

UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA TEKSTILSTVO

OCENA TVEGANJA VPLIVOV KEMIČALIJ NA OKOLJE

Seminarska naloga pri predmetu: GRAFIKA IN EKOLOGIJA

KAZALO

1 UVOD	2
2 KAJ JE OCENJEVANJE TVEGANJA VPLIVOV KEMIKALIJ	3
3 SEDANJE REZMERE V SLOVENIJI IN EVROPI	4
4 KAJ SO ONESNAŽEVALCI IN KOLIKO JIH JE	5
5 KAKO SE IZRAŽAJO TVEGANJA	5
5.1 PARAMETRI OCENJEVANJA	7
6 KAZALCI VREDNOTENJA VPLIVA KEMIKALIJ	8
6.1 TOSIKOLOŠKI KAZALCI VREDNOTENJA NEVARNOSTI	8
6.2 KINETIČNI – TRANSPORTNI KAZALCI VREDNOTENJA NEVARNOSTI	9
7 RAZLIKA MED OCENO TVEGANJA ZA ČLOVEŠKO ZDRAVJE IN OCENO TVEGANJA ZA OKOLJE	11
8 TRENDI V EVROPKSI SKUPNOSTI	12
9 ZAKLJUČEK	14
LITERATURA	15

1 UVOD

Znano je, da v svetovnem prostoru kroži najmanj sto tisoč različnih kemikalij in spojin, ki jih potrebujemo za najrazličnejše namene. Številne so nevarne in so tako tudi označene. Za uporabo kemikalij je potrebno znanje in veliko jih je, za katere so potrebna dovoljenja oz. se izdajajo na recepte.

V seminarski nalogi bom skušala opredeliti onesnaževala in kazalce vrednotenja vpliva onesnaževal na okolje. Na kratko bom prikazala stopnje procesa za pridobivanje celovite ocene vplivov kemikalij na okolje.

2 KAJ JE OCENJEVANJE TVEGANJA VPLIVOV KEMIKAJIJ

Ocenjevanje tveganja vpliva kemikalij je ključnega pomena za zagotovitev, da pri proizvodnji ali predvideni uporabi kemikalij ne pride do nezaželenih oziroma škodljivih učinkov na zdravje ljudi, živali in okolje. Pri tem gre za opredelitev in po možnosti kvantitativno določitev tveganja, ki izhaja iz izpostavljenosti določeni snovi ali pripravku, vključno z določitvijo razmerja med odmerkom in učinkom ter ciljne populacije. V splošnem je to postopek, ki vključuje naslednje elemente:

- ugotovitev nevarnih lastnosti kemikalije,
- oceno učinkov,
- oceno izpostavljenosti in
- opredelitev tveganja.

Raziskave toksičnih učinkov substanc na človeka lahko zasledimo že pri starih Grkih, ki so strupene snovi uporabljali kot strupe ali včasih kot zdravila. Prve predpise o okoljskem onesnaževanju, kot so bile prepovedi sežiganja nekaterih vrst premoga ali izpuščanje odpadkov v kanale, lahko zasledimo že pred več kot stoletjem, z namenom ohraniti človekovo dobro počutje. Resnična splošna zavest za vpliv nekaterih substanc na vrste, poleg Homo sapiensa, ali na celoten ekosistem, se je pričela pojavljati pred nekaj desetletji.

Razvite zahodne države, ki so se prve zavedale posledic škodljivih posegov v okolje s človekovimi dejavnostmi, so približno pred 20 leti pričele pripravljati prve študije o »ocenah tveganja in vplivov na okolje«, in na podlagi le-teh uvedle tudi ukrepe, ki bi škodljive vplive in tveganja zmanjšali.

