

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni program Vodarstvo in
komunalno inženirstvo

Kandidat:

Aleš Košorog

Izhodišča za izvajanje direktive EU o politiki do voda

Diplomska naloga št.: 51

Mentor:
prof. dr. Mitja Brilly

Somentor:
prof. dr. Damjana Drobne

Ljubljana, 17. 2. 2006

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani **ALEŠ KOŠOROG** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »**IZHODIŠČA ZA IZVAJANJE DIREKTIVE EU O POLITIKI DO VODA**«.

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Ljubljana, 26. 1. 2006

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 556. 18 (043.2)
Avtor: Aleš Košorog
Mentor: prof. dr. Mitja Brilly
Somentor: prof. dr. Damjana Drobne
Naslov: Izhodišča za izvajanje direktive EU o politiki do voda
Obseg in oprema: 100 str., 18 pregl.
Ključne besede: pitna voda, Okvirna vodna direktiva WFD, monitoring, biotesti, Kometni test

Izveleček

Sodoben način življenja na eni strani predstavlja številne prednosti in ugodje, na drugi strani pa nenehno grožnjo za okolje in naravo. Zagotavljanje zdravstveno ustrezne pitne vode je postalo odgovorna in zahtevna naloga. Diplomaska naloga obravnava uporabo bioloških testov za ugotavljanje kakovosti voda in izhodišča za njihovo izvajanje v evropski pravni regulaciji WFD. Okvirna vodna direktiva ali WFD predstavlja temelje evropske zakonodaje na področju voda in kot taka narekuje ustrezno varstvo in monitoring voda. Kljub nekaterim prednostim biološkega načina testiranja, kot so hiter odziv pri nizkih koncentracijah kemikalij, stroškovna ugodnost in odziv na živ organizem, biotesti v WFD niso omenjeni. Monitoring voda tako temelji na fizikalno kemijskih preiskavah določenih parametrov in preiskavah bioloških parametrov. V diplomski nalogi ugotavljam primernost Kometnega testa za testiranje pitne vode in njegovo primerjavo z akutnim strupenostnim testom z *Daphnia*. Raziskava je pokazala, da je Kometni test občutljiv test, ki raziskuje poškodbe v molekuli DNK, kar predstavlja dober biomarker za testiranje genotoksičnosti na področju pitnih voda. V zadnjem poglavju diplomske naloge sem primerjal monitoring kakovosti pitnih vod v Sloveniji in na Nizozemskem, pri čemer se je izkazalo, da so biološke analize usmerjene predvsem v ugotavljanje prisotnosti mikroorganizmov, strupenosti vzorcev pa se ne raziskuje. Zato bi bilo treba zlasti v Slovenji dopolniti obstoječi monitoring s poceni in hitrimi biološkimi testi, ki nam dajo zgodnje opozorilo na potencialno strupenost in prisotnost kemikalij, ki niso zajete v fizikalno kemijskem monitoringu.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 556. 18 (043.2)
Author: Aleš Košorog
Supervisor: prof. dr. Mitja Brilly
Co - Supervisor: prof. dr. Damjana Drobne
Title: Basics for WFD implementation
Notes: 100 p., 18 tab.
Key words: drinking water, Water Frame Directive, monitoring, bioassay, Comet assay

Abstract

Beside benefits and comfort brought by contemporary way of life there is also continuous threat for environment and nature. Achieving and providing health suitability of drinking water became responsibly and pretentious task. Graduation Thesis is about use of bioassays for determining water quality status and basis for their implementation in european judicial regulation WFD. Water frame directive WFD presents framework in field of EU water policy. Bioassay are not mentioned in WFD, although there are several advantages as fast response by low concentrations of chemicals, response on organisms and inexpensiveness. Water monitoring therefore mostly consist of physical and chemical parameter research and determining presence of micribiological parameters. Graduation Thesis presents acute toxicity test with Daphnia and Comet assay with point on the latter. Comet assay is extremely sensitive and evaluates DNA damages, which represents exceedingly good biomarker for determining genotoxicity. Our test also proved that. The last part of graduation thesis is about comparison of drinking water monitoring in Slovenia and Netherlands. Results show that current biological analysis only determine presence of microorganisms in water, but there is no toxicity testing of samples. That is why there is necessity for supplement present monitoring of drinking water condition in Slovenia with fast, sensitive and cost effective biological assays, which gives us an early warning on potentially toxic chemicals not included in regular physical and chemical monitoring.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem somentorici prof.dr. Damjani Drobne in mentorju prof.dr. Mitji Brillyju.

Zahvalil bi se tudi staršem, bratu in dekletu Ani, ki so mi skozi vsa leta študija nudili neizmerno podporo in pomoč.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
2	STANJE V OKOLJU	2
2.1	Poročilo o stanju v okolju.....	2
2.2	Stanje voda v Sloveniji	3
2.2.1	Metode za ugotavljanje stanja voda.....	3
2.2.2	Vodotoki.....	5
2.2.3	Podzemne vode.....	7
2.3	Kakovost pitne vode.....	11
2.4	Osnove za ureditev politike do okolja	12
2.4.1	Organizacija združenih narodov – OZN (UN).....	12
2.4.2	Mednarodne pogodbe in konference na področju varstva okolja.....	14
2.4.2.1	Konference na svetovni ravni	15
2.4.2.2	Ministrska srečanja	18
2.4.3	Izhodišča pravnega urejanja okolja in voda v Sloveniji	19
2.4.3.1	Zakon o varstvu okolja	20
2.4.3.2	Nov Zakon o varstvu okolja in Nacionalni program varstva okolja.....	22
2.4.3.3	Zakon o vodah	24
2.4.3.4	Ostali zakoni in predpisi s področja okolja in voda	30
2.4.3.5	Izbor nekaterih pomembnejših aktov s področja kakovosti voda	33
2.4.4	Pravno urejanje okolja v evropski uniji.....	35
2.4.4.1	Razvojna obdobja okoljske politike EU.....	36
2.4.4.2	Pravna ureditev voda v Evropski Uniji	37
2.4.4.3	Okvirna vodna direktiva –WFD	38
2.4.4.3.1	Cilji po WFD	39
2.4.4.3.2	Varstvo pitne vode po WFD.....	42
2.4.4.4	Ostale direktive poleg WFD na področju pitnih voda.....	43
2.4.4.5	Biomarkerji in biotesti v WFD	44
3	BIOLOŠKE METODE ZA OCENO KAKOVOSTI VOD	46
3.1	Biološki testi.....	46
3.1.1	Biomarkerji	46
3.1.2	Genotoksičnost	48
3.1.3	Ugoravljanje in testiranje genotoksičnosti	49
3.2	Kometni test.....	50
3.2.1	Razvoj Kometnega testa.....	50
3.2.2	Tehnični opis Kometnega testa	51
3.2.3	Rezultati pridobljeni s Kometnim testom.....	54
3.2.4	Analiza rezultatov testa Komet– ocenjevanje poškodb DNK.....	54
3.2.5	Stroški izvedbe testa Komet.....	57

3.2.6	Dokazovanje genotoksičnih sestavin ali njihovih mešanic v pitni vodi in podtalnici	57
3.3	Akutni strupenostni test z vodno bolho <i>Daphnia magna</i>	61
3.3.1	Strupenostni test	61
3.3.2	Vodna bolha (<i>Daphnia magna</i>) Straus 1820	62
3.3.2.1	Splošen opis	62
3.3.2.2	Pogoji gojenja	63
3.3.2.3	Vodna bolha (<i>Daphnia Magna</i>) in zahteve v strupenostnih testih	63
3.3.2.4	Izvedba akutnega strupenostnega testa	64
3.3.2.5	Veljavnost in vrednotenje rezultatov	65
3.4	Ostali biotesti	65
4	MONITORING KAKOVOSTI PITNIH VODA NA NIZOZEMSKEM IN V SLOVENIJI	69
4.1	Nizozemska	69
4.1.1	Oskrba s pitno vodo na Nizozemskem	69
4.1.2	Monitoring kakovosti podzemne vode	70
4.1.3	Pravni okviri	71
4.1.4	Kakovost in količina voda	72
4.1.5	Stanje kakovosti pitne vode v letu 2003	73
4.1.5.1	Povzetek monitoringa	73
4.1.5.2	Pregled rezultatov vzorčenja	74
4.1.5.3	Odstopanja rezultatov vzorčenja	74
4.2	Slovenija	82
4.2.1	Oskrba s pitno vodo v Sloveniji	82
4.2.2	Monitoring kakovosti pitne vode v Sloveniji s poudarkom na Ljubljani	83
4.2.2.1	Zdravstvena ustreznost pitne vode	84
4.2.2.1.1	Splošno	84
4.2.2.1.2	Rezultati monitoringa pitne vode v Sloveniji v letu 2003	85
4.2.2.1.2	Ugotovitve	89
4.2.2.1.3	Ukrepi	89
4.2.2.2	Varnost oskrbe s pitno vodo	90
4.2.2.3	Težave pri oskrbi s pitno vodo	90
4.3	Biološke metode monitoringa v Sloveniji in na Nizozemskem	91
4.4	Primerjava stanja pitne vode v Sloveniji in na Nizozemskem v letu 2003	92
5	ZAKLJUČEK	93
	VIRI	95

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Število merilnih mest v posameznem kakovostnem razredu	7
Preglednica 2:	Vsebnost nitratov v vodonosnikih od leta 1993 do 2002	8
Preglednica 3:	Vsota pesticidov po vodonosnikih od leta 1993 do 2002	10
Preglednica 4:	Pomembnejše agencije OZN na področju varstva okolja	13
Preglednica 5:	Prikaz postopkov izvedbe Kometnega testa	52
Preglednica 6:	Prikaz in opis poškodb DNK pri Kometnem testu	55
Preglednica 7:	Rezultati testiranja s Kometnim testom	59
Preglednica 8:	Standardizirane metode za ugotavljanje toksičnosti in ekotoksičnosti	66
Preglednica 9:	Odstopanja kemijskih parametrov na črpališču	76
Preglednica 10:	Odstopanja indikatorskih parametrov na črpališču	76
Preglednica 11:	Število preseganj glede na število vseh meritev za posamezen parameter na črpališču	77
Preglednica 12:	Odstopanja kemijskih parametrov v distribucijskem omrežju	77
Preglednica 13:	Odstopanja indikatorskih parametrov v distrib. omrežju	78
Preglednica 14:	Število odstopanj glede na število meritev za posamezen parameter distribucijskem omrežju	79
Preglednica 15:	Število neustreznih vzorcev za redna mikrobiološka preskušanja glede na število odvzetih vzorcev za Ljubljano in za celo Slovenijo	85
Preglednica 16:	Število neustreznih vzorcev za redna fizikalno-kemijska preskušanja glede na število odvzetih vzorcev za mesto Ljubljana in za celo Slovenijo	86
Preglednica 17:	Odvzeti vzorci za občasna fizikalno kemijska preskušanja pitne vode ter vzroki neustreznosti vzorcev na centralnem sistemu za oskrbo s pitno vodo mesta Ljubljane v letu 2003	87
Preglednica 18:	Neustrezni vzorci po vzrokih neustreznosti za občasne fizikalno kemijske preiskave za celo Slovenijo	88

OKRAJŠAVE

ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
CCD	Charged coupled device
CSD	Commission on Sustainable Development
DNA	Deoxiribonucleic acid
DNK	Dezoksiribonukleinska kislina
ECE	Economic commission for Europe
EEA	European environmental agency
EEC	European economic community
EPA	Environmental protection agency
EU	European union
ISO	International organization for standardization
NERC	Natural environment research council
NPVO	Nacionalni program varstva okolja
OECD	Organization for economic cooperation and development
OZN	Organizacija združenih narodov
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
TOC	Total organic compound
UL RS	Uradni list Republike Slovenije
UN	United nations
UNDP	United Nations Development Programme
UNEP	United Nations Environmental Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WFD	Water frame directive
WHO	World health organization
ZV	Zakon o vodah
ZVO	Zakon o varstvu okolja

1 UVOD

Voda kot ena najpomembnejših komponent življenja v naravi igra pglavitno vlogo. Prekriva tri četrtine našega planeta, zato mu pravimo tudi »vodni planet«, poleg tega je to tudi posebnost po kateri se loči od ostalih planetov v našem osončju. V knjigi Vodno bogastvo Slovenije je zapisano, da je bil že Valvasor tisti, ki je blagostanje dežele meril tudi z obilico vode, s čimer bi se danes morali vsi strinjati. Površinska sladka voda, to je voda jezer, rek, mokrišč, voda v tleh in ozračju od katere smo najbolj neposredno odvisni ljudje in si jo delimo z večino organizmov, ki so poselili kopno, predstavlja komaj 0,26 odstotkov od celotne količine vode na Zemlji. Preostalo predstavlja v veliki večini voda v oceanih, katere je 97,5 odstotka, 2,5 odstotka je vezane skupaj v ledenikih in v podzemnih vodonosnikih (Vodno bogastvo Slovenije, 2003).

Glede na to, da Slovenija zavzema komaj dve tisočini površine Evrope, k celotnemu odtoku celine pa prispeva nekaj manj kot odstotek, pomeni, da je Slovenija izjemno bogata z vodnimi količinami (Vodno bogastvo Slovenije, 2003). Značilnost Slovenije je izrazita neenakomerna porazdelitev vode, tako prostorsko kot tudi časovno. Iz tega razloga je potrebna ustrezna ureditev na področju upravljanja z vodami na podlagi celovitega obravnavanja in težnje po njenem ohranjanju oziroma izboljšanju tako količinsko kot kakovostno. Ustrezno kakovost in količino vode je možno ohranjati le preko monitoringa tako površinskih kot podzemnih voda. WFD kot okvirni evropski dokument na tem področju podaja izhodišča v politiki voda in zahteve za izboljšanje in ohranjanje dobrega stanja voda, naloga posamezne države članice Evropske unije pa je implementiranje teh zahtev v lastni pravni sistem. Biološki testi za testiranje kakovosti vod so se izkazali kot hitri in stroškovno ugodni testi, ki pokažejo rezultate že pri nizkih koncentracijah snovi, vendar jih okvirna vodna direktiva WFD posebej ne omenja.

Namen moje diplomske naloge je raziskati izhodišča za izvajanje bioloških testov v evropski politiki do voda oziroma uporaba biomarkerjev pri določanju stanja voda.

2 STANJE V OKOLJU

2.1 Poročilo o stanju v okolju

Okolje je najpomembnejši dejavnik v človekovem življenju in razvoju, zato je nujno spremljanje njegovega stanja. V preteklosti se je to dejstvo bolj kot ne zanemarjalo, raziskave so se izvajale po potrebi, poleg tega so bile omejene na manjše število raziskovalnih parametrov. Danes so stvari na tem področju drugačne. Zakon o varstvu okolja (ZVO) v 75. členu predpisuje obveznost priprave Poročila o stanju okolja, za katerega je pristojno Ministrstvo za okolje, prostor in energijo v sodelovanju z drugimi ministrstvi, ki posegajo v okolje. Poročilo obravnava in sprejme Državni zbor Republike Slovenije, po sprejetju pa se objavi, tako da je dostopno javnosti. Zadnje poročilo o stanju okolja je bilo pripravljeno leta 2002 in zajema podatke o stanju okolja, pritiskih na okolje (sem sodijo vplivi na ekosisteme in zdravje, vplivi gospodarstva in drugih človekovih dejavnosti) in odzivih človeka in družbe ter vpeljuje novost – indikatorje.

Vsebina poročila je določena v 76. členu ZVO, ki pravi, da mora Poročilo o stanju okolja vsebovati podatke o:

- stanju in spremembah okolja
- ekoloških vplivih na zdravje prebivalstva
- škodah v okolju
- izvajanju nacionalnega programa varstva okolja (NPVO) in operativnih načrtov
- sanacijskih programih in drugih izvedenih ukrepih
- raziskavah okolja in uvajanju novih tehnologij in izdelkov
- finančnih tokovih na področju varstva okolja
- delovanju republiških organov in lokalnih skupnosti ter izvajanju javnih služb varstva okolja
- pomembnih mednarodnih dogajanjih na področju varstva okolja
- potrebnih in prednostnih nalogah in ukrepih na področju varstva okolja in

- druge podatke, pomembne za varstvo okolja

Ti podatki morajo biti v poročilu zajeti, sama kvaliteta in obseg poročila pa sta odvisna od vrste in kvalitete razpoložljivih podatkov.

Naloga poročila je ugotoviti stanje, spremembe in trende v okolju, odgovoriti na vprašanje, kaj je vzrok sprememb. Nenazadnje pa je treba tudi ugotoviti, kakšna je uspešnost doseganja predhodno zastavljenih ciljev, usmeritev in ukrepov na področju stanja okolja, saj se na tak način nadaljuje z ustreznimi ukrepi (tistimi, ki dajejo pozitiven rezultat) oziroma se jih odpravi in določi nove (v primeru, kadar ukrepi ne vodijo k zastavljenemu cilju). V nadaljevanju sledi opis stanja okolja na področju voda in na področju pitnih voda.

2.2 Stanje voda v Sloveniji

2.2.1 Metode za ugotavljanje stanja voda

Neoporečnost vode ugotavljamo po kakovostnih standardih, ki so mednarodno usklajeni. Za površinsko in podzemno vodo jih je sprejela Svetovna zdravstvena organizacija (WHO), v Evropi pa jih uveljavlja Evropska komisija kot kakovost za človekovo porabo. Ti standardi upoštevajo točno določena kakovostna merila (Lah, A., 1998):

- organoleptične lastnosti (obarvanost, motnost, okus, vonj)
- fizikalno kemijske lastnosti (temperatura, električna prevodnost, količina kloridov, kalcija, magnezija, aluminija, sulfatov, raztopljenega kisika idr.)
- neželene snovi v čezmernih količinah (količina nitratov, fenolov, amonijevih spojin, železa, mangana, bakra, cinka in drugih snovi)
- strupene snovi, kot so arzen, živo srebro, svinec, kadmij in druge, ki so nevarne tudi v najmanjših količinah
- pomembno je tudi mikrobiološko (bakteriološko) stanje, ki se ugotavlja z analizo (vodo, v kateri ugotovimo zdravju nevarne bakterije, je treba ustrezno razkužiti, dezinficirati)

Čistost in onesnaženost vodovja se spreminja z vodnim režimom (pri rekah s pretokom), z vremenskimi razmerami in s pojavi na površju (odplakovanje, erozija), ki vplivajo na pritok padavinske vode in drugih snovi ter na izhlapevanje. Spreminja se tudi z vrstami in množino organizmov v njej. Kadar se alge preveč razmnožijo in potem odmirajo ter na dnu gnijejo, zmanjka kisika za vodne organizme ali pa se širijo bolezni. Na vode zelo vplivajo naseljena in gospodarsko obremenjena območja. Zato je potrebno nadzorovanje oziroma ugotavljanje lastnosti vode (analiziranje) s fizikalnimi, kemijskimi in biološkimi metodami. Večinoma se to opravlja z različnimi oblikami vzorčenja (Lah, A., 1998).

Pomembno orodje za poročanje o okolju so kazalci okolja. Temeljijo na številčnih podatkih, ki kažejo stanje, določeno lastnost ali razvoj kakega pojava in na takšen način na nekaj opozarjajo. Pomagajo nam izmeriti ali določiti količino različnih in mnogovrstnih podatkov, združenih v celoto. Kazalci so pravzaprav na dogovorjen način izbrani in predstavljeni podatki, s katerimi želimo povezati obstoječe podatke s cilji okoljske politike. Primerno izbrani kazalci, ki temeljijo na dovolj dolgi podatkovni časovni vrsti, lahko kažejo ključne smeri razvoja. Vsak kazalec je opredeljen z definicijo, ki podaja temeljne informacije o metodologiji merjenja in načina prikaza kazalca. Slonijo na mednarodno preverjenih metodologijah in so zato večinoma mednarodno primerljivi (Publikacija kazalci okolja, 2003).

Na področju voda so vpeljani naslednji kazalci, ki kažejo na stanje v okolju:

- biokemijska potreba po kisiku in amonij v rekah
- fosfor v jezerih
- hranila v rekah
- čiščenje odpadnih voda
- kakovost kopalnih voda
- kakovost pitne vode
- kakovost vodotokov
- letna rečna bilanca
- nenamerno izlitje nafte iz ladij

- nitrati v podzemni vodi
- pesticidi v podzemni vodi
- poraba vode v gospodinjstvih
- raba vodnih virov

Številčni podatki za posamezen kazalec se pridobijo iz monitoringa površinskih in podzemnih voda, ki se izvaja skladno z zakonodajo in temelji na rednem izvajanju meritev posameznih parametrov (kemijskih, fizikalnih, bioloških in hidromorfoloških). Vse meritve se izvajajo po merilnih principih (elektrometrija, spektrofotometrija, titrimetrija in druge) v skladu z mednarodnimi standardi.

2.2.2 Vodotoki

Vse tekoče vode, ki se pretakajo po površinskih strugah, ne glede na njihovo velikost imenujemo vodotoki. Vodotoki v Sloveniji oblikujejo zelo gosto rečno mrežo, njihova skupna dolžina znaša 28.398 km, kar pomeni, da je njena gostota v povprečju 1,33 (km/km²). Zaradi močne razgibanosti Slovenije in njene kameninske sestave so vodotoki kratki. Od skupne dolžine rečne mreže je kar 15.656 km (okoli 55 %) rek ali kanalov, ki so vsaj občasno brez vode. Le 46 vodotokov je daljših od 25 km, kar znaša le 22 % celotnega omrežja. Daljše od 100 km so le Sava, Drava, Kolpa in Savinja. V primerjavi z Evropo dolžina naših rek in površina njihovih porečij ni ravno velika, prednost naših rek je v izjemni vodnatosti, kajti območij s takimi rekami je v Evropi zelo malo (Publikacija kazalci okolja, 2003).

V Sloveniji smo do leta 2002 vodotoke uvrščali v štiri kakovostne razrede, pri čemer je bila uporabljena klasifikacija vodotokov po Nacionalnem sistemu ocenjevanja kakovosti vodotokov. Uporabljali smo kombiniran način ocenjevanja, saj je skupna ocena kakovosti izdelana na podlagi temeljnih fizikalno-kemijskih analiz, analiz težkih kovin (Hg, Zn, Cr, Pb, Cd, Ni, Cu), organskih mikropolutantov, mikrobioloških in saprobioloških analiz (saprobni indeks). Na podlagi rezultatov naštetih posameznih analiz se določi skupna ocena kakovosti površinskega vodotoka za vsako posamezno merilno mesto za določeno leto in upošteva hidrometeorološke razmere ob

posameznih vzorčenjih. Mejne vrednosti med posameznimi kakovostnimi razredi za temeljne fizikalno-kemijske, bakteriološke in saprobiološke parametre so določene v predpisih in uveljavljenih standardih. Končni rezultat je prikaz kakovosti vodotokov z deležem merilnih mest na vodotokih v posameznem kakovostnem razredu.

Od leta 2002 sta v veljavi dva nova predpisa, Uredba o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. l. RS, št. 11/2002) in Pravilnik o monitoringu kemijskega stanja površinskih voda (Ur. l. RS, št. 42/2002), ki določata kemijsko stanje površinskih voda v skladu z Okvirno vodno direktivo WFD (Directive 2000/60/EC). Poleg kemijskega so po Okvirni vodni direktivi elementi za določanje kakovosti površinskih vodnih teles tudi hidromorfološki in ekološki.

Rezultati o kakovosti vodotokov, ki so na voljo, še vedno upoštevajo ocenjevanje po starem načinu, saj je le na tak način možna primerjava z rezultati iz preteklih let. Leta 2002 je bilo v prvi in prvi do drugi kakovostni razred uvrščenih 9 % merilnih mest (neonesnaženi oz. malo onesnaženi površinski vodotoki, katerih voda je ob morebitni dezinfekciji primerna za pitje). V drugi kakovostni razred se je uvrstilo 44 % merilnih mest. Drugi in drugi do tretji kakovostni razred veljata za mejo med dobrim in slabim kakovostnim stanjem. Glede na to je v letih od 1992 do 2002 opazen trend izboljševanja kakovosti, saj se večja delež merilnih mest, uvrščenih v prvi in drugi kakovostni razred (leta 1992 35 % merilnih mest, leta 2002 55 % merilnih mest). V najslabši, četrti razred se je leta 2002 uvrstilo 5 % merilnih mest in je v zadnjih letih bolj kot ne nespremenjen. Kakovost rek se torej izboljšuje in to predvsem zaradi zmanjšanja količin neprečiščenih odplak in izboljšanja sistemov za čiščenje odpadne vode.

Preglednica 1:Število merilnih mest v posameznem kakovostnem razredu (ARSO, 2003, 74)

Merilna mesta v kakovostnem razredu	Enota	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
I. razred	število	0	1	0	2	1	1	1	2	1	4	3
I. - II. razred	število	3	7	5	4	4	0	3	3	1	6	6
II. razred	število	33	38	38	41	37	43	37	37	57	46	44
II. - III. razred	število	31	18	29	24	12	10	16	15	15	12	18
III. razred	število	24	24	20	21	31	31	26	27	24	23	19
III. - IV. razred	število	4	4	2	4	4	3	5	3	1	1	2
IV. razred	število	9	11	8	5	6	5	4	5	6	5	5
skupaj	število	104	103	102	101	95	93	92	92	105	97	97

Skrb za boljše stanje vodnega okolja je eno izmed prednostnih področij Nacionalnega programa varstva okolja. Tudi cilj Okvirne vodne direktive (2000/60/ES) je dobro stanje vseh teles površinske vode do leta 2015. Temeljni cilj navedene smernice je preprečiti slabšanje kakovosti oziroma ohraniti dobro stanje voda.

2.2.3 Podzemne vode

Voda, ki se pretaka v plasteh pod tlemi, je skrita pred našimi očmi, zato je v preteklosti mnogokrat burila duhove in domišljijo ljudi, danes pa je predmet pomembnih raziskav. V podzemlju se nahajajo velike količine voda, samo tistih, ki so človeku dosegljive, je sedemdesetkrat več, kot je razpoložljivih količin na površju. Podzemna voda je v Sloveniji zelo pomembna, saj predstavlja veliki večini prebivalstva vir pitne vode. V količinskem smislu je podzemne vode veliko. Problem predstavlja zmanjševanje kakovosti oziroma onesnaževanje, ki je rezultat tehnološkega razvoja in nenehnega dvigovanja življenjskega standarda v zadnjih desetletjih, poleg tega pa je prisotna tudi nenehna kemizacija okolja. Tako danes na ogroženost kakovosti podtalnice vplivajo številni faktorji, od urbanizacije, industrije in prometa, do energetike in kmetijstva. Zlasti slednje, za razliko od ostalih faktorjev, pri katerih novi tehnološki

postopki prinašajo zmanjševanje količin onesnaženja, še vedno predstavlja velik problem zaradi velikega vnosa gnojil in pesticidov v tla. Najpomembnejša kazalca za kakovost podzemne vode sta količina nitratov in količina pesticidov, ki se v njej nahajata.

➤ Nitrati v podzemni vodi

Mejna vrednost koncentracije NO_3 v podzemni vodi je določena v Uredbi o kakovosti podzemne vode (Ur. l. RS, št. 11/02) in znaša 25 mg NO_3/l , v drugih evropskih državah je ta vrednost dvakrat večja in sicer za pitno vodo je določeno 50 mg NO_3/l (98/83/ES in Ur. l. RS, št. 7/00). Onesnaženost podzemne vode z nitrati je prikazana z deležem merilnih mest na vodonosnikih, na katerih so bile mejne vrednosti koncentracij NO_3 v odvzetih vzorcih presežene vedno, občasno ali nikoli.

