UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA UPRAVO

Diplomsko delo
visokošolskega programa

SLOVENSKE REKE IN NJIHOVA KAKOVOST

Katarina Robič

Ljubljana, september 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA UPRAVO

Diplomsko delo
visokošolskega programa

SLOVENSKE REKE IN NJIHOVA KAKOVOST

Kandidatka: Katarina Robič
Številka indeksa: 04027370

Mentor: red. prof. dr. Srečko Devjak

Ljubljana, september 2009

Povzetek

Življenje na Zemlji je odvisno od vode. Voda je življenjsko pomemben vir za vsa živa bitja, potrebna za zdravje in vzdrževanje primernih zdravstvenih razmer. V Sloveniji živimo v relativnem izobilju vode. Vplivi podnebnih sprememb vse bolj izrazito kažejo tudi v pretokih vodotokov. Ob pomanjkanju zdrave vode, kar je danes planetarni problem, se zavest o globalnem vodnem krogu hitro krepi. Študije podnebnih sprememb namreč napovedujejo za območje Slovenije precejšnje zmanjševanje povprečne količine padavin in posledično vode v vodotokih. Kakovost rek v Sloveniji se v zadnjih letih počasi izboljšuje, kar je predvsem posledica zmanjšanja količin neprečiščenih odplak in izboljšanja sistemov čiščenja odpadne vode. Rezultati saprobioloških analiz kažejo izboljšanje kakovosti vode v vseh slovenskih porečjih. V primerjavi z razvitimi državami je kakovost voda v Sloveniji v samem evropskem vrhu. Eden od razlogov je brez dvoma ta, da večina rek izvira na ozemlju Slovenije. Vendar to nikakor ne pomeni, da v Sloveniji ni problemov tako s kakovostjo površinskih, kot tudi podzemnih voda. V diplomskem delu obravnavam stanje slovenskih rek.

Ključne besede: voda, povodja in porečja, podnebne spremembe, vodna bilanca, kakovost pitne vode, onesnaženost, monitoring

Summary

Life on earth depends on water. Water is a vital resource for all living things and without it we wouldn't be able to survive. It is necessary for the maintenance of adequate health and medical conditions. In Slovenia we live in the relative abundance of water. The impacts of climate change are gradually becoming clearly present in the movement of water courses. In the absence of safe water which is now a planetary problem, the awareness of the global water cycle rapidly enhances. Studies of climate change forecasts (within Slovenia) are pointing out significant reduction of average rainfall and hence water in the water courses. The quality of Slovenian rivers has been improving over the recent years, which is mainly due to reductions in the quantities of raw sewage and vast improvements in waste water treatment systems. According to the results following the saprobiological analysis of all river basins, the Slovenian river water quality constantly continues to improve. Compared to other developed countries, the water quality in Slovenia is at the European peak. No doubt, one of the reasons is that most of the rivers originate within Slovenian territory; " however, this does not mean that the quality of surface and ground water in Slovenia is completely problem free". In this diploma work, the disscussion is based on the condition of Slovenian rivers.

Keywords: water, water catchment areas and river basins, climate change, water balance, the quality of drinking water, pollution, monitoring

KAZALO

POVZETEK.....II

SUMMARY.....III

1 UVOD 1
2 STANJE SLOVENSKIH VODA 4
2.1 VODA 4
2.2 NARAVNE RAZMERE IN VODNA BOGASTVA 7
2.3 POVODJA IN POREČJA 9
3 VZROKI ZARADI KATERIH SO OGROŽENE VODE 13
3.1 VPLIVI PODNEBNIH SPREMEMB NA VODNE VIRE IN VODOOSKRBO V SLOVENIJI 14
4 VODNA BILANCA SLOVENIJE OD LETA 1971-2000 17
4.1 VPLIVNI DEJAVNIKI NA VODNO BILANCO 18
4.1.1 Lega in relief 18
4.1.2 Podnebje 19
4.1.3 Kamnine in prsti 20
4.1.4 Antropogeni dejavniki 21
4.1.5 Rastlinstvo 21
4.2 PADAVINE 22
4.2.1 Geografska porazdelitev padavin 23
4.2.2 Časovna porazdelitev padavin 23
4.3 IZHLAPEVANJE 24
4.3.1 Geografska razporeditev izhlapevanja 25
4.4 PRETOKI 26
4.4.1 Pretočni režimi 26
4.5 PREGLED VODNE BILANCE PO POREČJIH 30
4.5.1 Pomurje 30
4.5.2 Podravje 30
4.5.3 Posavje 30
4.5.4 Pokolpje 31
4.5.5 Posočje 31
4.5.6 Povodje jadranskih rek brez Posočja 32
4.5.7 Povzetek vodne bilance Slovenije 32
5 KAKOVOST PITNE VODE 35
5.1 KAKOVOST POVRŠINSKIH VODOTOKOV 36
5.2 OCENA KEMIJSKEGA STANJA POVRŠINSKIH VODOTOKOV 37
5.3 KAKOVOST POVRŠINSKIH VODOTOKOV V SLOVENIJI V LETU 2006 40
5.4 OCENA KAKOVOSTI POVRŠINSKIH VODOTOKOV S SAPROBNIM INDEKSOM 42
5.5 IZRAČUN TRENDOV ZA NAJBOLJ KRITIČNE KEMIJSKE PARAMETRE ZA REKO SAVO NA MERILNEM MESTU JESENICE NA DOLENJSKEM. 43
5.5.1 Izračun trenda za kemijske potrebe po kisiku 43
5.5.2 Izračun trenda za vsebnost nitritov 44

5.5.3 Izračun trenda za vsebnost ortofosfatov 45
5.5.4 Izračun trenda za vsebnost fenolnih snovi..... 46
5.5.5 Izračun trenda za vsebnost mineralnih olj 47
5.6 OCENA KAKOVOSTI REKE SAVE NA MERILNEM MESTU JESENICE NA DOLENJSKEM..... 48
6 ZAKLJUČEK 50
LITERATURA..... 52
VIRI Z INTERNETA 53
SEZNAM TABEL IN GRAFOV 54
PRILOGE..... 55
Priloga 1: Slika 1 55
Priloga 2: Tabela 1 56
Priloga 3: Slika 2 57
Priloga 4: Tabela 2 58
Priloga 5: Graf 1..... 59
Priloga 6: Graf 2..... 60
Priloga 7: Tabela 3: 61
Priloga 8: Slika 3 62
Priloga 9: Graf 3..... 63
IZJAVA O AVTORSTVU IN NAVEDBA LEKTORJA 64

1 UVOD

Voda je naravna dobrina, ki je pogoj za življenje na Zemlji. Voda v naravi nenehno kroži. Z izhlapevanjem prehaja v ozračje in se s padavinami vrača na zemeljsko površje, kjer se del vode porabi za življenjske združbe (zelena voda), del odteče v reke in v podzemlje (modra voda), del vode izhlapi.

Na našem planetu je sladke vode le nekaj odstotkov, dostopne pa še precej manj. V zadnjih 100 letih se je poraba (pitne ali sladke) vode povečala za šestkrat. Že danes je mnogo dežel na svetu, kjer je pomanjkanje vode, še posebej čiste pitne, veliko. Naraščanje števila prebivalstva in grožnja klimatskih sprememb lahko ob dosedanjem načinu uporabe vode pripelje do velike svetovne krize z vodo. Poleg tega naraščajo emisije nevarnih snovi v vode in s tem vplivajo na poslabševanje njene kakovosti ter primernosti razpoložljivih vodnih virov za uporabo.

Slovenija je vodnata dežela in glede vodnih virov sodi med najbogatejše evropske države. Vodne površine pokrivajo okoli 272 km^2. Vodno bogastvo in pestrost vodnega režima je odraz izjemne geografske lege naše države med alpskim, panonskim in mediteranskim svetom. Prav to je povzročilo bogat razvoj hidroloških znanosti tudi pri nas. Hidrologija v širšem pomenu zajema proučevanje pojavov, lastnosti in gibanja vode v hidrosferi ter njenih odnosov z drugimi elementi okolja, vključno z odnosi do živih bitij (ARSO, 2006, str. 15). Prvi podatki hidroloških opazovanj so na območju Slovenije znani že iz prve polovice devetnajstega stoletja. Sodobne redne meritve na površinskih vodah potekajo neprekinjeno že od leta 1948. Začetki hidrološke prognostične dejavnosti segajo v leto 1964. V okviru državne hidrološke službe so se leta 1965 začeli izvajati tudi programi spremljanja kakovosti voda. V program državnega spremljanja kakovosti voda je vključeno spremljanje in ocenjevanje kakovosti površinskih vodotokov, podzemnih voda (podtalnica in izviri), jezer in morja. Programi so pripravljeni v skladu z nacionalnimi predpisi, ki vsebinsko povzemajo evropske direktive s področja urejanja voda, izdelani pa so tudi na podlagi analize stanja oziroma obremenitev na posameznem vodnem telesu. Površinske in podzemne vode ter morje in vodna zemljišča so z zakonom o vodah opredeljene kot naravno vodno javno dobro s katerim upravlja država, ki mora poskrbeti, da se voda uporablja racionalno, trajnostno in da se razpoložljive vodne količine varujejo dolgoročno. Načelo zakona o vodah je, da vodo lahko uporablja vsakdo tako, da ne vpliva škodljivo na kakovost in količinske zaloge voda. Osnovna naloga upravljanja z vodami je doseganje in ohranjanje dobrega stanja voda in drugih z vodo povezanih ekosistemov. Na prvem mestu je prilagoditev človekovih dejavnosti naravnemu vodnemu režimu in šele na drugem mestu, prilagoditev vodnega režima dejavnosti, kar se mora izvajati zelo pazljivo in z oceno dolgoročnih posledic na vodni režim in spet posledično na samega človeka.

Vodo imamo pogosto za enostavno dostopno in poceni dobrino, kar pa je daleč od resnice. Planet Zemlja ima precej majhne količine pitne vode, čiščenje vode in njena distribucija po ceveh pa zahtevata veliko energije.

Voda je osnovna potreba za življenje na Zemlji, skupaj s kisikom in sončno energijo. Za človeka je čista voda vprašanje preživetja in zdravja. Vendar prebivalci tega čudovitega modro - zelenega planeta nič kaj prizanesljivo ne ravnamo s sicer bogatimi, a neenakomerno razporejenimi vodnimi viri. Predvsem izvire, območja talne vode in reke smo že tako onesnažili, da se celo najbolj vodno bogati deli sveta srečujejo s pomanjkanjem kakovostne pitne vode. Pretežno neprečiščene odplake so prevelike, da bi jih vodotoki dovolj hitro prečistili. Z vse večjo količino onesnažene vode ogrožamo torej lastno zdravje in obenem tudi vodno oskrbo milijonov drugih živalskih in rastlinskih vrst.

Namen diplomskega dela je predstaviti stanje kakovosti slovenskih rek, vzroke zaradi katerih so ogrožene in prikazati kako podnebne spremembe v Sloveniji vplivajo na vodne vire in vodooskrbo. Analizirano bo spreminjanje vodne bilance Slovenije od leta 1971-2000.

Cilj diplomskega dela je ugotoviti stanje onesnaženosti slovenskih vod. Izdelana bo ocena onesnaženosti slovenskih rek.

Podatki o vodni bilanci rek in podatki o kemični in biološki analizi vode v rekah so bili povzeti iz letnih monitoringov, ki jih izvaja Agencija Republike Slovenije za okolje (v nadaljevanju ARSO). Ti podatki so statistično obdelani in na podlagi teh rezultatov so podane končne ugotovitve o kakovosti slovenskih rek in splošnem trendu onesnaženja vodotokov. Meritve kemičnih in bioloških parametrov na posameznih merilnih mestih se za manjše reke ne izvaja vsako leto. Torej za nekatere manjše reke še nimamo konstantnih letnih podatkov za daljše časovno območje. Na ta problem sem naletela pri izbiri primernih izmerjenih parametrov onesnaženosti za obravnavo v analitičnem delu diplomske naloge.

Diplomsko delo je poleg uvodnega in sklepnega dela razdeljeno na tri poglavja. Po tem uvodnem delu sem v prvem poglavju prikazala stanje slovenskih voda. Nadalje sem opisala naravne značilnosti vodovja in vodnega režima v Republiki Sloveniji ter predstavila povodja in porečja. Z vodo upravljamo na nivoju porečij in povodij, torej v naravno zaokroženih celotah, ki jih imenujemo vodna območja. Hidrografsko pripada Slovenija jadranskemu in črnomorskemu povodju. Na koncu poglavja sem navedla vzroke, zaradi katerih so ogrožene vode ter kako bodo podnebne spremembe v prihodnosti vplivale na vodne vire in vodooskrbo v Sloveniji.