Zadnjih deset let potekajo dejavnosti na tem področju predvsem v mednarodnih organizacijah in združenjih, kot so OECD, WHO, IPCS (International Programme on Chemical Safety), EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization), ECETOC (European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals) ipd. Številni pravilniki, priporočila in direktive, kjer »ocena tveganja (risk assessment)« zavzema glavni del vsebine, so bili pripravljani tudi s strani Evropske skupnosti. Tudi vlade ZDA, Kanade in Japonske, ki se zavedajo pomembnosti teh študij in s tem povezanih ukrepov, jim pri zakonodajnih aktih sledijo. Vodilni državi na tem

področju, tako na zakonodajnem kot tudi pri izdelavi študij in aplikacije posameznih primerov sta brez dvoma Nizozemska in Danska.

»Ocena tveganja« je osrednja in glavna tema nadzora nad kemijskimi substancami in nad ravnanjem z njimi v večini zahodnoevropskih držav, kjer je tudi zakonodaja povezana z okoljem že nekaj časa v veljavi.

3 SEDANJE REZMERE V SLOVENIJI IN EVROPI

Slovenija je okoljsko zelo občutljivo in ranljivo območje, na katerem je kulturno izredno pomembna naravna dediščina ter potencial za številne gospodarske panoge. Z vidika zaščite okolja je zato izrednega pomena uveljavljanje sonaravnih ali eko-tehnologij, ki temeljijo po eni strani na proizvodnji in uporabi okolju neškodljivih snovi, po drugi pa na poznavanju mehanizmov prenosa in pretvorb. Upoštevati je treba sredstva, ki so že v proizvodnji ali na tržišču, kar omogoča razvijanje in uvajanje primernih tehnologij tudi za njihovo učinkovito odstranjevanje. Uveljavljanje obeh procesov je bistvenega pomena za večanje konkurenčnosti slovenskega gospodarstva na svetovnem in domačem tržišču. Pri vsem tem pa se je treba zavedati dejstva, da proizvodnja in poraba izločata ogromno odpadkov.

Evropa spada med največje proizvajalce kemikalij: njen delež v svetovni proizvodnji je okoli dveh petin (38%, 1995). Hkrati pa ni zanemarljiv podatek, da prispevata proizvodnja in uporaba kemikalij 2% k evropskemu povprečnemu bruto nacionalnemu proizvodu in zagotavljata kar 7% delovnih mest. Slovenija pri tem ni izjema; med našimi pomembnimi proizvodnimi panogami sta kemijska in farmacevtska industrija, posredno pa še druge panoge industrije, ki uporabljajo kemijske snovi kot surovine, energijske vire ali sestavine izdelkov.

Evropska unija je določila med ključnimi pogoji za sprejem Slovenije vanjo, uveljavitev evropskega okoljskega standarda (IPPC – Integrated Pollution Prevention Control). V Sloveniji je blizu 150 podjetij, ki morajo odpraviti okoljsko onesnaževanje do leta 2007. Podobno je nujno potrebno zmanjšati onesnaževanje v kmetijstvu in gozdarstvu, zlasti ogrožanje podtalnice in kakovosti pridelkov s fitofarmacevtskimi sredstvi.

Poleg tržno dostopnih kemikalij, ki predstavljajo končne proizvode oz. so del sestavin končnih proizvodov, ali pa so sredstva za proizvodnjo drugih, tržno zanimivih proizvodov, nastajajo onesnaževala tudi nenamerno kot stranski proizvodi v vrsti industrij, npr. pri pridobivanju energije, predelavi kovin, lesa in podobno.

4 KAJ SO ONESNAŽEVALCI IN KOLIKO JIH JE

Vsaka spojina, ki se sprosti v okolje iz industrijskih, kmetijskih, transportnih in naravnih procesov, obremenjuje okolje in onesnažuje zrak ali tla, vodo, pridelke in drugo, kar je v okolju, je onesnaževalec. S tem so ogroženi ekosistemi in tudi ljudje. Število vseh znanih spojin danes že presega 30 milijonov, vendar se na srečo s celotno zalogo nikoli ne srečamo. Koliko je dejansko tržno dostopnih kemikalij, je mogoče le ocenjevati. Evropski register komercialnih kemijskih spojin je leta 1981 vseboval sezname prek 100.000 spojin, vendar so ocene tega, kar nas obdaja, znatno nižje in različne med 20.000 in 70.000 spojinami. Toda dovolj je, da je škodljivih le nekaj, če jih ne znamo obvladati.