Dvakratna mejna vrednost za nitrate je bila leta 2002 presežena v severovzhodni Sloveniji (Prekmursko-Mursko polje in Sp. Savinjska dolina in dolina Bolske) ter na Krško-Brežiškem polju. Na Prekmursko-Murskem polju je ugotovljeno manjšanje vsebnosti nitratov. Vsebnosti nitratov v kraško-razpoklinskih vodonosnikih so zelo nizke, nižje od 6 mg NO_3/l . V obdobju 1993-2002 je bilo v Sloveniji ugotovljeno zniževanje vsebnosti nitratov na enem od sedmih vodonosnikov, na drugih gibanja ni bilo mogoče določiti.

Preglednica 2: Vsebnost nitratov v vodonosnikih od leta 1993 do 2002 (ARSO, 2003, 82)

	Enota	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Krško polje	mg/l	34	33,5	35,3	31,2	21,7	24,4	29,9	21,6	21,4	24,1
Brežiško polje	mg/l	9,3	11	14,3	14,9	5,9	18,3	10,1	17,5	31,5	49,2
Ljubljansko polje	mg/l	19,5	17,7	18,6	18,7	14,1	17,8	16,6	17	15,4	16,8
Savinjska dolina	mg/l	64,9	67,7	62,3	52,1	52,4	54,4	50,6	48,9	57,3	48,2
Dolina Bolske	mg/l	64,8	61,4	51,2	59,2	59,2	55,2	48,8	58	68,7	47,1
Prekmursko polje	mg/l	94,2	81,9	45,6	62,9	53,6	54,3	49,3	48,7	np	44,3
Mursko polje	mg/l	24,1	29,1	15,7	29,2	40,8	34,8	26,4	48,9	np	12,9

Pri odstotku vodonosnikov, ki presegajo mejno vrednost za nitratre 50 mg NO₃/l, je Slovenija v nekoliko boljšem položaju, kot sta Avstrija in Češka, ter v podobnem, kot je evropsko povprečje glede na izbrane vodonosnike. Razlog za sorazmerno visok delež vodonosnikov, obremenjenih z nitrati v Sloveniji, v primerjavi z drugimi državami je velika zastopanost aluvijalnih vodonosnikov v nižinskih delih Slovenije z intenzivno kmetijsko dejavnostjo (ARSO, 2003).

Nacionalni program varstva okolja predvideva zaustavitev onesnaževanja podtalnice z nitrati. To področje urejata Uredba o kakovosti podzemne vode (Ur. l. RS, št. 11/02) in Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih gnojil v tla (Ur. l. RS, št. 68/96 in 29/04), posredno pa se nanju nanaša tudi Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. RS, št. 19/04). Cilje EU na tem področju podaja Direktiva o pitni vodi (98/83/ES).



Uporaba gnojil na polju (www.kuhnknight.com)

➤ Pesticidi v podzemni vodi

Uredba o kakovosti podzemne vode (Ur. l. RS, št. 11/02) določa tudi mejno vrednost koncentracij pesticidov v podzemni vodi in znaša za posamezne pesticide 0,06 µg/l, za atrazin in desetil-atrazin 0,1 µg/l, za vsoto pesticidov pa 0,5 µg/l. Onesnaženost podzemne vode s pesticidi se prikazuje z deležem merilnih mest na vodonosnikih, v katerih so bile mejne vrednosti koncentracij posameznega pesticida ali vsote pesticidov v odvzetih vzorcih presežene vedno, občasno ali nikoli.

Rezultati iz leta 2002 so pokazali, da je bila mejna vrednost za vsoto pesticidov 0,5 µg/l presežena samo v podtalnici na Prekmursko-Murskem polju. Rezultati iz preteklih let (1993–2002) kažejo na to, da je opazen trend zniževanja vsote pesticidov na vodonosnikih ob Muri (Prekmursko-Mursko polje) in ob Savinji (Spodnja Savinjska dolina, dolina Bolske), medtem ko vsebnosti vsote pesticidov na Ljubljanskem polju in na Krško-Brežiškem polju stagnira, vendar je v dopustnih mejah (0,02 - 0,28 µg/l). Najvišji delež preseganja mejnih vrednosti na merilnih mestih je ugotovljen za atrazin ter njegov metabolit desetilatrizin. Delež merilnih mest, na katerih je koncentracija omenjenih pesticidov presegla mejne vrednosti, določene v zakonodaji, je v Sloveniji večji od evropskega povprečja (Publikacija kazalci okolja, 2003). Ta ugotovitev narekuje potrebo po dodatnih ukrepih v prihodnosti.

Preglednica 3: Vsota pesticidov po vodonosnikih od leta 1993 do 2002 (ARSO, 2003, 86)

	Enota	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Krško-Brežiško polje	µg/l	0,13	0,28	0,23	0,08	0,06	0,02	0,03	0,03	0,07	0,06
Ljubljansko polje	µg/l	0,14	0,16	0,1	0,09	0,14	0,05	0,14	0,13	0,19	0,1
dolina Bolske in Spodnja Savinjska dolina	µg/l	0,7	0,47	0,42	0,34	0,35	0,25	0,51	0,38	0,34	0,37
Prekmursko-Mursko polje	µg/l	1,29	0,82	0,61	0,51	0,5	0,37	0,67	0,4	np	0,55

Nacionalni program varstva okolja predvideva zaustavitev onesnaževanja podtalnice s pesticidi. Zakonska podlaga za doseganje tega cilja so: Uredba o kakovosti podzemne vode (Ur. l. RS, št. 11/02), Uredba o določanju statusa zaradi fitofarmaceutskih sredstev ogroženega območja vodonosnikov in njihovih hidrografskih zaledij in o ukrepih celovite sanacije (Ur. l. RS, št. 97/02), Odlok o območjih vodonosnikov in njihovih hidrografskih zaledjih, ogroženih zaradi fitofarmaceutskih sredstev (Ur. l. RS, št. 97/02), Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. RS, št. 19/04) in direktiva EU o pitni vodi (98/83/ES).

2.3 KAKOVOST PITNE VODE

Oskrba s pitno vodo neposredno iz površinskih voda vedno bolj izgublja na pomenu. Glavni vzrok je slabo kakovostno stanje iz preteklosti, ki se šele v zadnjem času izboljšuje. Sedaj se na ta način s pitno vodo oskrbuje manj kot 10 odstotkov prebivalstva Slovenije. Pogosteje se površinske vode uporabljajo za bogatenje podzemnih voda ob črpališčih s pitno vodo.

Podzemna voda je v Sloveniji najpomembnejši in dragocen vir pitne vode, saj se z njo oskrbuje več kot 90 odstotkov prebivalcev. V primerjavi s površinskimi vodami jo odlikujejo mnoge prednosti, kot na primer sorazmerno stalna sestava, organizmu primerna vsebnost mineralnih snovi, manj suspendiranih snovi ter nižja vsebnost skupnega organskega ogljika (TOC) in mikroorganizmov. Neonesnažena podzemna voda je brez vsakršne fizikalne ali kemijske obdelave primerna kot pitna voda, medtem ko površinske vode (reke, jezera) brez ustreznih tehnoloških postopkov ne izpolnjujejo zahtev za pitno vodo. Praviloma vsak postopek obdelave iz vode odstrani določene snovi ali organizme, istočasno pa v vodo vnaša tudi nezaželene in težje kontrolirane spojine.

Ocena varne kakovosti pitne vode temelji na Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS, št. 19/04 in 35/04), ki vsebuje podatke o dovoljenih koncentracijah snovi v pitni vodi. Redna in občasna mikrobiološka ter kemijska preskušanja so osnovne preiskave za oceno zdravstvene ustreznosti pitne vode. Varnost oskrbe s pitno vodo se ocenjuje s terenskim pregledom. Zdravstvena ustreznost in varnost oskrbe s pitno vodo se ugotavljata skozi monitoring pitnih vod, katerega podrobna obravnava sledi v 4. poglavju. V trenutnem poglavju pa sledi pregled izhodišč pravnega urejanja voda, saj le to predstavlja osnove vseh aktivnosti na področju pitnih voda.

2.4 Osnove za ureditev politike do okolja

2.4.1 Organizacija združenih narodov – OZN (UN)

Zadeve, ki se tičejo okolja, še zdaleč ne poznajo meja, bodisi tistih, s katerimi se ločijo sosednje države, bodisi katerih drugih, zato je bilo že v preteklem stoletju treba ustanoviti organizacijo mednarodnega pomena, ki bo imela za nalogo obravnavanje in iskanje rešitev mednarodnih problemov in nesporazumov, ki temeljijo na dogovoru ali povedano drugače, organizacijo, ki se bo ukvarjala z vsemi zadevami, ki se tičejo vsega človeštva. V ta namen je bila leta 1945 ustanovljena Organizacija združenih narodov (OZN) in sicer 24. oktobra s podpisom Ustanovne listine s strani 51 držav. V Sloveniji velja Ustanovna listina od 22. maja 1992. V OZN je včlanjenih 188 držav, med katerimi ni Švice zaradi njene nevtralnosti. Sedež OZN in njenih organov je v New Yorku, Ženevi, na Dunaju, v Adis Abebi, Santiagu, Nairobiju, Bangkoku in Amanu (Skoberne, P., 2001).

OZN sestoji iz šestih glavnih delovnih organov:

- Generalna skupščina (najvišji organ)
- Varnostni svet (pristojen za ohranjanje miru in varnosti)
- Ekonomski in socialni svet (ekonomsko in socialno delo; **leta 1992 je bila v tem okviru ustanovljena Komisija za trajnostni razvoj – CSD**)
- Skrbniški svet
- Mednarodno sodišče
- Sekretariat (izvršilno telo – administracija, okoli 9000 uslužbencev iz 170 držav)

V okviru Združenih narodov deluje več agencij (FAO, WHO, WMO, IMF, ILO ...), najpomembnejše na področju varstva narave so UNESCO, UNEP, UNDP IN CSD, katerih namen je pojasnjen v preglednici.

Preglednica 4: Pomembnejše agencije OZN na področju varstva okolja (pov. po Skoberne, 2001).

Okrajšano ime	Polno ime	Prevod	Namen
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	Organizacija Združenih narodov za izobraževanje, znanost in kulturo	prispevati k miru in varnosti s spodbujanjem sodelovanja med narodi pri izobraževanju, znanosti in kulturi
UNEP	The United Nations Environmental Programme	Program Združenih narodov za okolje	izboljšanje življenjske kakovost brez škode za prihodnje generacije – trajnostni razvoj
UNDP	The United Nations Development Programme	Razvojni program Združenih narodov	financiranje razvojnega sodelovanja za doseganje ciljev trajnostnega razvoja
CSD	The UN Commission on Sustainable Development	Komisija Združenih narodov za trajnostni razvoj	uresničevanje določil iz Agende 21 (priprava rešitev, spremljanje, poročila)

Problematika varstva okolja je že davno presešla lokalne okvire, kajti vplivi posegov v prostor zaradi nenehne težnje po rasti gospodarstva niso ostali brez posledic in omejitev. Skrb za varovanje okolja se je razširila v globalen problem že pred več kot tremi desetletji, kar je narekovalo ukrepanje Združenih narodov. Leta 1972 je v Stockholmu potekala prva svetovna konferenca Združenih narodov, posvečena človekovemu okolju. To je bila prva v vrsti svetovnih konferenc na kateri so se odprle razprave o dejanskem stanju v okolju, ki je bilo rezultat nenehnega izkoriščanja zavaljo človekovega blagostanja. Prvič je potekala razprava o posledicah,

ki sledijo takšnemu razvoju, in o vključevanju nujnih rešitev v razvojne procese z namenom doseganja boljšega stanja v okolju.

Še preden se je zgodila konferenca v Stockholmu, je bilo treba urediti pravna razmerja med državami. To se je uredilo z Dunajsko konvencijo o pravu mednarodnih pogodb, ki je bila sprejeta leta 1969. Konvencija se nanaša le na pogodbe, ki jih v pisni obliki med seboj sklepajo države, ne pa tudi države in mednarodne organizacije. Ta pomanjkljivost se je uredila leta 1986 z Dunajsko konvencijo o pravu mednarodnih pogodb med državami in mednarodnimi organizacijami.

2.4.2 Mednarodne pogodbe in konference na področju varstva okolja

Mednarodna pogodba je pisni dogovor med državami ter med državami in mednarodnimi organizacijami po pravilih mednarodnega prava. Za sklepanje mednarodnih pogodb so pristojni tisti, ki so za to pooblaščen po ustavni praksi držav. Po mednarodnem pravu pa so opolnomočeni: šef oz. šefinja države, šefinja oz. šef vlade in zunanji/a minister/ministrica. Da mednarodna pogodba postane obvezujoča za državo, jo mora ratificirati (potrditi) parlament te države (pri nas državni zbor). Mednarodne pogodbe, kot jih navaja Andrassy (1990), so:

Resolucije oz. priporočila so odločitve mednarodnih organizacij, ki državam v konkretnih situacijah priporočajo neko ravnanje; nakažejo željo članstva te mednarodne organizacije, da se nekaj spremeni; praviloma so neobvezujoče in imajo potencialno moč. Resolucije Varnostnega sveta OZN pa so lahko tudi obvezujoče.

Deklaracije na slovesen način razlagajo, deklarirajo neko splošno načelo oz. pravilo mednarodnega prava. So splošni dokumenti, niso neposredno pravno obvezujoči, lahko pa izražajo neko pravno mnenje določene države, skupine držav in npr. v primeru OZN mednarodne skupnosti. V OZN so deklaracije pogosto predhodnice konvencij o isti tematiki.

Konvencije so multilateralne pogodbe, kar pomeni, da imajo več strank podpisnic. Za njihovo pripravo se običajno sklicujejo diplomatske konference, na katerih so prisotni zastopniki držav. Urejajo določeno področje mednarodnih odnosov med pogodbenicami. Za države, ki jih ratificirajo, so obvezujoče, ko začnejo veljati. Institut rezerve se nanaša na del konvencije, ki je za določeno državo podpisnico nesprejemljiv. Vloži ga lahko kadarkoli med podpisom in ratifikacijo. Ta del pogodbe za državo, ki je vložila rezervo, ni zavezujoč, kar so dolžne spoštovati tudi vse druge države podpisnice. *Osmi člen slovenske ustave predpisuje, da morajo biti "zakoni in drugi predpisi v skladu s splošno veljavnimi načeli mednarodnega prava in z mednarodnimi pogodbami, ki obvezujejo Slovenijo. Ratificirane in objavljene mednarodne pogodbe se uporabljajo neposredno".*

2.4.2.1 Konference na svetovni ravni

Narava je s svojimi številnimi procesi zelo kompleksen sistem in rezultat več milijonov let trajajočega razvoja, v katerem igra poglobitveno vlogo faktor ravnovesja. Človeštvo je s svojim antropocentričnim pogledom na svet dolgo časa vplivalo na ravnovesje procesov v naravi in živelo v zmotnem prepričanju, da je človek gospodar narave in njen lastnik, narava pa mu je dana v nenehno izkoriščanje in uporabo. Razvoj gospodarstva, materialni napredek in blagostanje kot rezultat so to zavest le še bolj krepili, obenem pa se je krepilo tudi pretirano koriščenje naravnih dobrin, onesnaževanje in degradacija oziroma razvrednotenje okolja. Vendar slednje ni zanimalo nikogar, vse dokler se ni ugotovilo, da tak način življenja prinaša tudi negativne posledice za zdravje ljudi, pa ne samo ljudi, temveč tudi živalskih in rastlinskih vrst. Sedemdeseta leta prejšnjega stoletja so v tem smislu prinesla pozitivne spremembe. Sprva je bilo varovanje okolja omejeno v okviru nacionalnih meja, čemur je sledilo spoznanje, da je obseg okoljske problematike veliko večji in je potrebno reševanje na mednarodni ravni. Iz tega razloga je bilo do današnjega dne s strani Združenih narodov organizirano veliko število konferenc, na katerih so se sprejele pomembne odločitve in podpisali pomembni dokumenti z namenom doseči pozitivne spremembe na področju okolja. Nenazadnje se je tako presešel antropocentričen pogled na svet in se izoblikoval ekocentričen, katerega temelj je narava in ohranjanje celovitosti ekosistema. V

nadaljevanju poglavja navajamo najpomembnejše konference in ministrska srečanja, kot jih omenja Skoberne (2001).

► **Stockholm 1972**

Od 5. do 16. junija 1972 se je v Stockholmu odvijala Konferenca Združenih narodov o človekovem okolju. S to konferenco je postalo okolje eno od glavnih usmeritev delovanja Združenih narodov. Sprejeto je bilo soglasje, da je narava enoten in soodvisen sistem živih bitij ter bioloških, geoloških in kemičnih procesov; zadovoljevanje človekovih potreb poteka v okviru pravil, ki vladajo v sistemu. Na konferenci je bila sprejeta Deklaracija o človekovem okolju (Declaration of the UN Conference on the Human Environment), znana pod imenom Stockholmska deklaracija. V njej je navedenih 26 načel za ohranjanje okolja. Po sklepu konference je bil ustanovljen UNEP, Program Združenih narodov za okolje, katerega namen je izboljšanje življenjske kakovosti brez škode za prihodnje generacije, v smislu vpliva razvoja na okolje.

► **Rio de Janeiro 1992**

Junija 1992, dvajset let po Stockholmu, se je odvijala Konferenca Združenih narodov o okolju in razvoju (UN Conference on Environment and Development – UNCED). Sodelovalo je 182 državnih delegacij, obravnavali so naslednja področja

- varstvo pitne vode
- varstvo zraka in naravnih virov
- ohranitev biotske raznovrstnosti
- varstvo oceanov, morij in obalnih območij
- za okolje sprejemljivo ravnanje z biotehnologijo, nevarnimi odpadki in strupenimi kemikalijami
- preprečevanje nezakonite trgovine z nevarnimi odpadki in kemikalijami
- izboljšanje kakovosti življenja in človekovega zdravja
- izboljševanje življenjskih razmer, izkoreninjenje revščine in zaustavitev propadanja okolja

Na podlagi sklepa UNCED je bila decembra 1992 ustanovljena Komisija Združenih narodov za trajnostni razvoj – CSD, katere glavna naloga je spremljanje uresničevanja določil iz Agende 21.

Agenda 21 je najpomembnejši dokument, globalni akcijski načrt, ki obsega preko 800 strani. Opredeljuje vzpostavitev nove okoljske in razvojne etike, ki temelji na načelih trajnosti. Temeljno sporočilo Agende je, da je treba presojo vplivov na okolje integrirati v razvojno politične odločitve. Dokument obsega možne načrte za delovanje vlad, razvojnih agencij, organizacij v okviru ZN in nevladnih organizacij na vseh področjih, pomembnih za stanje okolja.

Deklaracija iz Ria o okolju in razvoju vsebuje 27 načel, ki opredeljujejo pravice in odgovornosti držav in mednarodne skupnosti do okolja. Med drugim so izpostavljene:

- suverena pravica držav do izkoriščanja svojih naravnih bogastev, če s tem ne povzročajo škode drugim
- uporaba gospodarskih instrumentov pri doseganju ciljev politike trajnostnega razvoja
- uporaba ustreznih ekonomskih instrumentov, ki nosilcu onesnaženja nalagajo finančno odgovornost
- vključevanje mladine z njeno kreativnostjo, idejami in pogumom v koncept trajnostnega razvoja

Konferenca v Riu je na novo vpeljala izraz *trajnostni razvoj*, ki od tistega trenutka dalje velja za glavno vodilo k izboljšanju stanja v okolju.

➤ **Johannesburg 2002**

Od 26. avgusta do 6. septembra 2002 je v Johannesburgu potekal svetovni vrh o trajnostnem razvoju. Udeležba je bila velika, saj je sodelovalo kar 191 držav. Na konferenci je bila potrjena Agenda 21 (sprejeta v Riu), kot dokument z načeli trajnostnega razvoja, katerim se zavezujejo vse države udeleženske. Poleg tega se države zavezujejo k doseganju ciljev, ki jih vsebuje »Millenium deklaracija«, in vseh ostalih ciljev, ki so bili sprejeti na mednarodnih konferencah od

leta 1992 dalje. Namen srečanja je bil pregledati dosežke uresničevanja sklepov iz konference v Riu ter okrepiti globalno obvezo trajnostnega razvoja na najvišji politični ravni.

4.4.2.2 Ministrska srečanja

Ministrska srečanja predstavljajo enega od načinov reševanja tematskih mednarodnih problemov. V Evropi sta za področje varstva narave ključni Okolje za Evropo in Varstvo gozdov v Evropi, po konferenci v Riu pa tudi na drugih področjih (okolje in promet, okolje in turizem...).

► Varovanje gozdov v Evropi

Do sedaj so bile štiri ministrske konference namenjene varovanju gozdov v Evropi, in sicer Strasbourg 1990, Helsinki 1993, Lizbona 1998 in Dunaj 2003. Na teh konferencah se je predvsem opredelilo splošne smernice za trajnostno rabo gozdov v Evropi. Glavni namen je bil opredeliti merila in kazalce za ovrednotenje stanja in kasneje tudi napredka v skladu s prizadevanji trajnostnega gospodarjenja z gozdovi in ohranjanja biotske raznovrstnosti v gozdnih ekosistemih.

► Okolje za Evropo

Proces se je pričel leta 1991 na pobudo tedanjega češko-slovaškega ministra za okolje Josefa Vavrouseka. Junija leta 1991 so se zbrali predstavniki 36 držav v gradu Dobříš v bližini Prage. Sprejet je bil dogovor o pripravi poročila o stanju okolja v Evropi, katerega nalogo je prevzela Evropska okoljska agencija (EEA). Poleg tega so sprejeli tudi pobudo za pripravo Programa okoljskih aktivnosti za Srednjo in Vzhodno Evropo. Naslednje srečanje v Luzernu je prineslo sprejetje Programa okoljskih aktivnosti v skladu s sklepi, sprejetimi v Riu 1992. Tretja ministrska konferenca se je odvijala v Sofiji leta 1995, na njej je bila sprejeta *Panevropska strategija o biotski in krajinski pestrosti*. Junija 1998 je sledila četrta ministrska konferenca v Aarhusu. Udeležilo se je več kot 50 ministrov, ki so sprejeli drugo poročilo Evropske okoljske agencije o stanju okolja v Evropi (prvo je bilo sprejeto v Sofiji). Sprejeli so tudi odločitev o ukinitvi prodaje osvinčenega bencina v UN/ECE regiji do leta 2005, dva protokola h konvenciji UN/ECE o

čezmejnem zračnem onesnaževanju na velike razdalje in Aarhurško konvencijo o udeležbi javnosti v zadevah varstva okolja. Nazadnje se je konferenca odvijala v Kijevu leta 2003.

Glede na to, da imata ministrska procesa Okolje za Evropo in Varstvo gozdov veliko skupnih točk, se je leta 1998 pripravil program sodelovanja, ki je bil sprejet na obeh ministrskih konferencah, v Aarhusu in Lizboni.

Večina konferenc je v svojem programu obravnavala tudi področje voda, saj gre za bistven element okolja, ki je bil tekom preteklih let pod močnim vplivom neustrezne razvojne politike. Nenazadnje je generalna skupščina ZN sprejela resolucijo, s katero je razglasila 22. marec za Svetovni dan voda v skladu s priporočili iz Agende 21.

Vloga pravnega sistema v demokratičnem svetu je zelo pomembna tako na mednarodni, kot nacionalni ravni. V smislu doseganja ciljev na področju izboljšanja stanja okolja še toliko bolj, ker gre za kompleksno področje, ki zahteva veliko stopnjo »reda in discipline« v mednarodnem pogledu, začeniši na lokalni ravni. Vse aktivnosti Združenih narodov (konference, kongresi, konvencije, deklaracije in ostalo) predstavljajo izhodišče, osnovne okvire usmeritev in zahtev, dogovorjenih na mednarodni ravni, ki jih je treba implementirati in vključiti v zakonodajo posamezne države vse do lokalnega nivoja, kjer je učinek največji. To nalogo ima vsaka posamezna država, podpisnica mednarodne pogodbe. Slovenija je podpisnica mnogih pogodb, lahko rečemo, da praktično vseh, katerih vsebina zadeva našo državo.

2.4.3 Izhodišča pravnega urejanja okolja in voda v Sloveniji

Številni predpisi o varstvu okolja pred onesnaževanjem, ki so nastali v zadnjih 30 letih, so rezultat vse večje pozornosti vprašanj, ki se tičejo pravne regulacije človekove interakcije z drugimi deli narave. Najnovejša načela, ki izhajajo iz trajnostnega razvoja (*sustainable development – Rio 1992*), oziroma novo izoblikovan politični konsenz o nujnosti okolje ohranjujočega razvoja je neposredno izhodišče pravne ureditve okolja.

Nova načela v odnosu človeka do okolja je upoštevala tudi slovenska zakonodaja. Zaradi prizadevanja za realizacijo načel se je povečala vloga države tako v njeni servisni kot regulativni funkciji. Zato država sprejema vedno več predpisov s področja okolja, srednjeročno in dolgoročno načrtuje posege v okolje, za konkreten poseg v okolje pa zahteva pridobitev ustreznega dovoljenja, kar pomeni povečanje števila konkretnih upravnih odločb (Jerman, D., 2003).

Sprejem Zakona o varstvu okolja – ZVO (Ur. l. RS, št. 32/93) pomeni prvi korak ekologizacije pravnega urejanja v Sloveniji. ZVO je »krovni« zakon in postavlja okvir pravne regulacije človekovega razmerja do drugih delov narave. Predstavlja osnovo za pripravo in sprejem zakonskih predpisov, ki urejajo človekovo interakcijo s posameznimi deli narave. Pri tem je posebnega pomena človekova interakcija z vodami (Pličanič, S., 2003). Za celovito in učinkovito varstvo okolja je treba normativno, to je s pravnimi normami, urediti tista razmerja v človeški družbi, ki neposredno ali posredno zadevajo oziroma vplivajo na okolje kot celoto ali na njegove posamezne sestavine (Čebulj, J., 1994).

Upravljanje z vodami je urejeno z Zakonom o vodah, sprejetim leta 2002, za nekatera vprašanja se uporablja Zakon o varstvu okolja, ki je tudi krovni zakon na tem področju. Poleg Zakona o gospodarskih javnih službah obstaja še vrsta aktov in predpisov, povezanih s tem področjem, katerih opis sledi v nadaljevanju poglavja.

2.4.3.1 Zakon o varstvu okolja (ZVO)

Zakon o varstvu okolja je stopil v veljavo 2. julija 1993, objavljen je v 32. številki Uradnega lista Republike Slovenije. Zakon določa in ureja nekatera temeljna družbena razmerja, ki imajo implikacije na naravo. S svojimi temeljnimi načeli ter upravnimi, ekonomskimi, načrtovalskimi, strokovno tehničnimi ter organizacijskimi mehanizmi določa in ureja tudi varstvo raznovrstnosti in kvalitete posameznih naravnih prvin, torej vode, zraka, tal, rastlinskega in živalskega sveta. Ureja varstvo okolja in naravnih prvin pred obremenitvami z odpadki, s hrupom, s sevanji in podobno. Zakon o varstvu okolja je podlaga za vrsto podzakonskih predpisov, ki urejajo

specifična tehnična in organizacijska vprašanja varovanja posameznih naravnih prvin. Z njimi so določene mejne imisijske in emisijske vrednosti, določena so pravila ravnanja, ki se nanašajo na proizvodnjo, promet in porabo ter ravnanje z odpadki. V mnogih ozirih je zakon sam po sebi operativen, torej za njegovo izvajanje niso potrebni podzakonski predpisi, ki bi šele omogočili njegovo praktično izvajanje (Čebulj, J., 1994).

Z zakonom o varstvu okolja so določena osnovna izhodišča, usmeritve, nosilci in izvajalci, instrumenti ter nadzorstvo.