V drugem poglavju sem predstavila vodno bilanco Slovenije od leta 1971-2000. Vodna bilanca je razmerje med količino vode, ki pride in gre iz določenega območja. V vodni krog vse pogosteje in vse močneje posega človek. Pregled hidrogeografskih značilnosti vodne bilance zajema tri glavne elemente vodnega kroga: padavine, izhlapevanje in pretok. Rezultati kažejo na njihovo prostorsko razporeditev in na

močno soodvisnost vseh treh glavnih elementov vodne bilance po glavnih porečjih. V zadnjem delu tega poglavja sem naredila pregled vodne bilance po porečjih, kateremu sledi povzetek za Slovenijo. Vodna bilanca obdobja 1971-2000 potrjuje, da ima Slovenija še vedno veliko vode, vendar se s podnebnimi spremembami spreminja tudi to; količina razpoložljivih vodnih virov v Sloveniji se zmanjšuje, spreminja se časovna in geografska razporeditev vode.

Tretje poglavje sem namenila raziskavi kakovosti pitne vode in površinskih vodotokov v Sloveniji. Dandanes vse pogosteje slišimo, da je voda prekomerno onesnažena. Na slabšo kakovost voda vplivajo predvsem različni izpusti industrijskih in komunalnih odpadnih voda, kot tudi razpršeno onesnaževanje iz kmetijskih površin, ki ogroža predvsem kakovost podzemnih voda. V primerjavi z razvitimi državami je kakovost voda v naši državi v samem evropskem vrhu, kar pa nikakor ne pomeni, da nimamo problemov s kakovostjo voda. Posebej sem analizirala kakovost površinskih vodotokov Slovenije v letu 2006. To poglavje zajema tudi izračun trendov za najbolj kritične kemijske parametre za reko Savo na merilnem mestu Jesenice na Dolenjskem. Sava je naša najdaljša reka, Jesenice na Dolenjskem pa je zadnja vodomerna postaja v Sloveniji. To merilno mesto je najustreznejši pokazatelj kakovosti reke Save. Ta trditev lahko izhaja iz predpostavke, da reka Sava izvira na ozemlju Republike Slovenije in tudi vsi njeni pritoki izvirajo na ozemlju naše države. Torej lahko trdimo, da je ocena kvalitete reke Save na izstopu iz Republike Slovenije primeren pokazatelj stopnje onesnaževanja vodnih virov v državi. Podatki o onesnaženosti reke Save so pridobljeni iz letnih poročil o monitoringu slovenskih rek, ki ga izdaja ARSO. V tem monitoringu so zajeti podatki merilnih postaj na rekah na območju Republike Slovenije.

Diplomsko delo sem zaključila s sklepnimi mislimi.

2 STANJE SLOVENSKIH VODA

2.1 VODA

Voda je nenadomestljiva naravna dobrina, ki omogoča vse oblike življenja na Zemlji, nam pa daje ustrezen standard življenja, bivanja, rekreacije in oddiha ter proizvodnjo dobrin. Človek je del narave, zato je njegovo zdravje in življenje povezano z vodo in odvisno od stanja vode. Prav tako so z vodo povezane mnoge človekove dejavnosti. Vodo pijemo, v vodi se kopamo, ob vodi smo gradili in gradimo mesta, voda poganja elektrarne. Naš vsakdanjik je torej povezan z vodo. Žal pa je marsikdaj človekov odnos do vode potrošniški. Voda je postala uporaben izdelek, tako je mnogokrat ne spoštujemo in varujemo v pravi meri. Zato je toliko bolj pomembno osveščanje javnosti, približevanje problematike ekološkega stanja vode javnosti in razvijanje pozitivnega odnosa do vode. Čeprav je voda tudi obnovljiv vir, je vendar omejen, neenakomerno razporejen in dosegljiv. Dolgoročno upravljanje s tem virom bo na določen način pokazalo raven, ki jo je dosegla civilizacija. Voda ne pozna nobenih administrativnih meja, zato je za trajnostno upravljanje z njo potreben usklajen vseevropski pristop. Površinske vode, kot so reke, jezera, oceani, ledene odeje oziroma ledeniki, pomagajo uravnavati podnebje, delujejo kot biološki bazeni in so življenjski prostor za prožne ekološke mreže rastlin in živali. Podzemna voda vzdržuje pretok rek prek celega leta in je vir čiste vode za človeške potrebe.

Evropska unija je v zadnjih tridesetih letih naredila veliko, da bi zaščitila ta vir. Zaradi tega se je stanje večine močno onesnaženih rek izboljšalo, predvsem s pomočjo boljšega čiščenja odpadnih voda. Vendar pa Evropska unija žal ni rešila naraščanja porabe vodnih virov, zaradi rastoče proizvodnje in potrošnje. Vodni ekosistemi se nadalje slabšajo: zahrbtnih učinkov kemičnega »koktajla«, ki ga družba spušča v okolje, še zdaleč ne poznamo. Zelo majhne količine lahko dramatično spremenijo ekosisteme, kot se dogaja v primeru kemikalij, ki učinkujejo hormonom podobo. Škodljiv učinek fizičnih sprememb, kot so nasipi, jezovi in brežine, smo prepoznali šele pred kratkim, te spremembe močno prispevajo, da približno 50% rek, jezer in obalnih voda ne dosega dobrega ekološkega stanja, kot ugotavljajo države članice Evropske unije, viri pitne vode so ogroženi: 87% podzemne vode je onesnažene zaradi kmetijskih dejavnosti. Naraščajo konflikti zaradi virov: konkurenčne zahteve po vodi za kmetijstvo, turizem in urbano oskrbo naraščajo; pričakovati je velike spremembe v razpoložljivosti vira zaradi klimatskih sprememb.

Trenutni položaj vodnih ekosistemov poudarja potrebo po bolj integriranem in celostnem pristopu za ravnanje z vodami. Medtem ko gospodinjstva plačujejo za svojo porabo vode, pa veliki onesnaževalci, kot je kmetijstvo, prispevajo zelo malo. Uporabniki »vodnih storitev« za proizvodnjo energije (voda za hlajenje ali za hidroelektrarne), v poslovnem sektorju (nadzorovanje poplav) in navigaciji (poglabljanje in ravnanje rek) redko plačajo polne stroške teh storitev, da o okoljski škodi sploh ne govorimo.

Prepoznavanje teh problemov in volja po zagotovitvi novega okvira za varstvo voda sta se v Evropski uniji izrazila junija 2000 s sprejemom Vodne direktive 2000/60/EC197 (Water Framework Directive 2000/60/EC197), ki predpisuje številne pravne obveze, vključno s sistemom ocenjevanja s primerljivimi podatki o ekološkem stanju za vse evropske vode in doseganjem specifičnih ekoloških ciljev. Hkrati je to krovna direktiva za vso evropsko zakonodajo, ki se nanaša na vodo. Slovenija jo je že v celoti prenesla v svoj pravni red. V letu 2003 sta bili za potrebe vodne direktive in upravljanja povodij določeni osnovni administrativni enoti, vodno območje Donave in vodno območje Jadrana. Ozemlje Slovenije je bilo glede na ekološke značilnosti razvrščeno v štiri hidroekoregije, čemur je sledila natančnejša členitev na bioregije in tipe. Izvajanje Vodne direktive se je nadaljevalo z analiziranjem podatkov o naravnih značilnostih voda in vplivih človekove dejavnosti. Ti podatki so bili tudi osnova za določitev vodnih teles površinskih in podzemnih voda, ki so bila določena v letu 2005. Vodna telesa so osnovne enote za ugotavljanje stanja voda glede na okoljske cilje. V primeru površinskih vodotokov je, na primer, vodno telo neprekinjen odsek vodotoka v dolžini od nekaj do več deset kilometrov, s podobnimi naravnimi značilnostmi kot tudi s podobnimi vplivi človekove dejavnosti (kmetijstvo, industrija, urbanizacija). Vodno telo podzemne vode pa je razločna prostornina podzemne vode v enem ali več vodonosnikih. Na površinskih vodah je bilo v Sloveniji določenih 155, na podzemnih pa 21 vodnih teles. V letu 2007 je bil na vseh omenjenih vodnih telesih vzpostavljen monitoring, ki ga zahteva Vodna direktiva. Pri tem gre poudariti predvsem nov pristop monitoringa, ki ga uvaja Vodna direktiva. Programi so osnovani na analizah pritiskov. To so podatki o emisijah snovi v vode iz točkovnih virov, podatki o rabi zemlje, presežkih dušika, rabi fitofarmacevskih sredstev itd. Glede na analizo teh podatkov je program monitoringa problemsko orientiran in vključuje predvsem vodna telesa, ki so problematična. Ostala vodna telesa so v program vključena redkeje. Bistvena novost monitoringa je ocena ekološkega stanja. Ekološko stanje se ocenjuje na podlagi bioloških elementov kakovosti (fitoplanktona, fitobentosa in makrofitov, rib in bentoških nevretenčarjev) ter podpornih fizikalno-kemijskih in hidromorfoloških elementov s petimi kakovostnimi razredi. Izhodišče vrednotenja ekološkega stanja je merjenje spremenjenosti strukture in funkcije ekosistema od naravnega stanja, to je stanja, kjer ni opaziti vpliva človeka oziroma je njegov vplih zelo majhen. Za izvajanje monitoringa in ocenjevanje stanja kakovosti slovenskih voda je v skladu z Zakonom o varstvu okolja zadolžena Agencija RS za okolje. Programi monitoringa so pripravljeni v skladu s predpisi, ki vsebinsko povzemajo določila evropskih direktiv ter v skladu z oceno stanja in analizo obremenitev na posameznem vodnem telesu. Vključujejo spremljanje kakovosti rek, jezer in morja, podzemnih voda ter območij posebnih režimov.

Vodna direktiva je pomemben korak v smeri trajnostnega ravnanja z vodo, po njenih določilih mora Slovenija, kakor tudi vse druge članice Evropske unije, do leta 2015 na vseh vodah doseči okoljski cilj, ki je dobro ekološko stanje oziroma dober ekološki potencial voda. Obvezno izhodišče za dosego tega cilja je Načrt upravljanja s porečjem na državni, meddržavni in regionalni ravni.

Gre za načrtovanje trajnostnega razvoja, ki gradi na sočasni obravnavi in upoštevanju:

- Okolja – ekološko pokrajinskih enot s posebnim poudarkom na hidromorfologiji, vodnih in obvodnih habitatih,
- Gospodarstva – pomena obstoječe in načrtovane rabe (kmetijske, industrijske, turistične idr.) vodnega in obvodnega sveta s ciljem zmanjševanja pritiskov in vplivov na vodni ekosistem,
- družbe – vključuje aktivno sodelovanje interesnih skupin, nevladnih organizacij ter lokalnih skupnosti pri načrtovanju razvoja v porečju.

Slovenski Zakon o vodah v celoti povzema ta izhodišča. Z vodo in vodami je potrebno upravljati, jih ohranjati in pravilno uporabljati. V Sloveniji imamo več kot 26000 kilometrov stalnih in hudourniških vodotokov, mnoga naravna in umetna jezera, morsko obalo in morje, izvire, slapove in soteske ter obširna območja talne vode, pomembne za oskrbo s pitno vodo. Republika Slovenija je tako leta 2003 ustanovila javni zavod Inštitut za vode Republike Slovenije (IZVRS), kot strokovno in razvojno središče za izvajanje nalog upravljanja s površinskimi vodami v Sloveniji. Pripraviti mora obsežne strokovne podlage in hkrati zagotoviti Republiki Sloveniji tudi podporo pri vključevanju v vse ostale procese evropskih direktiv s področja voda.

Pri tem ne gre samo za uspešno povezovanje in sodelovanje različnih inštitucij, temveč tudi za povezovanje znotraj različnih ved kot so hidrologija, hidromorfologija, bilogija, hidrogeologija in kemija. Za uspešno izvajanje Vodne direktive in proces trajnostnega gospodarjenja z vodami je prav tako potrebno tesno sodelovanje in uvedba usklajenih ukrepov na ravni Evropske skupnosti, na ravni držav članic in na lokalni ravni, predvsem pa poglobljeno obveščanje in vključevanje javnosti ter posvetovanja z njo.

Izpuščanje nevarnih ali škodljivih snovi v vode lahko trajno ali za dolgo dobo onesnaži vodozbirno območje, vodno telo in okolje, tako da se bistveno zmanjšajo možnosti za zadovoljevanje potreb po vodi, uničijo pa se tudi naravni biotopi. Porabnikov vode je vse več in zato so problemi obvladovanja emisij nezaželenih snovi v vodi vse večji.

