj očitni. V študijah primerov so bili kratkoročni akutni učinki, ki jih je bilo mogoče hitro ugotoviti, predhodniki manj očitnih kroničnih težav, ki so včasih nastopile po več desetletjih, vključevali pa so emisije žveplovega dioksida, ionizirajoče sevanje, benzen, azbest, TBT in poliklorirane bifenile. Vendar ni nujno, da bi to jemali kot splošno pravilo. Razmerje je milo povedano nesorazmerno. Medtem ko je akutne učinke mogoče povezati s kroničnimi posledicami, pa kronični učinki niso vedno posledica akutnih, kar nam dokazujejo goveja spongiformna encefalopatija (BSE) in halogenirani ogljikovodiki. Podobno so lahko škodljivi učinki, opaženi pri divjih živalih, koristne »varovalke«, ki nas opozarjajo na možne nevarnosti za ljudi. Za to so potrebne celovite ocene nevarnosti za okolje in zdravje.

Treba je tudi razlikovati med nevednostjo pri odločanju in nevednostjo, s katero je prežeta celotna družba. Prva kategorija, ki bi jo lahko poimenovali »institucionalna nevednost«, se nanaša na položaj, ko v družbi obstajajo za odločanje potrebne informacije, vendar niso na voljo tistim, ki sprejemajo odločitve. V tem primeru je mogoče posledična »presenečenja«, čeprav so lahko resna, precej dobro določiti. To vprašanje smo ponazorili v večini študijah primerov te knjige. Rešiti ga je mogoče z vrsto določb za učinkovitejšo komunikacijo in družbenim ozaveščanjem. Bolj neobvladljivo je slednje, namreč stanje »družbene nevednosti«. Tudi to vprašanje je ponazorjeno v mnogih študijah primerov (vključno z BSE) in zahteva precej drugačne pristope, ki vključujejo znanstveno raziskovanje in pospeševanje raznovrstosti, prilagodljivosti in prožnosti pri odločanju in tehnoloških izbirah. K tem vprašanjem se bomo vrnili v zadnjem razdelku tega poglavja.

16.2.2 Raziskovanje in spremljanje zgodnjih svaril

Splošno raziskovanje in dolgoročno spremljanje lahko opustimo, ker sta predragi in preveč razpršeni. Dobro načrtovano raziskovanje in spremljanje pa je bistveno za sistematično prepoznavanje področij negotovosti. Vsekakor je treba premisliti, kako voditi splošno spremljanje, da poglobimo zaznavanje zgodnjih svaril pri težavah, ki nastajajo iz nevednosti. Zavest o negotovosti in nevednosti pomaga pri postavitvi ustreznih raziskovalnih vprašanj za znanstveno oceno. Ustrezno financiranje raziskav in spremljanja, namenjeno odkrivanju zgodnjih svaril, je torej bistvenega pomena za odločen pristop k zakonski presoji potencialnih nevarnosti.

Študija primera halogeniranih ogljikovodikov in ozonske luknje je bila splošna raziskava, narejena »iz radovednosti«. Končala se je z odkritjem tanjšanja stratosferske ozonske plasti na Antarktiki. Odkritje je bilo pravzaprav nenačrtovano (glej naslednje poglavje). Čeprav se je poudarjala izključno kot akademska znanstvena raziskava, bi težko rekli, da gre za verodostojen odsev zavestnega spremljanja.

Veliko raziskav kaže na to, kako pomembno je temeljito, dolgoročno spremljanje. Čeprav so se pri azbestu, benzenu in PCB-jih dokazi o škodljivih vplivih na zdravje pojavljali že v 19. stoletju, sistematično spremljanje takrat ni imelo nobene vloge. Podatkov sploh niso zbirali (benzen) ali pa so jih počasi in bolj *ad hoc* zbirali več desetletij. Verjetno so domnevali, da bi se pri morebitnih škodljivih vplivih dokazi pojavili sami od sebe in pravočasno za ukrepanje. Drugačen pristop bi vsekakor lahko preprečil škodljive vplive že prej. Če postaja človekovo delovanje geografsko vse bolj razširjeno in se napredka ne da več zau-

Primer 16.1 Tveganje, negotovost in nevednost

Previdnostno načelo se obravnava predvsem kot način reševanja pomanjkanja znanstvene gotovosti. Temelj naših sklepov zadeva naravo same znanstvene gotovosti. Nujno potrebujemo bolj celovito in sistematično osnovo za premislek o različnih načinih, na katere lahko znanstvena negotovost prežame regulativno presojo.

Tu je treba najprej omeniti **tveganje**, kakor je uradno opredeljeno v verjetnostni teoriji. V tem primeru vnaprej poznamo vse možne izide in lahko njihovo relativno verjetnost ustrezno izrazimo kot možnosti. Kadar prevladuje to stanje, je ocena tveganja učinkovit način, ki lahko rešuje življenja, preprečuje škodo okolju in zagotovi trdno podlago za odločanje. Vendar na presoje, kaj je opredeljeno kot ogroženo in o pravem ravnovesju pri odločanju nujno vplivajo subjektivne predpostavke in vrednote.

V **negotovosti**, kakor je formalno opredeljeno, ne obstaja ustrezna empirična ali teoretična podlaga za določanje verjetnosti izidov. Morda je to zaradi novosti takih dejavnosti ali zaradi njihove zapletenosti ali spremenljivosti. Kakorkoli že, obseg konvencionalne ocene tveganja je preozek, da bi jo bilo primerno uporabljati pri negotovosti. Čeprav obstajajo koristne tehnike, kot so previdnostni dejavniki, analize različnih možnosti in občutljivosti, pa te ne zagotavljajo ustrezne ocene učinkov različnih možnosti. Tukaj so presoje o pravilnem ravnovesju pri odločanju še bolj obremenjene s subjektivnimi predpostavkami in vrednotami.

Mnoge študije primerov v tej knjigi vključujejo primere, v katerih je presoja pri sprejemanju zakonodaje potekala ne le ob pomanjkanju gotovosti glede verjetnosti različnih izidov, temveč tudi ob nepoznavanju samih možnosti. Tako so se pri odločanju srečevali s stalno možnostjo presenečenja. To stanje se uradno imenuje **nevednost**. Tu je še bolj kot pri negotovosti poudarjena potreba po zdravi skromnosti glede zadostnosti razpoložljivega strokovnega znanja in, kar je odločilno, glede institucionalne zmožnosti, da se odprto razmisli o kakovosti in koristnosti razpoložljivega znanja. Presoja pri sprejemanju zakonodaje mora izrecno obravnavati posledice alternativnih predvidevanj in sistematično zapisovati, kako se te navezujejo na prihodnost različnih družbenih skupin in na okolje.

Ko si enkrat priznamo, da verjetnosti določenih izidov ne moremo v celoti količinsko opredeliti, ali ko nekaterih drugih možnosti sploh ne obravnavamo, položaja ne označuje več zgolj tveganje, temveč tudi negotovost in nevednost. Za ponovno pridobitev zaupanja javnosti v zakonodajno odločanje je nujno sprejeti trdne, transparentne in odgovorne pristope do različnih vidikov tveganja, negotovosti in nevednosti.

Pri odločanju mora biti bolj jasno in sistematično določeno, kakšna naj bo raven dokazov, ki so potrebni za utemeljitev zmanjševanja nevarnosti. Primeri vključujejo »znanstveno utemeljen sum«, »upravičeno zaskrbljenost«, »uravnotežene dokaze« in »zunaj upravičenega dvoma« (glej Preglednico 16.1 v zadnjem razdelku tega poglavja in njeno razlago v zadnjem delu tega poročila). Zato je na voljo cela vrsta možnosti ravni dokazov za določanje osnove za ukrepanje, vsaka pa različnim skupinam prinaša različne stroške in koristi. Te različne ravni dokazov zagotavljajo bolj izdelano podlago za tehtanje možnih koristi in škodljivih učinkov od preproste razglasitve pravilnosti in zgrešenosti.

staviti, potem postaja uporaba "sveta kot laboratorija" vedno bolj problematična. Verjetno se še vedno velikokrat predpostavlja, da se bodo kakršnekoli večje težave pojavile pravočasno za ukrepanje. Kakorkoli – tu bi moralo biti več ekološkega in biološkega nadzora nad edino biosfero, ki jo imamo.

Za te študije primerov je še značilno, da celo pri zadevah, ki so jih kot »kritične« prepoznali v zgodnji fazi, niso vedno ukrepali pravočasno in učinkovito. Pri BSE se v Veliki Britaniji do zadnjega niso lotili raziskav. BSE so najprej opredelili kot novo bolezen pri govedu leta 1986, toda raziskav, ki bi potrdile domnevno, da se BSE ne prenaša na potomce pri živini – kar je bilo pomembno za zgodnje stališče britanskega Ministrstva za kmetijstvo, ribištvo in prehrano (MAFF) – se niso lotili vse do leta 1989. Na koncu se je pokazalo, da se je bolezen prenašala na potomce. Podobno se tudi poskusi v zvezi s prenosom ovčjega praskavca na govedo (priljubljena hipoteza o izvoru bolezni) niso začeli vse do leta 1996. Nikoli niso opravili raziskav o številu kužnega goveda brez bolezenskih znakov, ki sodeluje v prehranjevalni verigi. Vendar je britanska vlada pri tem stalno in vztrajno zatrjevala, da dokazov ni, pri čemer jih sploh niso iskali. To je bil klasičen primer, da so trditev, da »ni nobenih dokazov o škodi«, napačno razlagali kot »dokaz, da ni nobene škode«.

Podobne zakasnitve pri opravljanju ustreznih znanstvenih raziskav so dokumentirane tudi drugod. Kljub redni uporabi antibiotikov v živinoreji zaskrbljenosti zaradi posledic odpornosti, ki jih je leta 1967 opredelil Swannov odbor, niso upoštevali vse do devetdesetih. To se je dogajalo kljub dolgoletnemu vedenju, da bi razširjena uporaba antibiotikov lahko pripeljala do prehitre odpornosti. Tudi pri azbestu ni bilo sistematičnega spremljanja vplivov na zdravje kljub jasnim svarilom in priporočilom raziskav umrljivosti med letom 1898 in dvajsetimi leti prejšnjega stoletja in kljub temu, da je bila tehnologija za zdravstveno spremljanje delavcev za takratne razmere dobra. Avtorji študije primera TBT so ugotovili: »Čeprav so temeljne raziskave pogosto podcenjene, igrajo bistveno vlogo pri zgodnjem

odkrivanju škodljivih teženj in se zato lahko uporabljajo tudi pri preventivnih ukrepih.« Študiji primerov MTB in PCB pojasnjujeta tudi relativno pomanjkanje raziskav o prepoznanih vzrokih za zaskrbljenost. Samo spremljanje ni dovolj. Bistveno je ustrezno poročanje o rezultatih raziskav in spremljanja ter njihovo razširjanje in uporaba.

Vendar niti dolgoročno spremljanje niti splošna znanost o okolju ne ponujata zdravila za vse bolezni. Odgovorita lahko na nekaj vprašanj, toda obenem porajata druga, in znanost napreduje od relativno enostavnih in pogosto linearnih rešitev k bolj dinamični in kompleksni »sistemski« znanosti. Raziskave lahko spremenijo nekaj vidikov naše nevednosti v negotovost – in negotovost celo v tveganja – toda ne vedno. Včasih raziskave lahko povečajo negotovost in odkrijejo nove izvore nevednosti. Pri ribištvu je kanadski matematični model o odnosih med različnimi vrstami rib pokazal, da so ti postali bolj nenapovedljivi, ker so v model postopoma vključili več bioloških podatkov. Pri Velikih jezerih so intenzivne raziskave povečale negotovost. Postopoma se je porajalo več vprašanj o morebitnih vzrokih naglega padanja opazovane ptičje populacije. Glede na uveljavljeno prepričanje je to resen izziv stališču, da nadaljnje znanstveno raziskovanje vedno pomeni preventivni ukrep oz. da je širjenje ocenjevanja na različne stroke res nujno (glej Prepoznavanje in zmanjšanje interdisciplinarnih ovir pri učenju, spodaj). Kjer pa temeljite raziskave resnično pokažejo, da je zaskrbljenost zaradi posameznih dejavnikov neutemeljena – mogoče z uporabo še kakšne druge metode, ki bi potrdila prvotne ugotovitve – potem seveda ni nobene potrebe, da se vztraja na preventivnih ukrepih, vezanih na omejevanje izvirnega dejavnika zaskrbljenosti.

Druge študije primerov, kot na primer pri antibiotikih, žveplovem dioksidu in PCB-jih, z odkrivanjem vse večje kompleksnosti problema razkrivajo vpliv znanosti in vire nevednosti. Kot ponazarja študija primera antibiotikov, bi morale biti ocene nevarnosti čim bolj natančne glede narave znanstvenega vprašanja, ki ga morajo obravnavati nadaljnje raziskave, glede časa, ki je potreben za take raziskave, vira potrebnih sredstev in glede neodvisnosti ustrezne ustanove, ki jih opravlja. Ocena bi morala tako kakor Swannovo poročilo tudi opredeliti, ali naj bi se ukrepi za zmanjšanje nevarnosti zgodili pred dokončanjem raziskave ali pozneje.

16.2.3 Odkrivanje in odpravljanje »slepih peg« in vrzeli v znanstvenem vedenju

Več študij primerov ponazarja slepe pege v prevladujoči disciplini, vključeni v presoje pri oblikovanju zakonodaje. Pri halogeniranih ogljikovodikih je bil leta 1974 v ugledni reviji *Nature* identificiran kemični mehanizem za tanjšanje ozonskega plašča. Kljub temu je bil z regulativnega vidika prezrt, dokler ni bilo trdnih praktičnih dokazov o njegovih dejanskih učinkih. Kot je bilo že omenjeno, pa je sam način pridobivanja tega empiričnega dokaza vendarle koristna lekcija. Antarktična »ozonska luknja« je bila leta 1985 v resnici potrjena po naključju, kot stranski rezultat poskusa, ki so ga izvajali v druge namene. Satelitski opazovalni program za nadzorovanje stratosferskega ozona je pred tem zaznal večje stanjšanje, vendar so rezultati veljali za dvomljive in se zanje niso zmenili. To je dober primer, kako lahko domneve, postavljene v analizi, vplivajo na izsledke, kar vodi do resnih slepih peg v odločanju. Tokrat so bile ne le v središču glavnih znanstvenih disciplin, vključenih v presoje pri oblikovanju zakonodaje, temveč so tudi vsebovale tako teoretične mehanizme kot empirične dokaze.

Slepa pega znotraj znanstvene discipline je bila očitna tudi pri kmetijskih antibiotikih. Na podlagi dokazov, ki so bili leta 1968 na voljo britanskemu Swannovemu odboru, je bilo mogoče nedvoumno predvideti vrsto problemov, ki bi lahko ogrožali okolje, dobrobit živali in zdravje ljudi in ki naj bi se še zaostrovali. Čeprav so imela priporočila Swannovega odbora na začetku velik vpliv, jih v naslednjih desetletjih niso več upoštevali. Če bi jim sledili in jih obdržali, bi lahko vsaj ublažili zdajšnje težave. Podobno je bila obstojnost kot ključna problematična lastnost spojine MTBE (metil terciarni-butileter) očitna že na začetku in upravičeno bi bilo pričakovati, da bo v formal-

nem regulativnem postopku zastavljenih več vprašanj o morebitnih okoljskih problemih zaradi obsežne uporabe te kemikalije, kot jih je dejansko bilo. Pri spojini TBT (kositrov tributil) so stopnje razkroja temeljile na domnevah o lastnostih morskega okolja, ki so bile za mnoga območja očitno nepravilne. Pri hormonih kot pospeševalcih rasti je bilo napačno sklepati, da so majhni otroci z nizko naravno ravnjo estrogenov verjetno »rizična« skupina. Pri tveganju zaradi sevanja dolgo niso upoštevali, da njihove napovedi tipičnih odmerkov temeljijo predvsem na zdravstvenih evidencah preživelih žrtev bombnih napadov na Japonskem, ki so bili izpostavljeni nadpovprečno visokim odmerkom in njihovemu učinkovanju.