Zakon o varstvu okolja med drugim:

- določa namen varstva okolja, način normativnega urejanja varstva okolja, njegove cilje in odgovornost za varstvo okolja
- določa posebne ukrepe varstva okolja, in sicer: mejne vrednosti obremenjevanja okolja, določanje statusa ogroženega dela okolja, obvezna pravila ravnanja, soglasja in prepovedi uvoza, dovoljenja za premične naprave za varstvo okolja in preizkuse, omejitve, prepovedi in spodbude, ekološko knjigovodstvo, evidence odpadkov ter pooblaščenca za varstvo okolja
- ureja raziskovanje, programiranje in planiranje varstva okolja in v tem okviru zlasti nacionalni program varstva okolja, študijo ranljivosti okolja in stopnjo varstva okolja

➤ Vsebina zakona

Zakon o varstvu okolja sestoji iz 12 poglavij in 112 členov. Že v prvem členu so povzete bistvene opredelitve mednarodne skupnosti o okolje ohranjujočem razvoju, ki predstavljajo povzemanje Deklaracije o okolju in razvoju, Konvencije o biološki raznovrstnosti in Konvencijo o klimatskih spremembah v domačo zakonodajo. Republika Slovenija je podpisnica številnih mednarodnih dokumentov in pogodb, ki jih mora prelitati v svoje notranje pravo.

Voda je ena od petih naravnih prvin poleg zraka, tal, živali in rastlin, ki tvorijo ekosisteme na Zemlji, in je tako večina členov zakona o varstvu okolja povezana tudi s to naravno dobrino (5. člen ZVO pravi, da je naravna dobrina sestavina narave, pomembna za zadovoljevanje

človekovih potreb ter interesov). Iz tega razloga bi bilo torej nesmiselno na tem mestu obravnavati celotni zakon o varstvu okolja, zato pa v nadaljevanju sledi podrobnejša obravnava Zakona o vodah, ki je področni zakon, torej podzakon Zakona o varstvu okolja.

2.4.3.2 Novi Zakon o varstvu okolja in Nacionalni program varstva okolja

Državni zbor RS je marca 2004 sprejel nov zakon o varstvu okolja (ZVO-1, Ur. l. RS št. 41/04), katerega glavni razlog je bil nadaljnje usklajevanje slovenskega okoljskega prava s pravom EU. Novi zakon v nasprotju s starim, ki je že prenesel večino zahtev okoljskih direktiv in drugih okoljskih predpisov EU v slovensko ureditev, omogoča popolno prilagoditev okoljskega področja predpisom EU, ki za države članice veljajo neposredno. Z vidika vsebine in rešitev novi zakon ni prinesel večjih sprememb, spremenil je ureditev okoljevarstvenega dovoljenja, celovite presoje in presoje vplivov na okolje v povezavi z okoljevarstvenim soglasjem, uvedel je trgovanje z emisijami toplogrednih plinov in preuredil javnost okoljskih zadev ter uredil gospodarske javne službe na področju okolja.

➤ Nacionalni program varstva okolja (NPVO)

Vsak sistem varstva okolja mora izhajati iz nacionalnega programa varstva okolja (NPVO), ki je temeljni, programski, razvojni, operativni in usmerjevalni akt države. Sprejme ga državni zbor na predlog vlade in sicer za maksimalno dobo dvanajstih let in vsebuje oceno stanja ter cilje in usmeritve na področju upravljanja, kar pomeni tudi cilje in usmeritve pri trajnostni rabi voda. Ker je NPVO dolgoročni akt, je treba pri njegovi izdelavi upoštevati tudi nacionalne programe na drugih področjih državnih dejavnosti. Treba je uskladiti različne interese, na eni strani interese izkoriščanja in na drugi strani interese varovanja, v našem primeru voda. Vodno gospodarstvo, kmetijstvo, energetika, industrija, vodni promet in šport težijo k izkoriščanju zaradi zadovoljevanja potreb po pitni vodi, namakanju, hlajenju, čiščenju in ostalem. Nasproten interes pa ima za nalogo varovanje voda in redukcijo njene uporabe ter vplivanje na vodni režim.

Vsebina NPVO, kot jo predvideva 48. člen ZVO:

1. stanje okolja in njegovih obremenitev ter njihov vpliv na zdravje prebivalstva
2. ovrednotenje stanja okolja, posameznih naravnih dobrin in njihove ogroženosti
3. dolgoročne projekcije trendov in stanja okolja
4. dosegljive cilje in načine njihovega uresničevanja
5. potrebna sredstva in njihove vire
6. prednostne naloge in projekte
7. smernice za razvoj dejavnosti in javnih služb varstva okolja
8. analize pričakovanih stroškov in koristi

Nacionalni program se izvaja v operativnih programih in letnih načrtih varstva okolja in narave za vsako lokalno skupnost posebej. Operativni programi so namenjeni konkretizaciji posameznih ukrepov iz nacionalnega programa za krajše srednjeročno obdobje (štiri leta). Načrti upravljanja z vodami pa prav tako služijo izvedbi nacionalnega programa. Gre za dvoje vrst načrtov, načrt upravljanja na vodnih področjih in za podrobnejše načrte, katerih opis navajam v poglavju o zakonu o vodah.

Nacionalni program nima pomena zakona, vendar s sprejetjem v Državnem zboru dobi pomen, ki nalaga obveznost njegove izvedbe. Na podlagi 47. člena zakona o varstvu okolja je Državni zbor 16. 9. 1999 sprejel Nacionalni program varstva okolja. Osnovni cilj, naveden v programu, je boljše okolje za življenje v Sloveniji ter uveljavitev okolja kot faktorja omejitve in spodbujanja razvoja. Med prednostnimi cilji NPVO je tudi izboljšanje stanja vodnega okolja.

V drugem odstavku potrebnih ukrepov za doseg ciljev je izpostavljena potreba po sprejetju zakonodaje s področja voda. Zadnji zakon o vodah je bil sprejet leta 1981 in je po osamosvojitvi Slovenije doživel veliko sprememb in razveljavitev členov, tako da je bil sprejem novega zakona o vodah nujno potreben. Leta 2002 je bil končno sprejet in usklajen z evropsko zakonodajo, tako da upošteva vsa priporočila in smernice na področju varstva okolja in upravljanja z vodami.

2.4.3.3 Zakon o vodah (ZV-1)

Zakon o vodah je Državni zbor Republike Slovenije sprejel poleti leta 2002 in s tem prekinil dolgo obdobje neustrezne ureditve na tem področju, saj je bil poprejšnji zakon sprejet že davnega leta 1981 in zdaleč ni več ustrezal novim usmeritvam politične ureditve, čemur pričajo številni njegovi popravki in črtanja členov. Nov zakon o vodah ZV-1 v sedmih poglavjih in 217. členih ureja kompleksno področje voda. Ureja vprašanje lastništva voda, status vode in upravljanje z vodo, za nekatera ostala vprašanja pa se uporabljata še Zakon o varstvu okolja in Zakon o gospodarskih javnih službah, omeniti je treba tudi Zakon o ohranjanju narave. Zakon o vodah predstavlja tudi pravno podlago za številne podzakonske akte, ki detajlno urejajo posamezna področja voda.

➤ Načela, cilji in poglavitne rešitve zakonske ureditve voda

Rešitve, ki jih vsebuje novi Zakon o vodah (Ur .l. RS, št. 67/02), temeljijo na že uveljavljenih načelih sodobnega vodnega prava ter na nekaterih novih, ki so rezultat procesa ekologizacije prava – torej rezultat upoštevanja načel varstva okolja v razvitem svetu (Pličanič, S., 2003).

Zakon o vodah v 3. členu določa naslednja načela:

1. načelo celovitosti
2. načelo dolgoročnega varstva kakovosti in smotrne rabe razpoložljivih vodnih virov
3. načelo zagotavljanja varnosti pred škodljivim delovanjem voda
4. načelo ekonomskega vrednotenja voda in načelo sodelovanja javnosti
5. načelo upoštevanja razpoložljivih tehnik in novih dognanj znanosti o naravnih zakonih

Temeljni cilj novega zakona je pravna ureditev človekove interakcije z vodami z namenom zagotavljanja zadovoljevanja človekovih (gospodarskih, socialnih in drugih) potreb po vodi, izhajajoč iz omejitev, ki jih postavlja ohranjanje naravnega ravnovesja. Glede na to, da so vprašanja varstva voda pred onesnaževanjem »pokrita« predvsem z ZVO oziroma iz njega izhajajočimi podzakonskimi predpisi, je osrednja pozornost glede obremenjevanja voda v zakonu

usmerjena na rabo (izkoriščanje) voda. Z vidika ekologizacije pravne ureditve upravljanja z vodami to pomeni, da je cilj pravne ureditve voda zagotoviti za vode in vodne (obvodne) ekosisteme ohranjujočo rabo voda (Pličanič, S., 2003).

Temeljno načelo zakonske ureditve izhaja iz potrebe po zagotovitvi celovitosti upravljanja z vodami, ki naj zajema tako varstvo voda kot tudi človekovo poseganje v vode. Ključni instrument (temeljno načelo zakona) za zagotovitev celovitega pristopa k upravljanju z vodami je *načrtovanje upravljanja z vodami* (Pličanič, S., 2003).

➤ **Upravljanje z vodami**

Zakon prenaša na državo vse pristojnosti povezane z upravljanjem z vodami. Upravljanje z vodami zajema varstvo voda, rabo voda in urejanje voda.

Varstvo voda predstavlja prvi element upravljanja. Predvideva razvrščanje vodnih teles v razrede na temelju njihovega ekološkega in kemijskega stanja. Na temelju te razvrstitve pa se oblikujejo prepovedi, omejitve in varstvena območja (vodovarstvena območja in območja kopalnih voda).

Poznamo dve obliki rabe vodnega ali morskega dobra, splošno in posebno rabo. Splošna raba je omogočena vsakomur pod enakimi pogoji, ki jih določa zakon, in predstavlja rabo, ki neznatno vpliva na stanje voda. Posebna raba pa presega meje splošne rabe in je zanjo treba pridobiti vodno pravico.

Glavne naloge urejanja voda so:

- ohranjanje in uravnavanje vodnih količin
- varstvo pred škodljivim delovanjem voda
- vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč
- skrb za hidromorfološko stanje vodnega režima

Ohranjanje in uravnavanje vodnih količin pomeni izvajanje ukrepov za zagotavljanje dobrega stanja površinskih kot tudi podzemnih voda in pri tem predvsem za zagotavljanje ekološko sprejemljivega pretoka in gladin v površinskih vodah in dobrega količinskega stanja podzemnih voda ter tako predvsem potrebnih količin vode za pitje ter druge rabe (Grčar, G., 2003).

Varstvo pred škodljivim delovanjem voda presega vsebine nove evropske politike do voda, ki preprečevanje škodljivega delovanja voda navaja le kot aktivnosti za zmanjševanje vplivov na stanje voda, slovenski zakon pa ga podrobneje določa kot eno od pomembnejših nalog urejanja voda. Za varstvo pred škodljivim delovanjem voda vlada določi ogrožena območja. Škodljivo delovanje voda obsega poplave, erozijo celinskih voda, erozijo morja, zemeljske in hribinske plazove, snežne plazove in led na celinskih vodah.

Vzdrževanje vodnih in priobalnih zemljišč pomeni utrjevanje bregov in dna površinskih voda ter morske obale, skrb za pretočnost struge in odstranjevanje naplavin, košnja in odstranjevanje prekomerne zarasti na bregovih, odstranjevanje plavja, odpadkov, odvrženih predmetov in snovi iz površinskih voda in priobalnih zemljišč, čiščenje gladine površinskih voda in preprečevanje onesnaženja vodnih in priobalnih zemljišč. Vse to se zagotovi v okviru javnih služb, ki jih izvajata država in lokalna skupnost. K odstranitvi prekomerne zarasti, plavja, odpadkov, drugih zavrženih snovi z vodnih zemljišč in za zagotavljanje košnje sta zavezana tudi lastnik zemljišča in imetnik vodne pravice (Jerman, D., 2003).

Skrb za hidromorfološko stanje vodnega režima pomeni obseg ukrepov za izboljšanje dinamike naravnih procesov voda, kar pomeni obnovo in ponovno vzpostavitev strukture in oblike vodnega telesa (Jerman, D., 2003).

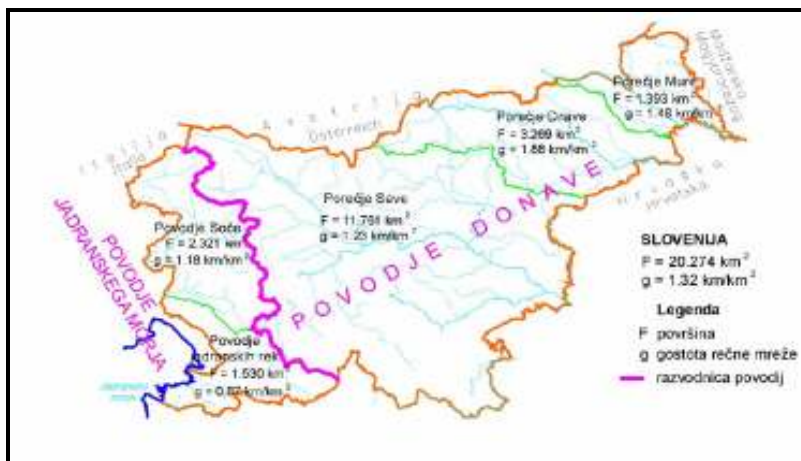
➤ **Načrti upravljanja z vodami**

Zakon o vodah uvaja sistem načrtovanja in načrte kot ključen inštrument upravljanja z vodami. Načrti upravljanja z vodami predstavljajo inštrument za izvajanje nacionalnega programa upravljanja z vodami in zagotavljajo celovito upravljanje z vodami na vodnih območjih, povodjih

oziroma porečjih ali njihovih delih z jasno opredelitvijo ciljev, rokov in sredstev za doseganje teh ciljev preko izvajanja programov ukrepov (Matoz, H., 2003).

Načrti upravljanja predstavljajo kontrolni instrument za spremljanje aktivnosti na vodnem območju, usmerjen v doseganje zastavljenih ciljev, ki se preverjajo in dopolnjujejo vsakih šest let. Kot taki so torej orodje za poročanje o stanju voda ter o uspešnosti izvajanja ukrepov na lokalnem, državnem in mednarodnem nivoju. Ukrepi zajemajo varstvo in urejanje voda ter rabo vode. Načrti upravljanja z vodami so pravni dokumenti, ki jih sprejme vlada z uredbo.

Zakon uveljavlja dve vrsti načrtov, načrte upravljanja z vodami za vodni območji na državnem nivoju in podrobnejše načrte upravljanja z vodami. Podrobnejši načrti zajemajo le posamezno povodje, porečje ali njegov del za posamezne tipe voda ali za posamezna vprašanja. Sprejemajo se v sodelovanju lokalne skupnosti in Sveta za vodo in morajo biti skladni z načrtom upravljanja vodnih območij. Načrt upravljanja po vodnem območju je obsežnejši, sprejmeta se dva, in sicer za vodno območje Donave in za vodno območje Jadranskega morja.



Povodje Donave in Jadranskega morja (www.arso.gov.si)

➤ **Varstvo kakovosti vode po zakonu o vodah**

Temeljni urejanja kakovosti voda se nahajajo v Zakonu o varstvu okolja, medtem ko Zakon o vodah ureja posamezna vprašanja kakovosti voda, s čimer zaokoroža celovito ureditev upravljanja z vodami. Zakon o varstvu okolja predpisuje mejne vrednosti in standarde kakovosti vode, obveznosti izvajanja monitoringa kakovosti in emisijskega monitoringa, sanacijske ukrepe in nadzor nad kakovostjo voda. Poleg tega uvaja princip prepovedi in omejitev v okviru varstva voda pred onesnaževanjem. Ta del Zakona o vodah ureja predvsem omejevanje rabe voda, medtem ko se ostali instrumenti varstva voda nanašajo na določanje javnih služb, razvrstitev voda v razrede in ureditev posebnih varstvenih območij (vodovarstvena območja in območja kopalnih voda) (Tavčar, M., 2003).

Kakovost voda je v Zakonu o vodah večkrat omenjena, eden od ciljev zakona je tako tudi upravljanje z vodami, s katerim se bo doseglo dobro stanje voda (2. člen). Dolgoročno varstvo kakovosti je eno od temeljnih načel varstva okolja (3. člen), posegi v vode morajo biti načrtovani z namenom varovanja kakovosti voda (5. člen), vodna telesa površinskih in podzemnih voda se razvrstijo v razrede z namenom varstva in izboljšanja njihove kakovosti ter se prikažejo v načrtih upravljanja z vodami (62. in 63. člen), vzpostavitev vodovarstvenih območij z namenom omejitve ali prepovedi dejavnosti, ki bi lahko ogrozile količinsko ali kakovostno stanje vodnih virov (76. člen), zakon pogojuje pravico do rabe vodnega dobra s pogoji, ki so opredeljeni v zakonu, in s tem, da mora biti raba takšna, da se količina in kakovost voda bistveno ne spremenita (105. člen).

Zakon o vodah skladno z direktivo WFD določa, da je dobro stanje površinske vode doseženo takrat, ko sta kemijsko in ekološko stanje vsaj dobra, pri podzemnih vodah pa je dobro stanje doseženo takrat, ko sta vsaj dobra kemijsko in količinsko stanje. Kemijsko stanje voda je opredeljeno s koncentracijami snovi in drugimi pojavi v vodi, ekološko stanje površinskih voda je opredeljeno s kakovostjo vodnega ekosistema glede na njegovo strukturo in delovanje, količinsko stanje podzemnih voda pa s stopnjo rabe podzemnih voda. Omenjeni trije parametri so tudi merilo pri razvrščanju voda v razrede, saj je podlaga za razvrstitev površinskih voda njihovo ekološko in kemijsko stanje, za razvrstitev podzemnih voda pa njihovo količinsko in kemijsko

stanje. Meje med posameznimi razredi določa Zakon o varstvu okolja, ki je pravna podlaga za določitev parametrov ekološkega in kemijskega stanja. Konkretnije, parametre za kemijsko stanje površinskih in podzemnih voda po ZVO in skladno z WFD določata Uredba o kemijskem stanju površinskih voda (Ur.l. RS, št. 11/02) in Uredba o kakovosti podzemne vode (Ur.l. RS, št. 11/02).

Varstvena območja

Tretja točka tretjega poglavja zakona o vodah obravnava varstvena območja, pri čemer je treba omeniti, da obravnava le dvoje območij, in sicer vodovarstveno območje in območje kopalnih voda. Ostala območja, ki jih omenja tudi WFD, urejata predvsem Zakon o varstvu okolja (občutljiva območja) in Zakon o ohranjanju narave (zavarovana in varovana območja, varstvene vode). V 5. členu Zakon o vodah postavlja splošna pravila za posege na varstvena zemljišča in določa, da je treba rabo in druge posege v vode, vodna in priobalna zemljišča ter zemljišča na varstvenih območjih programirati, načrtovati in izvajati tako, da se ne poslabšuje stanje voda, da se omogoča varstvo pred škodljivim delovanjem voda, ohranjanje naravnih procesov, naravno ravnovesje vodnih in obvodnih ekosistemov ter varstvo naravnih vrednot in območij, varovanih po predpisih o ohranjanju narave.

Razglasitev vodovarstvenega območja je le eden od načinov, s katerimi Zakon o vodah omogoča zagotavljanje kakovosti in zdravstvene ustreznosti pitne vode. To predstavlja temelj za zavarovanje vodnega telesa površinske ali podzemne vode pred onesnaženjem in drugim obremenjevanjem. Zakon v ta namen določa prepovedi in omejitve (76. člen);

- prepoved ali določitev posebnih pogojev pri posegih v prostor
- prepoved ali omejitev opravljanja dejavnosti
- prepoved ali omejitev pri prevozu blaga ali ljudi

Če z omenjenimi prepovedmi ni moč doseči ustreznega zavarovanja, zakon dopušča možnost razlastitve, še zlasti v primerih zagotavljanja javne oskrbe s pitno vodo. Lastnik zemljišča je v takem primeru upravičen do odškodnine s plačilom ali nadomestilom v naravi, zavezanec za

izplačilo odškodnine je država. To pomeni novost v zakonu, saj predhodni zakon odškodnine ni predvideval in je to povzročalo nemalo težav. Vodovarstveno območje razglasi vlada. Območje kopalnih voda Zakon o vodah opredeljuje kot varstveno območje, pri tem sledi direktivi WFD in daje pravno podlago za implementacijo Direktive o kopalnih vodah. Pristojnost določanja kopalnih voda ima vlada, sodeluje pa tudi lokalna skupnost. V predpisu o razglasitvi območja kopalnih voda se določi tudi obveznost izvajanja monitoringa kakovosti kopalnih voda, izvajalca monitoringa in ukrepe, v primeru ko voda ni zdravstveno ustrežna za kopanje.

Monitoring

Kot že omenjeno na začetku tega poglavja, je vprašanje monitoringa voda povečini urejeno z Zakonom o varstvu okolja, Zakon o vodah ga omenja le v nekaterih členih. V 40. členu je predpisano, da mora lastnik vodnega, obalnega ali priobalnega zemljišča omogočiti izvajanje monitoringa voda za namene raziskovanja, 55. člen v okviru vsebine načrtov upravljanja z vodami predpisuje monitoring kot del njihove vsebine, v 57. členu se omenja v povezavi z uresničevanjem ciljev iz NPVO, 77. člen omenja monitoring kopalnih voda. V zvezi z varstvom pred škodljivim delovanjem voda govori 94. člen o spremljanju stanja, 112. člen pa omenja prilagoditev vodne pravice ustrezno glede na rezultate monitoringa, če le-ti kažejo na slabšanje stanja voda.

2.4.3.4 Ostali zakoni in predpisi s področja okolja in voda

Poleg Zakona o varstvu okolja in Zakona o vodah so pomembni naslednji zakoni in predpisi.

► Pravilnik o pitni vodi (Ur.l. RS, št. 19/04 in 35/04)

Pravilnik o pitni vodi, ki je začel veljati 16. marca 2004, ima pravno podlago v Zakonu o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili (Ur. l. RS, št. 52/2000, 42/2002, 47/2004). Ta zakon določa pogoje, ki jih morajo izpolnjevati živila, aditivi za živila in izdelki ter snovi, ki prihajajo v stik z živili ter ureja zdravstveni nadzor nad njihovo proizvodnjo in prometom. z namenom, da se varuje zdravje ljudi. Med drugim določa, da so pitna

voda, voda iz javnih sistemov za oskrbo s pitno vodo, voda za pakiranje ter predpakirana pitna voda, namenjene javni porabi.

Osnova za oceno varne kakovosti vode je Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. RS, št. 19/04 in 35/04), ki vsebuje podatke o dovoljenih koncentracijah snovi v pitni vodi in nadomešča Pravilnik o zdravstveni ustreznosti pitne vode (Ur. l. RS, št. 46/97, 52/97, 54/98 in 7/00). Pravilnik določa zahteve, ki jih mora izpolnjevati pitna voda, z namenom varovanja zdravja ljudi pred škodljivimi učinki zaradi kakršnegakoli onesnaženja pitne vode. Preverjanje skladnosti pitne vode z zahtevami pravilnika se izvaja preko monitoringa zdravstvene ustreznosti pitne vode in varnosti oskrbe. Pravilnik določa parametre, način in pogostost vzorčenja ter ukrepe v primeru neskladnosti vzorcev.

➤ **Uredba o kemijskem stanju površinskih vod (Ur.l. RS, št. 11/02)**

Uredba je bila sprejeta v začetku leta 2002 in v pretežni meri povzema nove zahteve okvirne vodne direktive WFD, ki se nanašajo na kemijsko stanje površinskih voda na posameznih vodnih telesih. V uredbi so opredeljeni parametri kemijskega stanja, njihove mejne vrednosti, merila za ugotavljanje kemijskega stanja, osnovna pravila za določitev merilnih mest monitoringa in merila za čezmerno obremenjenost. Predmet urejanja so vodna telesa površinskih voda, ki se določijo na podlagi kriterijev določenih v uredbi. Določena so merila za ugotavljanje ali neko vodno telo površinske vode dosega dobro kemijsko stanje. Pri opredelitvi teh meril so upoštevani tudi vsi obstoječi okoljski standardi, določeni v drugih predpisih EU, ki se nanašajo na kakovost površinskih voda. Kemijsko stanje vodnega telesa se ugotavlja na podlagi kemijske analize vzorcev vode pridobljenih na merilnih mestih vodnega telesa in sicer za obdobje enega leta. Imisijski monitoring površinskih voda zagotavlja Ministrstvo za okolje, prostor in energijo. Način izvajanja monitoringa, pogostost vzorčenja in analiz, referenčne metode, program monitoringa ter način in oblika poročanja o monitoringu pa so opredeljeni posebej s Pravilnikom o monitoringu kemijskega stanja površinskih voda (Ur. l. RS, št. 42/02), ki je izdan na podlagi 69. člena Zakona o varstvu okolja (Tavčar, M., 2003).

➤ **Uredba o kakovosti podzemne vode (Ur .I. RS, št. 11/02)**

V uredbi so opredeljeni parametri kemijskega stanja, merila za ugotavljanje kemijskega stanja, mejne vrednosti parametrov podzemnih voda dobrega kemijskega stanja, merila za ugotavljanje dolgoročnih trendov onesnaženosti ter merila za ugotavljanje čezmerne obremenjenosti. Skladno z merili iz WFD so opredeljeni kriteriji za določitev vodnih teles podzemnih voda. Tako se kakovost podzemne vode ugotavlja na vodnih telesih. Kemijsko stanje vodnega telesa se ugotavlja za obdobje enega leta na podlagi kemijske analize vzorcev vode, ki se jih pridobijo v vodnjaku na izviru, ki je iztok iz telesa podzemne vode. V uredbi so opredeljena tudi pravila za ugotovitev, ali je vodno telo podzemne vode dobrega stanja in način ugotavljanja trendov onesnaženosti (Tavčar, M., 2003).

➤ **Zakon o gospodarskih javnih službah (Ur. I. RS, št. 32/93)**

Pravna ureditev področja gospodarskih javnih služb je tesno povezana s področjema varstva okolja in ohranjanja narave. Zakon določa način in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb, s katerimi se zagotavljajo materialne javne dobrine. Tipičen primer take materialne javne dobrine, ki mora biti na voljo vsem pod enakimi pogoji, je pitna voda. Poleg tega pa je obvezno tudi redno izvajanje količinskega in kakovostnega monitoringa in inšpekcijskega nadzorstva. Sama podlaga za ustanovitev državnih in lokalnih obveznih javnih služb se nahaja v Zakonu o varstvu okolja, operativna ureditev pa sloni na izvedbenih predpisih na podlagi zakona o gospodarskih javnih službah (Ur. I. RS, št. 32/93).

➤ **Zakon o ohranjanju narave (Ur.I. RS, št. 96/04)**

Naravne vrednote so edinstvene, zato jih je treba varovati in tako omogočati ohranjanje narave. To področje ureja Zakon o ohranjanju narave, ki sistematizira naravne vrednote, določa način njihovega varstva, poleg tega določa tudi ukrepe za ohranjanje biotske raznovrstnosti. Vsebinsko sestoji iz dveh delov, v prvem se ureja ohranjanje biotske raznovrstnosti, ki je neposredno odvisno od ohranjanja naravnega ravnovesja. Drugi del se nanaša na varstvo naravnih vrednot in določa vrste le-teh, način pridobitve statusa naravnih vrednot, pravno varstvo in ukrepe varstva. Po zakonu o ohranjanju narave med naravne vrednote sodijo tudi izviri, slapovi, brzice, jezera,

barja, potoki in reke z obrežji ter morska obala, ki so vodna telesa, za katera je predvideno varstvo, ki bo zagotavljalo ohranitev njihovih lastnosti in naravnih procesov.