Temeljna vprašanja so: kako zavarovati vodne vire, kako nadzorovati vodne vire, uporabnike in učinke antropogenih dejavnosti na kopenske vode in morja, kako usklajevati potrebe porabnikov ter probleme razvoja naselij, proizvodnje, gradnje infrastrukture in druge posege v prostor. Potrebno je realno ocenjevati stanje, urejati razmere na ustreznejši način, primerjati domače izkušnje s tujimi in upoštevati nova spoznanja.

Vendar ostaja bistveno, da:

- razumemo, da vsak posameznik kot državljan ali odgovorna oseba ravna z vodo tako, da drugim ali skupnosti ne povzroča škode, čeprav skuša država urejati zapletena področja varstva voda in usmerjati proces obvladovanja pojavov v zvezi z vodami;

- z monitoringom spremljamo stanje in pojave v okolju, z analizami dosegamo ustrezne ocene in usmeritve ter s tem pomagamo vsem dejavnikom h koristnemu ravnanju;
- pospešujemo ustrezno raziskovalno in izobraževalno delo ter posredujemo javnosti vse potrebne informacije;
- angažiramo javnost za gospodarno ravnanje z vodo in varovanje voda ter pridobivamo podporo za skupne akcije.

Upravljanje z vodami, usmerjanje posegov v naravne in umetne vodne tokove, jezera in morja, izvajanje dejavnosti, ki vplivajo na vode, je zahtevno in raznovrstno delo.
Za človeka in družbo je voda koristna le, če so njene pojavne oblike v naravi obvladljive. V nasprotnem primeru je voda rušilni element v okolju, ki ogroža naravna ravnovesja ekosistemov, druge naravne dobrine in dobrine, ki jih je ustvaril človek. Človek s svojimi posegi v prostor vse bolj vpliva na proces kroženja vode v naravi, spreminja stanje vodnih količin v času in prostoru ter kakovost voda. Povečevanje potreb po vodi, spremembe pogojev kroženja vode v ekosistemih in slabšanje kakovosti razpoložljivih vodnih količin terjajo spremembo odnosa človeka do vode in narave. Bolj kot doslej bo treba usklajevati razvojne potrebe z naravnimi možnostmi in ustvariti razmere, ki bodo omogočale racionalno upravljanje naravnih dobrin in naravnih ekosistemov.

Sodobno upravljanje voda je krmiljen kibernetični sistem, ki omogoča, da se informacije o stanju vodnega režima v naravi in o spremembah stanja voda posredujejo kot vnosni podatki v organizirane družbene sisteme, ki te podatke obdelujejo in na podlagi širših presoj sprejemajo odločitve o obsegu in naravi ukrepov, ki jih je treba uveljaviti. Za uveljavljanje sprejetih odločitev so racionalno organizirane družbe razvile sistem instrumentov, s katerimi lahko na učinkovit način usmerjajo posamezne uporabnike voda k racionalnemu ravnanju z vodami, neposredno urejajo stanje voda ter uveljavljajo ukrepe za doseganje načrtovanega stanja vodnega režima. Sistem instrumentov je zasnovan in usmerjen tako, da učinkuje posredno ali neposredno na vse družbene subjekte. Temelji pa na načelu, da so vode pod posebnim varstvom države.

Vodo imamo pogosto za enostavno dostopno in poceni dobrino, kar pa je daleč od resnice. Planet Zemlja ima precej majhne količine pitne vode, čiščenje vode in njena distribucija po ceveh pa zahteva veliko energije.

2.2 NARAVNE RAZMERE IN VODNA BOGASTVA

Naravne značilnosti vodovja in vodnega režima v Republiki Sloveniji so:
raznolikost slovenskega prostora, kopenskih in obalnih voda (alpski in predalpski svet, ravninski predeli, kraški svet), različnost klimatskih, meteoroloških, talnih in vodnih razmer, povezanost slovenskega prostora z vodnim okoljem širšega dela Evrope, raznolikost potreb po vodi in neenakomerna razporejenost vodnih virov.

Slovenija je hribovita in gorata dežela z intenzivnim spreminjanjem pokrajinskega vzorca. Alpski in predalpski svet razmeroma hitro preideta v hribovit in gričevnat svet predgorja, ki neposredno prehaja v Panonsko nižino. Na jugozahodnem kraškem območju prevladujejo značilni vplivi Jadrana. Naravne danosti so vplivale na to, da je dežela bogato prepredena z vodotoki, razpoložljive vodne količine pa so glede na velikost dežele precejšnje.

Namočenost in velik dotok voda sta ključna razloga vodnega bogastva Slovenije. Primerjava z Evropo kaže, da sodi Slovenija med najbolj namočena evropska območja, saj pade pri nas v povprečju dvakrat toliko padavin kot je evropsko povprečje (Bat, Uhan, 2004). Več kot 1000 mm na leto prejme manj kot 10% Evrope, večina Slovenije (z delno izjemo Prekmurja) se uvršča v ta del. V zadnjih tridesetih letih pa je zelo očitno upadanje rečnega odtoka. Ker ima večina naših rek hodourniški značaj, pretoki zelo hitro narastejo in tudi hitro upadejo. Intenzivne lokalne padavine povzročijo lokalne poplave hodourniškega značaja, ki prizadenejo manjša porečja ali dele porečij. Vodotoki s hodourniškem značajem pa so še posebej ranljivi v času malih pretokov in hidrološke suše.

Na ozemlju Slovenije pade v povprečju letno 1567 mm padavin oziroma 1005 m^3/s ali 31,7 miljarde m^3 vode, od tega letno odteče 18,5 miljarde m^3 vode oziroma 917 mm, kar je okoli 59 % padavin. Odtok iz ozemlja Slovenije (917mm) je v primerjavi z evropskim povprečjem (319 mm) skoraj trikrat večji, kar pomembno vpliva na obseg in pestrost njenih voda. Vodna reliefna energija in velik delež kraškega sveta bistveno vplivata na dodatno povečan delež odtoka v primerjavi z izhlapevanjem.

Količina padavin v alpskem svetu dosega 3000 mm na leto, vendar se proti vzhodu naglo zmanjšuje in na robu Panonske nižine dosega le še 800 mm padavin na leto. Gorska pregrada, ki poteka od Julijskih Alp proti Snežniku, prejme ponekod od 3000 do 4000 mm padavin na leto in se uvršča med najbolj namočena območja v Evropi.

Vode, ki izvirajo ali pritekajo iz sosednjih držav ali izvirajo v Sloveniji, odtekajo v Jadransko in Črno morje. Vodozbirno območje vodotokov, ki prečkajo državne meje in tečejo čez Slovenijo, obsega skupaj 43274 km^2, pri čemer pripada Sloveniji 20251 km^2 površine. Bilance vodnih količin, ki jih imamo na voljo, so na prvi pogled ugodne. Na tem prostoru pade povprečno letno 30400 mil.m^3 padavin. Če upoštevamo, da 37% padavin ponovno izhlapi, imamo na voljo 19179 mil.m^3 vode. V državo priteče iz tujine še 14744 mil. m^3 vode. Povprečno odteka iz Slovenije 1073 m^3/s vode. Žal pa so razmere v naravi take, da pretežne količine padavin odtečejo v zelo kratkem času, tako da lahko koristno uporabimo le del teh količin. Med ekstremnimi sušami je bilo izmerjeno, da odteka čez meje le 127 m^3/s vode. Zakonitosti kroženja vode v vseh delih zemeljskega površja je treba presojati na podlagi večletnih zbranih podatkov.

2.3 POVODJA IN POREČJA

Hidrografsko pripada Slovenija jadranskemu in črnomorskemu povodju. Meja med njima poteka po jadransko-črnomorski razvodnici. Na neprepustnem svetu poteka razvodnica po orografskem razvodju in jo lahko enostavno določimo s plastnicami ali digitalnim modelom reliefa. Na vodoprepustnih kamninah se mora razvodnica ujemati s hidrogeološko razvodnico, ki poteka pod površjem skozi vodonosne kamnine in je navidezna črta, ob kateri se podzemne vode raztekajo. Hidrogeološko razvodnico je veliko težje določiti kakor orografsko. Njen potek je odvisen od hidrogeoloških značilnosti vodonosnika in od hidroloških razmer, ki so veliko bolj spremenljive kakor relief in geološka zgradba. Zato se hidrogeološka razvodnica lahko premika. Območja, znotraj katerih se premika v odvisnosti od vodnih razmer, imenujemo bifurkacijska območja, cone raztekanja ali conalna razvodja. Jadransko-črnomorska razvodnica poteka marsikje po krasu in celo prek bifurkacijskih območij. Nekateri odseki te razvodnice so bili določeni s sledenjem podzemnim vodam, nekateri se opirajo na razlago hidrogeoloških razmer, ponekod pa je potek določen le shematično, saj dejanske, hidrološke razvodnice ni mogoče določiti kot ostre črte. Zato je meja med povodjema stvar dogovora, njen potek je v različnih virih različno označen. Začenja se na meji z Italijo, na vrhu V koncu špica (2350 m n.m.), ki je hkrati hidrološka tromeja med porečji Save (Planica, Sava Dolinka), Drave (Mangrtska dolina, Jezerski potok, Ziljica) in Soče (Koritnica). V Julijskih Alpah njen potek ni povsem zanesljiv, vendar tudi večjih odstopanj ni pričakovati. Mogoča so na Kriških podih, v Dolini Triglavskih jezer in celo na južnem Bohinjskem grebenu. Zaenkrat so vsa Kriška jezera uvrščena v porečje Soče, Triglavska pa v porečje Save Bohinjke, tudi Jezero pod Vršacem. Razvodnica med Idrijco in Poljansko Soro v Žirovski kotlinici je bila določena s sledenjem. Južneje je razvodnica večji del shematična, čeprav podprta z nekaterimi sledilnimi poskusi, ki pa so potrdili raztekanje kraške vode, in hidrogeološkimi interpretacijami. Večja odstopanja med začrtano in dejansko razvodnico so mogoča v Hotenjskem podolju, na Črnovrški planoti, na Hrušici in na Snežniku. Na hrvaško stran prestopi razvodnica jugovzhodno od vrha Snežnika (1796 m n.m.). Po tako začrtani razvodnici pripada 81% (16423 km^2) ozemlja povodju Donave oziroma črnomorskemu povodju, 19% pa Jadranskemu (3851 km^2).

Glede na to, da Slovenija leži ob Jadranskem morju in je od Črnega oddaljena več kot 1000 km, je tolikšna nesorazmernost na prvi pogled nenavadna. Nastala je zaradi mlade tektonike in paleogeografskega razvoja. V geološkem obdobju, v katerem živimo, je jadransko – črnomorska razvodnica na ozemlju Slovenije zelo blizu Jadrana. Večji del poteka po vodoprepustnih kamninah in je niti s sledenji podzemnih voda povsem zanesljivo ne moremo določiti.

Problem razvodnic je še pomembnejši pri podrobnejši delitvi porečij. Da bi dobili jasnejše dokaze o razmejitvi hidrografskih zaledij, so bili doslej v Sloveniji izvedeni številni sledilni poskusi. Registriranih imamo nad 100 sledenj z različnimi barvili in trosi ter več kot 150 potrjenih podzemnih vodnih povezav. Poskusi niso bili vedno uspešni, nekatere povezave so bile le nakazane, ne pa tudi trdno dokazane. Pri

nekaterih sledenjih je šlo za dokazovanje zvez med ponori ali podzemnimi tokovi in bližnjimi izviri ter nekajurnim časovnim zamikom do vnovičnega pojava sledila. Večinoma pa so bili poskusi časovno in prostorsko zahtevnejši (npr. sledenja ob jadransko-črnomorskem razvodju, v zaleju kraških izvirov Mrzleka, Vipave, Timava, Krke…). Na sledilo je bilo traba čakati nekaj dni, izjemoma nekaj celo deset dni. Večkrat se je prikazalo v številnih zelo oddaljenih izvirih. V nekaterih primerih se je izkazalo, da se kraški tokovi v različnih nivojih in ločenih hidrogeoloških enotah križajo in odtekajo v različnih smereh. Pri zgodnejših poskusih je bil pomemben samo pojav sledila, pozneje pa se je začelo določati tudi delež povrnjenega sledila. Tako se je skušalo oceniti pomen posamezne povezave. Izkazalo se je, da je treba na istem mestu sledilni poskus ponoviti v različnih hidroloških razmerah.

Osnovni hidrogeografski enoti delimo po osrednjih rekah na porečja Mure (Pomurje), Drave (Podravje) in Save (Posavje) s Kolpo (Pokolpje) ter povodje Soče (Posočje) in povodje jadranskih rek (Zakon o vodah, 2002).