Naslednja slepa pega se lahko pojavi pri prepričanju, da je prevzem nove prakse sam po sebi rešil pretekla vprašanja. Za azbest je bilo postavljenih več zaporednih trditev, da so pretekli učinki na zdravje posledica razmer, ki pa so bile spremenjene. Dolgo vrsto trditev, da »ni verjetno, da bi se bolezen pojavljala (v prihodnosti)«, je mogoče zaslediti vse tja do leta 1906. Za vsakim manjšim izboljšanjem razmer so morala preteči desetletja, preden je postalo očitno, da trdovratna tveganja ostajajo tudi v novih razmerah. Presenetljivo je, da so na začetku, ko so zaradi spoznane resnosti posledic za zdravje končno zamenjali azbest, to storili z mineralnimi vlakni, ki so imela nekatere lastnosti, zaradi katerih je bil škodljiv tudi azbest (npr. velikost vlaken). Končno so spoznali, da so tudi ti nadomestki vir podobnih, čeprav veliko manjših tveganj. Pri žveplovem dioksidu je gradnja višjih dimnikov pomagala ublažiti učinke na bližnjo okolico, ni pa rešila širšega problema, ki je izhajal iz kumulativne emisije in čezmejnega prenosa onesnaževal na velike razdalje.

Bolj previdnosten pristop potemtakem pomeni, da je treba načrtno odkrivati slepe pege v središču disciplin, ki so zgodovinsko vključene v zakonodajni postopek. To bo lažje, če bodo izkoriščeni mnogovrstni viri znanja iz ustreznih strok. Pomagali bodo namreč spodbuditi včasih težavne medsebojne razgovore, ki bodo z večjo gotovostjo razkrili napačne domneve in druga vprašanja. To nas vodi neposredno k drugi lekciji.

16.2.4 Odkrivanje in zmanjševanje interdisciplinarnih ovir za učenje

Če so učinki, ki so predmet posebnega področja, sprva bolj izraziti ali jih odkrijejo prej, lahko regulativna presoja postane podvržena posebni strokovni disciplini ali celo njen »ujetnik«. To lahko v nasprotju s prej obravnavano nevednostjo v družbi nasploh privede do »institucionalne« nevednosti. Tako pri azbestu kot pri ionizirajočem sevanju je bilo določanje norm pod močnim vplivom zaskrbljenosti zdravnikov zaradi takojšnjih akutnih učinkov. Pri obeh sta toksikologija in epidemiologija dolgoročnih kroničnih učinkov ostali razmeroma zanemarjeni. Uvedba MTBE je temeljila na nakopičenem znanju o strojih, izgorevanju in onesnaževanju zraka. Vidiki onesnaženosti vode v zvezi z obstojnostjo ter značilnim okusom in vonjem so bili v glavnem prezrti, čeprav so bile na voljo ustrezne informacije. Pozornost regulativne presoje emisij žvepla je bila sprva usmerjena na vprašanja človeškega zdravja. Šele ko so postale očitne ekološke posledice, so v zakonodajni postopek začeli vključevati zdravstvena vprašanja v zvezi s temi težavami in jih upoštevati. Podobno je bil pri uporabi hormonskih pospeševalcev rasti živine poudarek na posledicah za zdravje ljudi. Četudi so se postavljala vprašanja o posledicah za prostoživeče živali, se je sprva zdelo, da zakonodajalci zanje ne kažejo posebnega zanimanja.

Nasprotno pa se regulativa zaradi osredotočenja na veterino tako pri antibiotikih za živino kot pri BSE ni kaj dosti menila za vpliv na ljudi. Seveda je v skrbi zaradi antibiotikov Swannov odbor na začetku leta 1968 oblikoval priporočilo, da je treba uvesti en sam posvetovalni postopek, »ki naj bi bil pristojen za vsa področja uporabe antibiotikov in sorodnih substanc tako pri ljudeh, živalih, konzerviranju hrane kot za druge namene«. Vendar je to priporočilo dolga leta ostalo le na papirju tako v Veliki Britaniji kot drugod. Glede BSE so britanski veterinarski uradniki menili, da je možnost prenosa na ljudi sprejemljivo majhna. Ta odnos se povsem razlikuje od tistega v ZDA, kjer so dopuščali možnost povezave med ovčjim praskavcem in Creutzfeldt-Jakobovo boleznijo pri človeku že od sedemdese-

tih, ko so prepovedali vnos okuženih živali v prehranjevalno verigo.

16.2.5 Zagotavljanje popolnega upoštevanja dejanskih razmer

Dejanske razmere se lahko zelo razlikujejo od teoretičnih predpostavk in te razlike imajo lahko resne posledice. V bistvu je to dobro znano in mogoče je precej zmanjšati izpostavljenost takšnim pomotam. A v praksi pokažejo študije primerov različne nepopolne presoje, kar povzroči zmotne regulativne presoje in odločitve.

Človek pri svojih dejavnostih pogosto predvideva, da bodo tehnologije delovale v skladu s predpisanimi standardi. Vendar je praksa lahko daleč od ideala in lahko preteče veliko časa, preden se to ugotovi. Včasih se sprejmejo ukrepi, za katere se zdi, da popolnoma zanemarjajo pretekle izkušnje. Puščanje iz skladiščnih cistern na bencinskih črpalkah se je v ameriški regulativni oceni glede MTBE podcenjevalo, zaradi česar so podcenjevali tudi izpostavljenost. Čeprav se lahko skladiščne cisterne tako preoblikuje, da se zmanjša nevarnost puščanja, je to učinkovito le ob pravilni instalaciji. Za PCB-je (poliklorirane bifenile) se je domnevalo, da se jih da zadržati v »zaprtih« sistemih. To se je izkazalo za nemogoče in se je končalo z nesrečami, kot sta tisti v Yushu in Yuchengu, z izgubami zaradi slabo vzdrževane opreme in celo nezakonitim vnosom v človeško prehranjevalno verigo. Podobno so optimistična predvidevanja glede sposobnosti opreme za zadržanje ali glede učinkovitosti deaktivacije vplivala na zmanjšanje učinkovitosti ukrepov za nadzor halogeniranih ogljikovodikov. Nekatere oblike izpostavljanja javnosti benzenu so strogo nadzirali, pa ni šlo za največje izpostavljenosti. Eden od očitnih primerov je nesposobnost oblikovanja postopkov za ublažitev ali vsaj svaril glede izpostavljenosti benzenu v bencinu. Za klinično uporabo radiacije je mogoče pomembnost določitve in uporabe optimalne doze za katerikoli pregled najti že leta 1949. Vendar se lahko doza za isti pregled v različnih bolnišnicah še vedno razlikuje za faktor 100. Za spodbujevalce rasti so znanstveni posvetovalni odbori, kot je Skupni strokovni odbor za prehrano WHO in FAO, upoštevali le omejen izbor možnosti, recimo samo okoliščine glede pooblaščene uporabe in ocene posameznih spodbujevalcev rasti namesto njihovih kombinacij. Malo pozornosti so posvetili tudi nepravilni uporabi rastnih hormonov, kot so na primer večje doze od priporočenih, neprimerna mesta injiciranja, neodstranitev hormonskih implantantov iz zaklanih živali in skrajšanje dobe med njihovo zadnjo uporabo in zakolom živali.

Vrzel lahko nastane tudi med predpostavkami in resničnostjo, ko se spremeni uporaba brez ustreznih prilagoditev z uredbo, kot na primer razširitev uporabe azbesta za izdelke za široko porabo ter za izolacijo hiš in grelcev za vodo. Znano je tudi, da so pri azbestu dolgo oklevali, preden so priznali, da so uporabniki (ali celo prebivalci v bližini tovarne) in delavci zaradi izpostavljenosti v nevarnosti. Glede azbesta je pomembna razsodba prizivnega organa Svetovne trgovinske organizacije iz leta 2001, da se z obvladovanjem tveganj »nadzorovane uporabe« ne da popolnoma zaščititi zdravja delavcev.

V nekaterih primerih so kršitve namerne. Poleg že omenjenega nezakonitega odlaganja PCB-jev sem prištevamo še v kmetijstvu neustrezno uporabo antibiotikov, ki povečujejo odpornost, in preprečitev ureditve ribištva, kar je pomagalo zmanjšati ribji stalež. Podobno so obstajala nerealna predvidevanja glede spreminjanja britanskih klavnic kot ključnega dela odziva na krizo BSE. Za akutne učinke na ljudi, ki so jih opazili v Portoriku in Italiji, so krivili nezakonito ali nepooblaščeno uporabo spodbujevalcev rasti pri živalih. Podobno ogroža učinkovitost svetovnega nadzora tudi tihotapljenje halogeniranih ogljikovodikov.

Napačna predvidevanja o resničnosti vplivajo tudi na naše predstave o dogajanju v naravnem okolju. Študije primerov o PCB-jih opisujejo presenetljiv potencial teh kemikalij (in nekaterih drugih težko razgradljivih organskih onesnaževal) – po svetu se namreč nesorazmerno koncentrirajo na visokih nadmorskih višinah. Dejansko so bili bioakumulirani PCB-ji bolj toksični, torej so bili tudi učinki nevarnejši kot tisti, ki so jih prikazali poskusi z ori-

ginalnimi komercialnimi formulacijami. Kar zadeva ribištvo, je pri modelih za ocenjevanje staležev pozornost navadno usmerjena na en sam stalež, s čimer se podcenjuje povezava med njimi in drugimi vrstami morskih živali. Obstajajo morda nerešljivi problemi glede širitve področij, v katerih bi uporabili pristop k oblikovanju staleža. Kakorkoli že, preučevanje enega samega staleža, ločenega od drugih, ni v skladu z dejanskimi razmerami.

Naslednji primer kaže, kako kompleksna je resničnost in kako nepričakovane so posledice razgradnje halogeniranih ogljikovodikov v stratosferi. Gre za vprašanje hormonskih spodbujevalcev rasti, ki se lahko na izpostavljenost odzovejo drugače, kot je predvideno na podlagi »povprečnega« odgovora. Ti in še mnogi drugi primeri so dokaz za to, da se naravni sistemi zelo razlikujejo od standardnih predvidevanj.

16.2.6 Sistematično preučevanje in utemeljevanje domnevnih razlogov za in proti

Ena izmed značilnosti razprav o okoljskem tveganju je zahteva po vse bolj sistematični pozornosti, ki jo je treba posvečati razglašenim koristim novih tehnologij. Nekatere skrbi se osredotočajo na dejstvo, da bi prevelika skrb glede tveganja lahko povzročila slabo presojo in tako škodila priznanju nove tehnologije. Druge pa poudarjajo, da učinkovitost nove tehnologije ni dovolj kritično ovrednotena. Kakorkoli že, oboji pravzaprav zahtevajo, da naj se v regulativni presoji bolj premišljeno in sistematično oceni koristi tehnologije ali izdelka ter ugotovitvijo in ocenijo razmere, v katerih se obljubljene koristi lahko uresničijo ali ne.

Težave se lahko pojavijo zaradi nepopolne ocene, ki je potrebna za ustrezno izvajanje ukrepov varstva okolja. Npr. zvišanje tovarniških dimnikov in prehod na brezdimno gorivo sta bila učinkovita odgovora na resne bolezni dihal zaradi emisij žvepla in onesnaženosti zraka po mestih v petdesetih letih 20. stoletja v Evropi. Vendar je ta zelo učinkovita rešitev mogoče odvrnila pozornost od čezmejnega prenosa kislih padavin na velike razdalje in na povečanje okoljskih težav na občutljivih območjih. To je bil klasičen primer »reševanja« na koncu verige in povzročanja škode tam, kjer je manj opazna. Bolj celostni pristop bi morebiti zmanjšal vse težave. Podobno je bilo z MTBE. Ker je na videz obljubljal preprosto rešitev za resne okoljske probleme, ki jih povzročajo emisije svinca iz motornih vozil, so morda laže, kot bi jih sicer, spregledali okoljske probleme v zvezi z okusom in vonjem ter obstojnostjo v podtalnici. Uvedba hormonskih pospeševalcev rasti se lahko obravnava kot primer ozkega in delnega ocenjevanja razlogov za in proti. Po mnenju avtorjev študij primerov vprašanja o zdravju ljudi, o možnih vplivih na okolje in o dobrobiti živali na kmetijah »niso bili deležni večje pozornosti«.

Druga prvina študije primera o žveplovem dioksidu je, da so bili razlogi za in proti med Veliko Britanijo in skandinavskimi državami zelo različno porazdeljeni, ali pa je bilo tako le na prvi pogled. Zdi se, da so vplivi na naravno okolje najbolj prizadeli Švedsko. Šele ko se je v Veliki Britaniji zaradi onesnaženega zraka pokazala velika škoda na stavbah, sta obe državi spoznali, da sta prizadeti zaradi vpliva kislih emisij.

Razloge za zgodnje ukrepanje in proti njemu so v dveh primerih, pri BSE in ribištvu (propad staleža trske v Kanadi), spoznali pred dogodkom. Vendar so bili zaradi velike negotovosti in visokih finančnih stroškov sprejeti le omejeni ukrepi. To se je končalo z daleč večjimi stroški (veliko jih je sicer bilo predvidenih), ko so spoznali, da so bili ukrepi nezadostni. Tudi če stalež ne propade, so lahko gospodarske, socialne in okoljske koristi v ribištvu velike, če se osiromašenim staležem omogoči, da si opomorejo.

Človek bi si mislil, da bodo zdravila odobrena zaradi učinkovitosti. Podatki za DES s sojenj iz leta 1953 pa so pokazali, da je bil DES neučinkovito sredstvo za zmanjšanje nevarnosti spontanega splava pri določenih skupinah mater in da je bil zanesljivo škodljiv. Zdi se, da takrat o tem še niso presojali. Zato je bilo zmanjševanje uporabe zdravila bolj postopno, kot bi lahko bilo. Ni bilo regulativnih ukrepov in trženje se je nemoteno nadaljevalo. Uporabo tega zdravila so v različnih državah prepovedali šele čez kakih 20 do 30 let, ko so

odkrili povečano število primerov redkega raka na nožnici pri hčerah s tem zdravilom zdravljenih žensk. Če bi že na začetku posvetili več kritične pozornosti zahtevam po učinkovitosti, bi se lahko izognili nekaj primerom raka pri drugi generaciji.

Korak naprej od pasivnega ocenjevanja razlogov za in proti je predhodna zahteva po utemeljitvi. Ionizirajoče sevanje je redek primer takega »načela utemeljitve«, ki ga je uporabil Mednarodni odbor za radiološko varnost v petdesetih letih 20. stoletja. To je bil odgovor na različno, nejasno ali neučinkovito uporabo radioaktivnega materiala (na primer pri zdravljenju luskavice, izdelovanju otroške obutve, kozmetičnem odstranjevanju dlak in zdravljenju duševnih motenj). Vendar je celo ob tem merilu izpostavljanje ionizirajočemu sevanju v primerjavi s koristmi še naprej vprašljivo. Pregledi radioloških praks v preteklem desetletju kažejo, da se odmerki sicer občutno zmanjšujejo, vendar velik del medicinskih rentgenskih žarkov še vedno daje dvomljive klinične koristi. Tudi zmanjšanje uporabe antibiotikov, sprva na Švedskem, se lahko obravnava kot primer širšega ocenjevanja razlogov za in proti.

Ustrezna razporeditev stroškov in koristi je bistven pogoj za optimizacijo virov med tehnološkimi možnostmi. Množico ukrepov za obvladovanje tveganj je mogoče sprejeti z upoštevanjem načela »onesnaževalec plača« – vključno z davki, subvencijami in ureditvami odgovornosti – s čimer se zagotovi pravičnejša socialna razdelitev stroškov in koristi, ki jih prinašajo odločitve glede upravljanja tveganj. V primerih, kot so azbest, halogenirani ogljikovodiki in PCB-ji, so imeli ti izdelki neupravičeno prednosti na trgu, ker niso upoštevali celotnih okoljskih in zdravstvenih stroškov v tržnih cenah. Zato tehnično boljši nadomestki niso vstopili na trg prej, kar bi bilo za družbo vsekakor bolje. Četudi so mehanizmi za internalizacijo zunanjih okoljskih stroškov in praktično izvajanje ureditev odgovornosti sporni, so takšni ukrepi nujni, če želimo uspešno uresničiti cilje učinkovitosti in pravičnosti.

16.2.7 Ocenjevanje drugih možnosti in podpiranje vzdržljivih, raznovrstnih in prilagodljivih rešitev

Pomembni praktični vidiki se lahko spregledajo celo tam, kjer se hkrati skrbno pretehtajo razlogi za in proti, če se pozornost omeji samo na posamične tehnologije ali izdelke. Ko se določena tehnologija postavi na noge, začne cela vrsta institucionalnih in tržnih procesov delovati za krepitev njenega položaja, četudi so morebitne alternative tržno več vredne.

Načeloma bi bilo mogoče z izpopolnjeno strojno tehnologijo ali večjim učinkom oktanov v samih gorivih MTBE enakovredno nadomestiti z drugimi oksigenati, npr. z bioetanolom, vendar kaže, da so pri odločitvi za MTBE uradno le malo razmišljali o drugih možnostih.