5 KAKO SE IZRAŽAJO TVEGANJA

Tveganje je verjetnost nastopa škodljivega učinka za človeka ali okolje zaradi določene izpostavljenosti kemikaliji ali mešanici le-teh. Običajno je izraženo kot pričakovano razmerje med številom posameznikov, ki bi občutili škodljivi učinek v določenem časovnem obdobju in celotnim številom posameznikov, ki so izpostavljeni tveganju.

Tveganje označujejo tri značilne spremenljivke: tip, velikost in verjetnost nevarnosti. S kvantitativnim izrazom bi tveganje lahko izrazili kot vrednost od nič (škoda se zagotovo ne bo zgodila) do ena (absolutna verjetnost, da se bo škoda zgodila). Razlika nastane pri kemikalijah z nivojskim pragom ali brez verjetnosti kot npr. mnoge kancerogene substance, kjer je dopuščena linearna povezava med izpostavljenostjo (odmerek ali doza) in učinkom (pojav raka). Če je ocena tveganja obolelosti za rakom zaradi izpostavljenosti neki kemikaliji izražena npr. z $1 \cdot 10^{-6}$ (0.000001) pomeni, da se en primer obolelosti za rakom pojavi pri milijonu ljudi, ki so bili izpostavljeni določenemu vplivu te kemikalije v času njihovega življenja. Znan oziroma

ilustrativen primer je kajenje enega zavojčka cigaret dnevno. To predstavlja potencialno tveganje za raka na pljučih $5 \cdot 10^{-3}$ primerov na leto ali 1 primer na 200 kadilcev letno.

Vsak posameznik pa bo drugače razložil in interpretiral tveganje. Ljudje si razlagajo tveganje drugače, kot je to običajno določeno z zakonodajo in koristi posameznikov pogosto vodijo k zanikanju znanstvenih dokazov in trditev. Iz teh razlogov je bilo potrebno vzpostaviti neko enotno metodologijo, ki v vsakem trenutku nedvoumno odgovori, kako se zaznava tveganje, s kakšnimi prijemi se ovrednoti zaznavanje in s kakšnimi modeli se opiše zaznavo tveganja pri različnih kemikalijah.

Nevarnosti, ki imajo zakasnele učinke, kot so izumiranje raznih rastlinskih ali živalskih vrst zaradi dolgoročnega nakopičenja obstojnih polutantov v prehranjevalni verigi, so običajno težko opažene, določene, ocenjene in nadzorovane. Zaradi tega se tveganja in nevarnosti te vrste smatrajo za bolj resne in škodljive, kot tiste, ki se zgodijo nenadoma in nepričakovano. Nekateri raziskovalci menijo, da se dogodki, ki so redki, nepredvidljivi in katastrofalni, kot na primer eksplozije v kemijskih tovarnah, zdijo bolj vznemirljive, kot tisti, ki so običajni, redni in majhni po obsegu (primer so prometne nesreče, kjer so tudi smrtne žrtve, vendar se ljudje zaradi tega ne vznemirjajo).

Tabela 1 podaja letno razmerje smrtnosti zaradi zanesljivih vzrokov in učinkov tveganja, ki so jim ljudje izpostavljeni (podatki veljajo za Nizozemsko). Tveganja povezana s temi aktivnostmi podajajo nekaj indikacij velikosti naravnih okoliščin, ki so posledica človekovega vmešavanja. Nekaj je prostovoljnih tveganj, kot je npr. kajenje, nekaj je neprostovoljne narave, kot npr. smrt zaradi strele itd. Čeprav so tveganja, kot so recimo kajenje ali vožnja z avtomobili, sorazmerno velika, jih vsi vsesplošno sprejemamo. Na drugi strani pa je celo prisotnost minimalne količine naravne kancerogene spojine v hrani nesprejemljiva za javnost.