Hidrografska raznolikost Slovenije je posledica paleografskega razvoja rečne mreže, neotektonike in geoloških značilnosti, med katerimi je treba posebej omeniti velik delež karbonatnih kamnin (okoli 40% krasa) in nesprijetih kvartarnih sedimentov (okoli 20%), reliefnih značilnosti z velikimi strminami ter klimatske raznolikosti ob nadpovprečno veliki količini padavin. Posledica vseh teh značilnosti, ki bolj ali manj izrazito nastopajo na posameznih območjih, je pristnost različnih rečnih režimov, od dežnega, dežnosnežnega, snežnodežnega do snežnega.

Slovenski vodotoki so kratki zaradi reliefne razgibanosti ozemlja in kamninske sestave. Od skupne dolžine 26989 km rečne mreže je le 46 vodotokov daljših od 25 km, ker je 22% omrežja. Daljše od 100 km so Sava, Drava, Kolpa in Savinja. Sava meri od izvira Save Dolinke v Zelencih do Hrvaške meje 221 km. Čez 100 km meri tudi Savinja, ki se v Logarski dolini izgubi v podu in ima stalen tok šele od izvira Črne (95 km). Približno toliko merita tudi Soča (95,8 km do italjanske meje) in Krka (94 km). Od vodotokov, daljših od 25 km, jih je v jadranskem povodju le pet.

Tudi po velikosti porečij Slovenija nima velikih rek. Črnomorsko povodje v Sloveniji predstavlja le dva odstotka vsega Podonavja, slovensko Posavje s Pokolpjem pa 12 odstotkov vsega Posavja. Po površini vodozbirnega zaledja je naša največja reka Drava, katere porečje do hrvaške meje meri dobrih 15500 km^2. Od tega ga je štiri petine v Avstriji in Italiji. Tudi površina vodozbirnega zaledja Mure preseže 11000 km^2, preden zapusti Slovenijo, vendar ga je skupaj skoraj devet desetin v Avstriji in nekaj malega na Madžarskem. Na tretjem mestu je Sava, katere zaledje meri 10870 km^2. Tako je Sava tudi v tem pogledu naša največja reka.

Celotno ozemlje Slovenije ima pozitivno letno vodno bilanco, kar pomeni, da prejema s padavinami in dotokom več vode, kot je porabi. Večina tega presežka slej ko prej odteče po površju in oblikuje rečno mrežo. Rečna mreža se začenja s stalnimi ali občasnimi izviri različne izdatnosti in nadaljuje s hodourniki in potoki, ki se

združujejo v vedno večje reke. S pojmom vodotok zaobjamemo po površinskih strugah tekoče vode ne glede na njihovo velikost.

Vodotoki sestavljajo rečno omrežje. Še najbolje je prikazano na topografskih kartah. Karte v merilu 1:5000, vsaj kar zadeva prikaz rečnega omrežja, niso bistveno podrobnejše od kart v merilu 1.25.000. So pa starejše topografske karte, katerih izdelava je temeljila na terenskem prepoznavanju, lahko natančnejše od novejših, ki nastajajo tudi na podlagi daljinskega zaznavanja. Potrebno je upoštevati, da se tudi rečno omrežje neprestano spreminja. Prikaz omrežja na topografskih kartah je potrebno osveževati. Dejansko stanje se lahko razlikuje od prikaza na kartah. Še posebej zahtevno je razlikovanje vodotokov glede na njihovo širino ali stalnost ter razlikovanje med strugo in vodnim tokom. Širna vodotoka se na prečnem preseku neprestano spreminja v odvisnosti od vodne količine. Spremembe so očitnejše pri širokih in plitvih presekih. Maksimalno širino doseže ob poplavi, minimalno ob suši. Skrajni primer so pri nas nekatera kraška polja, kjer ne govorimo več o poplaviščih, temveč kar o presihajočih jezerih. Tako je s Strženom na Cerkniškem in z Unico na Planinskem polju. Celo tam se dogaja, da skrajne poplave sežejo do vasi. Ob suši številne struge, zlasti na krasu, kjer imamo opraviti z velikim nihanjem višine kraške vode, presahnejo. Ker je maksimalno širino vodnega toka ob normalnih vodnih razmerah težko oceniti, ni nič nenavadnega, da ljudje brez večdesetletnega vedenja gradijo na poplavnih zemljiščih. Korito ali struga je del preseka, ki ga vodotok prek leta dovolj pogosto zapolni. V odvisnosti od podlage in hitrosti vodnega toka, ki sta tudi medsebojno povezana, je struga zaraščena z vodno vegetacijo ali pa neporasla. Tam, kjer teče voda le izjemoma in nima erozijske moči, navadno tudi korito ni jasno vidno. Nanj lahko opozarja le enakomeren strmec v smeri odtekanja vode ali pa niti to ne. Take primere najdemo na Krasu (npr. kadar Rašica podaljša svoj tok mimo Ponikve proti Predstrugam na Dobrepolju; na Babnem polju, kadar Trebuhovica podaljša svoj tok pri Bukovici proti severozahodnem robu polja), v skromnejši izvedbi pa na prodnih poljih, kjer potoki z obrobja presahnejo (npr. nekateri potoki na Deželi in Kranjskem polju v Ljubljanski kotlini ter Podpohorski potoki na Dravskem polju). Korita hodournikov so v pokrajini dobro vidna, čeprav so lahko večji del leta suha.

To so spremembe, ki se dogajajo prek leta zaradi spreminjanja pretoka vode. Poznamo pa tudi spreminjanje rečnega omrežja na daljši rok oziroma v drugi časovni skali. V zadnjih stoletjih ljudje neposredno ali posredno vplivamo na spreminjanje rečnega omrežja. Povsod, kjer tečejo vodotoki po lastnih nanosih, je treba struge bolj ali manj vzdrževati, če ne želimo dopustiti, da prestavljajo tok. To je naraven proces. Naravno je, da naše nižinske reke mandrirajo, tiste pa, ki imajo večji strmec, nekje erodirajo in drugje odlagajo gradivo. Na topografskih kartah ali na terenu regulirane odseke strug hitro prepoznamo – zravnani odseki, zglajeni zavoji, enakomerne širine rečnih korit na večje razdalje. Manj se zavedamo posrednih sprememb rečnega omrežja, ki jih je s svojimi posegi povzročil človek. Znano je, da Sava na Ljubljanskem polju poglablja strugo. To je posledica regulacij, zidave hidroelektrarne Medvode in izkoriščanja proda in korita reke. Nižanje gladine reke pa vpliva tudi na gladino podtalnice na spodnjem delu Ljubljanskega polja. Zaradi tega

so presahnile studenčnice, njihove struge so se postopno zarasle in v nekaj deset letih izginile. Tudi Mura poglablja svojo strugo zaradi hidroelektrarn v Avstriji.

Na prikazu rečnega omrežja Slovenije se lepo vidijo razlike v gostoti. So predvsem posledica različnih hidrogeoloških in ne toliko klimatskih razmer. Redko rečno omrežje ima dinarska Slovenija. Brez površinskih vodotokov je večji del Krasa, visokih kraških planot od Banjščic prek Trnovskega gozda, Hrušice, Nanosa, Javornikov in Snežnika, ki prejmejo skoraj največ padavin. Tudi Krimsko pogorje z Menišijo ter visoke kraške planote Dolenjskega krasa (Velika gora, Strojna, Goteniška gora, Mala gora, Kočevski Rog in Poljanska gora) so brez rečnega omrežja. Zelo redko je omrežje v Suhi in Beli krajini. Ne severu Slovenije imajo redko rečno omrežje Julijske Alpe. Spet je vzrok geološka zgradba, nekaj pa prispevajo strmine, zaradi katerih prevladuje v visokogorju ploskovni odtok. Kamniške alpe niso tako prostrane in ne dajo tako opaznega vtisa pokrajine brez površinskih vodotokov. Skoraj brez površinskih vodotokov so še osrednji deli prodnih polj z globoko podtalnico: Dežela, Kranjsko, Sorško in Ljubljansko polje v Ljubljanski kotlini ter Dravsko in Ptujsko polje. Mursko polje in Celjska kotlina imata drugačne hidrogeološke značilnosti (manjša globina do podtalnice, neprepustni sedimenti z obrobja) in tudi gostejše rečno omrežje. Gosto je rečno omrežje na neprepustnih in slabo prepustnih kamninah.

Slovenske tekoče vode oblikujejo zelo gosto rečno mrežo, saj znaša njena gostota v povprečju kar 1,33 km^2. Ni pa enako gosta po vsej Sloveniji. Razlike so predvsem posledica hidrogeoloških in ne toliko podnebnih razmer. Redko rečno mrežo ima dinarska Slovenija. Brez nje so npr. visoke kraške planote, ki spadajo sicer med najbolj namočena območja. Imajo velik vodnobilančni presežek, a ta kot podzemna voda odteka k njihovemu obrobju, kjer napaja izdatne kraške izvire. Podobne razmere najdemo v kraškem alpskem svetu, le da tu območja brez rečne mreže niso tako prostrana. Redko rečno mrežo imajo tudi osrednji deli prodnih ravnin z globoko podzemno vodo (npr.Kranjsko, Sorško, Ljubljansko in Dravsko polje).

Na neprepustnih in slabo prepustnih kamninah je rečna mreža povsod po Sloveniji gosta. Reka, pritok Save pri Litiji, ima 96 km^2 obsežno porečja in gostoto 2,8 km/km^2. Nad izlivom Črnega potoka ima Reka še vedno okoli 40 km^2 vodozbirnega zaledja v peščenjaku in glinavcu ter gostoto 3,5 km vodotokov na km^2. Pri tem je treba omeniti, da se rečna korita oz. struge, in s tem rečna mreža, neprestano spreminjajo in prilagajajo razmeram v lokalnem kroženju vode. Nekatere spremembe so hitre, npr. ob visokih vodah se spremeni oblika ali potek korita. Druge spremembe pa so postopnejše, npr. izsušitev zaradi upadanja gladine podzemne vode, zakrasevanje. V zadnjih stoletjih ljudje neposredno ali posredno vplivamo na spreminjanje rečne mreže. Slika 1 prikazuje povodja in porečja v Sloveniji.

3 VZROKI ZARADI KATERIH SO OGROŽENE VODE

Življenje na Zemlji je odvisno od vode. Voda vzdržuje in povezuje ekosisteme planeta s tem, da se nenehno premika na zemeljski površini in pod njo. Nekaj se jo neposredno vrača v atmosfero, delno tudi skozi rastline. Način človekove rabe tal in njegovega spreminjanja ekosistemov vplivajo na kakovost, premikanje in porazdelitev vode. Od tega, kako ljudje uporabljajo vodo, je odvisna kakovost in količina vode in tudi neokrnjenost kopenskih in vodnih ekosistemov.

Problemi kakovosti in količin voda, ki jih obravnavamo danes, so drugačni in bolj zaskrbljujoči od tistih v preteklosti, ki so pred nekaj desetletji spodbudili razvoj pionirskih okoljskih in vodnogospodarskih politik. Prvotni pristop, ki je temeljil na lokalnem in parcialnem obravnavanju posameznih vodnih virov, danes ne ustreza sodobnemu razvoju varstva in optimalne rabe vode in vodnega okolja. Zagotoviti moramo usklajeno zadovoljevanje realnih sonaravnih potreb energetike, industrije in izkoriščanja naravnih surovin, prometa, kmetijstva in gozdarstva, turizma in drugih, ki jih po zagotovitvi primarnih potreb (pitna voda) in ohranjanja narave še smemo izkoriščati. Politika nadzora in zmanjševanje tveganja, kot del optimalnega gospodarjenja z vodami, omogoča najti kompromis med nadaljevanjem dejavnosti na vodah – pod določenimi pogoji – in s kompenzacijo negativnih učinkov z zmanjševanjem možnosti, da se ti pojavijo. Vodilo pri načrtovanju raznih posegov je, da se ti čim bolj prilagodijo naravi vode. Država, kot skrbnik celotnega naravnega bogastva Republike Slovenije, je dolžna uveljaviti splošne principe gospodarjenja z vodami na ekosistemskih in ekonomskih osnovah in upoštevati vodo kot odločilni dejavnik za trajnostni razvoj.

Ker število prebivalcev narašča, je trajnost človeške porabe vode na koncu odvisna od tega ali bodo ljudje prilagodili svoje ravnanje vodnemu ciklu. Človeške družbe morajo razviti sposobnost – zavest, znanje, postopke in ustanove, da bodo uravnavale svojo rabo zemlje in vode na celovit in razumljiv način, tako da bodo ohranjale kakovost in količino vodnih virov za ljudi in za ekosisteme, ki ljudi podpirajo. Na splošno vzeto je vodni cikel razsekan na majhne konceptualne in upravljalske dele: gospodarjenje z vodami obravnavamo ločeno od gospodarjenja z zemljo, podtalnico ločeno od površinske vode in oskrbo z vodo ločeno od vodnih ekosistemov.