2.4.3.5 Izbor nekaterih pomembnejših aktov s področja kakovosti voda

Za razumevanje pomembnosti posameznih pravnih aktov je treba poznati njihov pomen. Ob uredbi kot osrednjem podzakonskem pravnem aktu je še veliko število drugih aktov, ki jih sprejemajo izvršilno-upravni organi. Zakon o upravi določa, da so pravilniki, odredbe in navodila tisti pravni akti, ki jih izdajajo ministrstva za izvrševanje zakonov, drugih predpisov in aktov državnega zbora ter predpisov in aktov vlade. *Uredba* je osrednji podzakonski akt, za katerega je značilno, da je izvršilni predpis, ki je hierarhično podrejen ustavi in zakonu. Uredba je splošni pravni akt, s katerim vlada podrobneje ureja in razčlenjuje z zakonom ali drugim aktom Državnega zbora določena razmerja v skladu z namenom in kriteriji iz zakona. *Pravilnik* je splošni pravni akt, s katerim se razčlenjuje posamezne določbe zakona, drugega predpisa ali akta za njegovo izvrševanje. V praksi je v navadi, da se s pravilnikom ureja organizacija poslovanja in način delovanja določenega organa. Ta vprašanja se urejajo tudi s poslovniki. Uredba je sprejeta s strani vlade in je nad pravilnikom, ki ga sprejme ministrstvo. *Odredba* je namenjena izvrševanju posameznih pravnih določil. Z njo se določajo ukrepi, ki imajo splošen pomen (Pavčnik, M., 1997).

⇒ *Pravilnik o monitoringu kemijskega stanja površinskih voda (Ur. l. RS, št.42/02)*

Pravilnik določa način in obseg izvajanja imisijskega monitoringa za površinske vode, za katere je na podlagi uredbe o kemijskem stanju površinskih voda (Ur. l. RS, št. 11/02) določeno obvezno ugotavljanje kemijskega stanja in pogoje za izvajalce monitoringa.

⇒ *Pravilnik o imisijskem monitoringu podzemne vode (Ur. l. RS, št.42/02)*

Pravilnik določa način in obseg izvajanja imisijskega monitoringa podzemnih voda, za katere je na podlagi uredbe o kakovosti podzemne vode (Uradni list RS, št. 11/02), določeno obvezno ugotavljanje kemijskega stanja, in pogoje za izvajalce monitoringa.

⇒ *Pravilnik o imisijskem monitoringu kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo (Ur. l. RS, št.40/01)*

Pravilnik za imisijski monitoring kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo, skladno s predpisi, ki urejajo kakovost površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo, določa način izvajanja monitoringa, pogostost vzorčenja in analiz vzorcev pri vrednotenju parametrov površinskih voda, ki so določeni v prilogi 2 iz uredbe o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo (Ur. l. RS, št. 125/00 in 4/01), referenčne metode merjenja parametrov površinskih voda, pogoje za usposobljenost izvajalcev monitoringa, kakovost opreme za izvajanje monitoringa ter način in obliko poročanja o monitoringu.

⇒ *Uredba o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo (Ur. l. RS, št. 125/00, 4/01, 52/02)*

Ta uredba določa kakovostne razrede za površinske vode, ki se jih odvzema ali so namenjene za oskrbo s pitno vodo, ki se opravlja kot gospodarska javna služba. Za posamezni kakovostni razred se glede na fizikalne, kemijske in mikrobiološke lastnosti površinske vode določijo:

- mejne in priporočene vrednosti parametrov,
- način vrednotenja za razvrščanje v kakovostne razrede,
- standardni postopki obdelave pri pripravi pitne vode.

⇒ *Odredba o prvi razvrstitvi površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo (Ur. l. RS, št.56/02)*

Ta odredba razvršča površinske vode, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo, v kakovostne razrede in vsebinsko povzema 2. člen Direktive 75/440/EEC, ki se nanaša na kakovost površinskih voda, namenjenih za odzem za pitno vodo.

2.4.4 PRAVNO UREJANJE OKOLJA V EVROPSKI UNIJI

Pravni red Evropske skupnosti vključuje celotno zakonodajo, načela, politične usmeritve, sodno prakso in obveznosti, ki so jih dogovorno sprejele države članice.

V primarno zakonodajo (Primary legislation) sodijo ustanovne pogodbe in njihove dopolnitve (primer: Pogodba o Evropski uniji). Značilnost ustanovnih aktov je, da sta z njimi začrtana institucionalni okvir in organizacija. Ko so sprejeti, veljajo neposredno v državah članicah. Sekundarna zakonodaja (Secondary legislation) izhaja iz primarne zakonodaje. Sprejema jo svet ministrov (v nekaterih primerih Svet in Evropski parlament) ter Komisija. Po primerjavi z ustavo in notranjim pravom neke države so sekundarni viri prava Evropske unije analogni zakonskim in podzakonskim aktom. Sem sodijo uredbe, smernice, odločbe, ki so obvezni viri prava, in priporočila, ki so neobvezni viri. Uredbe so abstraktnega in generalnega značaja in imajo značaj zakona, smernice pa so še vedno abstraktne, vendar imajo specialen značaj, v obeh primerih pa gre za predpise splošne narave. Pomembni pojmi na tem področju so:

- Uredba (Regulation) je obvezna in velja neposredno v vseh državah članicah; prenos uredb v domačo zakonodajo ni potreben. Posebnost pri sprejemanju uredb je, da jih ne sprejema najvišje predstavniško telo Evropske unije (parlament), ampak svet kot politično izvršilni organ Evropske unije.
- Direktiva ali smernica (Directive) zavezuje države članice glede končnega rezultata, ki ga opredeljujejo, vendar imajo države proste roke glede metod in instrumentov vključitve vsebine v domačo zakonodajo do predvidenega roka (18 mesecev ali 2 leti). Sprejme jih svet ministrov na predlog Komisije.
- Odločba in sklep (Decision), sprejme jih Svet ali Komisija. Veljajo neposredno za tistega, na katerega so naslovljene (država članica, posameznik ali pravna oseba).
- Neobvezna priporočila (Recommendation), sporočila (Communication), mnenja (Opinion), neuradni dokumenti (non-paper), razlagalna sporočila (Interpretative Communications), Zelene knjige (Green Paper), Bele knjige (White Paper), dokumenti o stališču (position paper).

2.4.4.1 Razvojna obdobja okoljske politike EU

Razvoj evropske okoljske politike je šel skozi štiri ključne faze, ki odražajo naraščanje pomembnosti te politike v odnosu do ostalih skupnih politik Evropske unije (Boh, T., 2003).

Prva faza se prične leta 1957 in je trajala do leta 1972. V tem obdobju je bilo ekonomsko blagostanje veliko bolj pomembno kot okolje, zato so bila vprašanja slednjega zgolj obrobna in neobstoječa.

Druga faza med leti 1973 in 1986 prinese okoljsko revolucijo, leta 1973 je bil sprejet prvi Okoljski akcijski program kot posledica konference ZN leta 1972 v Stockholmu. Kljub temu da odločitve programa niso bile obvezujoče, sprejeta načela in cilji pomenijo začetek okoljske politike.

Tretja faza od 1987 do 1992 je prinesla Enotno evropsko listino (1987), ki pomeni mnogo sprememb na področju okoljske politike, najpomembnejša je določitev principa večinskega glasovanja za večino okoljskih vprašanj. Leta 1990 je bila ustanovljena Evropska okoljska agencija (EEA), ki spremlja, zbira in analizira podatke s področja okolja na celotnem ozemlju Evrope. EEA posreduje podatke Komisiji, ki na podlagi le-teh sprejema pomembne odločitve in predloge za izvajanje ukrepov.

Četrta faza predstavlja obdobje po letu 1993. Sprejeto je načelo, da je treba upoštevati okoljsko komponento pri vseh odločitvah, ki imajo lahko vpliv na okolje (industrija, transport, kmetijstvo, energetika in turizem). Leta 1992 sprejeti *Peti Okoljski akcijski program* (*»Towards sustainability«*) uveljavlja spoznanje, da tradicionalno okoljevarstvo (nadzor nad emisijami) ne prinaša rezultatov in vpeljuje koncept trajnostnega razvoja v vse gospodarske sektorje in politike (Ogorelec Wagner, V., 2000). *Šesti okoljski akcijski program Okolje 2010: Naša prihodnost, naša izbira* (2002–2012) je v Evropi temeljni okoljski dokument. Program ohranja določila

petega akcijskega programa, poleg tega pa podrobneje opredeljuje okoljske zahteve do politike EU in postavlja kratkoročne okoljske cilje. Zajema štiri poglobljena področja:

- podnebne spremembe, povezane z energetiko in transportno politiko
- povezavo med zdravjem ljudi in stanjem okolja (sem sodi tudi obravnava kemikalij, varne proizvodnje hrane, gensko spremenjenih organizmov, kakovosti vode itd.)
- naravna in biotska raznovrstnost
- raba naravnih virov in ravnanje z odpadki.

2.4.4.2 Pravna ureditev voda v Evropski uniji

Področje kakovosti voda je poleg ostalih (kakovost zraka, ravnanje z odpadki, varstvo narave...) eno od področij v 22. poglavju o okolju v Zakonodaji Evropske unije (Acquis communautaire). Temelj predstavljata peti in šesti akcijski program, ki sta splošno izhodišče okoljske politike. Vprašanja varstva okolja so bila v Evropski skupnosti sprva obravnavana v okviru vzpostavitve skupnega trga na podlagi Rimskega sporazuma (Treaty of Rome), vendar pa so bila zelo omejena. Evropska unija je bila ustanovljena s sprejemom Maastrichtske pogodbe leta 1992, kar je pomenilo podlago in širitev reševanja okoljske problematike. Peti akcijski okoljski program iz leta 1992 tako pomeni splošno izhodišče okoljske politike v prihodnosti.

Pravo EU, ki ureja področje okolja, je zelo obširno in kompleksno. Tipičen primer je voda in njeno varstvo, kjer se je urejanje kar nekaj časa omejevalo le na ureditev nekaterih institutov, namenjenih preprečevanju oziroma zmanjševanju pretiranega onesnaževanja voda. Vprašanjem omejevanja pretirane rabe voda, še posebej pa oblikovanju pravnih institutov, ki naj zagotovijo načrtno usmerjanje človeških posegov v vode, pa se je EU načrtno izogibala. Danes je pravo voda eno najbolj celovito obravnavanih področij v ekološkem pravu EU (Pličanič S., 2004).

Direktiva okvirne evropske zakonodaje na področju voda ali Water framework directive je poglobljen dokument, ki pomeni poenotenje številnih predhodnih dokumentov s področja upravljanja z vodami. Zajema tako vprašanja varstva voda pred onesnaženjem, uvaja ključne

pravne instrumente omejevanja rabe voda, nenazadnje pa ureja celovito načrtovanje z vodami kot osrednji instrument okoljske politike posamezne države.

2.4.4.3 Okvirna vodna direktiva – Water framework directive (WFD)

Vse močnejše zavedanje o nujnosti varstva okolja je prispevalo k povečevanju obsega okoljske zakonodaje. V zadnjih desetletjih se je postopoma povečevala zahteva javnosti in okoljskih organizacij po spremembah, saj se je stanje rek, jezer, podtalnic in morskih obal opazno poslabševalo. Evropska komisija je zato morala ukrepati in pravno urediti varstvo voda. Cilj evropske vodne zakonodaje je tako postal očistiti onesnažene vode, čiste vode pa ohraniti in zavarovati tudi v prihodnje.

Prvotna zakonodaja (1975–1980) je bila omejena zgolj na postavljanje standardov in mejnih vrednosti za tista vodna telesa, ki so bila namenjena za pitne vode. Poleg tega je bila z direktivami določena tudi kakovost vode za kopalno vodo, za sladkovodne vrste rib, za lupinarje in za podzemne vode. Emisijske mejne vrednosti so bile določene zlasti v Direktivi o nevarnih snoveh. Druga faza vodne zakonodaje je sledila po frankfurtskem ministrskem srečanju leta 1988, kjer je bilo ugotovljeno, da so možne še številne izboljšave na področju voda. Posledica tega je bilo sprejetje novih direktiv, leta 1991 sta bili sprejeti Direktiva o čiščenju komunalnih odpadnih voda in Nitratna direktiva, kasneje, leta 1996 IPPC direktiva in leta 1998 Direktiva o pitni vodi.

Nova zakonodaja je prinesla napredek v vodni politiki zlasti na posameznih področjih, vendar je imela eno glavno pomanjkljivost, to je razdrobljenost. WFD ali Direktiva o vodi poimenovana tudi Okvirna vodna direktiva (Water Framework directive 2000/60/EC, sprejeta 23.10.2000) je to pomanjkljivost odpravila. WFD je direktiva, ki združuje vse obstoječe standarde kakovosti in postavlja enoten cilj, to je doseganje dobrega stanja kakovosti in količin voda.

2.4.4.3.1 Cilji po WFD

Ključni cilji WFD so:

- ~ doseganje »dobrega stanja« vseh voda do določenega roka (najkasneje do leta 2015)
- ~ varstvo vseh vodnih teles
- ~ združen pristop emisijskih mejnih vrednosti in kakovostnih standardov
- ~ urejanje voda na podlagi načrtov upravljanja porečij
- ~ ustrezno ekonomsko ovrednotenje vode
- ~ večje vključevanje javnosti
- ~ ustrezna zakonodaja, ki upošteva nova spoznanja

⇒ Doseganje dobrega stanja vseh voda:

WFD opredeljuje zahtevo po doseganju dobrega stanja z zadovoljevanjem kriterijev glede količin in kakovosti voda najkasneje do leta 2015. Ne določa več različnih standardov kakovosti, ampak zahteva dobro stanje na vseh vodah - površinskih in podzemnih. Za površinske vode opredeljuje dobro ekološko in dobro kemijsko stanje, za podzemne vode pa dobro kemijsko stanje in dobro količinsko stanje.

Površinske vode

Ekološko stanje površinskih voda je opredeljeno s hidromorfološkimi, fizikalno-kemijskimi ter biološkimi parametri. WFD navaja osnovne zahteve, ki se nanašajo na preprečevanje onesnaženja. Te zahteve so identificirati okoljske pritiske, ugotoviti problematična onesnaževala, določiti standarde kakovosti in sprejeti ustrezne ukrepe za preprečevanje slabšanja in doseganje dobrega stanja voda. Dobro ekološko stanje je z navedenimi parametri definirano v prilogi V direktive WFD. Na drugi strani dobro kemijsko stanje opredeljujejo okoljski standardi v 16. členu WFD in prilogi IX ter drugih predpisih na ravni EU. Poleg določitve kakovostnih standardov WFD postavlja obveznosti za določitev vodnih teles površinskih voda, osnove imisijskega monitoringa in opredelitev programa ukrepov.

Podzemne vode

Glavna predpostavka, ki velja za podzemne vode, je, da naj le-te ne bi bile onesnažene. Določanje kemijskih standardov kakovosti zato ni smiselno, saj to daje občutek neke dovoljene stopnje onesnaženosti. WFD tako določa samo dobro in slabo kakovostno stanje podzemnih voda. Za določanje dobrega ali slabega stanja WFD opredeljuje standarde kakovosti po drugih relevantnih zakonskih predpisih EU. Glavni cilj direktive je preprečiti vnos kakršnihkoli onesnaževal v podzemno vodo ter preprečiti slabšanje stanja vodnega telesa. Vodna direktiva vsebuje prepoved neposrednega iztoka v podtalnico in zahteva nadzor podzemnih voda z namenom zaznavanja sprememb v kemijski sestavi in preprečevanja naraščanja koncentracij onesnaževal. Poleg kemijskega stanja je za podzemne vode pomembno tudi količinsko stanje. Količina podzemne vode je odvisna od kroženja vode in povezanosti ekosistemov, kar je predvideno v direktivi.

⇒ Združen pristop emisijskih mejnih vrednosti in kakovostnih standardov

V preteklosti je bil nadzor nad onesnaženjem voda omejen predvsem na enega od pristopov, bodisi na nadzor mejnih vrednosti bodisi na nadzor kakovostnih standardov. Vendar imata oba pristopa sama zase pomanjkljivosti. Nadzor mejnih vrednosti omogoča kumulativno onesnaženje nekega vodnega telesa, kjer je vnos onesnaževal na različnih lokacijah. Omejitev le na standarde kakovosti pa posledično pomeni podcenjevanje učinka posameznega polutanta na ekosistem, glede na njegovo koncentracijo, saj se le-ta lahko nalaga v različnih organizmih in stopnjuje učinek po prehranjevalni verigi.

Vodna direktiva združuje oba pristopa, pri čemer predvideva izvajanje meritev z vsemi razpoložljivimi spoznanji in tehnologijo ter podaja seznam nevarnih snovi. Glede standardov pa direktiva pomeni poenotenje, saj podaja vsesplošen cilj, to je doseganje dobrega stanja. Kjer dobro stanje ni ugotovljeno se zahteva nadaljnje dodatne meritve in raziskave.

⇒ *Načrti upravljanja porečij*

Načrti upravljanja so načrti, o katerih je že veliko napisanega v poglavju Zakona o vodah, saj ta povzema vodno direktivo. Načrti upravljanja porečij so torej načrti, ki zagotavljajo celovito upravljanje z vodami na vodnih območjih, povodjih oziroma porečjih ali njihovih delih, z jasno opredelitvijo ciljev, rokov in sredstev za doseganje teh ciljev preko izvajanja programov ukrepov. Predstavljajo kontrolni instrument za spremljanje aktivnosti na vodnem območju, usmerjenih v doseganje zastavljenih ciljev, ki se redno preverjajo in dopolnjujejo.

⇒ *Ustrezno ekonomsko ovrednotenje vode*

WFD zahteva ustrezno ekonomsko ovrednotenje vodnih teles, z namenom doseganja trajnostne uporabe vodnih virov. Vsaka država članica mora poskrbeti, da se porabnikom vode določi cena, tako za oskrbo s svežo vodo, kot tudi za odvajanje in čiščenje odpadnih voda.

⇒ *Večje vključevanje javnosti*

Vloga javnosti v težnji po doseganju čistega okolja je zelo pomembna iz dveh razlogov. Prvi je, da je uresničevanje ciljev iz načrtov upravljanja odvisno tudi od interesov različnih skupin, ki so prisotne na območju urejanja. Drugi razlog se nanaša na uveljavljanje. Transparentnost ciljev iz načrtov upravljanja mora biti zelo velika, tako da je nadaljnja implementacija teh v ustrezno zakonodajo čim lažja. Zagotoviti je treba ustrezno komunikacijo med strokovnjaki in javnostjo preko dvehletnih konferenc, na katerih se vodi ustrezna razprava in se odloča o ciljih iz načrtov upravljanja porečij.

⇒ *»Posodobljena« zakonodaja*

Ena od večjih prednosti Vodne direktive je racionalizacija vodne zakonodaje, saj nadomešča sedem direktiv iz prvega »vala« zakonodaje. Gre za direktivo o površinskih vodah in z njo povezanima direktivama o metodah meritev in vzorčenja, direktivo o izmenjavi informacij o kvaliteti sveže vode, direktivo za sladkovodne vrste rib, za lupinarje in direktivo za podzemne vode ter direktivo o nevarnih snoveh. Izvajanje vseh pomembnih določb iz omenjenih direktiv je povzeto v Vodni direktivi, kar omogoča njihovo razveljavitev.

2.4.4.3.2 Varstvo pitne vode po WFD

Kljub temeljni ideji WFD o celovitosti upravljanja z vodo in poenotenju standardov kakovosti ne glede na vrsto rabe vode oziroma kak drug kriterij predpisovanja različnih okoljskih standardov kakovosti ohranja WFD dve izjemi. Področji, ki ohranjata samostojnost urejanja izven Vodne direktive, sta področje pitnih voda in področje kopalnih voda. Direktiva o pitni vodi vsebuje strožje kriterije, poleg tega tudi dodatne kriteirje, ki niso predvideni za ostale vode. Podobno je tudi v Direktivi o kopalnih vodah, ki upošteva WFD in jo v določenih vprašanjih dopolnjuje.

Poleg obstoječega sistema varovanja in zagotavljanja kakovosti vode postavlja WFD še dodatne zahteve, ki se nanašajo na varstvo voda in se jih uporablja za odvzem pitne vode (7. člen WFD). Tako zahteva, da države identificirajo vsa pomembna vodna telesa, ki se uporabljajo za odvzem pitne vode, in opredeljujejo tudi kriterije, kaj se šteje za pomembno vodno telo, domet urejanja pa se razširja tudi na tista vodna telesa, ki bodo šele v prihodnosti postala pomembna za odvzem pitne vode. Druga zahteva je zagotoviti spremljanje stanja ter postavitev dodatne zahteve za izvajanje monitoringa. Poglavitna vsebina teh določb je že pokrita v slovenski zakonodaji s predpisi na podlagi Zakona o varstvu okolja (Tavčar, M., 2003).

Varstvena območja po WFD

Zaradi različne rabe vodnih teles je tudi namen njihove zaščite različen, kar posledično zahteva različne standarde kakovosti. Težnja WFD je poenotiti standarde kakovosti in jih razširiti na vse vode, zato ne predvideva ustanovitve novih zavarovanih območij (protected areas). Za vsa zavarovana območja postavlja zahtevo, da se v petnajstih letih od njene uveljavitve doseže standarde, ki se nanašajo na posamezno zavarovano območje v skladu z relevantno zakonodajo. Kadar se na isto vodno telo nanašajo različni standardi kakovosti, potem WFD v 4. členu narekuje, da se upošteva tistega, ki je najstrožji. Tipičen primer je vodno telo, ki se odvzema za pitno vodo. WFD zahteva tudi register vseh zavarovanih območij z vsemi pomembnimi vodnimi telesi, ki se jih uporablja za oskrbo s pitno vodo, zavarovana območja za varstvo gospodarsko pomembnih vodnih vrst, vodna telesa določena za rekreacijo in kopanje, območja občutljiva na hranila in območja za varstvo habitatov.

2.4.4.4 Ostale direktive poleg WFD na področju pitnih voda

Vodna direktiva, kot že omenjeno, odpravlja številne ostale direktive in povzema njihova določila v skupnem cilju. Še vedno pa ostajajo nekatere direktive, ki se nanašajo na varstvo voda in so veljavne tudi po sprejetju WFD.

⇒ *Direktiva o pitni vodi - Drinking water directive 98/83/EEC*

Predhodna direktiva (Direktiva o pitni vodi 80/778/EEC) je bila sprejeta leta 1980 in je bila namenjena določanju kakovosti vode za javno oskrbo. Njen namen je bil določiti stroge standarde kakovosti pitne vode zaradi zagotavljanja varovanja zdravja ljudi. Preko parametrov in njihovih mejnih vrednosti predpisuje monitoring z ustreznim vzorčenjem in analizami. Direktiva vzpostavlja sistem monitoringa, vzorčenja in testiranja pitne vode, vključujoč ustekleničeno vodo in vodo v prehrambeni industriji. Postavlja zahtevo po pripravi investicijskih strategij za sisteme z oskrbo s pitno vodo in identifikacijo sistemov oskrbe s pitno vodo, ki ne ustrezajo standardom ter pripravo programa za odpravo teh neustreznosti. Direktiva namenja posebno pozornost odpravi pesticidov in nitratov v vodi, prav tako tudi svinca. Ocenjuje stroške porabnikov pitne vode in potrebe po dodatnem izobraževanju uslužbencev, zaposlenih v distribuciji pitne vode.

Nova znanstveno-tehnična spoznanja so privedla do zahteve po posodobitvi vodne direktive, zato je bila 3. novembra 1998 sprejeta nova direktiva 98/83/EEC. Cilji nove direktive so bili:

- preveriti vrednosti parametrov in jih po potrebi v skladu z novimi znanstvenimi spoznanji nadomestiti s strožjimi
- povečanje transparentnosti: skladnost distribucije pitne vode z ISO standardi; obvezno poročanje o kvaliteti pitne vode; obveščanje porabnikov o kvaliteti pitne vode in vsebnosti nevarnih snovi, zlasti v primeru, ko je vzrok za slabo kvaliteto hišno omrežje (pipe, cevi)

Poglavitne spremembe v vrednostih parametrov v novi direktivi so:

- 66 parametrov v stari direktivi se je zmanjšalo na 48 (50 za ustekleničeno vodo), vključno s 15 novimi parametri

- Svinec: mejna vrednost se zniža s 50 µg/l na 10 µg/l. V 15-letnem prehodnem obdobju je treba zamenjati vse svinčene distribucijske cevi.
- Vrednosti za nekatere pesticide ostajajo nespremenjene (0.1 µg/l / 0.5 µg/l), za nekatere dodatne se določi strožja vrednost 0.03 µg/l.
- Baker: vrednost se zniža s 3 mg/l na 2 mg/l.
- Določi se standarde parametrov za nove snovi, kot so trihalometan, trikloroeten, tetrakloroeten, bromat, akrilamid itd.

⇒ *Direktiva o kopalnih vodah - Bathing water directive 76/160/EEC*

Direktiva sprejeta leta 1976 teži k zagotavljanju kvalitete kopalne vode, tako sveže kot obalne kopalne vode. Direktiva predpisuje monitoring 19 parametrov (fizikalnih, kemijskih in mikrobioloških) v EU, pri čemer določa tudi postopke vzorčenja, ki jih morajo upoštevati države članice. Komisija izdaja letno poročilo o kakovosti kopalne vode v EU. V pripravi je nova Direktiva o kopalnih vodah, ki že upošteva cilje in načela WFD.

⇒ *Direktiva o podzemnih vodah - Groundwater directive 80/86/EEC*

Direktiva, katere namen je zaščita podtalne vode pred onesnaženjem z nevarnimi snovmi, je integrirana v Vodni direktivi WFD. Namen direktive je nadzor nad posrednim in neposrednim vnosom snovi v podtalno vodo. Potreben je nadzor nad izpustom, določena je lista prepovedanih snovi in lista snovi, ki so pod posebnim nadzorom. Poglavitna naloga, ki jo imata za nalogo tako direktiva o podzemni vodi kot WFD, je vzpostavitev ustreznega monitoringa.

2.4.4.5 Biomarkerji in biotesti v WFD

Pomembno orodje za zagotavljanje dobrega stanja voda do leta 2015 je monitoring. Biotesti v WFD niso posebej omenjeni, vendar obstajajo možnosti za njihovo uporabo, kot so bioraziskave in ekotesti. Biološke raiskave so lahko delno nadomestilo kemijskih analiz oziroma se s kemijskimi dobro dopolnjujejo. Biološke raziskave so definirane kot aplikacija niza hitrih in poceni testov za raziskovanje širokega spektra vzorcev. Bioraziskave pokrivajo oziroma

raziskujejo učinek tako znanih kot neznanih snovi in spojin. Lahko se jih kombinira s kemijskimi analizami in ustrezno časovno opredeli v trendni monitoring. Prednost bioloških raziskav je, da lahko ugotavljajo širši spekter oziroma število okoljskih parametrov kot kemijske. Biološke raziskave omogočajo vpeljavo zgodnjega opozorila, princip previdnosti, med drugim so cenovno ugodne in cenovno učinkovite (nizki stroški glede na uporabnost).

Ekotesti predstavljajo zapolnitev vrzeli med ekologijo in kemijo. Definirani so kot vpeljava biotestov in biomarkerjev na področje vodnih teles, zato da predvidijo ustreznost kemijske kakovosti za doseganje ekološko ustreznega stanja in na drugi strani določajo ali so kemikalje tiste, ki preprečujejo doseganje dobrega stanja. Le Francija in Velika Britanija sta raziskovali možnosti za vključevanje biotestov v WFD, v večini ostalih držav se biomarkerji in biotesti uporabljajo le na raziskovalni ravni. Zaenkrat biotesti in biomarkerji niso del WFD in niso vključeni kot elementi ekološke kakovosti. Trenutno torej ni formalne osnove za vpeljavo teh orodij v postopke klasifikacije v WFD, obstajajo pa pobude s strani mnogih držav, ki narekujejo spremembe v prihodnosti.