Aktivnost/dogodek	Razmerje letne smrtnosti
Utopitev zaradi zrušitve jezua	10^{-7} ali 1 na 10 milijonov
Smrt zaradi čebeljega pika	2×10^{-7} ali 1 na 5 milijonov
Smrt zaradi strele	5×10^{-7} ali 1 na 2 milijona
Smrt zaradi letalskih nesreč	$1,23 \times 10^{-6}$ ali 1 na 814.000
Smrt med hojo	$1,85 \times 10^{-5}$ ali 1 na 54.000
Smrt med kolesarjenjem	$3,85 \times 10^{-5}$ ali 1 na 26.000
Vožnja z avtomobilom	$1,75 \times 10^{-4}$ ali 1 na 5.700
Vožnja z motorjem	2×10^{-4} ali 1 na 1.000
Kajenje cigaret (1 škatlica na dan)	5×10^{-3} ali 1 na 200

Tabela 1: Razmerje letne smrtnosti za Nizozemsko

5.1 PARAMETRI OCENJEVANJA

Za izdelavo ocene tveganja in ocene upravljanja zaradi prisotnosti kemikalij v okolju je potrebno ugotoviti in karakterizirati vsaj te parametre:

- identifikacijo nevarnosti, to je prepoznavo škodljivih učinkov, ki jih je posamezna kemična substanca sama zmožna povzročiti;
- ocena učinkov tveganja ali ocena odmerkov in reakcij, je ocena razmerja med odmerkom oziroma stopnjo izpostavljenosti substanci in nastopom ter resnostjo učinka;
- ocena izpostavljenosti je določitev emisij, poti in stopenj prenosa substance ter njene transformacije ali degradacije, z namenom ocenitve koncentracije/odmerka, ki so jim (ali so lahko) izpostavljeni ljudje ali populacija in/ali okoljski mediji;
- karakterizacija tveganja je ocena nastopa in resnost škodljivih učinkov, za katere obstaja velika verjetnost, da se bodo pojavile na populaciji ali okoljskem mediju;
- klasifikacija tveganja je merjenje (ali tehtanje) tveganj za odločitev, ali bi bilo treba tveganje zmanjšati;
- analiza tveganje/korist je naslednji korak, ki se opravi po klasifikaciji tveganja. To je proces izdelave izračuna posameznih nevarnosti in koristi ukrepa za zmanjšanje tveganja;
- korak k zmanjšanju tveganja je zbir ukrepov za zaščito človeka in/ali okolja pred identificiranimi tveganji;
- in končno monitoring, ki je zadnji korak v procesu ocene upravljanja.

6 KAZALCI VREDNOTENJA VPLIVA KEMIKAJIJ

Vrednotenje vpliva kemikalij na ljudi, druge organizme in ekosisteme terja poznavanje vrste kazalcev, ki jih lahko razvrstimo v šest glavnih kategorij:

1. strukturni kazalci
2. fizikalno-kemijski kazalci
3. transport (usoda) v okolju
4. izvori in stopnja izpostavitve
5. toksikološki in
6. ekotoksikološki kazalci

6.1 TOSIKOLOŠKI KAZALCI VREDNOTENJA NEVARNOSTI

Pri toksikoloških kazalcih je potrebno razlikovati med akutno in kronično toksičnostjo. Akutna toksičnost je posledica enkratnega stika z neko kemikalijo, npr. zaužitje, inhalacija. Kronična toksičnost je posledica celoživljenjskega stika z neko snovjo, npr. delavci v tovarnah. Posledice kronične toksičnosti so različna bolezenska stanja, kot so alergije, pojav malignih tumorjev, spremembe na genskih zasnovah ali deformacije ploda, v primerih, da so kroničnim učinkom izpostavljene noseče matere. Akutna toksičnost se izraža z dozami, največkrat kot letalna doza petdeset – LD₅₀. Letalna doza petdeset je izračunana količina neke kemikalije, za katero s 95% verjetnostjo pričakujemo, da bo v nadzorovanih okoliščinah povzročila smrt 50% testnih organizmov. Letalna doza se izraža z mg na kg telesne teže organizma, navesti pa je potrebno tudi pot izpostavitve (oralno, intravenozno in podobno) in testni organizem, na katerem je bila eksperimentalno določena.