V slovenskem prostoru potekata hkrati dva procesa, ki ogrožata vodni režim in naravna bogasta:

- postopno spreminjanje naravnih ravnotežnih razmer in občasni naravni rušilni pojavi;
- antopogeni posegi v naravo in procesi, ki nastanejo zaradi teh posegov.

Oba procesa sta med seboj pogosto tudi kombinirana, kar še povečuje negativne posledice njunega delovanja. Urejenost slovenskih voda je odsev bolj ali manj uspešnih aktivnosti in ukrepov, s katerimi naj bi vsaj omilili negativne posledice ter

procesov za vodni režim. Te aktivnosti in ukrepi niso bili niti zadostni niti pravilno odmerjeni. Zato so nezaželene spremembe vodnega režima pri večini slovenskih površinskih in podzemnih voda velike.

Pomembnejši vzroki, zaradi katerih so ogrožene vode so čezmejne emisije škodljivih snovi. Glavni viri emisij škodljivih snovi v vodi so:

- industrijska proizvodnja, ki ne obvladuje svojih tehnoloških procesov ali ni sprejemljiva za okolje in vodni režim,
- urbana naselja, ki niso urejena tako, da bi odplake in trdne odpadke ustrezno obvladovala,
- kmetijska proizvodnja in živinoreja porabljata čezmerne količine umetnih gnojil, neprimerno uporabljata sredstva za zaščito rastlin in ne obvladujeta odplak živinoreje,
- promet, skladiščenje in manipulacija z nevarnimi in vodi škodljivimi snovmi.

Neprimerni posegi v prostor, ki povečujejo odtočne lastnosti zemljišč, povečujejo neugodna razmerja med velikimi in malimi pretoki vodotokov. Povečuje se ogroženost prostora pred vodami, spreminja se značilnosti vodnih zemljišč, zmanjšujejo se dostopnost in koristne količine voda, nepremišljeni posegi v vodni svet pri melioracijah kmetijskih in drugih površin, so zmanjšali obseg ter urejenost vodnih zemljišč. Zato so se spremenili naravni ekosistemi in vodni biotopi, ki vse bolj izgubljajo svoje naravne značilnosti in vrednote, grobi regulacijski posegi v površinske vodotoke so povečali hitrost odtekanja voda in zmanjšali vodne površine. Ti posegi so lokalno zmanjšali ogroženost zemljišč pred poplavami, poslabšali pa so odtočne razmere navzdolnih odsekov vodotokov in bilance vodnih količin. Prevelika ali neprimerna raba voda, odvzemi prevelikih količin vode na neprimernih mestih, rušijo v vodnih sistemih naravna ravnotežna razmerja. Spreminja se naravni odtočni režim voda, siromašijo se tudi vodni biotopi, umetno zadrževanje voda za energetske potrebe in druge oblike rabe voda, bistveno menja sedanja stanja vodnih biotopov in kakovost njihovih življenjskih združb. Čezmerno črpanje vode iz omejenih vodnih virov lahko menja raven podzemnih voda celih regij in povzroči na prizadetih območjih velike spremembe flore in favne. Neupoštevanje omejene spremenljivosti in občutljivosti vodnega ter drugega prostora je poglavitni razlog za tako stanje. Napačno je izhodišče, naj se odpravljajo predvsem posledice napak, ne pa vzroki za nastajanje le teh.

3.1 VPLIVI PODNEBNIH SPREMEMB NA VODNE VIRE IN VODOOSKRBO V SLOVENIJI

Med posledicami podnebnih sprememb, ki bodo ljudi najbolj prizadele, je na prvem mestu razporeditev padavin/vode in njihova sezonska nihanja. Voda je življenjsko pomemben vir za vsa živa bitja, potrebna za zdravje in vzdrževanje primernih zdravstvenih razmer.

V Sloveniji živimo v relativnem izobilju vode. Območje Slovenije je bogato z vodami, pa vendar je voda pogosto neugodno časovno in prostorsko razporejena, imamo pa tudi geološko pogojeno ranljivost, predvsem na Krasu. A podnebne spemembe utegnejo močno vplivati na naše vodne vire in vodooskrbo.

Upadanje količine padavin poleti bo imelo za posledice več suš z negativnimi učinki na dostopnost vodnih virov. Pričakujemo lahko daljša sušna obdobja ter krajša in krajevno razporejena obdobja intenzivnih padavin. Posledično se bodo spremenili časovni in geografski poplavni vzorci, upadli bodo srednje nizki pretoki vodotokov, prav tako pa lahko pričakujemo tudi težave s preskrbo z vodo zaradi padca ravni podtalnice oziroma črpanja zalog podtalne vode pod obstoječo spodnjo raven. Zaradi dviga morske gladine bodo poplavno ogrožena vsa naša obala, podobna usoda bo doletela tudi soline.

Poleg obalnega in kraškega območja so zaradi podnebnih sprememb v Sloveniji najranljivejša območja, ki so v obstoječem stanju podnebja problematična zaradi preskrbe s pitno vodo, izpostavljena suši ali vodni in vetrni eroziji, ter območja, izpostavljena običajnim in katastrofalnim poplavam.

Zaradi pomanjkanja vode bodo posredno prizadete naslednje dejavnosti: kmetijstvo, energetika in predelovalna industrija. Posledica prizadetosti gospodarskih panog in preskrbe z vodo pa bodo dražja voda, hrana in električna energija.

Povečanje povprečne letne temperature za 1°C lahko pričakujemo že v naslednjih 20 letih. Tabela kaže, da je občutljivost na povečanje srednjih obdobnih padavin za vsa porečja enaka. Odtoki se povsod povečajo za 10%. Ob zmanjšanju padavin pa se že pokažejo velike razlike pri spremembah obdobnih odtokov porečij. Vidimo, da bo v tem primeru največji primankljaj v porečjih vzhodne Slovenije.

Pri dvigu temperature za 2,5°C so spremembe odtokov posameznih porečij še izrazitejše. Izračun sprememb srednjih obdobnih odtokov v Pomurju kaže, da je izhlapevanje večje od količine srednjih padavin, kar pomeni, da bodo struge manjših vodotokov, predvsem ob zmanjšanju padavin za 10%, pretežno suhe.

Pričakujemo tudi upadanje srednjih nizkih pretokov. Znižanje srednjih nizkih pretokov in višje temperature okolja lahko povzročijo zmanjšanje samočistilne sposobnosti vodotokov, manjšo sposobnost sprejemanja efluentov iz komunalnih in industrijskih čistilnih naprav, manjše razpoložljive količine vode za odvzem, slabše napajanje vodonosnikov itd.

Zaradi znižanja srednje nizkih pretokov, bo ogrožena varnost preskrbe s kakovostno pitno vodo. Vodotoki, za katere je danes značilna letna hidrološka dinamika s poletno presušitvijo brez antropogenih vplivov, so del biotopa, ki je na te sezonske spremembe prilagojen. V primeru nastopa podnebnih sprememb proces ne bo

trenuten, temveč dolgotrajnejši. Biotop, že v obstoječem stanju prilagojen na suha obdobja brez vode v strugi vodotoka, se bo z naravnimi procesi prilagodil na nove podnebne razmere. Ranljivost tovrstnih vodotokov zaradi podnebnih sprememb je torej minimalna. Takšni vodotoki so Dragonja, Badaševica in nekateri drugi vodotoki, ki se zlivajo v Jadransko morje, ter nekateri vodotoki v Prekmurju.

Vodotoki, ki jih rabimo za potrebe vodnogospodarskih in energetskih dejavnosti, bodo v primeru upada srednje nizkih pretokov zelo ranljivi. Odvzeto količino bo zato treba prilagoditi spremenjenim podnebnim razmeram in količinam razpoložljive vode v strugah. Zaradi povečanja temperature in možne večje pogostosti sušnih obdobij, pričakujemo povečanje porabe vode končnih uporabnikov in možne težave pri oskrbi z vodo. Zato moramo že danes ohranjati kakovost podtalnice na vodovarstvenih območjih, ki še niso v uporabi, in tudi zmanjšati izgube v omrežju z obnovo vodooskrbnih sistemov. Potrebna bo tudi racionalnejša poraba vode v gospodinjstvih in industriji, prilagoditev izpustov čistilnih naprav na možne spremembe srednjih nizkih pretokov, prilagoditev sistemov odvajanja meteornih voda glede na možne močnejše intenzitete padavin, ter rezervacija prostora za gradnjo novih vodnih akumulacij za bogatenje nizkih pretokov.

Spremembe podnebnih razmer bodo predrugačile hidrološke režime vodotokov in tako tudi proizvodnjo električne energije, ki bo prizadeta v poletnem času, a ne onemogočena. Cena električne energije bo višja, saj bodo za zagotavljanje zadostnih količin električne energije potrebne dodatne investicije. Potrebne bodo nove akumulacije vode za hidroenergetske potrebe. V termoenergetskih objektih bo potreben ukrep prehod na tehnologijo hlajenja s suhimi hladilnimi stolpi. Na termoenergetskih sistemih s pretočnim sistemom hlajenja, pa bo potrebna gradnja dodatnih hladilnih stolpov.

Najverjetneje bodo posledice podnebnih sprememb najprej opazne na vodni bilanci tal, saj se število držav, ki jih prizadeva pomanjkanje vode, povečuje. Po vsem svetu v zadnjih letih opažamo izjemno katastrofalne suše z močno intenzivnostjo in dolgim trajanjem. Računamo lahko, da bodo s podnebnimi spremembami naraščale potrebe po zvišanju kakovostnih vodnih virov za vodooskrbo kmetijstva. V Sloveniji so se v preteklosti suše pojavljale redkeje kot v zadnjem obdobju, ko smo imeli hude suše kar v šestih letih: 1992, 1993, 1994, 2000, 2001 in 2003. Največji primankljaj vode na kmetijskih območjih v Sloveniji, ki je v povprečju dosegel skoraj 300 mm vode, je bil v letu 2003. Vodni viri so že danes zelo ranljivi in vsak nadaljni stres bo povečal tekmovalnost različnih sektorjev pri porabi vode.

4 VODNA BILANCA SLOVENIJE OD LETA 1971-2000

Voda je eden najpomembnejših življenjskih naravnih virov. Podatki o njenih količinah predstavljajo pomembno izhodišče načrtovanja razvoja družbe in so podlaga globalni viziji prostorskega razvoja. V vodni krog vse pogosteje in vse močneje posega človek z rabo in urejanjem voda in prostora. Poznavanje prostorske in časovne razporeditve in ocene razpoložljivih količin vode, so ključne podlage upravljanju voda. Racionalnejša raba in urejanje voda za zmanjševanje posledic hidroloških suš in škodljivega delovanja voda, je pomemben cilj nacionalnega programa upravljanja z vodami.

Vodna bilanca je računalniška shema vhodnih in izhodnih količin vode v poenostavljenem modelu vodnega kroga, ki ga je za analizo vodnih virov zasnoval geograf C.W.Thornthwaite in s tem postal pionir računanja vodne balance. Uporabnost rezultatov vodne bilance temelji na razpoložljivosti in zanesljivosti podatkov iz dolgoročnih programov meriitev, opazovanj in analiz procesov v hidrosferi. V rezultatih nacionalne vodne balance se zrcali tudi stabilnost delovanja nacionalne hidrološke in meteorološke službe, ki izvajata dolgoročne programe meritev in analiz.

Za državno načrtovanje upravljanja voda je pomemben obdobni vodnobilančni izračun, ki lahko nakazuje regionalne spremembe v prostorski in časovni razporeditvi vode. Svetovna meteorološka organizacija priporoča tridesetletno bilančno analitično obdobje.
Vodna bilanca Slovenije za obdobje 1971-2000 prinaša pomembne ugotovitve o spremembah padavinskega režima, ko jesenski višek padavin postaja bolj izrazit, medtem ko se v ostalih mesecih količina padavin zmanjšuje. Spremembe ugotavljamo tudi pri izhlapevanju, ki se je v primerjavi s predhodnim vodnobilančnim obdobjem povečalo. Posledice so spremenjeni pretočni režimi med katerimi se zmanjšijejo regionalne razlike. Trendi pretokov so v splošnem v upadanju. Primerjava elementov vodne balance obdobja 1971-2000 z obdobjem 1961-1990, nakazuje povečanje izhlapevanja in zmanjšanje odtoka. Ugotovljene spremembe na regionalni ravni še niso povzročile pomanjkanja vode, lokalno pa se zaradi njih tveganje pri zagotavljanju vode povečuje. Po podatkih Evropske okoljske agencije, ugotovljene vodnobilančne spremembe uvrščamo v velikostni red pričakovanih sprememb povprečne letne razpoložljivosti vode, na območju Slovenije do leta 2030.