V Kaliforniji so pri iskanju naslednika za MTBE spoznali, da velja v celoti ovrednotiti vse predlagane alternative. Avtorji študije primera TBT menijo, da »širša obravnava problemov lahko vodi do koristnejših rešitev kot preprosta nadomestitev 'enega kemičnega sredstva z drugim'«, in navajajo primere takšnih alternativ. Tako pri ionizirajoči radiaciji ostajajo premalo izkoriščeni nadomestki za diagnostično uporabo rentgenskih žarkov. Drugo generacijo nadomestkov za CFC, ki uničuje ozon, so morda tudi neupravičeno dopustili samo zaradi sorazmerno manjših škodljivih učinkov v primerjavi z originalnimi snovmi, ob tem pa se skoraj niso zmenili za manj nevarne nadomestke ali alternativne pristope. Čeprav se v številnih evropskih državah čedalje bolj uporabljajo učinkovite metode kmetovanja brez množične uporabe antibiotokov, se teh manj nevarnih alternativ ne pospešuje aktivno.

To odpira nekaj izzivalnih vprašanj o odnosu med regulativnimi postopki in razvojem izdelkov v zasebnih gospodarskih družbah. Pospeševanje in ustvarjanje alternativ mora dobiti mesto v kulturi »ekološke učinkovitosti«, »čiste proizvodnje« in materialnih tokov v zaprti zanki, da bo v prihodnosti čim manj »presenečenj« pri uporabi in učinkih tehnologij. K tem vprašanjem se bomo vrnili v zadnjem delu tega poglavja.

16.2.8 Uporaba »laičnih« in lokalnih znanj ter ustreznih strokovnih znanj in izkušenj

Povedali smo že, kako pomembno je zagotoviti, da se pri sprejemanju zakonodaje upoštevajo presoje celotnega razpona ustreznih strok. Podobno, a vendarle drugačno je vključevanje znanja laikov. To so lahko delavci v panogi, uporabniki tehnologije in ljudje, ki živijo na kritičnem območju oziroma so s tamkajšnjim dogajanjem zaradi svojega življenjskega sloga ali potrošniških navad najbolj povezani. Ni nujno, da so laiki bolje izobraženi ali okoljsko ozaveščeni. Gre predvsem za to, da se je koristno opirati na njihovo znanje zaradi komplementarnosti, saj včasih to znanje trdneje temelji na resničnih možnostih izvedbe, kakor smo že omenili, in je neodvisno od ozkih strokovnih pogledov, ki so lahko slabost specialističnega znanja. Laično poznavanje tehnologije ali nevarnosti pogosto temelji na različnih predpostavkah o tem, kaj je pomembno oziroma katero stopnjo nadzora je smiselno pričakovati ali zahtevati, v nasprotju s tem pa se lahko zgodi, da tehnični strokovnjaki preprosto upoštevajo svoja pooblastila in ne zajamejo širših vidikov.

Pomemben prispevek laičnega znanja k zakonodajnemu postopku je zavedanje, da npr. delavci na določenem delovnem mestu zbolevajo za določeno boleznijo. Iz zgodovine uporabe azbesta in polikloriranih bifenilov vemo, kako so se delavci že prej zavedali težav, ki so jih zakonodajalci šele pozneje prepoznali kot resno težavo. Podobno so se verjetno začele pred oblastmi zavedati nenavadne pogostosti obolenj lokalne skupnosti ob Velikih jezerih, kot ponazarja primer Love Canala, opisan v študiji.

Druga oblika laičnega znanja se tiče sanacijskih ukrepov. Dober primer so ribiči, ki so sicer lahko manj previdni glede izčrpavanja zalog kot drugi, vendar pa obstaja precej primerov, ko so ravno oni želeli biti previdni, pa so jim to onemogočili neustrezni sistemi. V Kanadi in tudi drugod se vedno bolj poudarja potreba po vključevanju ribičev v upravljanje ter po celovitem upoštevanju njihovega znanja in pogledov. Podobno velja za švedske kmete, ki dobro poznajo alternativne živinorejske tehnike, saj jim to omogoča, da izboljšajo zdravje in pospešujejo rast živali brez široke uporabe antibiotikov. Poleg tega, da so v zakonodajno razpravo vnesli dragocene poglede, so lahko neodvisno nadzirali stanje, še preden so začele veljati zahteve zakonodajalca. Drugi vidik, ki ga je pokazala ta študija, je potreba po širokem znanju, da se zagotovi učinkovito uresničevanje manj škodljivih alternativ. Pravzaprav je bistveno zagotoviti, da se alternative prepoznajo.

Drugi vidik laičnega znanja se je pokazal, ko so se v Veliki Britaniji množično posmehovali klavničnim pravilom o ločevanju »določenega drobovja govedi« od mesa zaradi BSE (goveje spongiformne encefalopatije). Delavci so namreč bolje vedeli, da dejanska izvedba ne ustreza teoretičnim predpostavkam ocenjevalcev tveganja, zakonodajalci pa zaradi napak v inšpekcijski ureditvi na to niso bili opozorjeni. V tem primeru so bili delavci očitno bolje seznanjeni s tem, kaj se resnično dogaja, kot visoki zakonodajni svetovalci in uradniki.

Seveda bi bilo treba laično znanje obravnavati enako kritično in natančno kot specialistično znanje. Laični pogledi niso varni pred pastmi in težavami, navedenimi v teh sklepih. Laiki so lahko bolj ranljivi. Eden od primerov je »zmota stranke upokojencev« v zvezi z delavci, ki so delali z azbestom: navzočnost zdravih upokojencev na božični zabavi podjetja so izpostavili kot dokaz očitne neškodljivosti azbesta.

Delavci, uporabniki in sosedje očitno lahko prispevajo informacije, pomembne za presojo pri sprejemanju zakonodaje. Torej je treba večjo pozornost posvetiti razvoju metod, ki bi tem skupinam s potencialno dragocenim znanjem prispevanje omogočile. Zagotoviti pa je treba, da se bo to tudi v celoti upoštevalo. Takšno širjenje baze znanja lahko pomaga pri presoji, izboljša upravljanje in demokracijo ter poveča sprejemljivost in legitimnost procesa.

16.2.9 Upoštevanje širših družbenih interesov in vrednot

Zbiranje razpoložljivega znanja ni edini razlog za začetek presoje. Ravno tako pomembno je posvečanje pozornosti pogledom in vred-

notam javnosti. Zgodovinsko gledano skorajda ni dvoma, da se socialni in politični konflikti lahko poglobijo zaradi zakonodajne preobremenjenosti s strokovnimi mnenji. To se deloma nanaša na širšo presojo argumentov za in proti, kakor smo že omenili. Sestanek strokovnjakov in interesnih skupin z različnimi pogledi je lahko ploden, saj pomaga zagotoviti premišljen pristop in omogoča preskus predpostavk vseh strani. Švedski kmetje v študijskem primeru o antibiotikih dokazujejo, kako laična mnenja pomagajo zagotoviti, da zakonodajni postopek ostane (ali postane) povezan z veljavnimi etičnimi in družbeno-kulturnimi vrednotami.

Očitno je, da se lahko zaznave, ki so sestavni del vrednot javnosti, včasih izkažejo za precej robustne v primerjavi z zakonodajno stroko. Odpor proti situacijam, ki daleč presegajo normalne izkušnje, ali pa vsaj željo po previdnem nadaljevanju, je vsekakor mogoče zagovarjati kot racionalni odgovor na negotovost. Ključna značilnost odziva javnosti na BSE konec osemdesetih let je bil presenetljivo močan odziv na dejstvo, da so prežvekovalce krmili z drobovjem in klavničnimi odpadki. Zdi se verjetno, da bi bila razsežnost težav zaradi BSE in Creutzfeldt-Jakobove bolezni precej manjša, če prežvekovalcev ne bi hranili s klavničnimi odpadki. Podobno velja za uporabo antibiotikov v živinoreji, saj bi lahko preprečili odpornosti proti njim, če bi posvetili večjo pozornost dvomom javnosti glede njihove uporabe. Študija o ribištvu ponazarja, kako so cilji previdnostnega pristopa (preprečevanje propada staleža, ohranjanje največjih trajnostnih donosov ali zagotavljanje zaščite drugih vrst) odvisni od vrednostnih presoj interesnih skupin.

16.2.10 Ohranjanje neodvisnosti zakonodajalcev od posebnih gospodarskih in političnih interesov

Glavni element širšega pristopa pri presoji postopka glede sprejemanja zakonodaje je zagotavljanje, da se ohranja kritičen odnos med odgovornimi za regulativno presojo in različnimi nasprotnimi interesnimi skupinami, ki skušajo vplivati na njihove odločitve. V zakonodajnem postopku je nujno, da zainteresirane stranke jasno izrazijo zahteve v zvezi z argumenti za in proti ter o njih razpravljajo. Neodvisne odgovorne ustanove so potem tiste, ki odločajo o nasprotujočih si zahtevah.

Študije primerov kažejo, da imajo zainteresirane stranke pogosto prevelik vpliv na zakonodajalce. Zato ni bila sprejeta marsikatera odločitev, ki bi jo na podlagi razpoložljivih dokazov sicer upravičeno sprejeli. Leta 1897 se je pokazalo, da je benzen zelo strupen za kostni mozeg; možnost akutnih učinkov azbesta na dihalni trakt so prvič odkrili leta 1898; prve primere kožnih izpuščajev, ki jih povzročajo poliklorirani bifenili, so opazili leta 1899, učinek na delavce pa je bil znan konec tridesetih let 20. stoletja. Kljub temu je šele v šestdesetih in sedemdesetih letih prišlo do omejitve uporabe snovi, ki so nevarne za zdravje ljudi. Eden od dejavnikov počasnega odziva Velike Britanije na BSE je bilo dejstvo, da je vladni zakonodajni organ najprej odgovarjal industriji in šele potem potrošnikom. Podobno je začasnemu preklicu prepovedi dietilbestrola kot pospeševalca rasti v Združenih državah leta 1974 botroval močan pritisk kmetijskega lobija – uvedli so ga, čeprav so bile na voljo druge možnosti.

Več kot očitno je, kako slabo so bile utemeljene nekatere sprejete »pritožbe« za nekatere kritične ugotovitve. To je v šestdesetih letih veljalo za ugotovitev, da so poliklorirani bifenili široko razširjena onesnaževala okolja, v sedemdesetih in na začetku osemdesetih let pa za odgovor Velike Britanije na učinek odlaganja kislin. Težave v zvezi z azbestom so vztrajno prikrivali in o njih napačno obveščali javnost, kar kaže na primer izrazito napačne presoje v širšem zakonodajnem procesu. Kopičenje medicinskih in bolezenskih dokazov je sicer zelo malo vplivalo na zakonodajno urejanje, bilo pa je dovolj, da je del ameriških in kanadskih zavarovalnic postal previden pri zagotavljanju kritja. Tega previdnostnega modela pa ironično kljub kopičenju dokazov niso ohranili, kar je bila napaka, ki je zavarovalnice stala milijarde dolarjev. Čeprav so za benzen ugotovili, da povzroča raka, so ukrepe za zaščito zdravja ljudi še naprej ovirale

trditve o pomanjkanju dokazov o rakotvornosti benzena na živalih. Podobno očitno zmotne trditve (ki so na primer posledica temeljnih statističnih napak) so se pozneje ponovile pri dokazih o posledicah pri zelo majhni izpostavljenosti benzenu.

Tudi če dokazov v bistvu niso izpodbijali, so včasih poskušali prikriti podatke in poročila ali pa ustrahovati izdajatelje, kakor poroča študija primera o Velikih jezerih. Pri antibiotikih so odložili raziskavo, za katero so pričakovali, da bo okrepila kritično mnenje. Pri BSE in azbestu so si neupravičeno prizadevali razvrednotiti neodvisne kritike. V Kaliforniji so v zvezi z ribolovom sardel v tridesetih letih odpustili kritične strokovnjake urada. Že od Galilea dalje je bilo »ustreliti glasnika« tipičen odziv na tiste, ki so prinašali slabe novice, vendar je to redko, če sploh kdaj, prispevalo k blaginji družbe. BSE je jasen primer neodvisnih izvedenskih svetovalnih odborov, ki svetujejo zakonodajalcem, tako da se samocenzurirajo na podlagi presoje, kaj je »izvedljivo« oziroma »dosegljivo«. Southwoodski odbor za BSE je leta 1988 menil, da bi prepoved uporabe možganov vse živine v prehranjevalni verigi ljudi morda lahko znanstveno utemeljili, vendar je to veljalo za politično neizvedljivo možnost.

Postopek presoje pri sprejemanju zakonodaje je pogosto neuspešen zaradi odvisnosti ocene tveganja od informacij, ki jih zagotavljajo in imajo na voljo udeleženci, katerih izdelki se ocenjujejo. Neodvisni viri informacij o tveganju so nujen, čeprav ne zadosten pogoj neodvisne, stroge in zanesljive presoje pri sprejemanju zakonodaje. V študijah primerov je pogosto primanjkovalo neodvisnih informacij o dejanskih in možnih tveganjih. V nekaterih zgoraj navedenih primerih, na primer pri benzenu, polikloriranih bifenilih, azbestu, halogeniranih ogljikovodikih in dietilbestrolu, so nevarnosti poznali, precej preden so se odločili za kakršnokoli zakonodajno ukrepanje. Vendar pa vsi ti primeri ne kažejo, da bi takšno vedenje neodvisnih virov imelo odložilen ali zavrnilen učinek. Dokaze o tveganju lahko spremlja živahna, čeprav pogosto skrita pred očmi javnosti, in zavajajoča razlaga, ki upravičuje nedejavnost, da se ne ukrepa. Zelo težko je zanikati, da bi bila debata o posegu politike bolj odprta in pluralistična, če bi tovrstne informacije, od koderkoli bi že prišle, prenesli pravemu subjektu nadzora in če bi jih širil neodvisen javni organ, ustanovljen za zagotavljanje pomembnih informacij o javni politiki. Različni interesi bi bili zastopani bolj pravično, bolj celovito in verjetno bolj racionalno. Neodvisne obveščevalne ustanove so v povezavi z ustreznimi pravicami, viri in odgovornostmi torej ključni element prave zakonodajne neodvisnosti ter zdravega upravljanja in ocenjevanja. To se vedno bolj priznava, na primer s prenosom svetovalnih odborov iz »proizvodnih« direktoratov Evropske komisije (na primer kmetijstva) v Direktorat za zdravje in potrošnike. Ustanavljanje neodvisnih agencij za prehrano v nekaterih državah članicah in na ravni EU prav tako odseva skrb za bolj neodvisne ustanove za oceno nevarnosti.

16.2.11 Ugotavljanje in zmanjševanje institucionalnih ovir pri učenju in ukrepanju

Postopno razkrivanje epizod z azbestom, benzenom in PCB-ji (polikloriranimi bifenili) od konca 19. stoletja naprej nam kaže, kako kratkoročni cikli, zlasti vladni mandati in poslovni cikli, lahko srednjeročno in dolgoročno delujejo proti družbeni blaginji. Seveda imajo institucionalne ovire pravočasne zaščite zdravja in okolja lahko tudi druge oblike. Študije primerov kažejo tri druga področja, zaradi katerih lahko nastopijo težave: zaradi obdobja tranzicije (na primer med izvoljenimi vladnimi ekipami, ki si sledijo), trenj med različnimi ministrstvi ali upravnimi ravnmi in »njihovimi« agencijami ter različnih nacionalnih pristopov.

BSE je primer, v katerem je politična sprememba na krmilu države morda prispevala k temu, da se je slabo izkoristilo predhodno poznavanje problema. Uradna britanska komisija je leta 1979 priporočila določitev minimalnih delovnih standardov v klavni industriji. Dobro leto zatem je nova vladna garnitura sklenila umakniti na tej podlagi predlagane predpise, češ da bi bili nepotrebno breme za klavniško dejavnost. Sicer ni jasno, koliko bi strožji standardi lahko dejansko ustavili poznejši izbruh BSE, vendar

je splošno znano, da je prav izvajanje takšnih standardov vidno izstopalo med poznejšimi odgovori iste vlade na krizo BSE leta 1996.