Spojina	LD ₅₀	Stopnja toksičnosti
1,1,1-trikloroetan	9600 mg/kg (oralno za podgano)	malo toksična
1,1,2-trikloroetan	830 mg/kg (oralno za podgano)	zmerno toksična
Živčni strup sarin	0,925 mg/kg (intravenozno zajec)	supertoksična

Tabela 2: Primeri letalnih doz

Če primerjamo kemijsko zgradbo prvih dveh molekul v tabeli 2, vidimo, da so razlike v zgradbi le majhne, molekuli se razlikujeta le v legi atomov klora, vendar so razlike v akutni toksičnosti precejšnje. Spojino 1,1,1-trikloroetan, ki se dnevno rabi v kemičnih čistilnicah, uvrščamo med malo toksične spojine ($LD_{50} = 5.000-15.000$ mg/kg), spojino 1,1,2-trikloroetan pa med zmerno toksične spojine ($LD_{50} = 500-5.000$ mg/kg). Napačno je mišljenje, da so snovi, ki jih dnevno uživamo, netoksične. Kuhinjska sol z vrednostjo $LD_{50} = 3.200$ mg/kg, oralno za človeka spada v isto kategorijo toksičnosti kot 1,1,2-trikloroetan. Živčni strup sarin pa, glede na njegovo letalno dozo, uvrščamo med supertoksične spojine (LD_{50} manj kot 5 mg/kg). Zavedati se moramo, da je toksičnost le eden od kazalcev nevarnosti snovi za okolje. Spojine, ki morda glede na vrednosti letalnih doz predstavljajo le manjšo nevarnost za človeka in živali, so lahko nevarne zato, ker imajo druge učinke, npr. vplivajo na tanjšanje ozonske plasti v stratosferi in tako posredno ogrožajo življenje na zemlji.

6.2 KINETIČNI – TRANSPORTNI KAZALCI VREDNOTENJA NEVARNOSTI

Poznavanje vrednosti vseh ali vsaj večine kazalcev nevarnosti omogoča oceno stopnje nevarnosti uporabe določene kemikalije in hkrati uvajanje ustreznih zaščitnih ukrepov. Osnovni fizikalni kazalci kemijskih spojin so odvisni od zgradbe, molske mase in zunanjih okoliščin (temperatura, tlak, hitrost vetra, vlažnost), kar pomeni, da jih je sorazmerno lahko določiti in tudi nadzorovati. Po drugi strani pa so kinetični kazalci fizikalnih, kemijskih in biokemijskih procesov, v katere vstopajo spojine, sproščene v okolje, odvisni tudi od zunanjih okoliščin in koncentracije v okolju. Na hitrost in smer pretvorb vplivajo še: vrsta razpoložljive energije, topila, prisotnost oz. odsotnost snovi, ki pospešujejo ali zavirajo določene reakcije (katalizatorji in inhibitorji). Soodvisnost med zgradbo in okoliščinami postane še bolj kompleksna, ko gre za določanje toksikoloških in ekotoksikoloških kazalcev nevarnosti.

Kinetični kazalci nevarnosti (npr. $t_{1/2}$ = razpolovni čas, hitrost oz. konstanta kemijske oz. biokemijske pretvorbe) povedo, kaj se bo s spojino v okolju dogajalo, kje se bo dogajalo in kako hitro bodo procesi potekali. Kemikalije, katerih razpolovni časi izhlapevanja so kratki, bodo hitro prešle v atmosfero in tam reagirale s spojinami v atmosferi. Najbolj pogosti reakciji v atmosferi sta neposredna fotoliza in oksidacija s hidroksilnimi radikali.