Vodna bilanca Slovenije 1971-2000 ponovno prinaša pomembno sporočilo o potrebni podpori razvoju nacionalne hidrološke in meteorološke službe. Hkrati je zadostno opozorilo za nujne ukrepe v nacionalni politiki upravljanja voda in prostorskega planiranja.

Vodnobilančni račun temelji na kroženju vode. Voda na Zemlji je v stalnem gibanju, hkrati pa spreminja fizikalna stanja – od tekočega in plinastega do trdnega ter obratno. Pri vodnem kroženju na Zemlji ločimo mali in veliki vodni krog. Kroženje

vode med oceani in atmosfero predstavlja, glede na količine, glavnino vodnega kroga. Imenujemo ga tudi mali vodni krog. Veliki vodni krog poteka tudi na kopnem in je bolj razvejan in raznovrsten. Seveda se oba kroga prepletata.

Vodna bilanca ocenjuje količine vode na določenem območju v določenem časovnem obdobju. Upoštevati mora vse dotoke in odtoke ter spremembe zalog. Vodna bilanca izbranega območja, kot je npr. država, pokrajina, je vedno poenostavljen prikaz dejanskih razmer, smiselna pa, če zajame vse bistvene bilančne elemente in pravilno poda razmerje med njimi.

Osnovna enačba vodne balance temelji na kroženju vode med ozračjem in površjem Zemlje: Padavine(P)= Odtok(Q)+Izhlapevanje(I)+Sprememba zalog(dS). Padavine so po definiciji atmosferska voda, ki po kondenzaciji in sublimaciji izhaja iz zraka in zaradi težnosti pada proti tlem oziroma pade na tla. S pojmom izhlapevanje označimo prehajanje vode v paro z odprtih vodnih površin, kar pojmujemo kot evaporacijo, in preko rastlinstva, kjer prehajanje poteka s transpiracijo. Izraz izhlapevanje zajema obe obliki, ki ju združeno imenujemo tudi evapotranspiracija. Z odtokom zaobjamemo različne oblike pretakanja vode od ploskovnega površinskega odtoka (infiltracije in pronicanja) premikanja vode v preperelini (prst,tla) in tokov podzemne vode, do pretoka rek. V vodni bilanci se omejimo na analizo območij–hidrometričnih zaledij, katerih odtok lahko izmerimo kot pretok vode skozi merski profil vodomerne postaje. Pri obravnavi vodne bilance izbranega območja je potrebno poleg padavin upoštevati še ostale dotoke vode. Tako enačbo lahko zapišemo:
P(padavine) +QV(dotok)= Q (odtok)+I (izhlapevanje)+dS (sprememba zalog)
Za izdelavo vodne bilance so obravnavane padavine, izhlapevanje in odtoki v obdobju 1971-2000. Spremembe vodnih zalog niso upoštevene, saj se predpostavlja, da so zanemarljive. V prostorskem smislu je osnovni gradnik vodne bilance hidrometrično zaledje (Kolbezen, 1998, str.18).

4.1 VPLIVNI DEJAVNIKI NA VODNO BILANCO

4.1.1 Lega in relief

Slovenija leži na severni polobli, v geografskih širinah, ki so pod vplivom polarne fronte, kar vse neposredno vpliva na podnebje in s tem na osnovne elemente vodne bilance - padavine, izhlapevanje in odtok. Zaradi vpliva, ki ga ima relief na podnebje in neposredno na hidrološke razmere, je pomembna tudi lega na stičišču štirih velikih evropskih reliefnih enot: Alp, Dinarskega gorovja, Panonske kotline in kotanje Jadranskega morja.

Povprečna nadmorska višina Slovenije je 557 m. Severozahodni del države – Julijske Alpe – je po nadmorski višini najvišji, najnižja pokrajina je Krška ravan. Nadmorska višina vpliva med drugim tudi na oblikovanje višinskih meja ter naklona površja. V Sloveniji je povprečni naklon 13°.

Alpe segajo v Slovenijo s severa in severozahoda. To je visokogorski svet Julijskih Alp, Kamniško-Savinjskih Alp in Karavank. Večje rečne doline so doline rek Soče, Save Dolinke in Save Bohinjke, Kokre, Kamniške Bistrice in Savinje. Visokogorski svet obroblja pas hribovja in kotlin. Tu so večje rečne doline Poljanske in Selške Sore, Save, Savinje, Meže in Drave. Za alpski svet so značilne visoke količine padavin.

Dinarsko gorovje je na jugu Slovenije. Večina sveta je kraškega, izmenjujejo se kraške planote in podolja ter ravniki, rečno omrežje je omejeno na kraške ponikalnice z izjemo dolin Idrijce, Krke in Kolpe. Kras im vlogo kratkočasnega zadrževanja vode, zato so tudi značilnosti pretokov kraških rek prav posebne.

Svet odprt proti Jadranskemu morju je na jugozahodu države, to je mediteranski del Slovenije. Brda se izmenjujejo z dolinami ter nizkimi kraškimi planotami s podolji. Tu so večje doline rek Reke, Vipave, Soče, Dradonje, Rižane.

Na vzhodu in severovzhodu države je njen panonski del. Prevladujejo ravnine in griči, rečno območje je razvejano. Večji reki sta Mura in Drava. Zaradi večje oddaljenosti od morja in manj izrazitega ter nižjega reliefa, je tu manj padavin in več izhlapevanja.

4.1.2 Podnebje

Podnebje je najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na vodni krog katerekoli regije. Na značilnost podnebja v Sloveniji vpliva lega države v zmerno toplem pasu, bližina Sredozemlja ter reliefna razčlenjenost. Delimo ga na submediteransko, zmerno celinsko ter gorsko podnebje. Submediteransko podnebje je v jugozahodnem delu države; najbolj izrazito je v obalnem delu, njegovi vplivi se poznajo daleč po dolini Soče. Gorsko podnebje je v Julijskih Alpah, Kamniško-Savinjskih Alpah, Karavankah in na Snežniku. Vplivi gorskega podnebja segajo še po alpskih dolinah in visokih dinarskih planotah. Na severovzhodu in vzhodu države prevladujejo značilnosti zmernega celinskega podnebja. Mediteransko zmerno celinsko podnebje, z vplivi in prehodi že naštetih, je značilno za večino Slovenije.

Temperatura zraka ima največji vpliv na izhlapevanje in tudi neposredno na odtoke, ko so negativne temperature vzrok za zadržek padavin v trdni obliki. V Sloveniji se temperatura zraka prostorsko in časovno zelo spreminja. V povprečju je najtoplejši mesec v letu julij in najhladnejši januar. V večjem delu Slovenije je povprečna letna temperatura zraka okrog 10° C.

V Sloveniji je največ padavin na alpsko-dinarski pregradi (Kredarica 3200 mm, Vojsko, Postojna), količina se z oddaljevanjem od te proti severovzhodu in jugozahodu znižuje. Več kot 1500 mm padavin pade letno v zahodnem delu notranje Slovenije. Letno pade običajno najmanj padavin na skrajnem severovzhodu države, v povprečju pod 900 mm na leto. Ob obali pade na leto v povprečju okrog 1100 mm padavin.

Snežna odeja je v Sloveniji, z izjemo Obale, običajen pojav. Snežna odeja je zelo odvisna od temperature, katere trendi so v zadnjem obdobju pozitivni, kar ima posledično vpliv na pretočne režime, pri katerih je jesenski višek izrazitejši. V gorah lahko sneži tekom celega leta, v nižjih legah pa je sneženje omejeno na zimo. V dolgoletnem povprečju je na obali manj kot 5 dni s snežno odejo, v hribovitem delu jugozahodne in zahodne Slovenije več kot 60 dni, v gorah pa več kot 100 dni. Osrednji del Slovenije ima 40-60 dni s snežno odejo, severovzhodna Slovenija, Krško-Brežiško polje in Bela krajina pa od 20 do 40 dni.

Trajanje sončnega obsevanja najbolj vpliva na izhlapevanje. V Sloveniji v dolgoletnem povprečju (1971-2000) sije sonce nekaj več kot pet ur na dan, izjema je Primorska, kjer sonce sije v povprečju šest ur in pol na dan, kar znese čez 2400 ur na leto. V notranjosti države imamo pod 2000 sončnih ur na leto. Razlike v vrednostih med kraji niso velike, so pa posledica oblačnosti in megle.

Vetrovi z zračnimi masami prenašajo vlago. Zelo lahko povečajo izhlapevanje, kar je potrebno upoštevati tako pri izračunu izhlapevanja po Sloveniji, kot tudi pri korigiranju merjenih padavin, ki so zaradi vetra podcenjene. V Sloveniji so vetrovi večinoma šibki. Po nižinah povprečna letna hitrost redko preseže 2m/s. Seveda pa imamo tudi močne vetrove: burjo, jugo in karavanški fen ter vetrove ob neurjih.

4.1.3 Kamnine in prsti

Kamnine zaradi vodoprepustnosti bolj ali manj upočasnijo odtok in vplivajo na rastje. V Sloveniji prevladujejo karbonatne kamnine, zaradi česar je 43% ozemlja kraškega (Gams,1974). Alpski in dinarski svet sestavljajo predvsem apnenčevi in dolomitni masivi. Ob tektonskih premikih so nastale doline, ki so zapolnjene s terciarnimi sedimenti. Kotline tektonskega nastanka, Ljubljanjska in Celjska kotlina ter Brežiško-Krško polje, so pokrite z ledeniškimi in rečnimi nanosi. Panonski svet v manjši meri tvorijo metamorfne in magmatske kamnine, prevladujejo pa terciarne sedimentne kamnine. Tudi ob Dravi in Muri so široke doline prekrite s prosom.

Velik pomen za vodo ima prepustnost kamnin. Geološke enote, ki lahko prevajajo in akumulirajo podzemno vodo so vodonosniki z medzrnsko, razpoklinsko, kraško in mešano poroznostjo. Gradijo veliko večino površja Slovenije. Nepropustne kamnine predstavljajo zgolj 4,4% površja Slovenije.

Prsti so močno navezane na tip kamnine, saj o razširjenosti različnih skupin in tipov odločata matična podlaga in relief. Prst zadržuje vodo – koliko in kako dolgo, je odvisno od tipa in debeline. Iz peščenih prsti voda odteče zelo hitro, že v enem dnevu, iz glinastih pa v dveh od treh dnevih. Posebej pomembna je infiltracijska kapaciteta tal, ki izraža stopnjo pronicanja vode skozi prst in je odvisna od številnih dejavnikov. Infiltracijska sposobnost prsti je še posebej pomembna v območjih z veliko količino padavin. V obdobni vodni bilanci je vpliv prsti manjšega pomena, večji pomen ima pri kratkoročni bilanci (npr.nekaj dni).

4.1.4 Antropogeni dejavniki

Človek s posegi v okolje vse bolj vpliva tudi na vodni krog. Neposredno lahko vplive vidimo v zadrževanju, črpanjih za različne namene, rabi tal,… Zaskrbljenost za naravne dobrine, med katerimi je voda nedvomno na prvem mestu, se veča. Za dosego sonaravnega razvoja moramo čim bolj spoznati pokrajino in njene elemente – torej tudi vodni krog. Prav vsi v Sloveniji imamo svoj način vpliva na vodo. Vse človekove dejavnosti imajo večji ali manjši vpliv na vodo. V alpskem svetu ima nanjo največji vpliv gospodarstvo, v panonskem in primorskem svetu pa kmetijstvo. Velik vpliv na vodni krog ima spreminjanje pokrovnosti tal. S krčenjem gozda in pozidavo se izhlapevanje zmanjšuje, vodni odtok pa se povečuje. Potrebno se je zavedati, da so potrebe družbe po vodnih virih, še posebej v času pomanjkanja, vedno večje.