Podobno je v Kaliforniji na področju ribolova sardel s spremembo vlade padel v vodo varstveni program za ohranitev staleža. Kalifornijsko ribištvo je tudi lep primer trenj med različnimi vladnimi ravnmi, čeprav to sega nazaj v leto 1930, ko je državna agencija priporočila preventivni ukrep, ki se mu je odločno uprl Zvezni urad za ribolov z utemeljitvijo, da bi pretirano oviral trgovanje. Primer podobno težavnega komuniciranja med različnimi vladnimi ministrstvi je BSE v Veliki Britaniji, kjer Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in ribištvo ni obvestilo Ministrstva za zdravje o pojavu nove bolezni še kakih 17 mesecev po tem, ko je bilo na to prvič opozorjeno, in še takrat je to storilo le zato, ker je potrebovalo njegovo privolitev za sklep, da se okuženega goveda ne umakne iz prehranjevalne verige ljudi. Regulativne agencije se lahko znajdejo v težavnih odnosih z vlado, ki lahko nanje bolj ali manj odkrito pritiska celo tam, kjer naj bi bile izrecno neodvisne. Težave se lahko pojavijo tudi takrat, kadar regulativna agencija postane ujetnik svojih preteklih odločitev. Oboje ponazarja BSE, saj so na to, da so problem ugotovili in zavlačevali njegovo reševanje vplivali širši politični premisleki (ekonomske posledice za kmetijstvo) in bojazen, da bi nedoslednost spodkopala verodostojnost vlade in agencij.

Dvom o znanstvenih rezultatih, ki so prihajali iz drugih držav, je bil glavna značilnost obnašanja britanskih regulativnih organov v odnosu do vprašanja emisij žvepla sredi osemdesetih let. Čeprav so na Norveškem rezultate raziskav, ki so govorili o resnosti okoljskih posledic in identiteti odgovornega povzročitelja, potrdili leta 1976, v Veliki Britaniji vse do leta 1985 niso priznavali znanstveno dokazane vzročne povezave. Kot je bilo že povedano, so bili takrat razlogi za in proti še neenakomerno razporejeni med nasprotnimi stranmi in zato ne preseneča, če je to vplivalo na krepitev dvomov v Veliki Britaniji.

Podobna so bila trenja med Švedsko in EU glede antibiotikov, ker so različni regulativni sistemi temeljili na različnih predpostavkah. Karkoli si že kdo misli o razlogih za in proti, dejstvo je, da so bile zahteve članstva v EU ovira za nadaljevanje nacionalne politike. Na povsem drugi ravni svetovni problemi jasno zahtevajo svetovne odgovore. To se je pokazalo v zvezi z vprašanjem kositrovega tributila. V zvezi s tem je mogoče zakonsko učinkovito urediti rabo antivegetativnih biocidov na trupih velikih trgovskih ladij samo s sporazumom znotraj svetovnih ustanov, kakršna je Mednarodna pomorska organizacija.

V zvezi z BSE je znano, da so bili v ZDA in Veliki Britaniji sredi sedemdesetih let na voljo isti znanstveni dokazi o prenosu praskavca in možni povezavi med praskavcem in Creutzfeld-Jakobovo boleznijo. Vendar je to spodbudilo samo ameriško ministrstvo za kmetijstvo, ki je prepovedalo uporabo s praskavcem okuženih živali za človeško in živalsko hrano. Različen čas sprejetja nacionalnih odločitev o uporabi DES kot zdravila in pospeševalca rasti za živali prav tako kaže, kako zelo se odločitve lahko razlikujejo, četudi temeljijo na istih podatkih. Iz teh in drugih primerov je razviden vpliv institucionalnih ovir.

16.2.12 Izogibanje paralizi zaradi analize

Splošni namen dosedanjih lekcij je »vedeti več«, na primer z odkrivanjem slepih peg znotraj disciplin, sodelovanjem z drugimi disciplinami, dostopom do laičnega in lokalnega znanja ter z upoštevanjem širših socialnih vidikov. Lahko se odzovemo s spraševanjem, koliko podatkov upraviči ukrepe za zmanjšanje potencialnih nevarnosti. Očitna je nevarnost paralize zaradi analize, ko se bodisi zaradi pretirane količine podatkov ali pomanjkanja politične volje ne sprejmejo pravočasni ukrepi za zmanjšanje tveganja. En primer je očiten protiprevidnostni »prisilni jopič«, ki ga je za ameriško uredbo o benzenu naložilo Vrhovno sodišče s sodbo, ki je za sprejem regulativnih ukrepov za zmanjševanje tveganja zahtevala vedno nove in nove podatke.

V zgodnji fazi so strokovnjaki pogosto trdili, da »vemo dovolj« za sprejem zaščitnih ukrepov. Leta 1969 je britanski Swannov odbor gle-

de antibiotikov sklenil: »Kljub vrzelim v našem znanju... smo prepričani... na podlagi predstavljenih dokazov, da je ta ocena dovolj trdna podlaga za ukrepanje... glasne zahteve po več raziskavah ne smejo zadržati naših priporočil.« Druge študije primerov, na primer o azbestu in BSE, kažejo, da bi več raziskav ali raziskav z jasnejšim ciljem v zgodnji fazi pomagalo zmanjšati prihodnje stroške. Podobno je za ribištvo sklepal svetovalni forum ameriškega kongresa za načela ekosistemov: »Vedno bodo obstajale neizmerjene vrednosti, naključni vplivi in precejšnja negotovost, vendar vse to ni sprejemljiv izgovor, da bi odlašali izvajanje na ekosistemu temelječe strategije upravljanja.«

Po drugi strani pa je študija primera o Velikih jezerih pokazal, da je odpiranje področja novim disciplinam prineslo veliko negotovosti in da bi previdnostni pristop res lahko privedel do paralize zaradi analize. Primer Velikih jezer odpira zelo pomembno vprašanje, ki ga najbolje razumemo ob upoštevanju precejšnjih razlik med to študijo primera in drugimi. Večina se jih ukvarja z vprašanji v zvezi s posameznimi odkritimi povzročitelji. Pri njih gre za vprašanje ocene »napovedanih« tveganj, začenši z nekim povzročiteljem in ugotavljanjem možnih vplivov. Velika jezera so primer nekoliko drugačnega, »retrospektivnega« postopka. Ta se začenja z dokumentiranjem vrste očitnih zdravstvenih ali okoljskih posledic in nadaljuje z iskanjem možnih povzročiteljev. Širše zastavljene napovedi za prihodnost so preventivne, ker usmerjajo pozornost na več možnih vplivov.

Kot je bilo poudarjeno v razpravah o spremljanju, vztrajanje pri omejevanju napačnega povzročitelja nikakor ni previdnostno. Previdnostno načelo se uporablja za negotovost glede povzročiteljev in vplivov. Če široko zasnovan retrospektivni postopek zbuja znanstveno negotovost ali nejasnost, zakaj je predmet raziskave posamezni dejavnik, se pri zagovarjanju nadaljevanja obdelave tega dejavnika kljub temu lahko povsem legitimno sklicujemo na previdnostno načelo, vse dokler take negotovosti niso odpravljene.

Dejstvo, da previdnostno načelo ni bilo tako uporabljeno v primeru Velikih jezer, je bolj posledica vrednostnih sodb v obstoječem pravnem in družbenopolitičnem kontekstu kot pa resničnih neskladij v samem konceptu previdnosti. Možnosti za uspešen poziv v prid načela previdnosti so odvisne od kulture, v kateri se poziv razglasi. Če ta ni pripravljena ukrepati tam, kjer obstajajo nazorni dokazi o vzrokih in posledicah, potem je malo verjetno, da bi pozivi k previdnosti uspeli. Regulativna in širša družbena kultura lahko dejansko niha med temi skrajnostmi in celo med različnimi regulativnimi podkulturami (prim. z različnimi pristopi ZDA v študijah primerov BSE, ribištva, MTBE, benzena in Velikih jezer).

Ne glede na to, ali potreba po več podatkih utegne povzročiti »paralizo zaradi analize« ali ne, ali pa je potreba le del »preudarne in previdne ocene« razmer, bodo nanjo vplivali posamezniki, družba ali interesne skupine s svojo oceno razlogov za ali proti, ko bodo naleteli nanje. Če so koristi zgodnjega preventivnega ukrepanja velike, škodljive posledice pa relativno majhne in če so pravično razporejene med interesnimi skupinami, potem je verjetno, da bodo zgodnji ukrepi podprti. Če so koristi manj zanesljive in, podobno kot stroški, neenako razporejene po različnih interesnih skupinah ali časovnih obdobjih, potem bo veliko teže doseči soglasje o primernem obsegu raziskav ali ukrepih za zmanjšanje nevarnosti.

Seveda je treba močno omejiti inovacije ali jih preklicati na določenem področju ali tehnološki smeri, če družba presodi, da je tveganje nesprejemljivo. Vendar je velika razlika med odvračanjem od posameznih inovativnih poti in usmerjanjem inovacij na alternativne poti. Kot kažejo primeri azbesta, halogeniranih ogljikovodikov, PCB-jev in antibiotikov, lahko omejitev posamezne izbire pospeši in okrepi inovacije na drugih področjih. Zagotovi lahko tudi konkurenčno prednost gospodarstvom držav, ki so vodilne pri takšnih inovacijah. Zato pametna uporaba načel predvidevanja in previdnosti lahko družbi prihrani ne le celotne stroške nekaterih gospodarskih posledic, ampak celo spodbuja inovacije, boljšo in sistemsko utemeljeno znanost ter izboljša javno odločanje.

Nekatere od teh širših posledic bolj previdnostnega pristopa do možnih tveganj in inovacij podrobneje obravnavamo v naslednjem delu.

16.3 Širši pomen previdnosti

Pravkar opisanih dvanajst obsežnih lekcij za oblikovanje politike do tveganj je sestavljenih v skladu s številnimi merili. Prvič, trdno temeljijo na empiričnih podrobnostih posameznih študij primerov. Drugič, po naravi so dovolj splošni, tako da so primerni za katerokoli vprašanje obvladovanja tveganj. Tretjič, vsi skupaj obravnavajo uravnoteženo in precej izčrpno vrsto premislekov, povezujoč velik del tekoče razprave o obvladovanju tveganj in izvajanju previdnostnega načela. Končno, čeprav so nujno splošni, so dovolj konkretni, da pripomorejo k oblikovanju praktičnih političnih ukrepov in institucionalnih postopkov, četudi bo njihova natančna narava v določenem primeru nujno opredeljena s spremenljivimi lokalnimi okoliščinami.

V kratki razpravi ali vrsti »lekcij« seveda ni mogoče napovedati vseh praktičnih preventivnih ukrepov in njihove raznovrstnosti, še manj pa je mogoče raziskati premisleke o izvedbi vsakega izmed njih. Take zadeve so predmet obširnega in razraščajočega se korpusa literature (glej na primer: O'Riordan in Cameron, 1994; Harding in Fisher, 1999; Raffensperger in Tickner 1999; Stirling, 1999; O'Riordan idr., 2001). Mnoge lekcije so v zadnjih letih dobro razvili in pripravili v vrsti vplivnih političnih študij v industrializiranih državah, četudi niso vedno označeni kot previdnostni.

V Združenih državah Amerike sta ustvarjalna študija Nacionalnega raziskovalnega centra (NRC), imenovana Razumevanje tveganja (NRC, 1996), in poznejše poročilo predsedniške komisije (Omen idr., 1997) na primer dokumentirala omejenost običajno ozkih ocen tveganja in poudarila pomembnost interdisciplinarnega in laičnega znanja ter različnih stališč interesnih skupin pri opisu značilnosti vprašanj tveganja in ustreznih pristopov ocenjevanja. V poročilu britanske Kraljeve komisije za onesnaženost okolja iz leta 1998 je razvita ta tema (RCEP, 1998), pri čemer se poudarjajo potencialni pomen negotovosti in različne »okvirne predpostavke« pri oblikovanju in razlagi formalne ocene. V Franciji (Kourilsky in Viney, 1999) so priporočila o izvajanju previdnostnega načela poudarila potrebo po sistematičnem organiziranju nacionalnih strokovnih zmožnosti, vključno z znanstvenim in tehničnim strokovnim znanjem in izkušnjami skupaj z ekonomskim in socialnim znanjem in izkušnjami. V Nemčiji je pomembnost bolj široko zasnovanih diskurzivnih postopkov priznana v glavnem poročilu nemškega svetovalnega sveta o globalnih spremembah – WBGU (WBGU, 2000). Razvoj švedske kemijske politike temelji na priznavanju številnih tu opisanih lekcij v zvezi s temeljnimi omejitvami ocen tveganja, zlasti z uporabo obstojnosti in bioakumulacije kot »porokov« za neznane, čeprav mogoče vplive.

Različni strokovnjaki so podrobno razložili splošne točke teh lekcij v zvezi s strukturalnimi omejitvami regulative EU glede ocene tveganja gensko spremenjenih organizmov (GSO) (van Dommeln, 1997). Z vidika teh tehtnih kritik preveč enostranskega in ozkega značaja evropske znanstvene ocene tveganja GSO je vredno spomniti, da nasprotniki iz ZDA isto oceno tveganja EU obravnavajo kot iracionalno pretirano, če jo primerjamo s tem, kar oni opredeljujejo kot »preudarno znanost«. Vsekakor je več kot jasno, da je v večini teh primerov znanstveno oblikovanje vprašanj, kot da bi vsa bila rešljiva z obstoječim ali razpoložljivim poznavanjem tveganj, radikalno nepopolno – in ne le glede odgovorov, ampak

Preglednica 16.1 **Različne ravni dokazov za različne namene – nekaj ponazoritev**

Vir: EEA

Besedni opis	Primeri
Onstran vsakega razumnega dvoma	Kazensko pravo, švedski zakon o kemikalijah, 1973 (za dokaze »previdnosti«, ki so jih priskrbeli proizvajalci)
Uravnoteženi dokazi	Medvladni forum o podnebnih spremembah, 1995 in 2001
Upravičeni razlogi za skrb	Sporočilo Evropske komisije o previdnostnem načelu
Znanstveni sum tveganja	Švedski zakon o kemikalijah iz leta 1973 za dokaze, ki od zakonodajalcev zahteva preventivno ukrepanje zaradi potencialno škodljivih snovi

zlasti glede vprašanj, ki so pomembna za reševanje, četudi so odgovori težki ali jih je nemogoče najti.

Zavedajoč se teh širših razsežnosti so na Danskem in Nizozemskem razvili nekatere praktične, vendar širše utemeljene institucionalne postopke, kot so konference za doseganje soglasja ali scenarijske delavnice, na katerih poskušajo izoblikovati vprašanja in vrednote javnosti v zvezi z znanstvenimi domnevami o odgovorih, in zadnja leta so jih na veliko izvažali (Renn idr., 1996). V Veliki Britaniji je pojav »strateških komisij« o prehrani, človeški genetiki ter kmetijski genetiki in okolju novost, ki odpira postopek politike do tveganj tako, kot se predlaga v nekaterih lekcijah. Podrobne ocene politike na področjih, kot sta BSE (Phillips idr., 2000) in mobilni telefoni (IEGMP, 2000), so podrobneje raziskale več teh lekcij in posebej priporočile, kako obravnavati vprašanja, kot so institucionalno navzkrižje interesov in nerealna pričakovanja od vloge znanosti kot preskusnega kamna ali razsodnika o zveličavni resnici.

Dvanajst lekcij naj bi bilo uporabnih pri oblikovanju politike. Vendar se moramo izogibati gotovosti pred prevelikim zanašanjem na katerikoli sklop predpisov, ki v kateremkoli primeru pomenijo “previdnostni pristop”. Izvajanje previdnostnega načela vključuje uporabo celotnega spektra metod, postopkov in instrumentov, od katerih so mnogi del iste kontinuitete kot ortodoksni pristop obvladovanja tveganj. Odločanje, pri katerem je v prednosti le posamezen sklop odgovorov v primerjavi z drugim, mora na določeni stopnji nujno ostati predvsem politično dejanje – predmet vseh normalnih postopkov racionalnih političnih razprav, strokovnih pregledov ter demokratičnih razprav in odgovornosti.

Končno je vredno spomniti, da je previdnostno načelo zaživelo kot pristop okoljske politike, vendar je pravilno spoznanje, da konstruktivna in učinkovita okoljska politika zahteva upoštevanje okoljskih ciljev na vseh področjih oblikovanja politike ter v tehnološki in javni politiki. Zato ni dvoma, da mora ustrezen okvir za trezno in učinkovito oblikovanje politike obsegati ta širša področja, četudi le neposredno. Poleg dvanajstih lekcij je predlaganih tudi nekaj splošnih načel in posebnih praktičnih sporočil, ki pokrivajo razmerje previdnosti in znanosti, previdnosti in inovacij ter varnosti in upravljanja.