3 BIOLOŠKE METODE ZA OCENO KAKOVOSTI VOD

3.1 Biološki testi

Biološki testi za razliko od kemijskih, kjer je poglavitni cilj določanje koncentracije kemikalije v neki snovi, ugotavljajo učinek snovi na živ organizem. Najboljši način ugotavljanja učinka je preko biomonitoringa s pomočjo biomarkerjev. Vedno pogosteje se izvajajo biološki testi, ki ugotavljajo genotoksičnost neke kemikalije, to je vpliv na dedni zapis pri izpostavljenem organizmu. Prednost bioloških raziskav pred kemijskimi je hiter odziv (zgodnje opozorilo, nizke koncentracije), specifičen odziv in stroškovna ugodnost, medtem ko kemijske raziskave podajajo predvsem informacijo o koncentracijah in sestavi vzorcev.

3.1.1 Biomarkerji

Biomarkerji so biokemijski, celični, tkivni, organizemski ali populacijski pokazatelj vpliva ali izpostavljenosti organizma onesnaževalu, vendar moramo takoj razjasniti razliko z bioindikatorji, ki pa so indikatorske vrste, ki s svojo prisotnostjo ali odsotnostjo oziroma spremenjeno številčnostjo kažejo na spremembe v okolju. Biomarkerji so pomembni za ugotavljanje vpliva onesnaževal, saj nam preko odzivov organizmov kažejo na povečane (zmanjšane) količine kemičnih snovi v njihovem okolju. Odzivi organizmov so lahko suborganizemski, torej na nivoju celice in tkiva, lahko so organizemski ali populacijski.

Pogoj, da opazimo odziv, je dobro poznavanje organizma, ki ga opazujemo. O tem organizmu moramo imeti veliko podatkov in znanja, da nam njegov odziv nekaj pove - nam da informacijo. Merjeni odzivi morajo ustrezati določenim kriterijem, da lahko dobimo ustrezne toksikološke rezultate.

Kriteriji za odziv:

- merljivost (možnost kvantificiranja)

- občutljivost na nizke koncentracije
- odvisen od doze (večja doza, večji vpliv)
- majhna variabilnost
- hiter
- omogočati mora posploševanje na druge organizme (kar pomeni, da lahko posplošujemo na ekosistem in nam tako ni treba raziskovati vsakega organizma posebej ⇒ zamudno, neuspešno, veliko podatkov in malo uporabnih rezultatov)

Poškodovanje molekule DNK je eden izmed zelo pomembnih biomarkerjev. Gre za biomarker na celični stopnji, preko katerega je mogoče sklepati o učinkih oziroma posledicah na višjih organizacijskih stopnjah (organizem, populacija). Ohranjanje popolnosti DNK je najpoglavitejša stvar vsem živim organizmom. Iz tega razloga obstajajo zelo zapleteni in učinkoviti mehanizmi, s katerimi živi organizmi branijo svoj genetski material. Če je vpliv iz okolice prevelik, sčasoma ti mehanizmi odpovejo, rezultat tega pa je poškodba DNK. Ta poškodba se dogaja znotraj celice, zato tudi raziskave potekajo na celičnih kulturah. Navadno gre za celično populacijo jeter, črevesja, epitelija, velika prednost pa je, da se lahko uporabi celične kulture. Raziskave, kjer se je opazovalo celice organizmov, ki so bili izpostavljeni onesnaženosti, in primerjalo s tistimi v normalnih pogojih – kontrola, so pokazale, da je odstotek poškodovanih jeder v slednjih manjši v primerjavi s tistim iz onesnaženega območja. Pri tem je treba upoštevati, da je možna razlika še večja, če je sodeloval obrambni mehanizem celice, ki omogoča vzpostavljanje prvotnega stanja. Nenazadnje je pomembno omeniti, da gre pri poškodbi molekule DNK kot biomarker predvsem za pokazatelja, ki omogoča zgodnje odkrivanje potencialno nevarnih snovi, torej gre bolj za ugotavljanje možne genotoksičnosti v vodi kot pa za odkrivanje točno določenih onesnaževalcev (kot so recimo poliaromatski ogljikovodiki).

Podatek o genotoksičnosti je lahko izjemnega pomena, saj predstavlja zgodnje opozorilo in možnost pravočasno ustrezno ukrepati (Steinert, S. A., 1999 cit. po Košorog, A., 2004).

3.1.2 Genotoksičnost

Nenehno naraščanje dejavnosti v industriji, kmetijstvu in gospodinjstvih pomeni vedno večjo nevarnost onesnaženja pitne vode in podtalnice z odpadnimi snovmi, kar vodi k vedno večji zaskrbljenosti o kvaliteti pitne vode. Testiranja, še zlasti biološka, imajo zato zelo pomembno vlogo pri ugotavljanju in določanju genotoksičnosti. Pojem genotoksičnost opisuje raziskovanje potencialno nevarne snovi ali kemikalije, ki lahko z negativnim vplivom na genetski material v celici poškoduje njeno DNK. Z drugimi besedami lahko rečemo, da genotoksičen pomeni škodljiv za DNK. Snovi, ki so genotoksične, lahko vplivajo direktno na DNK ali delujejo indirektno na njeno okvaro z vplivom na encime, ki sodelujejo pri kopiranju v molekuli DNK, kar povzroči mutacije, ki lahko vodijo k rakavi tvorbi. Genotoksične snovi niso nujno tudi rakotvorne in obratno.

Pojma kancerogenost in mutagenost sta neposredno povezana s pojmom genotoksičnost, zato je nujno, da ločimo njihov pomen. Pojem kancerogen oziroma rakotvoren pomeni snov, faktor ali situacijo, ki povzroči ali sproži rakavo obolenje. To se odraža, ko celice v telesu postanejo nenormalne in se začnejo nenadzorovano multiplicirati, posledica tega pa je bujna rast tkiva. Na drugi strani pa je mutagenost lastnost, ki jo ima snov, ki povzroča mutacije, torej kakršnekoli spremembe DNK v celici. Če je mutagena snov sposobna poškodovati molekulo DNK, potem je genotoksična, niso pa vsi mutageni genotoksični ali kancerogeni. Nekaterne mutacije so tudi koristne, saj omogočajo evolucijo.

DNA oziroma prevedeno DNK je dezoksiribonukleinska kislina, ki sestoji iz molekul sladkorja, imenovanega deoksiriboza, atomov fosforja in štirih različnih tako imenovanih baz - adenin, timin, citozin in gvanin, navadno pa jih kratko označujemo kar z njihovimi začetnicami, torej A, T, C in G. To je molekula (dvojna vijačnica) znotraj celice, ki shranjuje vse genetske informacije, potrebne za rast, razvoj in obstoj organizma, obenem pa jih prenaša iz generacije na generacijo. Zato je nujno ohraniti te informacije nedotaknjene, intaktne. Vsaka celica dnevno doživi več tisoč DNK poškodb, vendar so te povzročene zaradi metaboličnih stranskih produktov (npr. prosti

kisikovi radikali) ali naključno, nekatere pa zaradi vplivov iz okolja (UV sevanja, umetne snovi, kemikalije). Organizem se proti tem poškodbam brani z mehanizmom »popravljanja DNK«, kar omogoča stabilnost genoma. Mehanizem deluje tako, da nepravilnost prepozna, odstrani napačne elemente in jih nadomesti s pravilnimi kombinacijami v zapisu. Stopnja uspešnosti je odvisna od stopnje poškodbe oziroma toksičnega učinka neke snovi, ki se v skrajnih primerih odraža v mutacijah ali rakavosti.

3.1.3 Ugotavljanje in testiranje genotoksičnosti

Ugotavljanje in testiranje genotoksičnosti lahko predstavlja prvi korak pri raziskavah o vplivu kemikalij in radioaktivnosti na okolje. Gre za pomembno orodje v procesu ugotavljanja ocene tveganosti, saj omogoča zaznavati učinke na človeka in ekosistem s strani specifičnih substanc ali kemičnih zmesi. Zato so tovrstni testi vedno pogostejši in pomembnejši. Poleg področij farmacije in prehrane se ugotavlja genotoksičnost pesticidov, odpadne vode in pitne vode. Za slednjo velja, da ne sme vsebovati nikakršnih genotoksičnih substanc. Če jih vsebuje, potem ne ustreza kriterijem uporabnosti in ustreznosti in se kot taka ne sme distribuirati ali pa je potrebna predhodna obdelava z ustreznimi postopki čiščenja oziroma dezinfekcije. Pri tem je treba poudariti, da tudi dezinfekcija s klorom lahko pomeni genotoksično onesnaženje, saj stranski produkti klora predstavljajo možnosti vpliva na dedni material v celici. Dezinfekcija z UV (čeprav je UV sevanje tudi genotoksično) je v tem smislu primernejša, saj rezultati v dosedanjih raziskavah kažejo na to, da v vodi po dezinfekciji ni zaznavnih genotoksičnih aktivnosti (Košorog, A., 2004).

V svetu se uporablja veliko različnih bioloških testov, med drugim so to bakterijski test, mikrojedrni test, baterijski reparirni test, kometni test in drugi. Kometni test se v zadnjem času vedno bolj uveljavlja pri ocenjevanju kvalitete voda.

3.2 Kometni test

3.2.1 Razvoj Kometnega testa

Kometni test ali enocelični elektroforetični gel test je bil razvit v devetdesetih letih v okviru združenih evropskih raziskovanj, do danes pa se je njegova uporaba neverjetno razširila in se uporablja praktično na vseh področjih bioloških (molekularna biologija) in medicinskih raziskav. Zasluge za razvoj te metode lahko pripišemo N. P. Singhu s sodelavci, čeprav sta Östling in Johanson leta 1984 objavila podobno metodo za odkrivanje poškodb DNK, izpostavljenih sevanju. Vendar je metoda, ki jo je objavil Singh s sodelavci, naredila Kometni test vsestranski in postavila osnove za nadaljnji razvoj vseh raziskav na tem področju.

Metoda je namenjena odkrivanju in kvantifikaciji poškodb jedrne DNK sesalcev (živali in človeka). Te poškodbe večinoma nastanejo zaradi dejavnikov okolja (sevanja, toksične snovi v okolju, razni onesnaževalci), zaradi napačne prehrane pri živalih in pri človeku (toksične snovi v hrani, oksidativni stres, ki ga povzročajo prosti radikali, premalo zaužitih antioksidantnih snovi), zaradi staranja in pri številnih kroničnih boleznih (predvsem rak in diabetes). Metoda je hitra, izjemno občutljiva in zazna majhne poškodbe DNK, ki običajno še ne vodijo takoj do bolezenskih procesov. Ravno občutljivost in velika zanesljivost ji dajeta veliko vrednost. Uporaba metode je zelo razširjena v direktnem humanem monitoringu (sosednja Hrvaška z njo spremlja vse osebe, ki so na delovnih mestih izpostavljene ionizirajočim sevanjem) in biomonitoringu okolja, predvsem vodnih ekosistemov.

Prednosti Kometnega testa:

- ⇒ enocelični podatki (distribucija)
- ⇒ nizko število celic v vzorcu (manj kot 10.000)
- ⇒ občutljivost
- ⇒ uporaba katerih koli evkariontskih celic
- ⇒ stroškovno ugoden, hiter

Pomanjkljivosti Kometnega testa:

- ⇒ občutljivost (variabilnost rezultatov)
- ⇒ interpretacija rezultatov

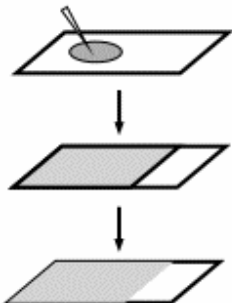
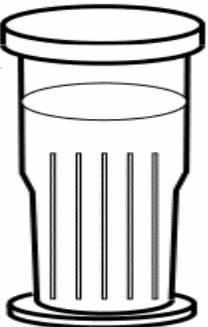
V primerjavi z ostalimi postopki, ki prav tako ocenjujejo poškodbe molekul DNK, kot je alkalno odvijanje strukture DNK, ima Kometni test dve poglavitni prednosti, in sicer majhno število celic, potrebnih za test (10^4 – 10^5), ter občutljivost na nizke koncentracije. Stopnjo genotoksičnosti se v Kometnem testu običajno ugotavlja na celicah sesalcev (izjema so ribe in školjke, ker so razširjeni vodni organizmi) z vrednotenjem, določanjem odstotka kometa (repatice), dolžine repka in stopnje poškodovanosti – fragmentacije DNK. Poškodba DNK se odraža v tem, da se lomijo niti DNK »strand break«, kar je neposredno povezano z mutagenimi in rakotvornimi lastnostmi okoljskih onesnaževalcev – polutantov.

3.2.2 Tehnični opis Kometnega testa

Kometni test je enocelični elektroforetični gel test, kjer končni rezultat dobimo na podlagi izvedbe več postopkov. Sprva je treba izpostaviti celice neki snovi, za katero se ugotavlja njen genotoksični učinek, pri čemer je lahko čas izpostavljenosti različen. Nato se pripravi minigele na mikroskopskih objektivih (I). Gel sestoji iz mešanice celic in agaroze: agarosa je snov (polisaharidni polimer ekstrakt morskih rastlin), ki vsebuje vse potrebno za obstoj celice, sicer bi celica propadla. Obenem agarosa omogoča ločevanje večjih molekul s pomočjo elektroforeze. Pripravi minigelov sledi alkalna celična liza (II) (odstranitev vseh celičnih proteinov, da ne motijo gibanja molekul DNK), tej pa odvijanje molekule DNK in elektroforeza (III). Elektroforeza je proces, ki povzroči gibanje molekul v gelu zaradi električnega toka. Poškodovane molekule DNK potujejo proti anodi. Manjše kot so molekule in večji kot imajo naboj, hitreje potujejo skozi gel. Elektroforezi sledi nevtralizacija (IV), zatem pa je potrebno barvanje (V) z Etidijevim Bromidom. Vsi predhodni postopki potekajo v temnih prostorih. Etidijev bromid fluorescira rdeče-oranžno ob prisotnosti DNK, kadar je izpostavljen ultravioletni – UV svetlobi. Ta proces nam omogoča, da lahko sploh vidimo migracijo molekul oziroma komete. Zato je treba uporabiti fluorescentni mikroskop in sistem za avtomatsko zajemanje in

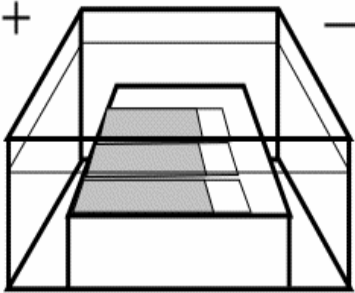

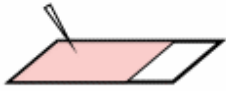

analizo slike. S pomočjo CCD kamere, vezane na mikroskop, računalnika in ustrezne programske opreme lahko posnamemo poljubno sliko in jo nato analiziramo. Na koncu je treba dobljene rezultate ustrezno interpretirati z upoštevanjem vseh prednosti in slabosti kometnega testa.

Preglednica 5: Prikaz postopkov izvedbe Kometnega testa

POSTOPEK	PRIKAZ	OPIS
<p>I. Priprava minigelov na mikroskopskih objektnikih</p>	 <p>1. sloj: 400 µl 1% NMP agaroze 2. sloj: 700 µl 0,6% NMP agaroze 3. sloj: 500 µl mešanica celic in 0,6 % LMP agaroze (1:5), 4. sloj: 500 µl 0,5 % LMP agaroze</p>	<p>Najprej se nakaplje agarozo na (zmrznjeno) mikroskopsko objektno steklo. Nato se zmeša celice z agarozo, pripravi tanek sloj in pokrije objektno steklo s krovnim steklom. Vse skupaj postavimo na led pri 4°C in spremenimo v gel. Potem odstranimo krovno steklo in dodamo nov sloj agaroze ter ponovno pokrijemo objektno steklo in damo na led. Kasneje odstranimo krovno steklo in objektno steklo postavimo v zaprto posodo, ki vsebuje sveže narejeno raztopino za lizo celic (II.).</p>
<p>II. Alkalna celična liza</p>		<p>V posodi pustimo objektno steklo 1 uro pri 4°C. Raztopina za lizo celic (500 ml) vsebuje 50 ml DMSO; 0,5 ml Triton X-100; 0,6 g NaOH; 34,8 g NaCl; 2,5 g Na-lauril sarkozinat. Ko vzamemo steklo iz posode, ga trikrat operemo v destilirani vodi, tako da odstranimo preostale soli, ki bi lahko spremenile oziroma vplivale na elektroforetične pogoje.</p>

»se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«

<p>III. Odvijanje superzvite strukture DNK in elektroforeza</p>		<p>Odvijanje strukture DNK se izvaja v komori napolnjeni z elektroforetskim pufrom: - 30 mM NaOH - 2 mM EDTA Minigele najprej spiramo v elektroforetskem puftru 1 uro v temi in na hladnem. Elektroforeza se izvaja 20 minut pri 300 mA in napetosti 25 V.</p>
<p>IV. Nevtralizacija</p>		<p>Zatem sledi naslednji postopek – nevtralizacija, kjer objektno steklo namakamo v raztopini 400 mM Tris za 15 minut, pri čemer 3-krat menjamo raztopino.</p>
<p>V. Barvanje DNK</p>		<p>Objektna stekla barvamo 20 min v raztopini etidijev bromid (2µg/ml). Po barvanju 20 min spiramo s 400 mM Tris.</p>
<p>VI. Analiza signalov</p>		<p>Na koncu analizamo signale s pomočjo epifluorescentne mikroskopije, z uporabo mikroskopa s CCD kamero. Flourescentna osvetlitev pri 515 do 560 nanometrih omogoča vidnost kometov in s tem določanje poškodb DNK.</p>

Na Biotehniški fakulteti, Oddelku za zootehniko so pred tremi leti odprli nov laboratorij za Kometni test. Test se izvaja na širokem spektru živalskih in humanih celic za prehranske študije ter tudi na evkariontskih mikroorganizmih za potrebe okoljskega monitoringa.

3.2.3 Rezultati pridobljeni s Kometnim testom






V primeru nepoškodovanega jedra DNK pri danih pogojih elektroforeze to ne potuje, zato nam slika prikazuje okroglo jedro. Poškodovana jedrna DNK pa v nevtralnih/alkalnih pogojih potuje proti anodi in napravi sliko komet (iz česar izhaja ime metode). Stopnjo poškodbe DNK predstavljata dolžina repa in intenziteta signala v repu. Kot že omenjeno, pomenita daljši rep in večja intenziteta signala v repu večjo poškodbo jedrne DNK.

3.2.4 Analiza rezultatov testa Komet– ocenjevanje poškodb DNK

Rezultate Kometnega testa dobimo na podlagi določanja števila celic s kometnim repom in z merjenjem dolžine kometnih repov, pri čemer se upošteva tudi fragmentiranost – stopnja migracije. Najprej se določi vzorec z določenim številom celic, ponavadi gre za vzorec 50 ali 100 celic, ki se jim določi stopnjo poškodbe. Dolžino kometnega repa se določi z uporabo mikroskopskega mikrometra, s katerim se meri dolžina od razmejitvene meje med jedrom in repom do najbolj oddaljenega fragmenta DNK, ki je še opazen.

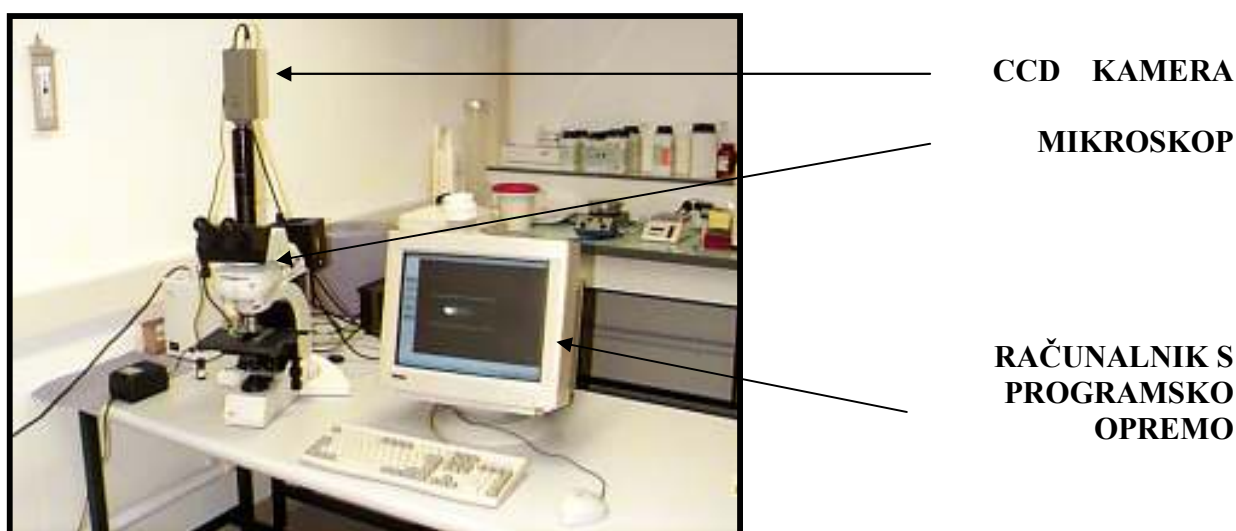
V nadaljevanju se poškodbe molekul DNK razvrsti v pet stopenj, in sicer: prvo stopnjo predstavljajo nepoškodovana jedra, drugo stopnjo jedra z majhno poškodbo in majhno migracijo DNK, tretja stopnja so jedra s srednjo poškodbo in migracijo DNK, pri četrti stopnji poškodbe so opazne že velike poškodbe in prav tako migracije DNK, v peto stopnjo pa sodijo jedra, ki so zaradi izredno velike poškodbe zelo slabo vidna ali pa sploh niso vidna.

Preglednica 6: Prikaz in opis poškodb DNK pri Kometnem testu

STOPNJA POŠKODBE	PRIKAZ NA SLIKI	OPIS POŠKODBE
I		nepoškodovana, ni migracije jedrne DNK
II		majhna poškodba, majhna migracija DNK
III		srednja poškodba, srednja migracija DNK
IV		velika poškodba, velika migracija DNK
V		popolna poškodba, DNK migrira v celoti, jedro je le rahlo vidno ali pa sploh ne

Da lahko analiziramo poškodbe in te ustrezno razvrstimo, moramo zajeti ustrezne slike, na podlagi katerih natančno določimo jedro, rep, dolžino repa in fragmentiranost. Postopek zahteva uporabo ustreznega mikroskopa, katerega sestavni del je CCD kamera, ki je povezana na računalnik z ustrežno programsko opremo, in fluorescentno osvetlitev pri 515 do 560 nanometrih, le ta omogoča vidnost kometov in s tem določanje poškodb DNK .

Mikroskop zagotavlja ustrezno povečavo, ki je največkrat X400, CCD kamera pa posname sliko. Slika se nato procesira na računalnik, kjer se z ustrezno programsko opremo obdela in analizira. Obdelava slike poteka s pomočjo merjenja intenzitete pikslov na sliki ob predpostavki, da je intenziteta proporcionalna količini DNK na tej isti lokaciji v celici. Na ta način se določi jedro, kjer je intenziteta največja, in rep ter njuno velikost. Pogosto se določi tudi površino repa, fragmentiranost in repni moment.



Fluorescentni mikroskop in sistem za avtomatsko analizo slike (Kosorog, A., 2004, 41)

V zaključku Kometnega testa je potrebna statistična obdelava podatkov in interpretacija rezultatov. Izbor statistične analize je največkrat odločitev izvajalca testa, od katerega je odvisen tudi način predstavitev in interpretacija končnih rezultatov. Pogosto rezultati vsebujejo stopnjo poškodbe DNK v procentih, pri čemer je pomembno, kaj posamezen procent v tem primeru pomeni oziroma kako se ga interpretira. Pri tem je treba imeti dovolj znanja in vedenja o vseh procesih, ki so vključeni v test in ki lahko vplivajo na njegove rezultate. Pozitivna in negativna kontrola se izvajata z namenom primerjave rezultatov in sta prav tako nepogrešljivi tudi pri končnih ugotovitvah. Poleg kontrole je pomembno tudi vzorčenje, ki prav tako kot kontrola omogoča primerjavo rezultatov več vzorcev. Z večjim številom vzorcev dobimo zanesljivejši rezultat, poleg tega pa večjo težo in verodostojnost.

3.2.5 Stroški izvedbe testa Komet

Eden od razlogov za uporabnost in razširjenost Kometnega testa so tudi stroški. Ti namreč niso veliki, zaradi česar je test še bolj uporaben in se bo še dodatno razvijal ter dopolnjeval.

Stroške testa predstavljajo:

- tehnična oprema
- potrošni material
- laboratorijski tehnik

Strošek, ki ga predstavlja tehnična oprema, je strošek računalniške opreme, programske opreme, CCD kamere in mikroskopa. To je strošek, ki se na daljši rok povrne, saj se ga lahko amortizira v raziskavah, izvedenih v prihodnosti. V potrošni material sodijo laboratorijski material (krovnna stekla, objektna stekla, komore...) in kemikalije, uporabljene v postopku testiranja (NaOH, NaCl, etidijev bromid...). Nenazadnje je za ustrezno izvedbo Kometnega testa potreben tudi laboratorijski tehnik. To je oseba, ki ima izkušnje z delom v laboratoriju in je odgovorna za ustrezno pripravo in izvedbo testa. Velika prednost je, da niso potrebni dolgotrajni procesi učenja, saj je za tehnika, ki ima predhodno znanje z delom v laboratoriju potrebno približno dvotedensko šolanje, da si pridobi vse znanje, ki ga potrebuje.

3.2.6 Dokazovanje genotoksičnih sestavin ali njihovih mešanic v pitni vodi in podtalnici

Za biološko testiranje pitne vode smo uporabili Kometni test, s pomočjo katerega smo ugotavljali stopnjo genotoksičnosti izbranih vzorcev vode. Gre za zelo občutljiv test, saj se pri ponovni analizi istega vzorca vode lahko pojavijo majhna odstopanja.

Pri vsakem testu smo poleg omenjenih vzorcev vključili tudi pozitivno kontrolo – to je bil 500 μ M vodikov peroksid – in negativno kontrolo – steklenica Ode oz. v zadnjih testih so bile kot negativna kontrola netretirane celice. V Kometnem testu smo uporabili laboratorijsko gojene celice humanega črevesnega epitela Caco-2. Če ljudje pijejo vodo, ki vsebuje kakršnekoli

genotoksične sestavine ali njihove mešanice, se učinki najprej pokažejo na črevesnih celicah, saj so te prve izpostavljene učinkovanju teh snovi. Poskusov na ljudeh seveda ne delamo, zato so take celične linije najboljše in najbolj relevantna možnost za ugotavljanje teh učinkov.

Biološki testi pitne vode so bili opravljeni v obdobju od začetka maja 2003 do oktobra 2003. Vzorce vode iz posameznih zajetij na območju Ljubljane nam je priskrbelo podjetje Vodovod-Kanalizacija iz Ljubljane. To podjetje je tudi poskrbelo za istočasno opravljene kemijske analize odvzetih vzorcev.