4.1.5 Rastlinstvo

Rastlinstvo je zelo odvisno od vode, saj jo potrebuje za rast. S tem zelo vplivajo na vodni krog, saj zadržujejo podavine, črpajo vodo iz prsti in vodonostnikov, jo absorbirajo in jo potem vračajo v ozračje. Vsaka rastlina drugače vpliva na vodni krog. Za vodnobilančne analize je najbolj pomemben gozd. Slovenija je gozdnata dežela. Listnati gozdovi poraščajo nižinske predele v vseh pokrajinskih enotah Slovenije. Danes je v Sloveniji preko 50% gozdne površine. V realnih vrednostih je vodno bilanco gozda težko prikazati, saj je močno odvisna od biološke in fizikalne zgradbe gozda. V splošnem velja, da drevesni zastor zadrži približno tretjino letne količine padavin, pri čemer veljajo za listnate gozdove nekoliko nižje (15-25%), za gozdove iglavcev pa višje (25-40%) vrednosti. Travniki in pašniki v Sloveniji spadajo v drugotno rastlinstvo, prav tako vplivajo na odtočne značilnosti, zadrževanje vode in izhlapevanje. Poleg naravnih rastlin so pomembne tudi kulturne rastline, ki pokrivajo dobro tretjino površja.

4.2 PADAVINE

Količina padavin v bilančnem obdobju 1971-2000 je bila merjena na 394 postjah. Na precejšnjem številu merilnih mest so bila tudi obdobja brez meritev padavin. Ker daljša manjkajoča obdobja meritev lahko bistveno vplivajo na rezultate analize, so pri analizi padavin za vodno bilanco uporabljeni le podatki merilnih mest z najmanj 25 leti delovanja znotraj obravnavanega obdobja. Za korekcijo podatkov o padavinah so pomembni tudi podatki o temperaturi zraka, vetru in intenziteti padavin. Vse navedene količine se merijo v bistveno redkejši mreži merilnih mest kot padavine.

Deleži izmerjenih padavin se bistveno razlikujejo za tekoče in trdne padavine. Kadar so padavine v obliki dežja, običajno (99% meritev) izmerimo nad 90 % dejanske količine padavin. Ob sneženju pa tako količino izmerimo le v tretjini vseh meritev, pri eni tretjini pa izmerimo celo manj kot 75% dejanske količine padavin. Razlike med korigiranimi in izmerjenimi vrednostmi padavin so največje (nad 35%) v goratih območjih – na območju Julijskih in Kamniško-Savinjskih alp, Karavank, Pohorja in Gorjancev. Najmanjše razlike (do 5%) so v zahodni in jugozahodni Sloveniji (z izjemo viskokih kraških planot) ter v pasu od jugozahoda Slovenije proti Koroški. Razlike med 5 in 15% se pojavljajo v vzhodnih in jugovzhodnih predelih države. Razlika med vzhodnim in zahodnim delom države je predvsem posledica manj intenzivnih padavin na vzhodu države, kjer so posledično korekcijski faktorji nekoliko višji.

V povprečju prejme Slovenija 1567 mm padavin. 2069 mm jih pade v Jadranskem povodju, v Črnomorskem pa 1446 mm. Razmerje padavin med vodozbirnim zaledjem z največjo in najmanjšo povprečno letno količino je 4:1. Padavine so dovolj enakomerno razporejene čez vse leto, da povprečne mesečne vrednosti nikjer niso manjše od 40mm.

Razpreditev padavin in izhlapevanje preka leta sta najpomembnejša dejavnika pri oblikovanju pretočnih režimov. Pomembna sta tudi oblika (dež,sneg) in intenzivnost padavin. Kako se te poznajo pri nanaraščanju pretokov oziroma obliki visokovodnih valov, je odvisno še od vrste dejavnikov: od hidrogeoloških razmer skupaj z zalogami podzemne vode, namočenosti tal, poraščenosti in vegetacijske faze ter s tem transpiracije, reliefnih in hidromorfoloških značilnosti porečja (strmine, gostote in oblika rečnega režima, oblike rečnih korit…). Vplivi teh dejavnikov se med seboj lahko seštevajo ali izničijo in ob enaki količini padavin imamo v porečju opraviti z različnimi hidrološkimi razmerami. Tako lahko ob neugodni kombinaciji nekatere naše reke poplavijo že ob nekaj 10 mm padavin, ki padejo v 24 urah. Novembra 2000, ko je v Bovcu padlo toliko dežja, kot ga navadno pade vse leto, v Posočju ni bilo večjih poplav. Očitno so bile padavine dovolj enakomerno razporejene na daljša padavinska obdobja, intenzivnost pa nikoli ni presegla meje, ko bi bila presežena pretočna sposobnost rečnih korit. Intenzivne padavine, ko v uri pade več 10 mm ali celo več kot 100 mm padavin, so pri nas redke in navadno prostorsko zelo omejene. Ob takih nalivih se delež vode, ki odteka v struge po površju zelo poveča. Tam, kjer so take padavine, zanesljivo povzročijo naravno nesrečo, katere sestavni del so tudi poplave. Takih primerov smo imeli že kar nekaj in smo nanje slabo pripravljeni (Zasavje in

dolina Bolske leta 1995, dolina Lahomnice, Sora in Gradaščica leta 1926…). Ob tako intenzivnih padavinah so bili za porečja s površino nekaj km^2 določeni visokovodni specifični odtoki, ki so presegli 5000 $l/s/km^2$, to pa je strašljivo velika količina. Pomeni namreč, da je pretok v koritu, v katerem glede na specifične odtoke, značilne za osrednjo Slovenijo, lahko računamo s srednjim letnim pretokom med 20 in 30 l/s, ob poplavni konici 200 in večkrat večji. Take količine ne morejo odteči po strugi. Tudi prepusti za vodo, brvi in mostovi ne morejo biti dimenzionirani zanje. Zaradi plavja, ki ga prenaša voda, nastnejo ob takih dogodkih lokalne zajezitve, ki so še bolj verjetne, če objekti niso vzdrževani. Posledice so katastrofalne.

4.2.1 Geografska porazdelitev padavin

Geografska porazdelitev padavin je močno povezana z razgibanostjo reliefa. Zaradi orografskega učinka se količina padavin povečuje, ko gremo od morja proti notranjosti Slovenije, in doseže maksimum na dinarsko-alpski pregradi. Takšna prostorska porazdelitev padavin je posledica dejstva, da v Sloveniji največ padavin pade ob vremenskih situacijah, ko se vlažne in ralativno tople zračne mase preko države pomikajo z jugozahodnim vetrom. Smer premikanja zračnih mas je pravokotna na grebene orografske pregrade, zato se ob njih zračne mase dvigajo, zrak se ohlaja in tedaj se iz njega izločajo padavine. To je vzrok, da leži maksimum letnih padavin v Julijcih, kjer pade letno nad 3200 mm padavin. To območje spada tudi med najbolj namočene v Alpah in v Evropi. Razmerje med najbolj in najmanj namočenimi območji v Sloveniji je tako skoraj 1:4 oz. 900 mm:3200 mm.

4.2.2 Časovna porazdelitev padavin

V Sloveniji nimamo izrazito suhega ali mokrega dela leta, kjub temu pa med meseci oziroma letnimi časi opazimo večje razlike. Letni padavinski cikel je pogojen s podnebnim tipom, ki ima v obravnavani regiji največji vpliv. Za submediteransko podnebje (Bilje) sta značilna dva padavinska maksimuma: prvi se pojavlja konec pomladi, drugi jeseni. Za alpsko podnebje (Kredarica, Rateče) je značilno, da je največ padavin jeseni, nekoliko manj izrazit maksimum pa je značilen ob koncu pomladi in v začetku poletja. Na vzhodu države, kjer imamo izrazit vpliv celinskega podnebja (Murska Sobota,Novo mesto), je največ padavin ob poletnih plohah in nevihtah, najbolj suhi pa so zimski meseci.

Za vse podnebne regije v Sloveniji velja, da se količina padavin iz leta v leto močno spreminja in tako tudi za obravnavano obdobje velja, da zajema tako sušna kot tudi izjemno mokra leta. Po vsej državi sta bili izrazito suhi leti 1971 in 1983 in izredno mokro leto 1979, sicer pa se kažejo večje regionalne razlike v pojavljanju suhih in mokrih let. Posamezna desetletja znotraj obdobja se v namočenosti med seboj le malo razlikujejo. Nekoliko odstopa le prvo desetletje (1971-1980), ko je bilo več

padavin v vsej zahodni Sloveniji in hribovitem delu osrednje Slovenije in nekoliko bolj suho v severovzhodni Sloveniji. Čeprav se ob globalnih podnebnih spremembah predvidevajo tudi spremembe v količini padavin, te na letni ravni niso tako očitne. Na velikem številu merilnih mest je opazen statično značilen upad v letni količini padavin, vendar pa je veliko tudi takih merilnih mest, kjer sprememb v letni količini padavin ni opaziti ali so celo pozitivne. Precej bolj enotna slika pa se pokaže, če pogledamo, kako se količina padavin spreminja znotraj posameznih sezon. Zelo očitno je, da se jeseni količina padavin veča skoraj po vsej državi, z izjemo manjših območiji v Beli krajini, v okolici Brežic in na Koroškem, kjer ni opaziti statično značilnih sprememb. Tudi pozimi opazimo zelo enoten prostorski vzorec sprememb: količina padavin se zmanjšuje v vsej zahodni Sloveniji ter na Koroškem in Pohorju, medtem ko sprememb v zimski količini padavin v vzhodni polovici ni. Spomladi je opaziti dokaj enoten trend zmanjševanja padavin po vsej državi, razen v vzhodni Štajerski, Prekmurju in Goričkem. Nekoliko drugačna je situacija poleti: padavin je manj povsod razen v višjih legah Alp, kjer ni opaziti sprememb. Očitno je torej, da se spreminja padavinski režim: jesenski maksimum postaja bolj izrazit, medtem ko se v ostalih mesecih količina padavin zmanjšuje.

4.3 IZHLAPEVANJE

Izhlapevanje je prehajanje vode v obliki vodne pare z vodne površine ali zemeljskega površja skozi listne reže rastlin v ozračje (Allen,1998). Izračunano je bilo dejansko, realno izhlapevanje za obdobje 1971-2000, ki je podano v povprečni višini vodnega stolpca v mm.

Izhlapevanje je odvisno od deleža dostopnosti vode v zgornjem delu tal in od poraščenosti tal. Le ta se z letom spreminja. Dejansko izhlapevanje je odvisno od vrste rastlin, fenološke faze rastlin, rastlinam dostopne talne vlage in meteoroloških pogojev, izmed katerih na izhlapevanje najbolj vpliva temperatura zraka, relativna vlaga zraka, hitrost vetra in sončno sevanje.

Izračun dejanskega izhlapevanja je izveden po modificirani Hargreasovi metodi za 37 klimatoloških postaj na osnovi minimalne in maksimalne temperature zraka in natančne geografske lege postaje. Za Slovenijo je Hargreasova metoda utežena z linearnimi regresijskimi koeficienti, glede na dnevne vrednosti potencialnega izhlapevanja po Penman-Monteithovi metodi (Allen, 1998). Ta izračun velja za topli del leta in dobro namočena tla, poraščena s travo.

Izračunane povprečne letne vrednosti dejanskega izhlapevanja za posamezno meteorološko postajo se gibljejo med 355 mm na postaji Kredarica do 845 mm na merilni postaji Bilje pri Novi Gorici. Izhlapevanje je močno pogojeno z nadmorsko višino, zato je odvisno od geografske lege postaje.

4.3.1 Geografska razporeditev izhlapevanja

Naravnogeografska pestrost Slovenije se odraža tudi pri izhlapevanju. Vrednosti povprečnega letnega izhlapevanja po hidrometričnih zaledjih nihajo med 458 in 879 mm. Povprečno letno izhlapevanje v obravnavanih zaledjih je bilo 755 mm. Razmerje med najmanjšo in največjo povprečno količino izhlapevanja je le 1:2. Najvišje vrednosti dejanskega izhlapevanja so na območju jugozahodne in jugovzhodne Slovenije. Visoke vrednosti so posledica predvsem visoke povprečne temperature zraka v vegetacijskem obdobju in precejšnje gozdnatosti, ki pomeni visok koeficient rastlin na tem območju. Največje izhlapevanje, nad 850 mm, imamo iz posameznih območij v Pomurju, Krško-Brežiškega polja in Bele krajine, ter na vzhodu v južnejših in nižinskih legah Primorske in dolini Soče vse do Tolmina. Površina tega pasu je 440 km^2.

Na okrog 4700 km^2 Slovenije izhlapi med 800 in 850 mm vode letno. Lege s tolikšnim izhlapevanjem so zelo razdrobljene, zavzemajo pa prisojne lege v jugozahodni Sloveniji, pojavljajo se tudi na prisojnih pobočjih dolin in kotlin v pasu nekje 50 do 100 m nad dnom. Večja sklenjena območja so v Suhi krajini, Beli krajini in zgornjem delu porečja Kolpe. Na vzhodu so v Halozah in gozdnih predelih Slovenskih goric in na Goričkem.