16.3.1 Previdnost in znanost

Previdnostno načelo postavlja znanosti pomembna vprašanja. Nekatera se ukvarjajo s tem, kar lahko mnogi dojemajo kot mehaniko znanosti, na primer tista o statističnem dokazu in postavljanju hipotez. Postavlja pa tudi zelo temeljna interdisciplinarna vprašanja o sami naravi pridobivanja znanja.

»Statistični dokaz« in postavljanje hipotez
Pri okoljskih znanostih se vprašanja o dokazih in previdnosti pogosto porodijo pri razlagi statistik. Glede na to, da je nemogoče dokazati hipotezo (kot na primer »vsi labodi so beli«), ampak se jo lahko le izpodbija (odkritje Avstralije in torej tudi avstralskega črnega laboda), je naloga statistike, da poskusi ovreči »ničelno hipotezo«. To je v nasprotju z interesno hipotezo, na primer, da se je koncentracija kemikalij povečala. Če povečanje presega določeni prag tega, kar se lahko pričakuje zaradi naključnega nihanja, se ničelna hipoteza zavrže in se predpostavlja, da je prišlo do povečanja. Vendar je še vedno mogoče, da je rezultat skrajno nenavaden in da je povečanje naključno. To je znano kot statistična napaka »tipa I« ali »lažna potrditev«. Vedno je bilo zelo pomembno izogniti se napakam tipa I. V našem primeru bi domnevali, da zapisano povečanje kemikalij odseva dejansko spremembo le, če je verjetnost, da je ta naključna, zelo majhna – običajno manj kot 1 od 20 ali 1 od 100 (rezultat, ki je značilen po 95- ali 99-odstotni stopnji). Dejansko je to, da se ne zmotiš, bolj pomembno kot to, da si gotov. Vsekakor se v politiki to vprašanje vedno bolj upošteva. V preglednici 1 je nekaj primerov političnih ukrepov, sprejetih pri različnih ravneh dokazov. To je poglobljeno predstavljeno v poglavju Širši pomen.

Obstaja pa še drugo temeljno statistično vprašanje. Ker je spremljanje okolja drago, je

njegov obseg ponavadi omejen. A manjši kot je vzorec in/ali večja kot je naravna sprememba, manjša je verjetnost, da bi dejansko povečanje lahko ugotovili s statistično nepomembnimi podatki. Možnost, da se dejanski učinek razglasi za lažnega, je poznana kot napaka »tipa II« ali »lažno zanikanje«. Underwood (1999) je ugotovil, da so »napake tipa II praviloma zbujale manj skrbi. Možnosti napak v 'prid' okolja (napaka tipa I) se namerno ohranja majhne, možnosti napak, ki 'niso v prid' okoljskim vprašanjem, pa so velike!« Veliko denarja lahko porabimo na primer za drago opazovanje morja s plovili, vendar dejanski obseg vzorčenja, ki se lahko opravi v nekaj vožnjah, ne daje možnosti za razločitev škodljivih vplivov statistično nepomembnih podatkov, kar pomeni, da ima nizko statistično vrednost (HELCOM, 1996). Povrhu se zaplete še pri postavitvi hipoteze, ki jo je treba preskusiti, in snovanju poskusov: na primer postavljanje napačnega izhodiščnega vprašanja; izpustitev dejavnika iz ocenjevanja zaradi predhodne napačne domneve, da ni pomemben; odločanje kdaj, kaj in kako pogosto opazovati; pomen, ki se ga pripisuje redkim dogodkom; ali odločanje, kako obravnavati zapletene medsebojne učinke ali nelinearne odzive, kot je kaos.

Podobno ima lahko tudi majhna napačna klasifikacija izpostavljenosti v epidemioloških raziskavah za posledico večje zmanjšanje relativnih tveganj, pri čemer bodo povezave bolj verjetno zgrešene kot napačno razumljene (Copeland idr., 1977). Na splošno je sposobnost epidemioloških raziskav, da odkrivajo pomembna tveganja, odločilna, vendar se mnogokrat spregleda, kar daje napačen občutek previdnosti tako imenovanih »negativnih« raziskav, ki ne odkrijejo tveganja.

Nagnjenost znanosti do izogibanja lažnim potrditvam neizbežno vključuje ustvarjanje lažnih zanikanj, kar ni preudarna javna politika, če so, tako kot v večini teh študij primerov, v igri človeške in/ali okoljske katastrofe. Takšna nagnjenost v prid ustvarjanju lažnih zanikanj nedvomno ni v skladu z previdnostnim načelom, in je vprašanje, ki se ga na kratko obravnava v poglavju Širši pomen.

Čeprav se na taka vprašanja pogosto gleda le kot na preprosto vprašanje znanstvene presoje, pa je njihov pomen dejansko bolj daljnosežen.

Temeljna vprašanja:
Pogosto uporabljeno besedo »negotovost« je treba razdeliti vsaj na tveganje, negotovost in nevednost. Če se posvetimo samo vprašanju, kako se lahko sporazumemo glede tega, kaj so »dejstva«, bi morali upoštevati druge različne vidike, kot so zapletenost, neodločenost, dvoumnost in vrsta nesporazuma (Wynne, 2001; Stirling, 1999). Koncept previdnosti je pripeljal do novih pogledov v sociologiji znanosti in filozofije in tudi do priznanja novih vrst nevednosti, ki so podlaga samega procesa pridobivanja znanja. Avtorji, kot sta Krohn in Weyer (1994), so razložili, da lahko dosežemo popolno poznavanje posledic inovacij le, če meje znanstvenega laboratorija razširimo na celotno družbo in širše okolje. To dejstvo ima globok, čeprav še neuresničen pomen za demokratično oblikovanje politike do novih, vendar že obstoječih tehnologij.

Naraščajoča predanost družbe načelu previdnosti je v bistvu odgovor na naraščajočo napetost med dvema vidikoma znanosti: njene naraščajoče inovacijske sposobnosti so vedno bolj prekašale njeno zmožnost predvidevanja posledic. Poleg tega znanstveniki tega prepogosto niso bili pripravljeni priznati. To je spodbudilo razumen demokratični poziv k večji previdnosti. Tu ne gre samo za inovacije in tveganja, ampak za našo zmožnost vedeti. Povedano z drugimi besedami, za znanost in njeno domnevno moč. Nikakor ni neznanstveno postavljati taka vprašanja. V resnici lahko rečemo, da je neznanstveno, če jih zanikamo. Nič znanstvenega ni v »pretvarjanju, da veš« (von Hayek, 1978). Posledica tega je spodkopavanje veljave in verodostojnosti znanstvenih institucij – najmočnejšega intelektualnega vira družbe.

Glede na zapisano je pomembnih nekaj nadaljnjih opažanj. V razpravah med kolegi je sprejemljivo, da je narava dokazov kompleksna, odprta in vedno začasna. Vendar je v nekaterih zunanjih krogih postalo nujno, da

znanost zagotovi politiki enostavne odgovore in gotovost. Ta dvojna identiteta »znanosti« povzroča znatna trenja, nenazadnje zato, ker se protislovja med notranjo nedorečenostjo in hlinjeno gotovostjo pogosto ne prizna – čeprav se ga, kot kaže, opazi.

To nas privede do globljega razkola med političnimi institucijami in javnostjo glede razumevanja in prikazovanja znanstvene negotovosti in nevednosti. Javne raziskave o GSO na obeh straneh Atlantika (Levy in Derby, 2000; Wynne idr., 2000) so pokazale, da nestrokovnjaki v bistvu pravilno razlikujejo med negotovostjo in nevednostjo. Znanstveno ocenjevanje tveganj usmerja pozornost na (znane) negotovosti, javnost pa na nepriznano nevednost, ki se skriva celo za najboljšo znanostjo. S hitrim širjenjem najnovejših inovacij so možne posledice nevednosti glavna skrb javnosti. Reakcijo lahko povzamemo kot: »Če nikoli ne bomo popolnoma poznali posledic, potem moramo vsaj zagotoviti, da so nameni, ki vodijo podjetje, in interesi, ki nadzirajo odgovore na posledična presenečenja, upravičeni« (Wynne, 1992 in 2001). Povedano drugače, ljudje se predvsem sprašujejo, kaj je glavni namen in kdo ima koristi.

Vendar politika v prizadevanjih za pomiritev javnosti pogosto okrepi raziskave o ugotovljenih negotovostih, s čimer želi dokazati, da intelektualno obvlada vprašanje in da so skrbi glede (znanih) tveganj neutemeljene. Ti odgovori politike na to, za kar se misli, da so zmotne zahteve javnosti po ničelnem tveganju in ničelni negotovosti, so jalovi, ker predpostavljajo, da je vzrok javnega nezaupanja v zmotnem pričakovanju javnosti glede gotovosti ter v njenem domnevnem nerazumevanju znanosti, tveganja in negotovosti. Ta institucionalni pristop sploh ne razume značilnega vedenja in pričakovanj javnosti in le krepi njeno nezaupanje, tako da nespretno dokazuje svoje zanikanje nevednosti in pomanjkanje intelektualne moči – kar pa se zdi, da javnost intuitivno razume bolje kot sama institucionalizirana znanost.

Nekateri pogledi, kritični do previdnosti, nanjo gledajo kot na zadovoljevanje populističnega protiznanstvenega razpoloženja v obliki domnevnih zahtev po gotovosti, preden se sprejme katerokoli inovacijsko obvezo, obstajajo pa tudi več kot zadostni dokazi, da so ljudje popolnoma pripravljeni sprejeti veliko bolj korenito vrsto negotovosti, kot jo je institucionalna znanost sposobna priznati – namreč nevednost in ustrezno pomanjkanje nadzora. Kot so Stirling (1999) in kolegi drugje podrobno utemeljili, previdnostno načelo nima nič opraviti z nasprotovanjem znanosti, gre le za zavračanje enostranske, zaprte in poljubne ozke znanosti v prid bolj preudarne, stroge in temeljite znanosti.

Verjetno se bo razvilo temeljno splošno razumevanje, da znanstvena negotovost - enako kot znanstveno znanje, ko se nanj sklicuje politika - sploh ni namenjena internemu znanstvenemu odločanju, opredeljevanju ali kakršnimkoli razlagam za potrebe javne politike, preden se jo nazorno predstavi javnosti. NRC (1996) iz Združenih držav Amerike in RCEP (1998) iz Velike Britanije sta neodvisno ugotovila, da je potrebna javna razprava o predhodnih vprašanjih, med katerimi so: katera vprašanja mora znanost reševati, kateri so glavni dejavniki in katera splošna načela naj definirajo dobro znanost (na primer ravnotežje med obširnostjo in natančnostjo) za okoljsko politiko, ki se razlikuje od bolj omejenih področij, kot so na primer tveganja pri inženiringu.

Ta vprašanja vodijo do pomembnosti ločevanja med dejstvi in vrednotami. Včasih se predpostavlja, da bo dogovor o sprejemu previdnostnega načela samodejno vodil do »pravilnega« rezultata. To je pretirano poenostavljanje. Področje obravnave se bo spreminjalo. Tudi želeni rezultati se bodo spreminjali glede na interese, cilje in vrednote ljudi. Kot je Popper že pred časom ugotovil, je racionalno nemogoče izpeljati predlog za politiko le iz samih dejstev (Popper, 1962). Politike, ki pretirano poudarjajo dejstva kot podlago za odločitve, ne da bi pri tem izrecno priznavale in vključile vrednostne sodbe, ki so tudi del takih odločitev, verjetno ne bodo dosegle soglasja ali vsaj odobritve, kadar so mnenja globoko razdeljena. (RMNO, 2000)

Iz teh razlogov se mora vključevanje interesnih skupin v regulativne ocene začeti raje na začetku, kot pa da se umetno omeji na poznejše stopnje običajnega pristopa »obvladovanja tveganj«. Stopnje ocen nevarnosti in tveganja, upravljanja in komuniciranja niso zaporedne, kot je to v tradicionalnem modelu, ampak zahtevajo vključevanje interesnih skupin že v najbolj zgodnji fazi. To so priznali NRC, RCEP in Svet ministrov v sklepih o previdnostnem načelu leta 2000 v Nici.

Spet pa je treba poudariti, da odpiranje teh vprašanj ne sme delovati kot ustvarjanje nove oblike »paralize zaradi analize«. Študije primerov in lekcije, ki izhajajo iz njih, zagotavljajo pozitivno in odločno pot naprej. A če se ne bomo lotili teh zapletenih vprašanj, bo napredek počasnejši in napake večje.

16.3.2 Previdnost in inovacije

V uvodu smo ugotovili, da je nemški *Vorsorgeprinzip* (načelo »predvidevanja« ali »previdnosti«) v sedemdesetih letih 20. stoletja obravnaval spodbujanje inovacij, zaposlovanja in predhodnega načrtovanja kot sestavni del previdnostnega načela. Splošno načelo, ki izhaja iz vseh študij primerov kot tudi iz širših analiz in izkušenj je, da bi morali biti na nasprotnih polih potekajoči procesi tehnoloških inovacij in zakonskega urejanja tveganj manj ločeni in antagonistični. Številne lekcije se lahko uporabljajo tako pri samih inovacijah kot pri pripravi predpisov v zvezi z novimi izdelki in tehnologijami. Vsekakor bi njihova ustrezna uporaba pri ustvarjanju inovacij lahko premostila konfliktni odnos med inovacijami in regulativo.

Običajne ocene nevarnosti kemikalij se na primer osredotočijo na nevarnosti v zvezi s posamezno kemikalijo. Uporaba kemikalije je določena, vendar se to znanje nato ne uporabi bolj celostno, s čimer bi ocenili še druge možnosti. Ni se zgodilo prvič, da se je pojavila potreba po povezovanju inovacij in zakonskem urejanju tveganj ter splošnem vključevanju metod ocenjevanja tehnologije. Obravnavajo jih na primer (vsaj deloma) metode konstruktivnega ocenjevanja tehnologije (CTA - constructive technology assessment), ki so jih razvili na Nizozemskem (Rip idr., 1996; Wynne idr., 2001). Metoda CTA izhaja iz spoznanja, da so tehnologije več kot samo strojna oprema. Njihovo spodbujanje in sprejetje je odvisno od ciljev, odnosov, dogovorov, znanja in sposobnosti različnih družbenih skupin. Večji kot so obseg, moč, zapletenost ali medsebojna povezanost tehnoloških sistemov, bolj pomembno postane obravnavanje njihovih socialnih in institucionalnih vidikov. V bistvu se z metodo CTA poskuša pospešiti priznanje te zapostavljene, vendar temeljne razsežnosti tehnologije in inovacij. Od samega začetka se z njo na različne načine želi izboljšati povezavo med pogledi inovatorjev, zakonodajalcev, uporabnikov in drugih interesnih skupin. Tako se lahko inovacije ustvarjalno obogati v fazi, ko je to še dejansko uresničljivo, ne pa da se družba lahko odzove samo z zapoznelimi (pogosto sovražnimi) odzivi na tehnologijo, ki je bila že razvita v bolj zaprtem postopku. Analiza, ki podpira metodo CTA, priznava, da se tehnološke sisteme v relativno zgodnji razvojni fazi kaj rado »zaklene« v določene konfiguracije, s čimer se izključi druge možnosti in poveča stroške prehoda nanje. Posamezne tehnologije se tako uveljavijo na podlagi pristranskih razlogov, ki nimajo nič skupnega z resnično kakovostjo, in vse je odvisno od sreče in tega, kdo je prvi. CTA si prizadeva predstaviti takšna vprašanja in zagotoviti intelektualne vire za njihovo reševanje.

Možen pozitivni odnos med regulativo in inovacijami je prav tako poudarjen v metodi analize tehnoloških možnosti (TOA - technological options analysis), ki so jo razvili v Združenih državah Amerike (Ashford, 1981 in 1994; Tickner, 2000). Tu poskušajo z rutinsko uporabo vrste praktičnih postopkov v obravnavo tehnologije ali procesov vključiti premisleke o obstoječih in porajajočih se možnostih. TOA podobno kot CTA lahko glede na različne okoliščine izvajajo regulativne agencije ali podjetja v zasebni lasti. Obe metodi sta del širše kulture »presoje alternativ« (O'Brien, 2000), ki poudarja pomembnost inovacij in jih razume kot odprt proces, ki je predmet preudarnih izbir in zavez. Ti inovativni metodi pomenita bolj premišljen in inteligenten pristop k razvoju, presoji, izbiri in izvedbi tehnologij. Z obravna-

vanjem inovacij v najbolj zgodnjih fazah sta sredstvo za izvajanje tukaj predstavljenih lekcij, ki zmanjšujejo gospodarsko neučinkovitost in socialne napetosti ter aktivno pospešujejo razvoj trajnostno naravnanih inovacij.