V analizo smo dobili vzorce iz naslednjih območij Ljubljane:

- Kleče (št.11, 12)
- Hrastje (št. vodnjaka 1, 1a, 2a, 4, 5, 7, 8)
- Pac 6
- PH-5
- Navje
- Yulon
- BR 12 MB
- Zadobrava
- Obrije
- Vodnjak Geološki zavod
- voda iz Vodovodne ul.
- Bauhaus

Pri vsakem testu sta bili poleg omenjenih vzorcev vključeni tudi pozitivna kontrola, to je bil 500 μ M vodikov peroksid H₂O₂ in negativna kontrola, steklenica Ode oziroma v zadnjih testih so bile to netretirane celice. Za pravilno interpretacijo rezultatov je potrebna primerjava z negativno kontrolo kar pomeni, da naj bi vsi tisti vzorci, ki imajo višji procent DNK v "repu" kot negativna kontrola (ODA oz. netretirane celice), vsebovali genotoksične snovi. Celice negativne kontrole sicer niso povsem brez poškodb, zato je interpretacija rezultatov toliko zahtevnejša in zahteva ponovitve.

⇒ Rezultati testa

a) Preglednica 7: Rezultati testiranja s Kometnim testom

	VZORCI	1.test	2.test	3.test	4.test	5.test	6.test
		%	%	%	%	%	%
kontrola	500µM H₂O₂	42,93	31,79	20,63	25,60	-	12,94
	AQA	-	-	13,09	-	-	-
	ODA	12,26	17,65	-	13,13	-	10,38
	Netretirane celice	-	-	-	-	14,10	6,22
mesto odvzema	Kleče 11	12,89	-	-	-	-	-
	Kleče12	12,87	-	-	-	-	-
	Hrastje 1	-	15,97	13,73	-	-	-
	Hrastje 1a	12,32	-	11,52	-	-	9,32
	Hrastje 2a	-	-	9,69	-	-	-
	Hrastje 4	13,90	17,08	11,68	24,53	13,46	7,78
	Hrastje 5	-	-	11,39	-	-	-
	Hrastje 7	-	21,82	13,79	-	17,58	6,74
	Hrastje 8	-	16,26	12,58	-	-	-
	Pac 6	-	-	-	22,96	-	-
	PH-5	-	-	-	28,45	-	-
	Navje	-	-	-	19,06	-	7,59
	Yulon	-	-	-	15,31	6,43	6,49
	BR 12 MB	-	-	-	19,79	-	-
	Zadobrava	-	-	-	14,08	-	-
	Obrije	-	-	-	19,02	-	-
	Vodnjak GZ	-	-	-	-	7,77	9,15
	Vodovodna ul.	-	-	-	-	-	3,08 *
	Bauhaus	-	-	-	-	-	7,66
	Vodovod Grosuplje	-	-	15,15	-	-	-
Oda 1	-	-	-	21,05	13,35	-	
Oda 2	-	-	-	19,40	17,62	-	
Oda 3	-	-	-	13,13	15,85	-	

* ocenjenih vedno 10 celic

b) Interpretacija rezultatov

Rezultat, dobljen s Kometnim testom, je v skladu z rezultati, dobljenimi z drugimi metodami. Rezultati so pokazali, da nobeden od testiranih vzorcev ni pokazal izrazitega genotoksičnega učinka, kaj pomenijo odstopanja od kontrole, pa je naloga nadaljnjih raziskav. Že uvodoma v predstavitvi Kometnega testa je kot pomanjkljivost testa navedena interpretacija rezultatov, saj gre za zahteven postopek, ki ga lahko izvede le izkušen izvajalec testa. To pomeni, da je potreben laboratorij, v katerem se Kometni test rutinsko izvaja, ker je le na tak način možno izvajati več ponovitev testa in različne teste, ki dejansko povedo, kaj pomenijo variabilnost rezultatov in odstopanja, ter nenazadnje rezultate testa ustrezno statistično obdelati. Naš namen je bil predvsem določiti uporabnost Kometnega testa za ugotavljanje genotoksičnosti pitne vode, kar smo uspešno stestirali.

V tem trenutku rezultatov testa ne moremo primerjati s katerikoli drugim testom, ker ni znana kvaliteta meritev. Za kvaliteto meritev bi bilo nujno predhodno vzpostaviti laboratorij z rutinskim izvajanjem Kometnega testa, pa tudi sicer je kvaliteta meritev odprto vprašanje marsikatere kemijske, biokemijske in biološke raziskave. Odpravljanje tega odprtega vprašanja je pomembna tema, ki se ji posveča vedno več pozornosti. Obravnava ga dokument z naslovom *Metrology in Chemistry and Biology – A Practical Approach* in tudi nekateri drugi ISO, OECD, EPA kakovostni standardi (Fajgelj, A., 2004).

Kometni test je izredno občutljiva metoda in to omogoča uporabo v bioloških testiranjih kvalitete pitne vode. Pitna voda vsebuje nizke koncentracije potencialno strupenih snovi, zato ni veliko bioloških testov, ki bi omogočali njeno raziskovanje.

Mnogo bolj razširjen je biološki test z *Daphnia*, ki je napogosteje uporabljen zooplanktonski organizem v testne namene. Gre za test, ki je standardiziran, uporablja pa se predvsem za toksikološke preiskave odpadne vode. Kometni test je uporaben za vzorce z nizkimi koncentracijami potencialno strupenih snovi, test z *Daphnia* pa je prirejen za testiranje strupenosti odpadne vode in visoke koncentracije kemikalij oziroma toksičnih snovi.

3.3 Akutni strupenostni test z vodno bolho *Daphnia magna*

3.3.1 Strupenostni test

Postopek, preko katerega se meri odziv organizma na onesnaževala, potencialno strupene kemikalije, se imenuje test strupenosti. Gre za predpisan postopek, s katerim se ugotavljata trajanje in koncentracija kemikalije, ki ima za testni organizem učinek. Testni organizem seveda ne more biti katerikoli organizem, ampak je to organizem, ki je zelo razširjen in številčen v okolju, fiziološke in ekološke značilnosti vrste morajo biti dobro poznane, samo določanje organizma pa mora biti preprosto. Za omogočanje laboratorijskega dela sta pomembna preprosto gojenje testnih organizmov in ustrezna velikost.

Z namenom pridobivanja čim boljših in uporabnih rezultatov iz testa strupenosti, mora ta ustrezati določenim kriterijem:

- zanesljivost
- ponovljivost (v kateremkoli laboratoriju na svetu)
- verodostojnost
- robustnost
- reproduktivnost (veliko podatkov)

Strupenostni test je kompromis med trajanjem in uporabno vrednostjo toksikološkega podatka. Na nižjih nivojih biološke organizacije so odzivi hitri, specifični, so pa manj relevantni za okolje ali človeka. Odzivi na višjih nivojih pa so dolgotrajnejši in nam več povedo o potencialnem vplivu onesnaževal. Strupenostni testi se med seboj razlikujejo glede na število testnih organizmov in prostor, kjer se opravljajo. Ločimo teste z eno vrsto oziroma več vrstami in mikrokozmos teste ter teste v okolju. Testi z več vrstami so potrebni, kadar želimo ali potrebujemo večjo verodostojnost rezultatov. Mikrokozmos testi so opravljeni v laboratoriju, vendar so pogoji povsem identični tistim v naravnem okolju. Glede študij v okolju je treba omeniti, da je stopnja specifičnosti izredno nizka.

Kot rezultat strupenostnega testa vselej dobimo ekotoksikološki podatek, enota je koncentracija.

Vrste ekotoksikoloških podatkov so:

- LC_{10} (LC_{20} , LC_{50} , LC_{70}) je podatek, ki pove odstotek smrtnosti populacije pri neki koncentraciji
- EC_{10} (EC_{20} , EC_{50} , EC_{70}) je podatek, ki pove odstotek populacije, pri kateri se pri neki koncentraciji pokaže vpliv – odziv
- NOEC je koncentracija, pri kateri ni učinka
- LOEC je vpliv, ki ga pri danih pogojih opazimo

V končni fazi nam test strupenosti omogoča pridobivanje podatkov o učinkih kemikalij na različne biološke procese, omogoča primerjavo strupenosti različnih kemikalij in primerjavo občutljivosti različnih organizmov. Med drugim lahko na ta način ugotovimo – preverimo strupenost neke nove kemikalije, preden je prisotna na trgu. Test strupenosti nenazadnje omogoča določanje mej in normativov glede še dovoljenih koncentracij.

Slaba stran testa je, da dejavnike iz okolja ni moč v celoti prenesti v laboratorijsko okolje.

3.3.2 Vodna bolha (*Daphnia magna*) Straus 1820

3.3.2.1 Splošen opis

Vodne bolhe (*Daphnia Magna*) so sladkovodni raki, prisotni v jezerih, ribnikih in rekah. Uvrščamo jih v družino Daphniidae, podred Cladocera, red Phyllopoda (Branchiopoda), razred Crustacea (raki), ki spadajo v deblo Arthropoda (členonožci). Imajo pomembno vlogo v ekosistemski prehranjevalni verigi kot porabnik fitoplanktona in hrana večjim vretenčarjem. Vodna bolha je pogosto uporabljana kot testni organizem, ker je lahko dostopna, sposobna aklimatizacije na laboratorijske pogoje, zahteva malo prostora in je med bolj občutljivimi organizmi na kemikalije. Poleg tega je razširjena v mnogih habitatih, je pomemben člen prehranjevalne verige, ima hiter reproduktivni cikel in je nezahtevna za gojenje (di Guilo in sod., 1995. cit. po Jemec, A., 2003).

Rezultati primerjave v občutljivosti vodnih bolh *Daphnia magna*, *Daphnia pulex* in *Daphnia cucullata* niso pokazali bistvenih razlik v občutljivosti med testiranimi organizmi. Zaradi primernejše velikosti vrste *Daphnia magna* se ta v večini primerov uporablja kot testni organizem. Ponovljivost rezultatov v različnih laboratorijih je bila dobra, kar nakazuje na to, da je vrsta *Daphnia magna* primeren testni organizem (Canton in Adema, 1978 cit. po Jemec, A., 2003).

3.3.2.2 Pogoji gojenja

Vodne bolhe so prisotne v sladkih vodah, nekatere tudi v rahlo brakičnih vodah. Glede količine raztopljenega kisika niso zahtevne. Sprejemljiv pH je med 6.5 in 9.5. Pri visokih vrednostih pH in amoniaka se zmanjša reprodukcija. Zelo pomembna je ionska sestava medija. Pri visoki koncentraciji soli (Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) postanejo negibljuje in sčasoma poginejo. Optimalno temperaturno območje je med 18–22 °C. Najboljša hrana v laboratoriju so zelene alge. Pomembno pri gojenju je redno menjavanje gojišča, hranjenje, preprečevanje nenadnih abiotskih sprememb, vzdrževanje konstantnih laboratorijskih razmer in redno redčenje populacije z odvzemanjem osebkov (Clare, 2002 cit. po Jemec A., 2003).

3.3.2.3 Vodna bolha (*Daphnia Magna*) in zahteve v strupenostnih testih

Poznavanje testnega organizma in njegovega naravnega okolja je osnova za določitev optimalnih pogojev testa, in sicer da je ta izpostavljen zgolj stresu zaradi testiranega ksenobiotika. Navadno se v testih uporabljajo živali, vzgojene v laboratoriju in ne iz naravnega okolja. Vsi organizmi v testih naj bi bili enaki po izvoru.

Optimalne razmere v strupenostnih testih so plod mnogih raziskav (Adema, 1978. cit. po Jemec A., 2003):

- Temperatura med testom naj bi bila 20°C, kar ustreza temperaturnemu optimumu za preživetje vodnih bolh
- Število vodnih bolh v petrijevki naj bo med 10 in 30

- Za vodne bolhe so predlagali 48-urne akutne strupenostne teste. Raziskave kažejo, da je 48 ur maksimalno obdobje, ko pomanjkanje hrane še ne vpliva na odzivnost na kemikalijo. Rezultati med skupino, ki je bila med akutnim testom hranjena, in tisto, ki ni bila, se ne razlikujejo bistveno. Prav gotovo ima hranjenje vpliv na zmogljivost organizma, ki je tako morda bolj odporen, po drugi strani pa lahko s hrano zaužije več kemikalije. Zato je najlažje opravljati teste brez hranjenja, tako se namreč izognemo nepotrebnim spremenljivkam.
- Svetlobni cikel naj bo 16 ur svetlobe in 8 ur teme.
- Pomembna sta tudi pH in vrednost raztopljenega kisika v raztopini (DOC). Ta naj ne bi padla pod 40 %. pH vpliva na ionizacijo določenih kemikalij (npr. amonijak, cianid, sulfit), zato se v tem primeru dodaja pufer, ki uravnava pH. Pomembna je tudi kontrola raztopljenih kationov, kot je magnezij (Mg^{2+}), ki lahko vpliva na strupenost kovin (predvsem na njihov vstop v organizem) (Sprague, 1995 cit. po Jemec A., 2003).

Razredčevalna voda se uporablja za redčenje testnih kemikalij in kot kontrola brez kemikalije. Ima določeno sestavo, ki omogoča normalno preživetje tudi brez hranjenja med akutnim testom in prepreči osmotski stres. Razredčevalna voda mora imeti primerno prevodnost, pH, trdotno razmerje Ca^{2+}/Mg^{2+} in vrednost raztopljenega kisika, kot jih določa standard.

3.3.2.4 Izvedba akutnega strupenostnega testa

Namen akutnih strupenostnih testov je določiti strupenost kemikalij oziroma njihovih koncentracij. Izvajanje testov določa standard SIST EN ISO 6341:1996 in ISO 6341, Cor.1(98). Ta mednarodni standard opisuje metodo za določitev strupenosti za kemijske substance, ki so topne v vodi, industrijske in kanalizacijske iztoke ter površinske in podzemne vode. Princip akutnega strupenostnega testa je določanje zaviranja gibanja vodnih bolh pod vplivom določene kemikalije. Kot končno točko, t. i. »end point«, se definira 24h in 48h EC_{50} – koncentracijo, pri kateri je zavirano gibanje 50 % testnih živali po 24- ali 48- urnem izpostavljanju (Jemec A., 2003).

3.3.2.5 Veljavnost in vrednotenje rezultatov

Rezultati akutnega strupenostnega testa so veljavni, če je v testni raztopini zadovoljiva koncentracija kisika (najmanj 2 mg/l), delež negiblivosti v kontroli največ 10 % in 24h EC₅₀ kalijevega dikromata za vodne bolhe znotraj območja 0.6 mg/l – 2.1 mg/l. Pri snoveh, ki razpadajo, je treba analitsko določiti dejansko koncentracijo kemikalije v petrijevki. Če je ta nižja kot 80 % začetne koncentracije, namesto EC_x vrednosti podamo minimalno koncentracijo, ki povzroči 100 % imobilizacijo, in maksimalno koncentracijo, ki povzroči 0 % imobilizacijo.

Načelo testa je raziskovanje različnih koncentracij testirane kemikalije, ki odražajo različne stopnje toksičnih učinkov na plavalne zmožnosti vodne bolhe pri sicer enakih pogojih testiranja. Neka točno določena koncentracija odraža točno določen procent vodnih bolh, ki niso več sposobne za plavanje po 24 ali 48 urah.

Pogoste raziskave opravljene s testom z Daphnio:

- kakovost površinskih voda
- prisotnost organskih mikropolutantov v vodah
- preiskave toksičnih substanc, katere so težko določljive s kemijskimi analizami zaradi nizkih koncentracij
- strupenost odpadnih voda (kompleksne mešanice snovi)
- kakovost vode – iztoka s kmetijskih površin
- določanje strupenosti različnih kemikalij

3.4 Ostali biotesti

V preglednici so navedene nekatere standardizirane (OECD) metode za ugotavljanje toksičnosti in ekotoksočnosti v Evropski uniji. Metode za ugotavljanje toksičnosti se nanašajo na ugotavljanje učinkov na človeško zdravje, metode za ugotavljanje ekotoksičnosti pa na okoljske učinke.

Preglednica 8: Standardizirane metode za ugotavljanje toksičnosti in ekotoksičnosti (povzeto po: <http://ecb.jrc.it/testing-methods>)

Metode za ugotavljanje toksičnosti
Acute oral toxicity – a) fixed dose procedure, b) acute toxic class method
Acute toxicity (inhalation)
Repeated dose (28 days) toxicity - (oral), (inhalation), (dermal)
Mutagenicity - in vitro mammalian chromosome aberration test
Mutagenicity - in vivo mammalian bone-marrow chromosome aberration test
Mutagenicity mammalian erythrocyte micronucleus test
Mutagenicity - reverse mutation test using bacteria
Mutagenicity - in vitro mammalian cell gene mutation test
Dna damage and repair - unscheduled dna synthesis - mammalian cells in vitro
Sister chromatid exchange assay in vitro
In vitro mammalian cell transformation test
Mammalian spermatogonial chromosome aberration test
Chronic toxicity test
Carcinogenicity test
Combined chronic toxicity/carcinogenicity test
One-generation reproduction toxicity test
Unscheduled dna synthesis (uds) test with mammalian liver cells in vivo
Skin corrosion (in vitro)
Metode za ugotavljanje ekotoksičnosti
Acute toxicity for fish
Acute toxicity for daphnia
Algal inhibition test
Biodegradation: determination of the "ready" biodegradability
Degradation : biochemical oxygen demand
Degradation: chemical oxygen demand
Degradation: abiotic degradation: hydrolysis as a function of ph
Toxicity for earthworms : artificial soil test
Biodegradation: activated sludge simulation test
Biodegradation: activated sludge respiration inhibition test
Bioconcentration: flow-through fish test
Fish juvenile growth test
Fish, short-term toxicity test on embryo and sac-fry stages

Opomba: nazivi za metode so v izvorni obliki

Iz preglednice 8 je razvidno, da Kometnega testa ni med standardiziranimi metodami, so pa nekateri drugi testi, ki prav tako raziskujejo vplive na genetski material. Med drugim sta to Bakterijski test (Mutagenicity - reverse mutation test using bacteria) in Mikrojedrni test (Mutagenicity mammalian erythrocyte micronucleus test).

⇒ Bakterijski test (imenovan tudi Ames test) je *in vitro* test, preprost, dobro potrjen in najbolj razširjen test za vodni monitoring. Test se izvede tako, da se vzame bakterijo z enojno mutacijo (najpogosteje je to *Salmonella t.*), ki ne more proizvajati ustrezne aminokislina, potrebne za preživetje. Te bakterije se nato izpostavi testiranim kemikalijam (ali kaki drugi testni substanci) in okolju, ki predstavlja idealno okolje za življenje in razvoj. Več mutacij ko povzroči kemikalija, bolj je verjetno, da se zgodi tudi reverzna mutacija od prvotne in s tem povzroči proizvodnjo potrebne aminokislina za preživetje. Število preživelih bakterijskih kolonij je kazalec za stopnjo genotoksičnosti testirane kemikalije. Ta test se pogosto uporablja za testiranje pitne vode in na področju farmacije.



Salmonella t.(www.biofoon.nl)

⇒ Mikrojedrni test je najpogosteje uporabljen test za merjenje učinkovitosti DNK popravnega sistema. Test se izvede tako, da se izpostavi DNK testirani kemikaliji ali kateri drugi substanci, nato pa se meri učinkovitost zmožnosti, da se DNK popravi. Opazujejo se mikrojedra, ki so fragmenti DNK, ki se niso pozdravili v nobeno od hčerinskih jeder, nastalih po izpostavljenosti. Test beleži število mikrojedra, pri čemer velja, da večje ko je število, večji je genotoksični

potencial testirane kemikalije oziroma manj učinkovit je DNK popravni sistem.



Mikrojedrni test (<http://we.vub.ac.be/>)

Biološko testiranje je pomemben segment raziskovanja, saj zagotavlja podatke o učinkih snovi in kemikalij na živi svet. V naravi je preveč vzorcev in potencialnih onesnaževalcev, da bi jih lahko raziskovali le s kemijskimi analizami, zato je najbolje, da jih kombiniramo z biotesti, saj na tak način pridobimo informacije tudi o kemikalijah, ki niso zajete v neposrednih raziskavah. Pomembne so preiskave, ki se nanašajo na raziskovanje zdravstvene ustreznosti pitne vode oziroma učinke, ki jih lahko povzroča pitje vode na živ organizem. Prednost biotestov je zlasti v podajanju informacij, ki omogočajo ocenjevanje vplivov kemikalij in snovi na človeka in okolje. Monitoring pitne vode je pomembno orodje in predstavlja redno izvajanje preiskav (bioloških in fizikalno kemijskih) z namenom pridobivanja podatkov o stanju kakovosti pitne vode. Naslednje poglavje obravnava monitoring pitne vode v Sloveniji in na Nizozemskem, ki daje jasno sliko o potrebi po večjem poudarku na izvajanju bioloških testov in po dodatni vpeljavi le-teh v področje rednega monitoringa.

4 MONITORING KAKOVOSTI PITNIH VODA NA NIZOZEMSKEM IN V SLOVENIJI

4.1 Nizozemska

4.1.1 Oskrba s pitno vodo na Nizozemskem

Nizozemska po površini meri okoli 42.000 km² in šteje približno 15 milijonov prebivalcev. Je ena izmed najgosteje naseljenih dežel z izredno razvitim kmetijskim sektorjem. Kmetijstvo močno obremenjuje okolje zaradi uporabe umetnih gnojil in ostalih sredstev za intenzivno obdelovanje zemlje. Dodaten problem predstavlja dejstvo, da je na 90 % ozemlja Nizozemske nivo podtalnice komaj 4 metre pod zemeljskim površjem.

Nizozemska velja za deželo z obilico vode, a le-ta ne ustreza vedno pogojem uporabe za pitno vodo. Podjetja za oskrbo s pitno vodo letno proizvedejo okoli 1300 milijonov m³ pitne vode. Oskrba prebivalstva s pitno vodo se vrši večinoma iz podzemnih voda (2/3) in delno iz površinskih voda (1/3), pri čemer imajo zelo pomembno vlogo tri reke; Ren, Maas in Šelda. Skoraj tretjina proizvodnje pitne vode izvira iz površinskih voda, dve tretjini pa iz podzemnih voda, vendar naj bi v prihodnje prišlo do razmerja 40–60%. Na Nizozemskem je večina gospodinjstev priključenih na omrežje za javno oskrbo s pitno vodo, prav tako tudi na kanalizacijsko omrežje. Preko 98 % nizozemskih gospodinjstev je priključenih na kanalizacijsko omrežje ali na individualne sisteme za odpadno vodo.

Zaradi intenzivnega kmetijstva, ki predstavlja nenehno grožnjo za pitno vodo, je po vsej deželi vzpostavljena mreža monitoringa, ki zagotavlja stalen nadzor nad kakovostjo in količino vode. Monitoring se vrši s strani ustreznih institucij. Nacionalni inštitut za javno zdravstvo in varstvo okolja (RIVM) usmerja aktivnosti nacionalnega monitoringa kakovosti podzemne vode, poleg tega koordinira tudi aktivnosti vzorčenja in analiziranja. Nizozemska je razdeljena na 12 provinc, mreža monitoringa pa je razpršena tako na državni ravni kot na ravni provinc.

Oblast na Nizozemskem je razdeljena na tri nivoje; na centralni, provincialni in lokalni nivo. Vsak nivo ima svoje vladno ali administrativno telo, ki nosi politično odgovornost za zagotavljanje javne oskrbe v skladu z zakonodajo. Parlament je centralno vladno telo, na provincialni ravni je 12 izvršnih teles, na lokalni ravni pa 630 mestnih teles. Na državni ravni parlament sprejme ustrezno zakonodajo, katere naloga je doseganje garancije za kontinuirano oskrbo prebivalstva s kvalitetno pitno vodo. Na ravni province se izvajajo zahteve s strani države, včasih so le-te specifične za posamezno provinco. Izvaja se nadzor nad sistemom odvodnje in kanalov, poleg tega se izdaja razna dovoljenja (npr. za črpanje podtalnice) in kontrolira kakovost sistemov. Lokalne oblasti morajo poskrbeti za odvajanje in čiščenje odpadnih voda, poleg tega morajo poskrbeti za ustrezno zaščito podtalnice z izvajanjem raznih prepovedi gradnje in rabe tal na občutljivih območjih (v bližini črpališč in napajalnih zaledjih). Vodna podjetja so tista, ki po zakonu nosijo odgovornost za preskrbo z zdravstveno ustrezno pitno vodo in skrbijo za ustrezno distribucijo do porabnikov.

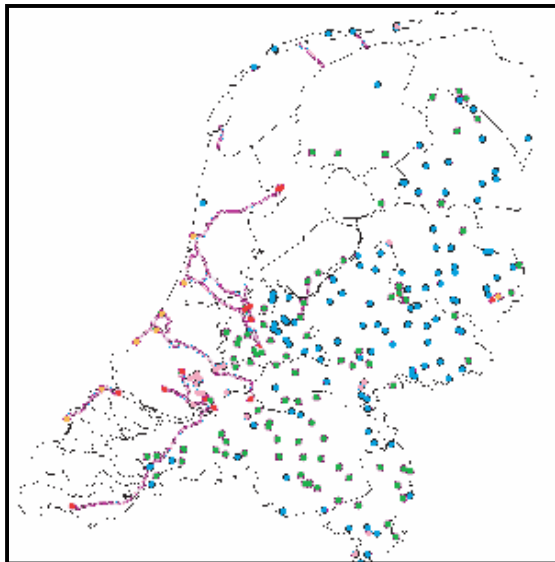
4.1.2 Monitoring kakovosti podzemne vode

Leta 1980 je bila ustanovljena mreža monitoringa podtalnice na Nizozemskem, katere glavni cilji so bili:

- pregled in ugotovitev kakovosti podzemne vode glede na rabo zemlje, vrsto zemljine in hidrogeološke razmere
- spremljanje vpliva človeka na kakovost podtalnice
- identifikacija daljnosežnih sprememb v kakovosti podzemne vode
- zagotavljanje podatkov o nadzoru kakovosti podzemnih voda

Omrežje sestoji iz 380 vodnjakov, namenjenih za monitoring, torej 1 vodnjak na 100 km². Večina vodnjakov je razpršenih na območju, kjer je podtalnica uporabna za pitno vodo. Mesto monitoringa je tesno povezano z rabo zemlje in vrsto zemljine na obravnavanem območju. Vodnjaki za vzorčenje so bili izvrtani namensko za monitoring. Glede na nizko hitrost podtalnice na Nizozemskem je frekvenca vzorčenja enkrat letno. Vsi vzorci so odvzeti po standardiziranem

postopku - s pomočjo posebnih instrumentov ob prisotnosti dušikovega plina pred filtracijo. Kakovost vzorčenja je zagotovljena po ISO 9000 in EN 4500.



Prikaz vodnjakov (Versteegh, J.F.M., 2004, 10)

Na Nizozemskem imajo dva glavna programa, to sta osnovni in ad hoc program. Ad hoc program predstavlja posebno vrsto monitoringa, ki se izvaja le na nekaterih vodnjakih glede na vrsto in uporabo onesnaževalcev, kot so težke kovine, industrijski organski polutanti in nekaj skupin pesticidov. Predstavitev podatkov monitoringa se vrši na različnih ravneh, naprej gre za individualno predstavitev, nato sledi letna predstavitev na ravni provinc in nazadnje letni opis ugotovitev kvalitete podzemne vode preko statistične karakterizacije in kartiranja kakovosti vode.