V tabeli 3 so za nekatere znane spojine podane vrednosti razpolovnih časov za tri ključne procese v okolju: izhlapevanje, biorazgradnjo v vodnem mediju in reakcijo s hidroksilnimi radikali v atmosferi.

Ime spojine	Razpolovni čas izhlapevanja	Razpolovni čas biorazgradnje v okolju	Razpolovni čas reakcije s hidroksilnimi radikali
klorobenzen	10-11 ur	7-8 tednov	9 dni
heksaklorobenzen	8 ur	4-5 let	2 leti
tetraklorometan	nekaj minut ali ur	16 dni (anaerobni pogoji)	330 let (ocena)
dietilftalat	nekaj dni	2 dni-2 tedna	22 ur

Tabela 3: Razpolovni časi za nekatere ključne reakcije onesnaževal v okolju

Tetraklorometan, pomembno topilo, hitro izhlapi, če nekontrolirano zaide v okolje, vendar bo glede na visoko ocenjeno vrednost razpolovnega časa reakcije s hidroksilnimi radikali izredno počasi izredno počasi reagiral v atmosferi in bo postopno prehajal v višje plasti atmosfere, v stratosfero in se vključeval v reakcije razgradnje ozona. Znatno manj okoljsko problematičen je klorobenzen, saj se v atmosferi sorazmerno hitro razgradi s hidroksilnimi radikali, ker je razpolovni čas le nekaj dni. V vodi topna onesnaževala, npr. dietilftalat (1080 mg/L) se bodo v primeru razširitve v okolje v znatni meri raztopila v vodi. Če so njihovi razpolovni časi za biorazgradnjo kratki, se bodo sorazmerno hitro razgradila pod vplivom mikroorganizmov v vodi in ne bodo predstavljala večje okoljske nevarnosti. Po drugi strani pa predstavljajo veliko nevarnost za okolje onesnaževala, ki se močno vežejo na sedimente ali tla, še zlasti, če imajo tudi visoke vrednosti faktorjev biokoncentracije, kar pomeni, da se dobro topijo v maščevju organizmov in so dodatno še kronično toksična. Takšna onesnaževala se bodo dolgo zadrževala v okolju in postopno vstopala v prehransko verigo. Znan primer je pesticid DDT, zelo škodljivo sredstvo za zatiranje škodljivcev, katerega uporaba je že od 1972 prepovedana, se ga po pa še dolgo našlo v različnih okoljskih vzorcih, ker se izredno močno veže na tla (faktor vezave je 130.000-350.000) in ima hkrati izredno visok faktor biokoncentracije (dobro se topi v maščevju sesalcev in drugih organizmov).

Dodatna težava pri proučevanju učinkov kemikalij na okolje je v tem, da tržne spojine niso čiste kemikalije. Narava in količina nečistoč lahko pomembno vplivata na procese v okolju. Med kazalci nevarnosti so na prisotnost nečistoč zlasti občutljivi naslednji: topnost v vodi, prag zaznave vonja, biokemijska potreba po kisiku (BOD) in strupenost. Kemijsko čiste snovi so sploh znatno bolj biorazgradljive kot komercialni proizvodi, ki jih vsebujejo.

Poznavanje in upoštevanje kinetičnih kazalcev razgradnje kemikalij oz. onesnaževal je osnova za načrtovanje tehnologij odstranjevanja njihovih ostankov iz različnih medijev. Tako sta za predelavo vodnih raztopin odpadkov iz proizvodnje kemikalij obetavni zlasti dve metodi, ki omogočata razvoj učinkovitih tehnologij z visokim deležem znanja:

- a) biorazgradnja, zlasti zaradi rabe encimov mikroorganizmov kot biokatalizatorjev, ki omogočajo pretvorbo nevarnih onesnaževal v netoksične al manj toksične snovi
- b) katalitska fotooksidativna razgradnja na polprevodnih oksidih, ki je postala v zadnjih desetih letih učinkovita metoda popolne mineralizacije in s tem pretvorbe v neškodljive snovi za številna organska onesnaževala. Zlasti učinkovit polprevodni oksid je takšna modifikacija TiO_2 , saj lahko absorbira UV območje sončne svetlobe in s tem omogoča učinkovito fotokatalitsko detoksifikacijo strukturno raznolikih molekul, ki že v zelo nizkih koncentracijah predstavljajo veliko nevarnost za okolje.