Spodbujanje vzdržljivih, raznovrstnih in prilagodljivih tehnologij pomaga ne le spodbujati inovacije, ampak lahko tudi »zavaruje« pred presenečenji, kot so študije primerov azbestnega raka, mezotelioma in poškodbe ozonskega plašča zaradi halogeniranih ogljikovodikov. Obseg prihodnjih presenečenj bo namreč manjši, če se bo namesto ene, svetovne in skoraj monopolne tehnologije - primer tega so azbest, halogenirani ogljikovodiki in PCB-ji - za zadovoljevanje človekovih potreb uporabilo več konkurenčnih tehnologij. Različne tehnologije in drugi načini zadovoljevanja potreb lahko pomagajo rešiti na videz nerešljivo vprašanje »družbene nevednosti« in spremljajočih presenečenj.

16.3.3 Previdnost in upravljanje

»Upravljanje« je način organiziranja in vodenja z metodami in sistemi uredb, naj bodo formalne ali neformalne. Širše se nanaša na splošno vodenje življenja ali posla ter na način življenja ali vedenja v družbi. Izzivi, ki jih prinaša previdnostno načelo, vključujejo več kot le nova pravila odločanja in tehnologijo, saj predvideva proces učenja v javni politiki, industriji, znanosti in širši civilni družbi. Tu so obravnavani trije vidiki upravljanja, povezani s previdnostjo: kako bi lahko sedanje ustanove, povezane s presojo tveganja, začele upoštevati previdnost; ustreznost udeleženskih pristopov in subsidiarnosti ter pomen večje ozaveščenosti znotraj civilne družbe, vključno z etično ozaveščenostjo, s čimer bi izboljšali uresničevanje pravic in obveznosti.

Evolucija, ne revolucija

Zunaj področja, ki ga pokriva CTA, je množica pogledov, prisotnih v uveljavljenih pristopih k presojanju tveganja pri sprejemanju zakonodaje, ki bi jih lahko konstruktivno razširili in razvili. Veliko jih, primerno prilagojenih in razloženih, ponuja način odzivanja na tu obravnavane lekcije. Odločanje z upoštevanjem več meril (večkriterijsko odločanje - MCM) na primer združuje prožnost in širino kvalitativnih pristopov s preglednostjo in specifičnostjo kvantitativnih disciplin. Je način nenasilnega prilagajanja vrste pogledov interesnih skupin različnim tehnološkim in znanstvenim dejavnikom, vključno z negotovostmi (Stirling in Mayer, 1999). Podobno je analiza življenjskega kroga privedla do vrste metod, ki zagotavljajo upoštevanje polnih tehnoloških življenjskih ciklov in verig virov, povezanih z različnimi možnostmi (van den Berg, 1995). Nenavadno je, da analiza stroškov in koristi - vsej njeni občutljivosti in resnim omejitvam navkljub - ohranja pomen sočasnega presojanja razlogov »za« (utemeljitve in koristi) in »proti« (tveganja in stroške), poudarjenih v teh lekcijah (Hanley in Spash, 1993). Čeprav se analize občutljivosti in scenarijev ne uporabljajo ravno pogosto, je način raziskovanja posledic različnih domnev in pogledov »ponižnejši« glede stanja posameznega razumevanja nevarnosti (Godet, 1992).

Celostna okoljska presoja, eden od širokih pristopov, ki se je pojavil približno v zadnjem desetletju, ponuja ogrodje za združevanje tovrstnih pozitivnih lastnosti obstoječih pristopov k vrednotenju razlogov za in proti, ki jih ponujajo različne možnosti (EFIEA, 2000; Dowlatabadi in Rotmans, 2000). Celostna okoljska presoja, posebej zasnovana za reševanje velikih, kompleksnih okoljskih problemov, je sredstvo za povezovanje takšnih metod v široko zasnovan, skromnejši in bolj odprt pristop, predstavljen v teh lekcijah. Celostna okoljska presoja v sedanji obliki se ukvarja z mejo med znanstveno tehnologijo in politiko, s poudarkom na potrebi po interdisciplinarnosti, povezovanju na področju okoljskih vprašanj: voda, zrak in prst; upoštevanje ravnotežja na ravni družbe in sektorjev ter analiza alternativ. Glede na lekcije iz študij primerov bi enak poudarek na naslednjih vprašanjih izboljšal možnosti celostne okoljske presoje: večja odprtost in odločnost pri snovanju nalog; ločevanje med tveganjem, negotovostjo in neznanjem; večje upoštevanje tveganja in posledic morebitnih napak; upoštevanje vseh vrednosti; razširitev analize stroškov in koristi na ocenjevanje širše zastavljenih razlogov

za in proti (kakor so opredeljeni v tej knjigi) in veliko zgodnejše vključevanje teh širših pogledov v ustrezne procese odločanja. Pri upravljanju presenečenj in negotovosti je lahko v veliko pomoč uporaba scenarijev »kaj če« in udeleženskih scenarijev.

Participativen pristop in subsidiarnost
Zakonska in gospodarska ureditev je v zgodovini navadno težila k centralizaciji na svetovni, regionalni ali nacionalni oblastni ravni in odvzemanju pravic mnogim interesnim skupinam. Kljub znamenjem sprememb pa je treba opozoriti, da so prizadevanja za oblikovanje participativnih pristopov prav tako dovzetna za centralizacijske pritiske kakor katerakoli druga pobuda. Konferenca o soglasju se tako na primer brez ustreznih zaščitnih ukrepov lahko izrodi v komaj kaj več kakor obliko razprave, podrejeno pokroviteljevim interesom. Participativni pristopi so lahko vključeni tudi v pritožbene postopke, vendar se to zgodi že tako pozno, da lahko obravnavajo le obrobna vprašanja. Iz »poznih lekcij« sledi, da bi bilo treba interesne skupine vključiti prej, njihova udeležba bi morala biti široko zastavljena in izvedena na ustrezni lokalni ravni.

Seveda je lokalno sodelovanje smiselno samo v sovisnosti demokratično legitimnega strateškega okvira inovacij in splošne politike. Bistveno je, da bi se morali strokovnjaki, ki se ukvarjajo s tehnološkim razvojem, skupaj z vladnimi uradniki bolj odzivati na (pogosto ne dovolj jasno izražene) javne vrednote, prednostne naloge in skrbi, in to na vseh ravneh - od lokalnih do mednarodnih. To je mogoče doseči brez oviranja enakopravne udeležbe javnosti v sprejemanju vseh odločitev. Poleg že omenjenih primerov iz Evrope je vredno ovrednotiti tudi dogajanja zunaj EU. Gre za okoljske zakone na Novi Zelandiji, kjer so kot alternativo centralizirani ureditvi uvedli načelo subsidarnosti (Ministrstvo za okolje, 2001) in kjer si uradno prizadevajo, da bi lokalna udeležba in iskanje soglasja prevladali nad centralistično ureditvijo. Razvoj in izvajanje avstralske politike glede oceanov vsebujeta pomembne poskuse vključevanja interesnih skupin (Državni urad za oceane, 2000). V raziskavah, namenjenih politiki do oceanov, so tudi ugotovili, da pogledi lokalnih skupin niso nujno enaki stališčem njihovih vrstnikov na državni ali mednarodni ravni, naj gre na primer za okoljske nevladne organizacije ali gospodarsko dejavnost.

Orodja za uporabo participativnih pristopov so različno razvita in izzivi vsekakor niso majhni (Brookes, 2001). To pa je treba primerjati s tradicionalnimi pristopi, pri katerih napake ravno tako lahko veliko stanejo, kakor se je pokazalo pri javni zavrnitvi hrane, konzervirane z elektromagnetnim sevanjem, neuspelem poskusu, da bi potopili opuščeno naftno ploščad Brent Spar na Severnem morju, in odzivu na gensko spremenjene organizme.

Ozaveščanje in etika
Participativni pristopi niso izvedljivi brez večje ozaveščenosti, zanimanja in vključenosti interesnih skupin ter širše javnosti. Širitev področja okoljskih presoj ima manjše možnosti za uspeh brez razvijanja javnega odnosa, odgovornosti in etike v odnosu do okolja. Enake napore je treba vlagati v povečevanje javne ozaveščenosti, spodbujanje premišljenega vključevanja in povečevanje baze znanja za oblikovanje soglasij z vključevanjem kar največ različnih strok in njihovih pogledov na okolje. Ta proces se začne doma, v šoli in se polno razvije s prizadevnim sodelovanjem v participativnih postopkih. Ta pristop ne daje prednosti nobenemu pogledu, gre bolj za razvijanje sposobnosti kritične presoje argumentov, izražanja stališč in sodelovanja v demokratičnih procesih odločanja.

Podobno področje je strokovno obveščanje o vprašanjih, povezanih s previdnostjo. Očitno je, da je treba v dobro vseh interesnih skupin predstaviti vsaj nekaj vidikov zahtevnosti tega področja. Prava ironija je, da mediji in drugi, ki se poklicno ukvarjajo z obveščanjem, ravnajo ravno nasprotno, saj v kulturi instantnih informacij poudarjajo le »pozitivno znanje« ter »jasna in preprosta sporočila«. To vodi k temu, da ne obveščajo o neznanju, zapletenosti in odgovornosti zaradi omejitev, ki so lastne vsakemu znanju.

Pomembna potreba po institucionalnem priznanju nevednosti in negotovosti poraja tudi

etično in kulturno vprašanje, in sicer zaradi načina, kako je znanstveno znanje določilo etične meje, do katerih sega priznana odgovornost za negotovost glede posledic človekovega vztrajnega iskanja novih poti. Tako se zdi samoumevno, da človek ni odgovoren za vse morebitne posledice, ki presegajo obstoječe znanstveno znanje in sposobnost napovedovanja. To velja, čeprav se ve, da bodo ta presenečenja posledica njegove zavestne izbire in ravnanja. Previdnostno načelo zajema potrebo kot del kulturnih sprememb, da bi družbene ustanove razširile zdajšnje dojemanje etične odgovornosti na neznanke, ki se jih načeloma da napovedati, čeprav ne natančno. Izdelanih je bilo nekaj predlogov, kako bi lahko začeli ta proces širjenja obzorij, začenši s tu obravnavanimi dvanajstimi poznimi lekcijami.

To poročilo izraža iskreno prepričanje, da je za dosego trajnostne okoljske politike in uravnoteženega upoštevanja previdnostnega načela treba storiti kulturni premik k večjemu javnemu čutu za odgovornost in vključevanju v oblikovanje politike (vključno z znanstveno politiko in tehnološkim napredkom). To pomeni, da se bodo morale znanstvene, industrijske in politične ustanove, ki jih vodijo strokovnjaki, naučiti zaupati, izzivati ter spodbujati civilno družbo, da bo sprejela navedene odgovornosti.

Iz študij primerov dvanajstih poznih lekcij in teh širših pogledov na znanost izhaja, da previdnostno načelo - potreba po uporabi predvidevanja -, ko se ga enkrat sprejme, seže daleč prek meja preproste definicije. Prav previdnostno načelo ima svojo vlogo v razvoju civilne družbe in oblikovanju politike začetka 21. stoletja, ki bo imelo, kakor se zdi, svoj poseben značaj, za katerega bodo značilne tako velike razlike, kot so bile razlike, ki so med seboj ločevale pretekla stoletja.

16.4 Viri

Ashford, N., 1984. 'Alternatives to cost-benefit analysis in regulatory decisions', *Annals of the New York Academy of Sciences* Vol. 363, april.

Ashford, N., 1991. 'An innovation-based strategy for the environment and for the workplace' v Finkel, A. in Golding, D. (ur.), *Worst things first: the debate over risk-based national environmental priorities,* Resources for the Future, Washington, DC.

Copeland idr., 1977. 'Bias due to misclassification in the estimate of relative risk', *American Journal of Epidemiology* Vol. 105, str. 488–495.

Dowlatabadi, H. in Rotmans, J., 2000. 'Integrated assessment', Special issue of *Integrated Assessment* Vol. 1, No 3, Battzer Science Publishers.

EFIEA (European Forum for Integrated Environmental Assessment), 2000. 'Integrated environmental assessment in European Environment Agency reporting', Report of the EEA/EFIEA special session, Kopenhagen/ Amsterdam.

Hanley, N. in Spash, C., 1993. *Cost benefit analysis and the environment*, Edward Elgar, London.

Harding, R. in Fisher, E. (*ur.*), 1999. *Perspectives on the precautionary principle*, The Federation Press, Sydney.

HELCOM, 1996. 'Third periodic assessment of the state of the marine environment of the Baltic Sea 1989–1993, Executive summary', *Baltic Sea Environment Proceedings* 64 A.

IEGMP (Independent Expert Group on Mobile Phones), 2000. *Mobile phones and health* (The Stewart Report), Chilton, United Kingdom, na spletni strani http://www.iegmp.org.uk/ IEGMPtxt.htm (stanje 16. maja 2001).

Kourilsky, P. in Viney, G., 1999. 'Le principe de précaution', Rapport au Premier ministre, France.

Krohn, W. in Weyer, J., 1994. 'Society as a laboratory: The social risks of experimental

research', *Science and Public Policy* Vol. 21, str. 173–183.

Levy, A. in Derby, B., 2000. 'Report on consumer focus groups on biotechnology', US Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition, Office of Scientific Analysis and Support, Division of Market Studies, Washington, DC and Paper presented to session on 'Public attitudes to agricultural biotechnologies', Annual Meeting of the Society for the Social Studies of Science (4S), University of Vienna, 30. september.

Ministry for the Environment (New Zealand), 2001. Resource Management Act, text and background discussion, na spletni strani http://www.mfe.govt.nz/management/rma/rma11.htm (stanje 17. maja 2001).

National Oceans Office, 2001. Australia's oceans policy home page, na spletni strani http://www.oceans.gov.au/aop/main.htm (stanje 26. aprila 2001).

NRC (US National Research Council), 1996. 'Understanding risk', Report of an ad-hoc working party chaired by H. Feinberg, povzetek na spletni strani http://www.riskworld.com/Nreports/1996/risk_rpt/html/nr6aa045.htm (stanje 17. maja 2001).

O'Brien, M., 2000. *Making better environmental decisions: an alternative to risk assessment*, MIT Press, Cambridge, MA.

Omen, G. S., Kessler, A. C., Anderson, N. T., idr., 1997. *Framework for environmental health risk management*, US Presidential / Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management, Final report, Vol. 1, Environmental Protection Agency, Washington.

O'Riordan v Cameron, 1994. *Interpreting the precautionary principle*, Cameron & May, London.

O'Riordan, Cameron in Jordan, 2001. *Reinterpreting the precautionary principle*, Cameron & May, London.

Phillips idr., 2000. *Return to an order of the Honourable the House of Commons dated October 2000 for the Report, evidence and supporting papers of the Inquiry into the emergence and identification of bovine spongiform encephalopathy (BSE) and variant Creutzfeldt-Jakob disease (vCJD) and the action taken in response to it up to 20 March 1996*, The Stationery Office, London, na spletni strani http://www.bse.org.uk/index.htm (stanje 16. maja 2001).

Popper, K. R., 1962. *The open society and its enemies*, Vol. 1, Chapter 5, fourth edition, Routledge & Kegan Paul, London.

Raffensberger, C. in Tickner, J. (ur.), 1999. *Protecting public health and the environment: Implementing the precautionary principle*, Island Press, Washington, DC.

Renn O., Webler, T. in Kastenholz, H., 1996. 'Procedural and substantive fairness in landfill siting: A Swiss case study', *Risk, Health, Safety and Environment*, Vol. 7, No 2 (Spring 1996), str. 95–98, Franklin Pierce Law Center, Concord, NH.

Rip, A., Misa, T. in Schot, J., 1996. *Managing technology in society*, Pinter, London.

RCEP, 1998. *Setting environmental standards*, 21st Report of the Royal Commission on Environmental Pollution, Cm 4053, HMSO, London, povzetek na spletni strani http://www.rcep.org.uk/reports2.html#21 (stanje 16. maja 2001).

RMNO, 2000, 'Willingly and Knowingly. The roles of knowledge about nature and the environment in policy processes', Advisory Council for Research on Spatial Planning, Nature and the Environment, Lemma Publishers, Utrecht.

Stirling, A., 1999. 'On science, and precaution in the management of technological risk', Final summary report, Technological Risk and the Management of Uncertainty project, European Scientific Technology Observatory, EC Forward Studies Unit, Brussels, cited in European Commission, 2000. Communication from the Commission on the precautionary principle, COM(2000)1, Bruselj.

Stirling, A. in Mayer, S., 1999. 'Rethinking risk: A pilot multi-criteria mapping of a genetically

modified crop in agricultural systems in the UK', SPRU, University of Sussex.