4.1.3 Pravni okviri

Oskrba s pitno vodo sodi na Nizozemskem med javno oskrbo. Število oskrbnikov z vodo je po letu 1970 močno upadlo s 110 na okoli 15, pri čemer je možno nadaljnje upadanje. Vsi oskrbniki s pitno vodo poslujejo po načelu »brez dodatnega zaslужka«, kar pomeni, da cena, ki jo plača porabnik, predstavlja zgolj strošek priprave in distribucije pitne vode. Nizozemski zakon o oskrbi s pitno vodo temelji na evropski Direktivi o pitnih vodah, poleg tega vsebuje dodatne obveznosti, kakor je recimo zahteva po spremljanju rizičnosti mikrobiološke okužbe. Poleg omenjene direktive Nizozemska zakonodaja povzema tudi ostale pomembne direktive evropske

zakonodaje, in sicer WFD, Direktivo o podzemnih vodah, Direktivo o odpadnih vodah, Direktivo o kopalnih vodah, Nitratno direktivo in Direktivo o pticah in habitatu. Našteta zakonodaja je transponirana v naslednjih Nizozemskih zakonih: Zakon o pitni vodi, Zakon o varstvu narave, Zakon o onesnaženju površinskih voda, Zakon o upravljanju voda in Zakon o varstvu okolja. Odlok o kakovosti pitne vode iz leta 2001 vsebuje seznam, ki izhaja iz Direktive o pitni vodi. Seznam navaja biološke in kemijske parametre ter njihove maksimalne vrednosti, ki ne smejo biti presežene, sicer je treba prekiniti oskrbo s pitno vodo, razen če pristojni minister ne predpiše drugače. Na seznamu so navedeni tudi procesni parametri in njihove maksimalne vrednosti, le da ukrepi pri njihovem preseganju niso tako strogi. Vzorčenje v okviru monitoringa se izvaja glede na Direktivo o pitni vodi. To pomeni, da so vzorci vode odvzeti na različnih mestih: na dotoku v sistem, v procesu proizvodnje, v distribucijskem sistemu in nenazadnje na pipi pri odjemalcu (WHO Europe. 2005).

Pogostost izvajanja monitoringa predpisujejo številni pravni instrumenti. Vzorčenje mora biti opravljeno s strani neodvisnih laboratorijev, ki imajo za to ustrezne certifikate (ISO 9000, ISO 14000 in ISO 17025). Laboratoriji posredujejo rezultate podjetjem za oskrbo s pitno vodo, ta pa morajo o vsakršnih anomalijah poročati ustreznemu inšpektoratu. Inšpekcijska služba ima vso pristojnost, da v primeru neustreznih rezultatov monitoringa, kadar gre za odstopanja od predpisanih norm, temu primerno ukrepa (WHO Europe. 2005).

4.1.4 Kakovost in količina voda

Velike reke vplivajo v veliki meri na kakovost vode. Voda v rekah je onesnažena bodisi direktno zaradi gorvodnih izpustov, nesreč na reki, izpustov iz čistilnih naprav, nelegalnih izpustov ali indirektno preko onesnaženega zraka in rečnega prometa v sosednjih državah. Posledica tega je obremenitev rek na Nizozemskem z različnimi polutanti. Površinske reke so večinoma onesnažene iz razpršenih virov (kot je recimo onesnažena zemlja z umetnimi gnojili, preko katere se pretakata deževnica ali podtalnica). Podtalnica je v večini onesnažena s pesticidi in nitrati, ki prav tako izvirajo iz umetnih gnojil in zaščitnih sredstev v kmetijstvu. Ker kakovost surove vode ni idealna, je treba opraviti meritev številnih parametrov: če mejne vrednosti niso presežene, se

lahko površinska ali podzemna voda uporabita za pripravo pitne vode. V zadnjih letih je naraslo število postopkov za čiščenje in pripravo pitnih voda, preko katerih se doseže ustrezno kakovost, ki je zdravstveno ustrezna za končnega porabnika.

Nizozemska je glede zagotavljanja pitne vode v veliki meri odvisna od sosednjih držav, od koder prihajajo glavni vodotoki Ren, Maas in Šelda, preko katerih se napaja podtalnica. Na prvi pogled je Nizozemska bogata z vodnimi viri, vendar temu ni tako, saj so količine padavin, iz katerih se napaja podtalnica, ki se kasneje uporablja za pitno vodo, sorazmerno nizke (Lijmbach-Hendrikx, J.C.P.M., 1996). Količina pitne vode na prebivalca znaša 680 m³/leto, kar je več kot v Sloveniji, kjer imamo na razpolago okoli 602 m³ letno na prebivalca.

4.1.5 Stanje kakovosti pitne vode v letu 2003

4.1.5.1 Povzetek monitoringa

Na Nizozemskem je minister za okolje pristojen za to, da vsako leto obvesti parlament o stanju kakovosti pitne vode na Nizozemskem. Podjetja za oskrbo s pitno vodo posredujejo podatke Inšpektoratu za okolje, ki na podlagi le-teh izda poročilo. Vzorčenje in analize izvaja inštitut za okolje in javno zdravstvo (RIVM). Podatki o kvaliteti pitne vode so bili pridobljeni na podlagi standardov, ki so prišli v veljavo z Odločbo o oskrbi z vodo iz leta 2001 (Wlb). Skupno število analiziranih vzorcev se je v primerjavi s preteklim letom povečalo za 1,4 %. Število vodnjakov, na katerih je bilo ugotovljeno odstopanje od standardov, z leti upada in je v letu 2003 znašalo 56, torej vsak četrti vodnjak, kar predstavlja 25 % vseh vodnjakov (33 % v letu 2002). V predhodnih letih, od leta 1992 do leta 2002, se je število vodnjakov gibalo med 60 in 90. Leta 2003 se je prvič zgodilo, da ni bilo neustreznih vzorcev za parameter »amonij«. Prav tako pa v tem letu ni bilo zabeleženih preseganj parametra nitrat. Pesticida bentazon in mecoprop sta le enkrat nekoliko preseгла vrednosti, določene v standardu. Indikatorski parameter za tveganje za pojav okužb *E. coli* ni bil zaznan v nobenem od vzorcev raziskav. V okviru bakterijskih parametrov so bila prisotna le odstopanja glede skupnega števila koliformnih bakterij. Poleg tega se je pojavil en neustrezen vzorec z *Legionello*, za katerega naj bi bil vzrok v popravilih na vodovodnem

omrežju. Pitna voda na Nizozemskem je ocenjena kot dobra, saj noben vzorec, ki ni ustrezal standardom ni predstavljal nevarnosti za zdravje ljudi (Versteegh, J.F.M., 2004).

Pitna voda mora ustrezati določenim kakovostnim standardom, ki se delijo v mikrobiološke parametre, kemijske parametre in indikatorske parametre. Če voda ne izpolnjuje predpisanih vrednosti mora podjetje za oskrbo s pitno vodo:

- raziskati vzrok neustreznosti in preprečiti neugodne posledice za zdravje ljudi
- opraviti dodatne meritve
- obvestiti inšpektorat o odstopanjih in meritvah

4.1.5.2 Pregled rezultatov vzorčenja

V letu 2003 je bilo na Nizozemskem v uporabi 221 vodnjakov ali črpalnih mest, načrpanih je bilo okoli 1300 milijonov m³ vode. Podatki za pretekla leta, to je od 1990 dalje, kažejo na to, da se količina načrpane vode ne spreminja. Razmerje v količini virov pitne vode med površinskimi in podtalnimi vodami je 39 % proti 61 % (Versteegh, J.F.M., 2004).

Vzorčenje se izvaja na štirih mestih. Vsaj enkrat letno se izvaja meritve parametrov surove vode. Večje število vzorcev se preverja na mestu črpanja in po postopku priprave (čiščenja) pitne vode, s tem da sta število in pogostost vzorčenja odvisna od posameznega podjetja za oskrbo s pitno vodo. Zadnje mesto vzorčenja je na mestu odjema, torej pri končnih uporabnikih pitne vode. Na tem mestu se vzorči zlasti mikrobiološke parametre in parametre, na katere vpliva distribucija vode in se skozi proces lahko spreminjajo (temperatura, pH, trdota, kisik...). Za možnost okužbe se analizirajo parametri *Cryptosporidium*, *Giardia* in (entero) virusi.

4.1.5.3 Odstopanja rezultatov vzorčenja

Na tem mestu se nahajajo vsi rezultati vzorčenja mikrobioloških, kemijskih in indikatorskih parametrov, ki niso ustrezali standardom Odločbe o oskrbi z vodo 2001, ki izhajajo iz Evropske direktive o pitnih vodah 98/83/EEC.

Mikrobiološki parametri

V okviru mikrobioloških parametrov se preiskujejo tako indikatorski parametri (*E.coli* in enterokoki) kot tudi »patogeni« (*Cryptosporidium*, *Giardia* in enterovirusi). Za patogene velja, da jih v primeru pitne vode ni nujno treba meriti zaradi velikih količin vode. Teoretična tveganost za okužbo se v grobem izračuna na podlagi patogenih indikatorskih organizmov, poleg tega se z njihovo pomočjo določi tudi stopnjo učinkovitosti postopkov čiščenja pitnih voda. Trenutna mejna vrednost za tveganost okužbe je 1 okužena oseba na 10.000 oseb na leto zaradi prisotnosti mikroorganizmov v pitni vodi. Med drugim so se na vseh vodnjakih opravile meritve na prisotnost *Legionelle* (2-krat), s tem da je bil vzorec pozitiven le na enem od vodnjakov.

Kemijski parametri

Če se zgodi, da rezultati vzorčenja pokažejo na preseganje mejnih vrednosti kemijskih parametrov, je podjetje za oskrbo s pitno vodo dolžno opraviti dodatne meritve in obvestiti tako zdravstveni inšpektorat kot tudi prebivalstvo. Če se izkaže, da odstopanja nimajo negativnih posledic na zdravje ljudi, lahko minister izda dovoljenje za preseganje mejnih vrednosti za določen čas.

Indikatorski parametri

Ti parametri nimajo neposrednega vpliva na zdravje ljudi, z njimi se izvaja kontrola procesa produkcije pitne vode. Parametri se delijo na organoleptične, tehnološke in signalne. V primeru preseganja mejnih vrednosti teh parametrov je posledica lahko začasno prenehanje obratovanja nekega črpališča.

➤ Prikaz rezultatov vzorčenja pitne vode na Nizozemskem v letu 2003

Rezultati podani v preglednicah v nadaljevanju so povzeti glede na poročilo RIVM Kakovost pitne vode na Nizozemskem v letu 2003 (v izvornem jeziku De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2003).

Preglednica 9: Odstopanja kemijskih parametrov na črpališču (Versteegh, J.F.M., 2004, 17).

Parameter	Število vodnjakov	Vzrok
Nikelj	1	surovina
Nitrit	2	objekti za oskrbo z vodo
Bromdiklorometan	1	dezinfekcija s klorom
Trihalometani vsota	2	dezinfekcija s klorom
Triklorometan	1	motnje v postopku čiščenja
Bromat	1	izjema, možnost napačne meritve
Pesticidi		
Bentazon(mecoprop)	1	izjema, majhno odstopanje
Heptaklor	1	izjema, onesnažena steklenica

Preglednica 10: Odstopanja indikatorskih parametrov na črpališču (Versteegh, J.F.M., 2004, 17).

Parameter	Število vodnjakov	Vzrok
Tehnološki parametri		
Koliformne bakterije	4	postopek priprave
Ogljik	2	postopek priprave
Trdota	4	postopek priprave
pH vrednost	2	surovina
Kisik	1	surovina
Organoleptični parametri		
Barva (intenziteta)	1	surovina, izjemoma
Železo	6	črpališče
Mangan	11	črpališče
Stopnja motnosti	31	črpališče
Signalni parametri		
1.2 dikloroeten	3	surovina

Preglednica 11: Število preseganj glede na število vseh meritev za posamezen parameter na črpališču (Versteegh, J.F.M., 2004, 20).

Parameter	Število vseh meritev	Št. preseganj	Preseganja v %
Nikelj	342	4	1.17
Nitrit	4893	2	0.04
Trihalometani vsota	328	2	0.61
Triklorometan	3456	1	0.03
Bromat	464	1	0.21
Koliformne bakterije	11211	4	0.04
1.2 dikloroeten	400	5	1.25
Mangan	4824	22	0.46
Železo	5105	12	0.24
Motnost	13552	101	0.76
Ogljik	4424	5	0.11
Trdota	4994	21	0.42
pH vrednost	13030	2	0.02
Kisik	11058	2	0.02
<i>Legionella spp</i>	440	1	0.23
Stopnja topnosti	336	2	0.60

Preglednica 12: Odstopanja kemijskih parametrov v distribucijskem omrežju (Versteegh, J.F.M., 2004, 22).

Parameter	Število vodnjakov	Vzrok
Nitrit	1	incident
Antimon	3	omrežje
Nikelj	4	surovina
Krom	1	omrežje

»se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«

Bromdiklorometan	1	dezinfekcija s klorom
Trihalometani vsota	1	dezinfekcija s klorom
Triklorometan	1	enkratno
Svinec	7	svinčen vodovod

Preglednica 13: Odstopanja indikatorskih parametrov v distribucijskem omrežju (Versteegh, J.F.M., 2004, 23).

Parameter	Število vodnjakov	Vzrok
Tehnološki parametri		
Aeromonas	12	incident
Ammonium	1	incident
Koliformne bakterije	12	okužba na črpališču, črpališče
Temperatura	7	incident, izredno toplo poletje
Ogljik	1	incident
Kisik	1	incident
pH vrednost	5	gradben (struktura)
Organoleptični parametri		
Klor	3	incident
Železo	15	incident
Mangan	5	incident
Motnost	5	incident, občasno v kombinaciji z železom
Signalni parametri		
Diklorometan	1	postopek priprave
Metil benzen	1	incident

Na dvanajstih območjih je bil presežen standard za koliformne bakterije. Vzrok temu je bila okužba na črpališču, ki se je odražala tudi v distribucijskem sistemu oz. omrežju. Parametra železo in mangan sta preseгла standard na 15 oziroma 5 območjih, kar je večkrat kot leta 2002. Vzrok je slučajnega značaja (incident), zato ni razloga za skrb in posebne ukrepe. Tudi sicer gre za parametra, ki na zdravje ljudi nimata neposrednega vpliva, pojavlja se le težava zaradi obarvanosti vode (rjava). Podatkov o pritožbah s strani porabnikov zaradi tega ni bilo. Težava se bo v prihodnje odpravila z izpopolnitvijo postopkov čiščenja. Parameter *Aeromonas* je bil presežen na 12 območjih, kar je pet območij več kot leto prej. Ta parameter je dober indikator, ki kaže na pomanjkljivosti v čiščenju oziroma pripravi pitne vode (Versteegh, J.F.M., 2004).

Preglednica 14: Število odstopanj glede na število vseh meritev za posamezen parameter v distribucijskem omrežju (Versteegh, J.F.M., 2004, 24).

Parameter	Število vseh meritev	Št. preseganj	Preseganja v %
Bromdiklorometan	412	2	0.49
Antimon	935	3	0.32
Krom	1012	1	0.10
Svinec	2252	7	0.31
Nikelj	1026	4	0.39
Nitrit	2683	1	0.04
Trihalometani vsota	207	1	0.48
Aeromonas	8964	43	0.48
Amonij	9818	2	0.02
Koliformne bakterije	31182	19	0.06
Barva (intenziteta)	9672	10	0.10
Mangan	2649	5	0.19
Metilbenzen	873	1	0.11
Diklorometan	280	1	0.36
Temperatura	22246	9	0.04

»se nadaljuje...«

»...nadaljevanje«

Motnost	16067	11	0.07
Ogljik	1811	1	0.06
Železo	5503	19	0.35
Kisik	3451	1	0.03
pH vrednost	10603	7	0.07

Število parametrov z odstopanjem je glede na leto 2002 naraslo, in sicer s 17 na 20. Največ meritev je bilo opravljenih za parameter koliformne bakterije, kar 31.182, pri čemer je bilo le 19 neustreznih, torej 0.06 %. Kar nekaj parametrov je bilo neustreznih le v enem vzorcu (krom, nitrit, trihalometani vsota, ogljik, kisik...), vendar glede na različno število meritev velja najnižja vrednost za parameter kisik (0.03%). Največji procent preseganja je bil določen za parameter bromdiklorometan, 0.49 %, moramo pa omeniti, da sta bila dejansko neustrezna le dva od 412 vzorcev. Največje absolutno število preseganj je bilo za parameter *Aeromonas*, 43 od skupno 8964 meritev.

➤ **Zaključne ugotovitve**

Program meritev se izvaja pravilno in v skladu z zahtevami iz Odločbe o oskrbi z vodo (Wlb) iz leta 2001. Zdravstveni inšpektorat ugotavlja, da omenjeni program meritev zadostuje potrebnemu nadzoru in ustreznemu zagotavljanju pitne vode. Z namenom preverjanja upravljanja in varnosti kvalitete surove vode se včasih izvajajo meritve dodatnih parametrov (organski mikropolutanti). Vedno več pozornosti se namenja tudi meritvam na odjemnem mestu (na pipi). Pomembno je jamstvo o varni pitni vodi, zato morajo podjetja za oskrbo s pitno vodo zagotoviti ustrezne postopke čiščenja, s katerimi se odstrani vse organizme, nevarne zdravju ljudi (Versteegh, J.F.M., 2004).

V letu 2003 se je pojavila dolgotrajnejša težava glede kakovosti površinske vode na dveh lokacijah, namenjenih odjemu za pitno vodo. V reki Meuse je bila ugotovljena prisotnost neznane

snovi, na drugi strani pa je bil onesnažen »Twentekanaal« s toksičnimi snovmi iz vode, uporabljene v gašenju požara v bližnji okolici tovarne. V obeh primerih je prišlo do prenehanja črpanja vode za dalj časa (Versteegh, J.F.M., 2004).

Pretežen vzrok za odstopanja vrednosti parametrov od standardnih vrednosti je incidentnega značaja, torej gre za naključen dogodek. Kadar se v meritvah določi možnost bakterijske okužbe, se opravijo dodatne meritve, ki povečini ne odstopajo od standardov. V letu 2003 za parameter *E.coli* ni bilo odstopanj. Le enkrat je bil izdan ukrep prekuhavanja vode in še to zaradi okužbe, nastale pri lokalnem popravilu omrežja. Na enem od črpališč se je redno pojavljalo preseganje za parametra bentazon in mecoprop, kar se je kasneje uredilo z ustreznim čiščenjem. Na črpališčih, kjer so bila preseganja s parametri, ki so stranski produkti dezinfekcije s klorom, se bo v prihodnje uredil postopek dezinfekcije z UV žarki (Versteegh, J.F.M., 2004).

V letu 2003 ni bilo preseganj za nitrat. Podatki kažejo, da ni bilo nobenih ogrožanj zdravja zaradi oskrbe s pitno vodo. Število črpališč s preseženimi vrednostmi se zmanjšuje in je glede na leto 2002 nižje za 5 % in znaša 25 %. Rezultati kažejo, da parametri, ki presegajo mejne vrednosti, večinoma niso toksikološki ali zdravju škodljivi, zato je kvaliteta pitne vode ustrezna. Bakterijske okužbe večinoma niso prisotne, kot že omenjeno, ni bilo preseganj za parameter *E.coli*, parameter *Legionella* pa je na 210 črpališčih presegal le enkrat (zelo nizke vrednosti). Prav tako je bilo enkratno preseganje v distribucijskem sistemu, katerega vzrok je bila vodovodna napeljava. Zaradi lokalnih popravil je prišlo do bakterijskih okužb, zato je bilo v letu 2003 osemkrat izdano priporočilo po prekuhavanju vode (Versteegh, J.F.M., 2004).

Končna ocena, podana s strani inštituta za zdravstvo (RIVM), glede zdravstvene ustreznosti pitne vode na Nizozemskem je, da je pitna voda ustrezna in ne predstavlja nikakršnega tveganja za zdravje ljudi.

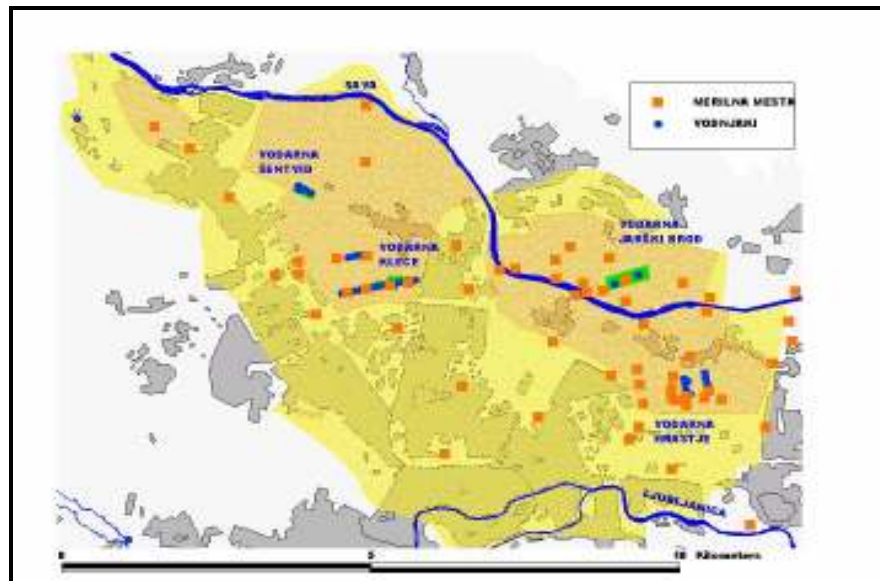
4.2 Slovenija

4.2.1 Oskrba s pitno vodo v Sloveniji

Slovenija je bogata z vodnimi viri, saj letno vsak kvadratni meter površine v povprečju prejme 1567 mm padavin, celotna površina znaša 20 273 km². Del teh padavin izhlapi nazaj v ozračje (41,5 %), del pa odteka bodisi površinsko v reke ali podpovršinsko v podtalnice (58,5 %). Največje količine vode se pretakajo po rekah Savi, Soči in Dravi. Pomembnejši izviri v Sloveniji omogočajo izkoriščanje okoli 26 m³/s pitne vode, podtalnica pa približno polovico te vrednosti. Letno nam je na razpolago 602 m³ pitne vode na prebivalca, ker je primerljivo s povprečjem držav OECD, kjer je povprečje 600 m³ na prebivalca. Preračun celotne porabe na prebivalca (število prebivalcev je 2 milijona) pokaže dnevno porabo v višini 1644 litrov, vendar je vključena gospodarska in druga poraba, dejanska osebna poraba znaša med 100 in 150 litrov na dan (Lah A., 1998).

Oskrba s pitno in sanitarno vodo je eno temeljnih meril socialnega in zdravstvenega standarda prebivalstva. Od celotne porabe pitne vode v Sloveniji jo 43 % zajemamo iz izvirov in studencev, 54 % jo črpamo iz podtalnice in 3% iz površinskih vodnih virov z ustreznim čiščenjem (Lah A., 1998). Večji delež črpanja predstavlja podtalnica, čeprav predstavlja le tretjino naravnih virov. Gospodinjstva se z vodo oskrbujejo preko vodovodnih sistemov, pri čemer težavo predstavljajo izgube v sistemu zaradi raznih okvar.

Ljubljana, glavno mesto Slovenije, vsakodnevno oskrbuje okoli 322.200 prebivalcev s pitno vodo, pri čemer se načrpa približno 94.000 m³ vode. Ljubljanski vodovodni sistem se oskrbuje iz štirih vodarn Ljubljanskega Polja, te so vodarna Kleče, Hrastje, Šentvid in Jarški Brod ter vodarna Brest na Iškem vršaju, ki se oskrbuje iz vodonosnika Ljubljanskega barja. Vanje je vključenih 39 vodnjakov, ki v odvisnosti od izvedbe in izdatnosti omogočajo izkoriščanje od 15 do 100 l/s. Povprečna količina načrpane vode za javno oskrbo s pitno vodo je okrog 1500 l/s (Košorog A., 2004).



Prikaz vodarn in vodnjakov na območju Ljubljane (Košorog, A., 2004, 34)

4.2.2 Monitoring kakovosti pitne vode v Sloveniji s poudarkom na Ljubljani

Osnova za oceno varne kakovosti vode je Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. RS, št. 19/04 in 35/04), ki vsebuje podatke o dovoljenih koncentracijah snovi v pitni vodi in nadomešča Pravilnik o zdravstveni ustreznosti pitne vode (Ur. l. RS, št. 46/97, 52/97, 54/98 in 7/00).

Strokovni nadzor nad zdravstveno ustreznostjo pitne vode in varnostjo oskrbe s pitno vodo na centralnem sistemu za oskrbo s pitno vodo mesta Ljubljane izvaja Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije (IVZ RS), v preteklosti skladno s Pravilnikom o zdravstveni ustreznosti pitne vode (Ur. l. RS, št. 46/97, 52/97, 54/98 in 7/00), sedaj pa skladno z novim Pravilnikom o pitni vodi. Redna mikrobiološka in fizikalno kemijska preskušanja so najosnovnejše preiskave za oceno zdravstvene ustreznosti pitne vode. Varnost oskrbe s pitno vodo se ocenjuje najmanj enkrat letno s terenskim pregledom (Otošec, P. 2004).

4.2.2.1 Zdravstvena ustreznost pitne vode

4.2.2.1.1 Splošno

Zdravstvena ustreznost pitne vode se ugotavlja v rednih in občasnih mikrobioloških in fizikalno kemijskih preskušanjih. V obseg rednih mikrobioloških preskušanj pitne vode sodijo poleg *Escherichia coli* še skupne koliformne bakterije, skupno število mikroorganizmov pri 22 °C in skupno število mikroorganizmov pri 37 °C. Vsi navedeni razen parametra *Escherichia coli* se ocenjujejo kot indikatorski parametri, ki imajo le opozorilno – indikatorsko vlogo in ne predstavljajo neposredno nevarnost za zdravje, in so predvsem kazalci urejenosti in čistoče sistemov za oskrbo s pitno vodo. Parameter *Escherichia coli* se ocenjuje kot zanesljiv dokaz fekalnega onesnaženja in pomeni večje tveganje za pojav okužb. Sicer pa velja splošna zahteva, da pitna voda ne sme vsebovati mikroorganizmov in parazitov ter njihovih razvojnih oblik, ki lahko predstavljajo nevarnost za zdravje (Otošec, P. 2004).

Redna fizikalno-kemijska preskušanja pitne vode obsegajo po pravilniku temperaturo, barvo, vidne nečistoče, okus, vonj, motnost, pH, elektroprevodnost, porabo $KmnO_4$ in amonij. Parametri, kot so TOC, železo, aluminij ter klor – prosti reziduali, se vključijo v obseg rednih fizikalno-kemijskih preskušanj le pod pogoji, kot jih navaja pravilnik.

Če je za redno mikrobiološko in fizikalno kemijsko preskušanje bolj pomembno to, da hitro detektiramo odstopne, nam občasna mikrobiološka in fizikalno kemijska preskušanja s svojim obsegom povedo več o kakovosti vode, koncentraciji parametrov, vrednosti pa tudi o možnem ogrožanju zdravja. V obseg občasnih mikrobioloških preskušanj pitne vode sodi poleg parametrov iz rednega mikrobiološkega preskušanja dodatno še parameter enterokoki, ki se tako kot parameter *Escherichia coli* ocenjuje kot zanesljiv pokazatelj fekalnega onesnaženja in pomeni prav tako večje tveganje za pojav okužb.

Občasna fizikalno kemijska preskušanja obsegajo poleg indikatorskih parametrov iz rednega preskušanja še ugotavljanje obsežnejšega števila spojin, ki lahko v preseženih vrednostih že

predstavljajo tveganje za zdravje ljudi. Po Pravilniku o spremembah in dopolnitvah pravilnika o zdravstveni ustreznosti pitne vode (Ur. l. RS, št. 7/00) so se zaradi novejših izsledkov raziskav glede sprejemljivega tveganja ob vnosu nekaterih snovi v organizem z letom 2000 spremenile zahteve pri nekaterih parametrih za občasna fizikalno kemijska preskušanja (akrilamid, epiklorhidrin, PAH – vsota in trihalometani – vsota, trikloroeten in tetrakloroeten je nadomestil parameter trikloroeten in tetrakloroeten – vsota) (Otošec, P. 2004).