7 RAZLIKA MED OCENO TVEGANJA ZA ČLOVEŠKO ZDRAVJE IN OCENO TVEGANJA ZA OKOLJE

Očitno je, da je pri oceni tveganja za okolje v kombinaciji na milijone vrst, pri oceni tveganja za človeško zdravje pa le ena. Celotno število vrst na Zemlji je večje kot 10 milijonov; samo insektov je več kot 750.000 vrst, glivic je okoli 250.000 vrst, gob preko 100.000 vrst itd.

Pri oceni tveganja za okolje se običajno študira nekaj funkcionalnih testov, izvedenih na reprezentančnih vzorcih. Zastavlja se vprašanje izbora vrste za testiranje. Praksa je pokazala, da se pri izdelavi ocene tveganja za okolje izbere vrsto na osnovi ekološke funkcije, njene morfološke strukture in njenega načina izpostavljenosti substanci, za katero se izdeluje oceno tveganja. Šele nato pridejo na vrsto drugi kriteriji za izbiro.

Meja izpostavljenosti je pri izdelavi ocene tveganja za okolje popolnoma drugačna kot pri izdelavi ocene tveganja za človekovo zdravje, saj lahko že zelo nizke koncentracije uničijo neko vrsto, medtem ko za človeka le-ta še ni škodljiva. Velja tudi obratno, to je, da je pri velikih obremenitvah določene vrste, npr. mikroorganizmi preživijo brez poškodb, človeško zdravje že resno ogroženo. Zapišemo lahko, da so za zdravje škodljive koncentracije raznih substanc

relativno dobro definirane in v večini primerov tudi določene. S temi dejstvi je potrebno računati in zaključiti, da ni jasne meje pri koncentracijah posameznih kemikalij pri varovanju vrst, ekosistemov ali procesov. Pogosto se tudi zgodi, da je relevantni cilj oziroma končna in škodljiva koncentracija znana šele med procesom ravnanja oziroma med procesom odločanja o tem, kakšne ukrepe je potrebno izvesti, da se izognemo tveganju za določene vrste. Izbor ekoloških parametrov za izdelavo ocene tveganja za okolje bi moral zadovoljiti predvsem pet kriterijev:

- od odnosa javnosti,
- od biološke primernosti,
- od nedvoumne definicije,
- od sprejemljivosti za napoved in meritve.

8 TRENDI V EVROPSKI SKUPNOSTI

Ker je Evropa okoljsko zelo izpostavljeno in občutljivo območje, države EU pa največje proizvajalke kemikalij, je bil leta 1993 uveljavljen sklep o ovrednotenju nevarnosti za 100.000 registriranih kemikalij, o katerih so na voljo nepopolni podatki ali pomanjkljivi podatki o toksičnosti in ekotoksičnosti, ter o celoviti oceni nevarnosti za 2.000 na novo registriranih spojin. Prednostno so se države Evropske unije odločile za testiranje 2.500 kemikalij, katerih letna proizvodnja presega 1000 ton. Analiza stanja je namreč pokazala, da za približno 75% velikotonažnih kemijskih spojin ni na voljo zadovoljljivih podatkov o toksičnosti in ekotoksičnosti. Pa tudi tisti podatki, ki so na voljo, so često razpršeni v različnih informacijskih virih, nekateri med njimi javnosti celo niso dostopni, ker so v lasti velikih firm.