Tickner, J. A., 2000. 'Precaution in practice: A framework for implementing the precautionary principle', Dissertation prepared for the Department of Work Environment, University of Massachusetts, Lowell, MA.

Underwood, T., 1999. 'Precautionary principles require changes in thinking about and planning environmental sampling' v Harding, R. in Fisher, E. (ur.), 1999. *Perspectives on the precauti-onary principle*, str. 254–266, The Federation Press, Sydney.

van den Berg, N., Dutilh, C. in Huppes, G., 1995. *Beginning LCA: A guide into environmental life cycle assessment*, CML / Unilever / Novem / RIVM.

van Dommeln, 1997. *Coping with deliberate release: The limits of risk assessment*, International Centre for Human and Public Affairs, Tilburg/Buenos Aires.

von Hayek, F., 1978. *New studies in philosophy, politics, economics and the history of ideas*, Chicago University Press.

WBGU, 2000. *Welt im Wandel. Handlungsstrategien zur Bewältigung globaler Umweltrisiken* (World in transition: strategies for managing global environmental risks), Jahresgutachten 1998 (Annual report 1998), Springer, Berlin.

Wynne, B., 1992. 'Uncertainty and environmental learning: Reconceiving science and policy in the preventive paradigm', *Global Environmen-tal Change* Vol. 6, str. 111–127.

Wynne, B., 2001. 'Managing and communicating scientific uncertainty in public policy', Harvard University Conference on Biotechnology and Global Governance: Crisis and Opportunity, Kennedy School of Government, april.

Wynne, B., Marris, C., Simmons, P., De Marchi, B., Pellizoni, L., Renn, O., Klinke, A., Lemkow, L., Sentmarti, R. in Carceras, J., 2000. 'Public attitudes to agricultural biotechnologies in Europe', Final report of project PABE, 1997–2000, DG Research, European Commission, Bruselj.

Wynne, B. idr., 2001. *Wising up*, Lancaster University.

17. Sklepne ugotovitve

Študije primerov v tej knjigi ponazarjajo, da se je mogoče veliko naučiti iz zgodovine. Takšno učenje se začne z dvema temeljnima opazkama:

- Zakonodajna ocena ter nadzor tehnologij in gospodarskega razvoja vključujeta tehtanje stroškov, če smo pri nevarnostih inovacij preveč omejujoči, in stroškov, do katerih smo preveč popustljivi zaradi znanstvene negotovosti in nevednosti. Študije primerov ponujajo mnogo primerov, v katerih je zakonodajno neukrepanje pripeljalo do dragih posledic – ki jih včasih ni bilo mogoče predvideti.
- Študije primerov ponujajo tudi mnogo primerov, v katerih so bila očitno zanemarjena tako »zgodnja svarila« kot celo »glasna in pozna«, v katerih so bile ocene nevarnosti preozko zastavljene in v katerih so se zakonodajni ukrepi izvedli brez zadostnega upoštevanja alternativ ali pogojev, potrebnih za njihovo uspešno izvajanje.

Če se znanstveno, politično in gospodarsko bolj upošteva bogatejši korpus informacij iz bolj raznovrstnih virov, potem bi lahko družba v prihodnosti veliko laže dosegala boljše ravnotežje med inovacijami in njihovimi nevarnostmi. Razprava o študijah primerov je pripeljala do bistva dvanajstih poznih lekcij, ki bi lahko pomagale doseči to boljše ravnotežje, če se bodo uporabile pri prihodnjih odločitvah.

Previdnostno načelo je okvir mišljenja, ki uravnava previdnost, kadar prevladujeta negotovost in nevednost in kadar smo pred potencialno visokimi stroški tako pri zakonodajnih ukrepih kot pri neukrepanju.

Vendar resnične težave uporabe previdnostnega načela pri kompleksnih, negotovih in kontroverznih zadevah povečuje še pomanjkanje soglasja glede definicije in pomena ključnih izrazov.

Spodnja preglednica naj bi pojasnila šest temeljnih konceptov, ki so bistvo te razprave. Kar se včasih ohlapno omenja kot »negotovost«, meša analitično različne koncepte »tveganja«, »negotovosti« in »nevednosti«. Koncepte javnih ukrepov »prevencije«, »previdnostne prevencije« in »previdnosti« se lahko uspešno naveže na te tri stopnje vedenja, kot jih prikazuje preglednica 17.1.

Preglednica 17.1 **Negotovost in varnost – za pojasnitev izrazov**

Vir: EEA

Situacija	Stanje in čas vedenja	Ukrepi
Tveganje	Poznani učinki; poznane verjetnosti npr. azbest povzroča respiratorno bolezen, pljučnega raka in maligni mezoteliom, 1965–danes	**Preprečevanje**: ukrepi za zmanjšanje znanih nevarnosti npr. preprečiti izpostavljenost azbestnemu prahu
Negotovost	Poznani učinki; neznane verjetnostinpr. antibiotiki v živalski krmi in s tem povezana odpornost ljudi proti tem antibiotikom, 1969–danes	**Previdnostna preventiva**: ukrepi za zmanjšanje možnih tveganj npr. zmanjšati/odpraviti izpostavljenost ljudi antibiotikom iz živalske krme
Nevednost	Poznani učinki in zato neznane verjetnosti npr. presenečenja glede klorofluoroogljikovodikov (CFC-jev) in poškodbe ozonskega plašča pred letom 1974; z azbestom povezani maligni mezoteliom pred letom 1959	**Previdnost**: ukrepi za predvidevanje, identifikacijo in zmanjšanje učinkov presenečenj npr. uporaba lastnosti kemikalij, kot sta persistentnost ali bioakumulacija, za »napovedovalce« potencialne nevarnosti, uporaba najširših možnih virov informiranja, vključno z dolgoročnim nadzorom; promocija robustnih, raznovrstnih in prilagodljivih tehnologij in socialnih sistemov za zagotovitev potreb z manj tehnološkimi »monopoli«, kot so azbest in CFC-ji.

Postopki za obravnavo situacij tveganja, negotovosti in nevednosti morajo biti pošteni, transparentni in razložljivi, ker so ključni elementi »dobrega upravljanja«, potrebnega za ponovno zaupanje javnosti pri ustvarjanju politike glede tehnologij, njihovih koristi in potencialnih nevarnosti.

Večina primerov v tej knjigi je imela posledice za javno zdravje in okolje, znanost in oblikovanje politike, ki sta v zadnjih 100 letih postali specializirani in nekoliko polarizirani. Posamezniki doživljajo svoje zdravje in okolje kot eno, tesno povezano stvarnost: podobno je treba povezati znanost, zakonsko presojo in oblikovanje politike. *Pozne lekcije* bi morale nekoliko prispevati k tej povezavi zdravja in okolja.

Obseg zakonodajne ocene je treba razširiti, da se lahko ob fizičnih, kemičnih, bioloških in medicinskih vidikih tehnologij dovolj upoštevajo pomembna socialna vprašanja.

Vključevanje različnih interesnih skupin ter upoštevanje njihovih vrednot in interesov ter izbira tehnoloških in socialnih možnosti za zadovoljevanje potreb ljudi prinese dve ključni koristi. Ne samo da poveča število informacij, ki so na voljo pri oblikovanju politike, ampak lahko tudi poglobi zaupanje javnosti v sposobnost družbe, da obvladuje nevarnosti, ne da bi potlačila inovativnost ali ogrožala znanost.

Nedavni spori v zvezi z novimi tehnologijami, kot so gensko spremenjeni organizmi in odstranjevanje vrtalnih ploščadi, imajo veliko opraviti z javnimi vrednotami in znanstveno negotovostjo v primerjavi s prejšnjim majhnim poudarkom vrednot in zahtevami po nedvoumnih znanstvenih dokazih pred ukrepi za zmanjšanje nevarnosti. Odprto priznanje tega spremenljivega konteksta je prvi korak k njihovemu uspešnejšemu reševanju.

Vključitev socialno-politične perspektive v zakonodajne ocene pa ni samo stvar boljšega oblikovanja politike, izboljša lahko tudi znanost.

Reduktivna znanost in linearna vzročnost sta na primer koristna, a omejena pristopa. Ne kosata se dobro z dinamiko kompleksnih in včasih kaotičnih sistemov, ki jih zaznamujejo krivulje povratnega učinka, sinergizmi, pragi in vprašanja ravnovesja/neravnovesja ter povezujejo večfaktorske in medsebojno odvisne vzročne verige. Takšna kompleksna stvarnost zahteva boljšo znanost, ki jo zaznamuje več ponižnosti in manj precenjevanja samega sebe s poudarkom na stvareh, »ki jih ne vemo«, kot tudi na tistih, »ki jih vemo«.

Pomembna posledica priznavanja znanstvene negotovosti (vključno z nevednostjo) in nujnosti zmanjšanja nevarnosti v zelo tveganih situacijah je potreba po sporazumu glede zadostnosti dokazov škodljivih učinkov, ki so potrebni za opravičljivost ukrepa. Takšne »stopnje dokazil« lahko nihajo od »utemeljene podlage za zaskrbljenost« sporočila Evropske komisije o previdnostnem načelu do »brez razumnega dvoma« kazenskega prava. Izbira, katero stopnjo uporabiti v določeni situaciji, vključuje odločitev, ki lahko korenito spremeni velikost, naravo in razporeditev stroškov zmotnega prepričanja. To je ključna politična odločitev z globokimi etičnimi posledicami. Raven dokaza, ki je primeren za posamezne zadeve, je odvisna od velikosti in narave potencialne nevarnosti, zahtevanih koristi, razpoložljivih alternativ in potencialnih stroškov zaradi zmotnega prepričanja v obeh smereh, torej ukrepanja ali neukrepanja v zvezi z negotovostjo, nevednostjo in velikim tveganjem. Ta vrsta javnega sprejemanja odločitev ni neznana: vojaške obveščevalne službe so že davno sprejele podobne previdnostne pristope k negotovosti in velikemu tveganju, pri katerem bi bili stroški zaradi zmotnega prepričanja katastrofalni.

17.1 Pozne lekcije iz zgodnjih svaril

Študije primerov v tej knjigi podpirajo in ilustrirajo potrebo po dvanajstih poznih lekcijah iz preučevanega stoletja zgodovine.

1. Priznati nevednost in se odzvati nanjo kot tudi na negotovost in tveganje pri ocenah tehnologije in javnem sprejemanju odločitev.
2. Zagotoviti ustrezen dolgoročni nadzor okolja in zdravja ter raziskave zgodnjih svaril.

3. Določiti »slepe pege« in vrzeli v znanstvenem vedenju ter si prizadevati za njihovo zmanjšanje.
4. Odkriti in zmanjšati interdisciplinarne ovire za učenje.
5. Zagotoviti ustrezno upoštevanje stvarnih pogojev v zakonodajnih ocenah.
6. Sistematično in temeljito pregledati zahtevane utemeljitve in koristi ter potencialna tveganja.
7. Oceniti niz alternativnih možnosti za izpolnjevanje potreb poleg preučevane možnosti in predstaviti bolj vzdržljive, različne in prilagodljive tehnologije za znižanje stroškov presenečenj in povečanje koristi inovacij.
8. V oceni zagotoviti laično in lokalno znanje ter ustrezno strokovno znanje in izkušnje.
9. V celoti upoštevati domneve in ocene različnih socialnih skupin.
10. Ohranjati neodvisnost zakonodajalcev zainteresiranih strank in ohranjanje širokega pristopa k zbiranju podatkov in mnenj.
11. Ugotoviti in zmanjšati institucionalne ovire za učenje in ukrepanje.
12. Izogniti se »paralizi zaradi analize« z ukrepanjem za zmanjšanje potencialnega tveganja pri upravičenih razlogih za zaskrbljenost.

Večina teh lekcij vključuje izboljšanje kakovosti, razpoložljivosti, uporabnosti in obdelave informacij v javnem sprejemanju odločitev glede okolja in zdravja. Vendar ne bi nobena lekcija sama po sebi odstranila dvomov glede sprejemanja odločitev pri negotovosti in visokem tveganju. Ne morejo zbrisati negotovosti ali se ogniti posledicam nevednosti. Vendar bi vsaj povečale možnosti za predvidevanje dragih učinkov, za doseganje boljšega ravnotežja med argumenti za tehnološke inovacije in proti njim ter za zmanjšanje stroškov neprijetnih presenečenj. Uporaba previdnostnega načela lahko prinese tudi koristi, ki presegajo zmanjšanje učinkov na zdravje in okolje, ter tako stimulira več inovacij s tehnološko različnostjo in fleksibilnostjo ter boljšo znanost.

»Pozne lekcije« lahko pripomorejo tudi k doseganju boljšega ravnotežja med proporcionalnimi in previdnostnimi javnimi politikami ob priznavanju, da je lahko pretirana previdnost tudi draga zaradi izgubljenih priložnosti za inovacijo in izgubljenih poti znanstvenega raziskovanja.

Osrednji sklep tega poročila je, da bi bila lahko težka naloga doseči čim več inovacij ob čim manjšem tveganju za ljudi in njihovo okolje, kar je končno stvar političnega dogovora, bolj uspešna, če bi zajela dvanajst poznih lekcij iz zgodovine obravnavanih tveganj.

Biografije avtorjev[1]

Jim W. Bridges
dekan za mednarodne strategije
Pisarna vicerektorja univerze
Univerza v Surreyju
Guildford GU2 5XH
Velika Britanija
tel.: (44) (0)1483 873802
e-naslov: j.bridges@surrey.ac.uk

Jim Bridges je profesor toksikologije in zdravega okolja na Univerzi v Surreyju od leta 1979. Je član Znanstvenega pripravljalnega odbora Evropske unije (od 1997) in predsednik britanskega Odbora za veterinarske odpadke (od 2001). Pred tem je bil član Znanstvenega odbora Evropske unije za prehrano živali (1991–97) in britanskega Odbora za veterinarske izdelke (1982–1997). Deloval je tudi kot znanstveni svetovalec Evropske unije (na obravnavi Svetovne trgovinske organizacije v Ženevi) v zvezi z legitimnostjo prepovedi EU o uporabi hormonov za spodbujanje rasti. Je avtor in soavtor več kot 300 znanstvenih raziskovalnih del in recenzij.

Olga Bridges
Evropski inštitut za zdravstvo in medicinske vede
Univerza v Surreyju
Guildford GU2 5XH
Velika Britanija
tel.: (44) (0)1483 873802
e-naslov: o.bridges@surrey.ac.uk

Dr. Olga Bridges je predavateljica okoljskega in javnega zdravja na Univerzi v Surreyju. Področja raziskovanja, s katerimi se največ ukvarja, so vpliv kemikalij na okolje in prehrano, družbeno dojemanje ekoloških tveganj in uporaba HACCP (nadzor in analiza kritičnih kontrolnih točk). Sodelovala je pri številnih javnih raziskavah, zadnje čase pa se udejstvuje predvsem s programi izobraževanja okoljevarstvenikov v tujini.

Lars-Erik Edqvist
Švedski državni inštitut za veterino
Ulls vag 2A-C
Box 7073
750 07 Uppsala
Švedska
tel.: (46) 018 67 40 00
e-naslov: Lars-Erik.Edqvist@sva.se

Professor Lars-Erik Edqvist DVM, doktor znanosti, je generalni direktor Državnega veterinarskega inštituta (SVA) v kraju Uppsala na Švedskem. Oddelek SVA za antibiotike se že mnogo let posveča raziskovalnemu delu in priporoča preudarno uporabo antibiotikov v veterini. Leta 1995 je švedska vlada imenovala profesorja Edqvista za predsednika Komisije za dodajanje antibiotikov hrani. Komisija se je sestala in ovrednotila znanstvene informacije o uporabi antibiotikov kot dodatkov hrani v povezavi z začasnim odstopanjem od zakonodaje Skupnosti, ko je Švedska postala njena članica. Komisija je svojo nalogo izpolnila leta 1997.

Joe Farman
Evropska koordinacijska enota za preučevanje ozona
Cambridge
Velika Britanija
e-naslov: general@ozone-sec.ch.cam.ac.uk

Dr. J. C. Farman, komtur viteškega reda britanskega imperija in dobitnik polarne medalje, je trenutno svetovalec pri Evropski koordinacijski enoti za preučevanje ozona v Cambridgeu in član Znanstvenega odbora za raziskave stratosferskega ozona pri Evropski komisiji. Med letoma 1956 in 1990 je bil zaposlen pri organizaciji British Antarctic Survey (organizacija za raziskovanje Antarktike). Dobil je priznanje UNEP-a (Okoljskega programa pri ZN) Global 500 Roll of Honour, nagrado UNEP-a Global Ozone Award, okoljsko medaljo Združenja kemijske industrije (the Environment Medal of the

1 Pogledi, predstavljeni v vsakem poglavju, so avtorjevi in ne odsevajo nujno stališč ustanov, v katerih ta dela.

Society of Chemical Industry) in medaljo Charlesa Chreeja Inštituta za fiziko (the Charles Chree Medal of the Institute of Physics). Je častni član Corpus Christi Collegea v Cambridgeu.