4.2.2.1.2 Rezultati monitoringa pitne vode v Sloveniji v letu 2003

Vse podatke, katere smo upoštevali kot rezultate monitoringa pitne vode v Sloveniji je predstavil Inštitut za varovanje zdravja RS v poročilih Oskrba s pitno vodo v Sloveniji v letu 2003 in Letno poročilo o zdravstveni ustreznosti pitne vode in varnosti oskrbe s pitno vodo na sistemih za oskrbo s pitno vodo javnega podjetja Vodovod kanalizacija v letu 2003.

➤ Redna mikrobiološka in fizikalno kemijska preskušanja

V letu 2003 je bilo na območju centralnega sistema za oskrbo s pitno vodo mesta Ljubljane odvzetih skupno 2.917 vzorcev pitne vode za redna mikrobiološka preskušanja. Neustreznih je bilo 21 ali 0,5 % vzorcev. Od tega so bili 3 vzorci neustrezni zaradi prisotnosti *Escherichia coli*.

Preglednica 15: Število neustreznih vzorcev za redna mikrobiološka preskušanja glede na število odvzetih vzorcev za mesto Ljubljana (po območjih vodarn) in za celo Slovenijo (Otošec, P., 2004, 8 in Horvat, M., 2004, 17)

VODARNA	ŠT. ODVZETIH VZORCEV	NEUSTREZNI VZORCI		
		št. (vsi)	%	št. (E.coli)
Kleče	947	3	0,3	1
Hrastje	511	2	0,4	-
Brest*	1150	14	1,2	2
Šentvid	156	-	-	-
Jarški prod	153	2	1,3	-
<i>skupaj</i>	2.917	21	0,5	3
<i>Cela Slovenija</i>	20.995	2.700	12,9	1.559

* všteti so tudi vzorci, ki so bili dodatno odvzeti zaradi poostregega nadzora opustitve kloriranja v vodarni Brest

Rezultati iz tabele kažejo na dobro mikrobiološko stanje pitne vode v Ljubljani, kar pa ni možno trditi za celo Slovenijo. Veliko število neustreznih vzorcev je posledica slabšega stanja predvsem na manjših oskrbovalnih območjih, ki oskrbujejo od 20 do 999 prebivalcev. Ti predstavljajo približno 77 % (2.067 vzorcev) od vseh 2700 neustreznih vzorcev. Preko malih sistemov se oskrbuje le približno 164.000 prebivalcev (8,2 %), kar je v tem pogledu pozitivno, saj to v končnem smislu pomeni, da so rezultati za veliko večino (91,8 %) uporabnikov dobri.

Mali sistemi so problematični tudi za občasna mikrobiološka preskušanja, rezultati namreč kažejo, da ti prevzemajo veliko večino od vseh neustreznih vzorcev. Pri skupnem številu odvzetih vzorcev (3.047) je bilo vseh neustreznih 315, od tega 228 (72 %) na malih sistemih.

Za redna fizikalno kemijska preskušanja pitne vode je bilo v letu 2003 na centralnem sistemu za oskrbo s pitno vodo mesta Ljubljane odvzetih skupno 995 vzorcev. Vsi odvzeti vzorci so ustrezali zahtevam pravilnika.

Preglednica 16: Število neustreznih vzorcev za redna fizikalno-kemijska preskušanja glede na število odvzetih vzorcev za mesto Ljubljana (po območjih vodarn) in za celo Slovenijo (Otošec, P., 2004, 10 in Horvat, M., 2004, 22)

VODARNA	ŠT. ODVZETIH VZORCEV	NEUSTREZNI VZORCI	
		št. (vsi)	%
Kleče	447	-	-
Hrastje	222	-	-
Brest*	172	-	-
Šentvid	77	-	-
Jarški prod	77	-	-
<i>skupaj</i>	995	-	-
<i>Cela Slovenija</i>			
	7.913	951	12

Približno 12 % od vseh odvzetih vzorcev v okviru rednih fizikalno kemijskih preskušanj ni ustrezalo pravilniku, pri čemer je odstotek nižji, in sicer 8 %, če se izvzame vzorce neustrezne zaradi prostega klora.

➤ Občasna mikrobiološka in fizikalno kemijska preskušanja

Za občasna mikrobiološka preskušanja je bilo odvzetih 23 vzorcev, pri čemer so vsi ustrezali zahtevam pravilnika, kar pa ne drži za občasna fizikalno-kemijska preskušanja, saj od 23 odvzetih vzorcev 4 niso ustrezali zahtevam pravilnika. Na celotnem območju Slovenije je bilo za občasna fizikalno-kemijska preskušanja odvzetih 633 vzorcev, od teh jih 74 ni bilo ustreznih.

Preglednica 17: Odvzeti vzorci za občasna fizikalno kemijska preskušanja pitne vode ter vzroki neustreznosti vzorcev na centralnem sistemu za oskrbo s pitno vodo mesta Ljubljane, po območjih vodarn, v letu 2003 (Otošec, P., 2004, 12).

VODARNA	DATUN ODVZEMA	VZROK NEUSTREZNOSTI	IZMÉRJENA VREDNOST µg/l	PREDPISANA VREDNOST µg/l
HRASTJE	23.4.03	-	-	-
	13.5.03	Atrazin Desetilatrazin Pesticidi - vsota	0.24 0.30 0.61	0.1 0.1 0.5
	14.10.03	Atrazin Desetilatrazin 2,6 Diklorobenzamid	0.11 0.12 0.16	0.1 0.1 0.1
KLEČE	22.4.03	-	-	-
	12.5.03	desetilatrazin	0.24	0.1
	10.9.03	-	-	-
	5.11.03	-	-	-
BREST	več datumov	-	-	-
JARŠKI PROD	več datumov	-	-	-
ŠENTVID	več datumov	-	-	-

Preglednica 18: Neustrezni vzorci po vzrokih neustreznosti za občasne fizikalno kemijske preiskave za celo Slovenijo (povzeto po Horvat in Ivartnik, 2004)

parameter	število vzorcev
Atrazin	28
Desetilatrazin	54
Metolaklor	4
2.6 diklorobenzamid	1
Pesticidi – vsota	5
Nitrati	27
Svinec	1

Iz preglednice je razvidno, da so najbolj problematični pesticidi, saj zajemajo kar pet od sedmih navedenih parametrov. Problematika pesticidov je vezana na tiste sisteme, ki uporabljajo podtalnico kot vir pitne vode. Priporočena vrednost je 0,1 µg/l. V letu 2003 je bila najpogosteje presežena vrednost za pesticid desetilatrazin, tako kot za leto 2002. V letu 2001 je bil to atrazin (Horvat in Ivartnik, 2004).

Presežene vrednosti nitrata so v letu 2003 ugotovili na območju ZZV Murska Sobota 27krat. Svinec je bil v letu 2003 ugotovljen le v enem vzorcu sistema Sveti Jurij, na območju ZZV Murska Sobota, najverjetneje zaradi vpliva internega omrežja (Horvat in Ivartnik, 2004).



Uporaba pesticidov (vir: www.dhi.dk)

4.2.2.1.2 Ugotovitve

Ugotovitve na podlagi rezultatov monitoringa v Ljubljani:

- ⇒ dobro mikrobiološko stanje pitne vode, ki se še izboljšuje
- ⇒ dobro fizikalno kemijsko stanje pitne vode, problematična je edino prisotnost pesticidov → treba je raziskati vzrok in sanirati: problematika je vezana na posamezne vodarne centralnega sistema, katerih prispevna območja so posledično različno obremenjena s posameznimi pesticidi in njihovimi metaboliti zaradi pretirane kmetijske in nekmetijske rabe
- ⇒ potrebno je omeniti tudi, da so predpisane mejne vrednosti mnogo nižje od dejanskih vrednosti, ki predstavljajo tveganje za zdravje ljudi
- ⇒ glede na rezultate preiskav je bilo ugotovljeno, da je pitna voda zdravstveno ustrezna

4.2.2.1.3 Ukrepi

V zvezi s preseženo vrednostjo pesticidov je Ministrstvo za zdravje JP VO-KA z odločbo dovolilo začasno uporabo pitne vode na centralnem sistemu mesta Ljubljana z občasno preseženimi predpisanimi vrednostmi za posamezne pesticide ter zahtevalo poostren nadzor nad pesticidi na omrežju. Obenem je moralo JP VO-KA pripraviti sanacijski program in dodatno spremljanje posameznih pesticidov na odvzemnih mestih na omrežju sistema najmanj šestkrat letno ter zagotoviti prednostno črpanje pitne vode iz vodnjakov centralnega sistema, ki so manj obremenjeni s pesticidi. Možno rešitev za trenutno situacijo predstavlja:

- odkup zemljišč, na katerih se izvaja neustrezna raba prostora
- prepoved uporabe pesticidov na vodovarstvenih območjih
- preprečevanje intenzivnega kmetijstva in prekomerne uporabe gnojil na vodovarstvenih območjih
- odpravljanje pomanjkljivosti kanalizacijskega sistema (ustrezne cevi, vodotesnost...)
- dosledno upoštevanje Uredbe o prepovedi ali omejitvi prometa oziroma uporabe fitofarmaceutskih sredstev, ki vsebujejo določene aktivne snovi (Ur.l. RS 105/01) in Odloka o varstvu virov pitne vode (Ur. l. SRS, št. 13/88, 23/88, 19/89 in 71/93)
- dosledno upoštevanje varstvenih pasov in omejitev, ki jih ti pogojujejo

4.2.2.2 Varnost oskrbe s pitno vodo

Na podlagi terenskega pregleda in analize stanja zajetij, naprav in vodovodnega omrežja za posamezno vodarno je bilo s strani IVZ RS ocenjeno, da je oskrba s pitno vodo iz vodarn centralnega sistema za oskrbo s pitno vodo mesta Ljubljane varna, z izjemo neizpolnjevanja določil predpisov, ki urejajo režim na vodovarstvenih območjih vodarn (problematično je zlasti kmetijstvo, ki se nahaja v drugem varstvenem pasu in ceste ter s tem prisotnost prometa).

4.2.2.3 Težave pri oskrbi s pitno vodo

Dosedanje težave kažejo predvsem na nesmotrno uporabo fitofarmaceutskih sredstev v kmetijstvu, saj večina analiz kaže na siceršnjo biološko, fizikalno in kemijsko ustreznost podtalnice, presežene so zlasti mejne količine atrazina. Kmetijstvo s prekomerno uporabo pesticidov neposredno vpliva na kakovost podtalnice in s tem pitne vode, zato predstavlja poglobljen problem pri oskrbi z zdravstveno ustrežno pitno vodo. V letu 1986 se je na območju Ljubljane pojavilo onesnaženje podtalnice s kromom+6, ki je bilo zelo dobro raziskano in uspešno sanirano. Poleg tega pa so se v tem primeru pridobili koristni podatki o hidrodinamičnih lastnostih geoloških formacij Ljubljanskega polja.

Poleg kmetijstva in industrije vplivajo na ogroženost podtalnice tudi promet (z emisijami iz vozil v zrak, iz katerega se izpirajo emitirane snovi v tla in podtalnico, z izlitji nevarnih snovi pri prometnih nesrečah v podtalnico, prometni objekti vplivajo na vodni režim...), energetika (objekti vplivajo na infiltracijske procese) in urbanizacija (gradnja kletnih etaž, neurejena kanalizacija...).

4.3 Biološke metode monitoringa v Sloveniji in na Nizozemskem

Rezultati bioloških parametrov navedeni v predhodnih tabelah so dobljeni skladno s Pravilnikom o pitni vodi, ki navaja naslednje standardizirane metode preskušanja:

- *Escherichia coli* (*E. coli*) in Koliformne bakterije (SIST EN ISO 9308-1)
- Enterokoki (SIST EN ISO 7899-2)
- *Pseudomonas aeruginosa* (SIST EN ISO 12780)
- Skupno število kolonij pri 22 °C (SIST EN ISO 6222)
- Skupno število kolonij pri 37 °C (SIST EN ISO 6222)

Escherichia coli se ocenjuje kot zanesljiv dokaz fekalnega onesnaženja in pomeni večje tveganje za pojav okužb, skupne Koliformne bakterije, skupno število mikroorganizmov pri 22 °C in skupno število mikroorganizmov pri 37 °C se ocenjujejo kot indikatorski parametri, ki imajo le opozorilno vlogo in so predvsem kazalci urejenosti in čistoče sistemov za oskrbo s pitno vodo. *Pseudomonas aeruginosa* je pokazatelj higienke kvalitete pitne vode, infekcijo največkrat povzroči kontakt s kontaminirano vodo pri kopanju in ne pitje te vode. Parameter enterokoki, se prav tako kot parameter *Escherichia coli* ocenjuje kot zanesljiv pokazatelj fekalnega onesnaženja. Poleg omenjenih se preverja tudi prisotnost *Clostridium perfringens* (vključno s spori), ki je spremljevalec starega fekalnega onesnaženja ali odplak.

Poleg naštetih parametrov, testiranih v monitoringu pitne vode v Sloveniji, Nizozemski monitoring predvideva tudi občasna analiziranja parametrov *Cryptosporidium*, *Giardia* in (entero) virusov ter nekaterih drugih mikroorganizmov.

Biotesti, kot jih predvidevata monitoringa obeh držav, ugotavljajo zgolj prisotnost mikroorganizmov, ki lahko predstavljajo nevarnost za zdravje ljudi, ne ugotavljajo pa možnih strupenostnih učinkov kemikalij in ostalih snovi, ki se lahko morebiti pojavijo v pitni vodi. Monitoring pitne vode bi bil še boljši, če bi vključeval občutljive, hitre in sorazmeroma poceni bioteste, ki bi kot prvi pokazali potencialno strupenost in prisotnost kemikalij, ki niso zajete v siceršnjem monitoringu.

4.4 Primerjava stanja pitne vode v Sloveniji in na Nizozemskem v letu 2003

Za mikrobiološki parameter *E.coli* velja, da je v Sloveniji problematičen predvsem na manjših oskrbovalnih sistemih, na Nizozemskem pa v letu 2003 niso zaznali nobenih odstopanj za ta parameter, kar je zelo dobro. Največjo problematiko povzročajo pesticidi, ki so prisotni v preseženih vrednostih tako v Sloveniji kot na Nizozemskem. Dejstvo je, da je intenzivno kmetijstvo povzročitelj kemizacije prostora in je prisotno v globalnem smislu, zato je tudi problem globalen in zahteva ustrezen pristop. Poleg pesticidov je intenzivno kmetijstvo zaslužno tudi za preseganja vrednosti glede nitratov in nitritov. Tako je bilo v letu 2003 v Sloveniji kar nekaj vzorcev, ki so presegli mejno vrednost za nitrate (območje ZZV Murska Sobota), na Nizozemskem pa so bila prisotna preseganja za nitrite. Presežene vrednosti za nitrate in nitrite so posledica prekomernega vnosa gnojil v tla in izpiranja teh v podtalnico.

Klor in njegovi razgradni produkti se pojavljajo v presežnih vrednostih v tistih sistemih, kjer je prisotna dezinfekcija s klorom. Kjer je problem širše narave, ga v Sloveniji in na Nizozemskem rešujejo s spremembo načina dezinfekcije, po večini z dezinfekcijo z UV žarki. Za ostale parametre, ki se nahajajo v tabelah v presežnih vrednostih, velja, da je vzrok za odstopanje večinoma slučajen in incidentnega značaja. V veliki večini ne predstavljajo grožnje zdravstveni ustreznosti pitne vode in ob ponovljenih meritvah odstopanja večinoma niso več prisotna.

5 ZAKLJUČEK

Kakovost vode je podvržena številnim dejavnostim človeka v okolju, saj nanjo vplivajo tako kmetijstvo, industrija in promet kot tudi energetika, urbanizacija in turizem. Zagotavljanje zadostnih količin zdravstveno ustrezne pitne vode je zato zahtevna in odgovorna naloga.

Ključni dokument evropske politike do voda je WFD, katerega osnova za planiranje in izvajanje je določanje ekološkega stanja voda. WFD biomarkerjev in biotestov posebej ne omenja, obstajajo pa pobude mnogih držav in tudi NERC-a, po razvoju koncepta uporabe biomarker/biotest v okviru ustreznega raziskovalnega programa.

Kot zelo uporaben biotest se je izkazal Kometni test, kar so potrdili tudi rezultati naše raziskave. Ugotovili smo, da gre za zelo uporabno orodje za testiranje pitnih voda, katerega prednost sta hiter odziv in cenovna ugodnost. Poglavitna slabost je zahtevna interpretacija rezultatov, poleg tega pa za test velja, da ni standardiziran. Nasproti Kometnemu testu je akutni strupenostni test z *Daphnio* standardiziran in dobro potrjen, njegova uporaba v svetu zelo razširjena. Za razliko od Kometnega testa, je primeren za vzorce z visokimi koncentracijami kemikalij, kar ga izključuje iz testiranja pitnih voda.

Trenutna odstopanja nekaterih parametrov od mejnih vrednosti, ki so se pokazala v primerjavi rezultatov monitoringa pitnih voda med Slovenijo in Nizozemsko, kažejo na potrebo po dopolnjevanju obstoječih ukrepov in vpeljavi novih spoznanj znanstvenih raziskav. Pri monitoringu obeh držav gre predvsem za izvajanje fizikalno kemijskih analiz in ugotavljanje prisotnosti mikroorganizmov, ni pa vključenih biotestov za preverjanje strupenosti vzorcev. Pomembnost monitoringa je evidentna, zato je jasno, da bo potrebno obstoječi monitoring stanja pitne vode v Sloveniji dopolniti z občutljivimi, hitrimi in sorazmerno poceni biološkimi testi, ki bodo prvi pokazali potencialne strupenosti in prisotnosti kemikalij, ki niso zajete v kemijskem monitoringu.

V svetu je že vrsto let običaj, da neodvisne institucije opravljajo neodvisne raziskave, ki jih financira bodisi gospodarstvo ali pa države za ta namen same namenjajo določena proračunska sredstva, tudi EU. Fizikalno kemijske analize ne zajemajo celotnega spektra potencialno nevarnih kemikalij, ampak le nekaj odstotkov. Biotesti po drugi strani pokažejo integralne vplive dejavnikov okolja na živ organizem in so tako lahko ključen vir informacij pri ocenah tveganja in določanju stopnje onesnaženosti okolja. Primerjava med biotesti in fizikalno kemijskimi analizami ni smiselna, saj je najboljši pristop združen pristop, torej uporaba oziroma kombinacija tako enih kot drugih testov. To omogoča celostno raziskavo, katere rezultat je hitra detekcija kemikalije ob poznanem učinku glede na sestavo in koncentracijo.

VIRI

Uporabljeni viri

Vodno bogastvo Slovenije. 2003. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za Okolje.: 89 str.

http://www.arso.gov.si/podrocja/vode/porocila_in_publikacije/vodno_bogastvo_slovenije.html
(7.6.2005)

Publikacija kazalci okolja. 2003. Agencija RS za Okolje. Vode: 59 – 98.

http://eionet-si.arso.gov.si/Podatki_in_informacije/F1084794869/F1093543508/F1093543928/F1109674606/F1109674954/4-vode.pdf (17.4.2005)

Andrassy, J. 1990. Međunarodno pravo, deseto izdajnje, Zagreb, školska knjiga.

Boh, T. 2003. Varstvo okolja – privilegij bogatih ?!. Raziskovalno delo, Ljubljana, Društvo mladih raziskovalcev Slovenije: str.488-498.

http://www.drustvo-dmrs.si/e_zbornik/Prispevki/50_Boh_Tomaz.pdf (25.7.2005)

Čebulj, J.,1994. Zakon o varstvu okolja s komentarjem. Ljubljana, Gospodarski vestnik: 306 str.

Fajgelj, A. 2004. Quality assurance of measurements. V: Prichard, E., Wiley, J. & Sons, 1995. Quality in the Analytical Chemistry Laboratory. ISBN 0 471 95541 8.

Grčar, G., 2003. Urejanje voda. V: Posvet Zakon o vodah, leto po sprejemu. Ljubljana, 12. november 2003. Ljubljana, Inštitut za javno upravo: str. 38-50

Horvat, M., Ivartnik, M., 2004. Oskrba s pitno vodo v Sloveniji v letu 2003. Ljubljana, IVZ RS: 50 str.

http://www.ivz.si/ul/datoteke/65_1_por_pv_03.pdf (24.8.2005)

Jemec, A. 2003. Ocena občutljivosti in specifičnosti biokemijskih biomarkerjev pri rakih.

Diplomska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 94 f.

Jerman, D. 2003. Pravni vidiki rabe voda, Diplomska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Pravna fakulteta: 64 f.

Košorog, A. 2004. Kometni test – uporabno orodje za biološko testiranje pitne vode, Seminarska naloga, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, smer Vodarstvo in komunalno inženirstvo: 45 f.

Lah, A. 1998. Voda – Vodovje, Poglavitni življenjski vir narave in gospodarstva, Ljubljana, zbirka Usklajeno in sonaravno št. 2: 63 str.

<http://www.gov.si/svo/pdf/knj02.pdf> (5.6.2005)

Lijmbach-Hendriks, J.C.P.M. 1996. The enforcement of drinking water quality in the Netherlands. V: Fourth international conference on environmental compliance and enforcement.

<http://www.inece.org/4thvol2/lijmbach.pdf> (17.7.2005)

Ogorelec Wagner, V.(ur.). 2000. Umanotera: Kako resno Evropska unija obravnava trajnostni razvoj? Vključevanje okoljevarstvenih načel v politiko drugih sektorjev EU. Ljubljana, Umanotera: 37 str.

<http://www.umanotera.org> (5.6.2005)

Otorepec, P., 2004. Letno poročilo o zdravstveni ustreznosti pitne vode in varnosti oskrbe s pitno vodo na sistemih za oskrbo s pitno vodo javnega podjetja Vodovod kanalizacija v letu 2003.

Ljubljana, IVZ RS: 53 str.

http://www.jh-lj.si/upload/doc/64_lrtno_porocilo_o_skladnosti_pitne_vode_za_letu_2003.pdf (24.8.2005)

Pavčnik, M. 1997. Teorija prava: Prispevek k razumevanju prava. Ljubljana, Cankarjeva založba: 559 str.

Pličanič, S., 2003. Nova zakonska ureditev upravljanja z vodami. V: Posvet Zakon o vodah, leto po sprejemu. Ljubljana, 12. november 2003. Ljubljana, Inštitut za javno upravo: str. 3-23

Pličanič, S., 2004. EU in pravo okolja. Javna uprava, letnik 40 št.2.: 245-256

Skoberne, P., 2001. Pregled mednarodnih organizacij in predpisov s področja varstva narave 2002. Priročnik (delovno gradivo, inačica 8.0), Ljubljana, Agencija RS za okolje: 140 str.

<http://www.arso.gov.si> (23.5.2005)

Tavčar, M., 2003. Varstvo kakovosti vode po novem zakonu o vodah. V: Posvet Zakon o vodah, leto po sprejemu. Ljubljana, 12. november 2003. Ljubljana, Inštitut za javno upravo: str. 63-77

Versteegh, J.F.M., en Te Biesebeek, J.D. 2004. De kwaliteit van het drinkwater in Nederland in 2003. RIVM poročilo št. 703719007: 42 str.

<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/703719007> (13.8.2005)

WHO Europe. 2005. Consultation on target setting and progress monitoring of water and wastewater services, report, Copenhagen, 9-10 May 2005: 13-15

<http://www.who.dk/> (12.7.2005)

Ostali viri

Hočevar Grom, A., in sod. 2005. Monitoring pitne vode 2004, poročilo o pitni vodi v Republiki Sloveniji. Ljubljana, Center za zdravstveno ekologijo: 57 str.

ICES CIEM. 2004. Report of the Working Group on Biological Effects of Contaminants (WGBEC). 22–26 March 2004 Ostend, Belgium: 86 str.

OECD. 1981. Test Guideline 203, Decision of the council. *Daphnia* sp., Acute Immobilisation Test and Reproduction Test. Adopted 4.april 1984

Jamnik, B. 2005. Letno poročilo o skladnosti pitne vode na sistemih za oskrbo s pitno vodo javnega podjetja Vodovod-kanalizacija v letu 2004. Ljubljana, JP Vodovod Kanalizacija: 14 str.

http://www.jh-lj.si/upload/doc/64_lrtno_porocilo_o_skladnosti_pitne_vode_za_leto_2004.pdf (24.8.2005)

Pichler, D. 2003. Zakon o vodah. V: Posvet Zakon o vodah, leto po sprejemu. Ljubljana, 12. november 2003. Ljubljana, Inštitut za javno upravo: str. 29-37

Pravni viri

- 1.Zakon o varstvu okolja, Uradni list RS, št. 32, leto 1993 in št. 41, leto 2004
- 2.Zakon o vodah, Uradni list RS, št. 67, leto 2002
- 3.Zakon o gospodarskih javnih službah, Uradni list RS, št. 32, leto 1993
- 4.Zakon o zdravstveni ustreznosti živil in izdelkov ter snovi, ki prihajajo v stik z živili, Uradni list RS, št. 52, leto 2000, št. 42, leto 2002 in št. 47, leto 2004
- 5.Zakon o ohranjanju narave, Uradni list RS, št. 96, leto 2004
- 6.Zakon o zdravstveni inšpekciji, Uradni list RS, št. 36, leto 2004
- 7.Pravilnik o pitni vodi, Uradni list RS, št. 19, leto 2004 in št.35, leto 2004

8. Pravilnik o monitoringu kemijskega stanja površinskih voda, Uradni list RS, št.42, leto 2002
9. Pravilnik o imisijskem monitoringu podzemne vode, Uradni list RS, št.42, leto 2002
10. Pravilnik o imisijskem monitoringu kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo, Uradni list RS, št.40, leto 2001
11. Uredba o kakovosti površinskih voda, ki se jih odvzema za oskrbo s pitno vodo, Uradni list RS, št.125, leto 2000, št. 4, leto 2001 in št. 52, leto 2002
12. Nacionalni program varstva okolja, Uradni list RS, št.83, leto 1999
13. Water framework directive (WFD) 2000/60/EC
14. Drinking water directive 98/83/EEC

Internetni viri :

Kazalci okolja

<http://kazalci.arso.gov.si> (25.4.2005)

Agencija Republike Slovenije za okolje

<http://www.arso.gov.si> (7.6.2005)

European Environmental agency. Goundwater, Surface water in Netherlands.

<http://www.eea.eu.int/> (8.6.2005)

Environmental protection Agency

<http://www.epa.gov> (6.6.2005)

Svet za varstvo okolja

<http://www.sigov.si/svo> (28.5.2005)

Water frame directive

<http://www.emwis.org/WFD/WFD.htm> (15.6.2005)

Standardizirane metode za ugotavljanje toksičnosti in ekotoksičnosti :

<http://ecb.jrc.it/testing-methods/> (25.11.2005)

Umweltbundesamt (Water Framework Directive)

<http://www.umweltbundesamt.de/water/themen/ewr.htm> (15.6.2005)

Pregled okoljske zakonodaje EU

<http://europa.eu.int/comm/environment/> (5.6.2005)

EU Water legislation

<http://www.italocorotondo.it/tequila/module4/legislation> (5.6.2005)

EMWIS. About WFD

<http://www.emwis.org> (7.6.2005)

Salmonella t

<http://www.biofoon.nl/images/Salmonella.jpg> (24.8.2004)

Mikrojedrni test

<http://we.vub.ac.be/~cege/ENG/tests/> (24.8.2004)

Uporaba gnojil na polju

<http://www.kuhnknight.com/kuhnknight/products/1100web/1150-action2.jpg> (24.10.2005)

Uporaba pesticidov

<http://www.dhi.dk/Consulting/WaterResources/PlantGrowth> (24.10.2005)