Finančno predstavlja ta odločitev Evropske unije izredno velik zalogaj. Za pridobitev toksikoloških podatkov za eno samo spojino je potrebno odšteti najmanj 100.000 evrov, za njeno celovitejšo toksikološko vrednotenje pa je cena do 5 milijonov evrov. V izjemnih primerih je treba pridobiti rezultate dolgotrajnih testov in monitoringa, tedaj pa lahko stroški narastejo na 15 milijonov evrov. Pri tem pa je potrebno poudariti, da ti stroški ne vključujejo testiranja zmesi, ki so lahko celo bolj toksične od čistih kemikalij in za katere je potrebno žrtvovati na tisoče testnih živali, kar je praksa, ki je že sama po sebi kontraverzna in vprašljiva. Prav tako je zelo težko iz testov toksičnosti na živalih, sklepati na toksičnost spojine za ljudi, saj je treba upoštevati tudi učinke vrste. Na primer, ljudje so 100-krat bolj občutljivi na talidomid kot podgane. Nekatere

spojine so lahko v visokih dozah zelo nevarne za podgane, vendar ne tudi za ljudi pri nižjih dozah. Tudi število pretvorb spojin v okolju ni vključen v navedene stroške.

Zaradi velikih stroškov pri pridobivanju podatkov o oceni nevarnosti posameznih spojin, se v zadnjem času uveljavlja trend ocenjevanja nevarnosti skupin spojin, ki imajo podobne lastnosti. Pristop, ki temelji na vrednotenju vpliva skupine sorodnih spojin na organizme, npr. pesticidov, naj bi pripomogel k hitrejšemu in bolj usmerjenemu pridobivanju pomembnih podatkov in omogočil vladam, da bi pri navajanju dnevnih dopustnih doz ostankov onesnaževal v komercialnih proizvodih upoštevale celokupno skupino spojin, namesto posameznih spojin.

9 ZAKLJUČEK

V mnogih študijah o oceni nevarnosti kemikalij avtorji zaključujejo: »Na sedanji stopnji razumevanja procesov ne moremo ustrezno napovedati učinkov onesnaževal na ekosisteme, niti ne moremo napovedati, kateri del človeške populacije bo najbolj prizadet. Sposobni smo le oceniti nevarnost na zelo posplošeni ravni in na zelo poenostavljen način«. Prav zato je danes zelo pomembno uvajanje tehnologij za preprečevanje onesnaževanja na kraju nastajanja takšnih sredstev, v industrijskih in drugih obratih. Vsaka tehnologija, ki zniža stopnjo onesnaževanja, je cenejša kot davek, ki ga družba že danes plačuje za v preteklosti storjene napake bodisi zaradi neznanja ali pa zaradi malomarnosti in neodgovornega ravnanja s kemikalijami. Na področju kemijske tehnologije je danes v ospredju »zeleni kemija«, to so procesi in proizvodi z minimalnim tveganjem za biosisteme.

LITERATURA

- revija *Gospodarjenje z odpadki*, Branko Družina, *Ocena tveganja vplivov kemikalij na okolje I.*, letnik 9, št. 33, februar 2000, strani 10-13
- revija *Gospodarjenje z odpadki*, Branko Družina, *Ocena tveganja vplivov kemikalij na okolje II.*, letnik 9, št. 34, maj 2000, strani 17-19
- revija *Gospodarjenje z odpadki*, Branko Družina, *Ocena tveganja vplivov kemikalij na okolje III.*, letnik 9, št. 36, december 2000, strani 8-12
- revija *Gospodarjenje z odpadki*, Branko Družina, *Ocena tveganja vplivov kemikalij na okolje IV.*, letnik 10, št. 37, februar 2001, strani 10-15
- <http://www2.gov.si/mz/mz-splet.nsf/f1?OpenFrameSet&Frame=main&Src=/mz/mz-splet.nsf/0/5D32C6BA00FB6338C1256B1E004D85EA?OpenDocument>
- Svet za varstvo okolja Republike Slovenije, zbirka Usklajeno in sonaravno, Izobraževanje o okolju za okolje prihodnosti, dr. Margareta Vrtačnik, *Vrednotenje vpliva kemikalij na okolje*, strani 39-45