David Gee
Zveza za znanost in analizo informacijskih potreb
Evropska agencija za okolje
Kongens Nytorv 6
1050 København K
Danska
tel.: (45) 33 36 71 42
e-naslov: david.gee@eea.eu.int

David Gee je diplomiral iz ekonomije in političnih ved, od leta 1974 pa je zaposlen na prepletajočih se področjih znanosti, ekonomije, proizvodnje in oblikovanja politike, v okviru zdravja pri delu in zdravja okolja, za sindikate in nevladne organizacije (je nekdanji direktor društva Prijatelji Zemlje iz Anglije, Walesa in Severne Irske). Pri Evropski agenciji za okolje se ukvarja z aktualnimi vprašanji in znanstvenim sodelovanjem.

Michael Gilbertson
Skupna mednarodna komisija
100 Ouellette Avenue, 8. nadstropje
Windsor
Ontario N9A 6T3
Kanada
tel.: (1) 519 257 6706
e-naslov: GilbertsonM@Windsor.IJC.Org

Dr. Michael Gilbertson sodeluje s kanadsko vlado od leta 1969, ko je sprožil raziskavo izbruha reproduktivnih in razvojnih motenj ptic, ki se prehranjujejo z ribami na območju spodnjih Velikih jezer na meji med ZDA in Kanado. Od leta 1975 deluje na meji med kriminalistično-tehnično znanostjo o okolju in zakonskim urejanjem. Zanima se za socialne procese ob prehodu od uporabe neprimerne tehnologije, ki vodi do nepričakovanih poškodb, na primerno tehnologijo, ki temelji na trdnih ekoloških načelih.

Morris Greenberg
74 End Road
London NW11 7SY
Velika Britanija
tel.: (44) (0)20 8458 2376
e-naslov: GillMorris.Greenberg@talk21.com

Dr Morris Greenberg je nekdanji zdravstveni inšpektor za tovarne, direktor za varovanje zdravja v Veliki Britaniji in nekdanji član Toksikološke enote za okolje britanskega Ministrstva za zdravje. Pomagal je pri ustvarjanju prvega registra mezotelioma zaradi izpostavljenosti azbestu Veliki Britaniji in je strokovnjak za posledice na zdravje zaradi vdihavanja vlaken.

Poul Harremoës
Ministrstvo za okolje in naravna bogastva
Tehniška univerza Danske
e-naslov: ph@er.dtu.dk

Poul Harremoës je redni profesor na Tehniški univerzi Danske, kjer od leta 1972 predava ekologijo in inženirstvo. Izpeljal je raziskave v zvezi s problematiko komunalnih voda, onesnaževanja in čiščenja voda ter upravljanjem okolja. Je član Znanstvenega odbora Evropske agencije za okolje in nekdanji predsednik Mednarodnega združenja za zaščito voda. Dodeljene so mu bile naslednje mednarodne nagrade: nagrada mesta Stockholm za vode (the Stockholm Water Prize, 1992) in nagrada za poznavanje in razumevanje okolja Heineken. Objavil je pet učbenikov in približno 350 drugih publikacij (glej www.er.dtu.dk).

Dolores Ibarreta
Inštitut za tehnološke študije perspektiv IPTS
(Skupno raziskovalno središče)
Evropska komisija
Edificio Expo - WTC
C/ Inca Garcilaso, s/n
E-41092 Sevilla
Španija
tel.: (34) 95 448 84 45
e-naslov: dolores.ibarreta@jrc.es

Dr. Dolores Ibarreta je biologinja z doktorskim nazivom iz genetike z Univerze Complutense v Madridu, Španija. Dela kot raziskovalka v centru za biološke raziskave (Centro de Inve-

stigaciones Biologicas, CIB-CSIC) v Madridu in zdravstvenem središču Univerze Georgetown v Združenih državah Amerike. Trenutno je zaposlena kot znanstvena sodelavka pri IPTS (Skupni raziskovalni center, Evropska komisija), kjer se posveča ocenjevanju ravni tveganja pri snoveh, ki vplivajo na delovanje žlez z notranjim izločanjem (predvsem DES), še posebno hormonsko aktivnih snoveh v prehrani.

Peter Infante
Programi zdravstenih standardov
Uprava za varnost in zdravje pri delu
Ameriško ministrstvo za delo
Washington DC
Združene države Amerike
e-naslov: Peter.Infante@osha.gov

Zadnjih 25 let doktor znanosti. Peter F. Infante D. D. S., dr. med, za ministrstvo za delo ocenjuje in opredeljuje uporabo toksičnih substanc na delovnih mestih v Ameriki. Je avtor več kot 100 znanstvenih publikacij. Opravil je doktorat iz javnega zdravstva na oddelku za epidemiologijo Univerze v Michiganu in je član Ameriškega združenja za epidemiologijo. Sodeloval je pri različnih odborih in svetovalnih komisijah, povezanih z ameriškim Državnim inštitutom za raziskovanje raka, predsednikovim Odborom za rakava obolenja, Ministrstvom za tehnološki razvoj ameriškega parlamenta in Državno akademijo znanosti, nazadnje pa je kot strokovni svetovalec sodeloval v razpravi Svetovne trgovinske organizacije o prepovedi izdelekov, ki vsebujejo azbest, v državah članicah Evropske unije.

Paul Johnston
Oddelek za biologijo Greenpeaceovih raziskovalnih laboratorijev
Univerza v Exetru
Exeter EX4 4PS
Velika Britanija
e-naslov: p.johnston@exeter.ac.uk

Dr. Paul Johnston je toksikolog za vode. Leta 1987 je ustanovil Greenpeaceove raziskovalne laboratorije in še vedno deluje kot njihov glavni znanstvenik. Ima več kot 15 let raziskovalnih izkušenj na področju onesnaževanja morja.

Jane Keys
22 Brook End
Potton, Bedfordshire
SG19 2QS
Velika Britanija
tel.: +44 (0)1767 261834
e-naslov: Jane.Keys@btinternet.com

Jane Keys je neodvisna raziskovalka. Od leta 1980 raziskuje okoljska vprašanja za industrijo, nevladne okoljske organizacije in Evropsko agencijo za okolje. Njeno nedavno delo za britansko Komisijo za gozdarstvo in druge organizacije vključuje prepoznavanje izvedljivih in trajnostnih gospodarskih dejavnosti za financiranje in podporo delno naravnih starodavnih gozdnih površin in urbanih obcestnih dreves v Veliki Britaniji.

Janna G. Koppe
Častna profesorica neonatologije
Univerza v Amsterdamu
Hollandstraat 6
3634 AT Loenersloot
Nizozemska
tel.: (31) 294 291589
e-naslov: Janna.Koppe@inter.NL.net

Po končanem študiju medicine v Amsterdamu se je dr. Koppejeva specializirala v pediatriji in neonatologiji, prav tako na Univerzi v Amsterdamu. Leta 1969 je postala docentka neonatologije, leta 1986 redna profesorica, leta 1977 je postala vodja oddelka za neonatologijo, leta 1998 se je upokojila. Prispevek k tej knjigi je napisala kot častna profesorica neonatologije na Univerzi v Amsterdamu in predsednica društva Ecobaby. Raziskave o vplivih dioksinov in PCB-jev na nerojenega in novorojenega otroka so se pričele leta 1985 in še trajajo.

Barrie Lambert
Bolnišnica St. Bartholomew's in Kraljeva fakulteta za medicino iz Londona
Charterhouse Square
London EC1M 6BQ
Velika Britanija
tel.: (44) (0)1273 471973
e-naslov: barrie.lambert@which.net

Dr. Barrie Lambert je neodvisen biolog radiolog. Radiologijo raziskuje in poučuje več kot 30 let, s posebnim poudarkom na razmeroma dolgoročnem tveganju zaradi izpostavljanja sevanju. Je svetovalec okoljevarstvenih skupin, jedrske industrije in vlade.

William J. Langston
Morski laboratorij Citadel Hill v Plymouthu
Plymouth PL1 2PB
Velika Britanija

Dr. Bill Langston je znanstveni raziskovalec v Morskem laboratoriju v Plymouthu in se že od zgodnjih osemdesetih let ukvarja z raziskovanjem kositrovega tributila in njegovega vpliva na morsko okolje.

Malcolm MacGarvin
modus vivendi
Ballantruan, Glenlivet
Ballindalloch AB37 9AQ
Škotska
tel.: (44) (0)1807 590396
e-naslov: macgarvin@modus-vivendi.co.uk

Dr. Malcolm MacGarvin ima doktorat iz ekologije. Od sredine osemdesetih let deluje kot svetovalec v zvezi z okoljevarstveno problematiko za industrijo, nevladne organizacije za okolje, Evropsko komisijo in Evropsko agencijo za okolje. Poleg previdnostnega načela se v zadnjem času ukvarja z eutrofikacijo in morskim ribištvom.

Erik Millstone
SPRU – Center za znanstvene in tehnološke raziskave
Univerza v Sussexu
Brighton BN1 9RF
Velika Britanija
tel.: (44) (0)1273 877380
e-naslov: e.p.millstone@sussex.ac.uk

Profesor Erik Millstone se je prvotno izobraževal v fiziki in filozofiji. Od leta 1974 raziskuje vzroke in posledice tehnoloških sprememb v živilski industriji in zakonsko ureditev tega področja. Od leta 1998 raziskuje povezave med znanstvenimi dognanji in politiko v zvezi z govejo spongiformno encefalopatijo pri projektih, ki jih financira Evropska komisija.

Knud BYrge Pedersen
Danski veterinarski laboratorij
27 Bülowsvej
DK-1790 København V
Danska
tel.: (45) 35 30 01 23
e-naslov: Kbp@svs.dk

Dr. Knud BYrge Pedersen, doktor veterinarske medicine, doktor znanosti, doktor veterinarskih znanosti, je od leta 1985 direktor Danskega veterinarskega laboratorija (DVL) in danskega Veterinarskega inštituta za raziskovanje virusov od oktobra 2000. V svoji doktorski disertaciji je obravnaval nalezljivi keratokonjunktivitis pri govedu. Pedersen je avtor in soavtor več znanstvenih člankov o mikrobiologiji in infekcijski patologiji. V zadnjih letih je Danski veterinarski laboratorij ustanovil raziskovalne skupine za preučevanje antimikrobnih obrambnih mehanizmov in epidemiologije, ki se nanaša predvsem na antimikrobne spodbujevalce rasti. Dr. Pedersen je predlagal oblikovanje veterinarske odločbe o antibiotikih in smernic za preudarno uporabo antibiotikov v veterini.

David Santillo
Oddelek za biologijo Greenpeaceovih raziskovalnih laboratorijev
Univerza v Exeterju
Exeter EX4 4PS
Velika Britanija
e-naslov: D.Santillo@exeter.ac.uk

Dr. David Santillo je morski in sladkovodni biolog in eden starejših znanstvenikov Greenpeaceovih raziskovalnih laboratorijev. Je zastopnik organizacije Greenpeace International na različnih mednarodnih konvencijah, namenjenih zaščiti morskega okolja.

Arne Semb
Norveški inštitut za preučevanje zraka (NILU)
P.O. Box 100
N-2027 Kjeller
Norveška
tel.: +47 63 89 80 00
e-naslov: arne.semb@nilu.no

Dr. Arne Semb je na Univerzi v Oslu diplomiral iz kemije, od leta 1971 pa na Norveškem inštitutu za preučevanje zraka sodeluje pri različnih vprašanjih v zvezi z onesnaževanjem zraka. Njegova večja sodelovanja vključujejo program OECD prenosa snovi, ki onesnažujejo zrak, na dolge razdalje, 1972-1977, norveški projekt SNSF o kislem dežju in njegovem vplivu na gozdove in ribe, 1972-1980, in program EMEP za nadzorovanje in vrednotenje prenosov onesnaževal po zraku na dolge razdalje v Evropi, od leta 1977 do danes.

Andrew Stirling
SPRU –Center za znanstvene in tehnološke raziskave
Univerza v Sussexu
Brighton BN1 9RF
Velika Britanija
tel.: +44 (0)1273 877118
e-naslov: A.C.Stirling@sussex.ac.uk

Dr. Andrew Stirling je redni predavatelj v Centru za znanstvene in tehnološke raziskave. Naredil je mnogo raziskav in objavil precej publikacij v zvezi z ocenjevanjem tehnologije in okolja ter analizo tveganj. Delal je z različnimi akademskimi, nevladnimi, industrijskimi in vladnimi organizacijami ter sodeloval pri številnih svetovalnih odborih.

Shanna H. Swan
profesorica raziskovalka
Univerza v Missouriju, Kolumbija
Oddelek za javno in družinsko medicino
Medical Sciences Building MA306L
Kolumbija MO 65212
Združene države Amerike
tel.: +1 573 884 4534
e-naslov: swans@health.missouri.edu

Profesorica Shanna H. Swan, doktorica znanosti, je epidemiologinja in statističarka, ki preučuje reproduktivna tveganja pri DES, drugih hormonih in okoljski izpostavljenosti. Trenutno je zaposlena kot profesorica raziskovalka na Univerzi v Missouriju, Kolumbija, od leta 1981 do 1998 pa je bila vodja oddelka za reproduktivno epidemiologijo na kalifornijskem Ministrstvu za zdravje. Njen pristop k javnemu zdravstvu, posebno v povezavi s potencialnimi tveganji za nerojeni zarodek, je vedno temeljil na varnosti.

Patrick van Zwanenberg
SPRU – Center za znanstvene in tehnološke raziskave
Univerza v Sussexu
Brighton BN1 9RF
Velika Britanija
tel.: +44 (0)1273 877141
e-naslov: p.f.van-zwanenberg@sussex.ac.uk

Dr. Paddy van Zwanenberg se je prvotno izobraževal v znanosti o okolju, preden se je odločil za podiplomski študij znanstvene in okoljske politike. Njegove raziskave so usmerjene predvsem na vprašanja znanosti in upravljanja, s posebnim poudarkom na vlogi strokovnega znanja in izkušenj pri oblikovanju javne in okoljske zdravstvene politike. Sodeloval je pri dveh projektih, ki jih je financirala Evropska komisija, o znanosti in politiki v povezavi z govejo spongiformno encefalopatijo.

Sofia Guedes Vaz
Celostne presoje in poročila
Evropska agencija za okolje
Kongens Nytorv 6
1050 København K
Danska
tel.: +45 33 36 72 02
e-naslov: Sofia.Vaz@eea.eu.int

Sofia Guedes Vaz je inženirka za okolje, ki sodeluje z Evropsko agencijo za okolje od leta 1997. Specializirana je za informacije, poročanje o raziskavah, cilje in problematiko, ki se pojavlja v zvezi z okoljem. Ima magisterij iz tehnologije okolja, ki ga je pridobila na Kraljevi univerzi. Preden je začela delati pri EAO, se je ukvarjala z okoljskim svetovanjem.

Martin Krayer von Krauss
študent doktorskega študija
Ministrstvo za okolje in naravna bogastva
Tehniška univerza Danske
e-naslov: mkvk9@yahoo.com

Martin Krayer von Krauss je diplomiran inženir, diplomiral je na kanadski univerzi Royal

Military in deluje kot projektni inženir pri raziskavah na območjih, onesnaženih z bencinom. Ima magisterij iz okoljskega inženiringa Tehniške univerze Danske. Njegova doktorska raziskava ima naslov Negotovost in njene posledice za okoljski inženiring.

Brian Wynne
Center za raziskave sprememb okolja
Inštitut za okolje, filozofijo in javno politiko
Univerza Furness
Univerza Lancaster
Lancaster LA1 4YG
Velika Britanija
tel.: +44 (0)1524 592653
e-naslov: b.wynne@lancaster.ac.uk

Brian Wynne je profesor znanosti na Inštitutu za okolje, filozofijo in javno politiko. Od leta 1995 do 2000 je bil član upravnega odbora in znanstvenega odbora Evropske agencije za okolje. Izpeljal je obširne raziskave in napisal mnogo publikacij o tveganjih, vprašanjih v zvezi z raziskavami okolja in znanstvenimi raziskavami ter o javnem razumevanju znanosti in tveganja.