Na petini Slovenije izhlapi med 750 in 800 mm. Pretežno se območja s takm izhlapevanjem nahajajo v južni polovici države, kjer je pas razdrobljen med Posočjem in Gorjanci. Na severovzhodu imajo takšno izhlapevanje predeli Kozjaka in nižji predeli Pohorja.

700 do 750 mm vode izhlapi v letnem povprečju na 1885 km^2 Slovenije. V severnem delu Slovenije so to območja med 150 in 300 m nad dolinami in kotlinami od severnega Posočja do Pohorja. Na jugu so taki višji predeli visokih dinarskih planot, okolica Snežnika in Koprsko primorje.

V pasu izhlapevanja med 650 in 700 mm so najvišji deli Snežnika in Trnovskega gozda na jugu, posamezna območja na Primorskem, alpske planote ter najvišji predeli Pohorja. Pas obsega 1370 km^2.

Dobro četrtino Slovenije obsega pas med 600 in 650 mm izhlapevanja letno. To so višji gorski predeli, posamezni predeli Primorske, Barje in kotline v osrednji Sloveniji. Večje površine zavzema na vzhodu – od Dolenjske do Prekmurja.

Med 550 in 600 mm izhlapevanja ima zgolj 1600 km^2 Slovenije. Pas tolikšnega izhlapevanja je raztresen po vsem alpskem in predalpskem svetu.

Najmanjše izhlapevanje v Sloveniji je v povprečju pod 550 mm vode na leto. Območja s tako majhnim izhlapevanjem zavzemajo vsega 1% države. Največji del tega pasu pripada najvišjim predelom Julijskih Alp, posamezna območja pa so še na najvišjih predelih ostalih slovenskih gora in hribovij ter ozek pas v dnu rečnih dolin.

4.4 PRETOKI

Višek padavin, ki ne izhlapi oziroma se ga ne porabi za transpiracijo, odteče, je odtok. V primerih, ko je ta presežek dovolj velik, se odtok zbere v vodotokih, ki predstavljajo večino odtoka z določenega vodozbirnega zaledja. Na mestih, kjer se večina odtoka zbere, lahko odtok merimo kot pretok.

Izmerjeni pretoki so praviloma najzaneslivejši izmerjeni element vodnega kroga. Pretoki so osnovni podatki za večino hidroloških analiz. Vsi podatki o pretokih so vezani na prostor, na hidrometrična zaledja, ki so osnovna prostorska enota pri izdelavi vodne bilance. Težave pri analizi hidroloških podatkov povzročajo podatkovne vrzeli.

4.4.1 Pretočni režimi

Pretočni režim opisuje značilno spreminjanje pretoka v izbranem merskem preseku prek leta in razvršča vire, iz katerih se napaja reka (dež, sneg, led) po pomenu. Dejavniki, ki oblikujejo pretočni režim so številni in raznovrstni, med pomembnejšimi so: podnebje, relief, kamninska podlaga, prst, rastlinstvo, vedno bolj pa tudi človek. Zaradi velike spremenljivosti pretokov prek leta in od leta do leta, velja, da potrebujemo za določanje pretočnega režima vsaj 30-letni niz podatkov. Zadostno število merskih profilov s podatki o pretokih in tako dolgimi nizi pa smo dobili šele v 80. in 90. letih 20.stoletja. V Sloveniji je najpomembnejši dejavnik podnebje, saj so pretočni režimi odvisni predvsem od letne razporeditve padavin in temperatur ter od trajanja snežne odeje. Za razvrščanje vodomernih postaj v skupine, uporabljamo hidrograme obdobnih srednjih mesečnih pretokov ali mesečnih pretočnih količnikov. Pretočni količnik je razmerje med obdobnim srednjim mesečnim in obdobnim srednjim letnim pretokom. Pri analizi in primerjavi hidrogramov smo pozorni predvsem na obdobja nizkih in visokih voda, s statističnimi metodami pa lahko enakovredno upoštevamo vse mesečne količnike. Pri razvrščanju rek v skupine je uporabljena Wardova metoda hierarhičnega združevanja – v Sloveniji je pet pretočnih režimov. Poimenovani so glede na pokrajinsko enoto, za katero so značilni ter glede na vodni vir, s katerim se reke napajajo:

- alpski snežno-dežni režim,
- alpski dežno-snežni režim,
- dinarski dežno-snežni režim,
- panonski dežno-snežni režim,
- sredozemski dežni režim.

Reke z alpskim snežno-dežnim režimom so Drava, Kamniška Bistrica, Mura, Sava Bohinjka, Sava Dolinka, Sava pri Radovljici, Savinja pri Solčavi ter Soča pri Kršovcu. Režim se pojavlja pri rekah, katerih pomembni delež porečja sega v visokogorje in je zaradi tega pri njih posebej izrazit vpliv taljenja snega. Glavni pretočni višek, ki je posledica taljenja snega nastopi maja ali celo junija. Drugotni višek, kot posledica

padavinskega maksimuma, nastopi oktobra ali novembra. Najmanj vode je februarja, ki je padavinsko med bolj sušnimi in se velik del padavin nabira v snežni odeji. Nadpovprečna količina vode je običajno med aprilom in julijem ter oktobra in novembra, podpovprečna pa avgusta in septembra ter od decembra do marca.

Od opisanih razmer nekoliko odstopata režima Mure in Savinje pri Solčavi. Režim Mure je še vedno z enim samim izrazitim viškom maja in januarja, se pa vse bolj krepijo jesenske vode, ki so pri Dravi že ustvarile drugotni jesenski višek. Nenavaden je tudi režim Savinje pri Solčavi, pri kateri jesenski višek nekoliko presega spomladanskega. V zadnjem desetletju se je sušnost med decembrom in februarjem še stopnjevala, oktobrske in novembrske pretežne dežne padavine pa so se okrepile.

Alpski dežno-snežni režim imajo Kokra, Meža, Paka, Radoljna, Sava pri Šentjakobu, Litiji in Čatežu, Savinja pri Nazarjah in Laškem, Soča pri Solkanu ter Učja. Režim je značilen predvsem za reke, ki imajo večji delež porečja v alpskem sredogorju, deli nekaterih pa segajo deloma še v viskogorje. Spomladanski in jesenski višek sta dokaj izenačena, zato imajo reke Meža, Radoljna in Učja glavni višek aprila in drugega v novembru, ostale pa ravno obratno. Tudi oba nižka, zimski in poletni, sta močno izenečena. Nadpovprečna količina vode je običajno od aprila do junija ter od oktobra do decembra, podpovprečna pa od januarja do marca ter od julija do septembra.

V skupino rek z dinarskim dežno-snežnim režimom so se uvrstile Bolska, Cerkniščica, Idrijca, Kolpa, Lahinja, Ljubljanica, Sora, Unica ter Vipava. Režim je značilen za reke dinarskega sveta, ki so se jim pridružile reke Bolska, Idrijca in Sora. Spomladanski in jesenski viški so pri tej skupini dokaj izenačeni, razlike med zimskimi in poletnimi nižki pa zelo izrazite. Najmanj vode je avgusta, ob januarskem ali februarskem drugem nižku so pretoki blizu povprečja. Nadpovprečna količina vode je običajno med oktobrom in decembrom ter marca in aprila, podpovprečna med majem in septembrom. Januarja in februarja se pretoki močno približajo letnemu povprečju.

Panonski dežno-snežni režim imamo na Dravinji, Ledavi, Mirni, Pesnici, Polskavi, Sotli, Ščavnici, Temenici ter Voglajni. Režim je sicer značilen za reke po gričevjih in ravninah panoskega sveta, vključuje pa tudi Temenico in Mirno. Zgodnjepomladanski in poznojesenski viški so močno izenačeni, glavni nižki so povsod poleti, drugi nižki pa pozimi in se nikjer ne spustijo bistveno pod povprečje. Najmanj vode je avgusta. Nadpovprečna količina vode je običajno med februarjem in aprilom ter med oktobrom in decembrom, podpovprečna pa med majem in septembrom. Januarski pretoki le malo odstopajo od letnega povprečja.

V skupini rek s sredozemskim dežnim režimom so Pivka, Reka in Rižana. Režim je značilen za jugozahodni, sredozemski svet Slovenije. Skupina rek s sredozemskim dežnim režimom je najmanjša in hkrati najbolj prostorsko homogena. Glavni pretočni višek nastopi novembra ali decembra. Količina vode se v naslednjih mesecih bistveno ne zmanjša. Najmanj vode je avgusta. Nadpovprečna količina vode je običajno med oktobrom in aprilom, podpovprečna pa med majem in septembrom.

Primerjava pretočnih režimov obdobja 1971-2000 z režimi v preteklih obdobjih kaže številne razlike. Predvsem se je marsikje močno zmanjšal vpliv taljenja snega, kar se odraža v neizrazitem zimskem snežnem zadržku in v skromnem spomladanskem višku, ki je v veliki meri odvisen od taljenja snežne odeje. V zadnjih dveh desetletjih 20. stoletja se je močno zmanjšalo taljenje snežne odeje na visokih dinarskih planotah, ter v alpskih hribovjih in kotlinah. Trajanje snežne odeje se ni bistveno spremenilo le na najvišjih gorskih območjih Slovenije, zato ostaja sneg najpomembnejši dejavnik pretočnega režima le na peščici rečnih odsekov ob vznožju alpskega visokogorja. Globalno naraščanje temperatur zraka pospešuje predvsem poletno izhlapevanje vode, zaradi katerega vseskozi narašča delež vode rek, ki imajo sredi poletja glavni pretočni nižek. Porast temperature zraka posredno nedvomno spada med najpomembnejše dejavnike hitrega upadanja povprečnih letnih pretokov slovenskih rek.

Zaradi zmanjšane vloge zimskega snežnega zadržka in povečane vloge poletnega izhlapevanja se razlike med posameznimi pretočnimi režimi postopoma zmanjšujejo. Pretočna kolebanje slovenskih rek so si vse bolj podobna, zato je tudi število tipov pretočnih režimov manjše - hidrološka raznolikost Slovenije se zmanjšuje.

Primerjava pretočnih režimov med obdobjem 1961-1990 ter obdobjem 1971-2000 je pokazala, da se vplivi podnebnih sprememb vse bolj izrazito kažejo tudi v pretokih vodotokov.

Posebej izstopajo naslednje podnebne razike:

- višja povprečna temperatura zraka (npr.Brnik v obdobju 1961-90 8,4° C,v obdobju 1971-2000 pa 8,7 ° C),
- izdatnejše izhlapevanje (v obdobju 1961-90 650 mm, 1971-2000 pa 717 mm),
- spremenljiva količina padavin ter
- krajše trajanje snežne odeje v sredogorju in v nižinah in posledično skromnejši snežni zadržek.

Velika pestrost v razporeditvi padavin na tako majhnem območju, kot je Slovenija, je znana le redkokje v svetu. Povprečna letna količina padavin v hidrometričnih zaledjih v obdobju 1971-2000 je bila v Sloveniji 1628 mm. Razmerje med najmanj in najbolj namočenim hidrometričnem zaledjem je 1:3,75. Povprečna letna količina padavin izračunana iz hidrometeoroloških zaledji je 1628 mm. Ker hidrometeorološka zaledja ne prekrivajo celotne Slovenije, ponekod pa segajo preko državne meje, je povprečje za Slovenijo nekoliko drugačno – 1579 mm.

Najbolj namočeni so bili predeli v zahodnem in osrednjem delu Julijskih Alp. V povirnih predelih Nadiže, Učje, Koritnice, Soče, Tolminke, Bače, Save Bohinjke in mojstranške Bistrice je padlo preko 2500 mm letno. Najbolj namočeni so predeli orografskih pregrad na južnem obrobju Julijcev, kjer količina padavin preseže tudi 3000 mm letno (porečja Tolminke, Učje in Nadiže).

Preko 2000 mm padavin letno pade v širokem pasu preostalih Julijskih Alp z zahodnimi Karavankami (povirje Save Dolinke) in predalpskega gorovja vse do Tolminskega, preko Cerkljansko-Idrijskega hribovja do Banjščice, Trnovskega gozda in Nanosa. Visoke količine padavin ima tudi Snežnik ter povirje Kolpe s Čabranko.

Med 1800 in 2000 mm padavin letno imajo porečja v Kamniških Alpah (od Tržiške Bistrice do Lučnice), spodnja dela porečij obeh Sor, porečje kraške Ljubljanice z Nanoščico, gornji del Vipavske doline ter Goriška brda.

Manj kot 1800 in nad 1600 mm padavin letno pade v osrednji Vipavski dolini, v porečjih Reke in Rižane, v srednjem delu porečja Kolpe, v povirju Višnjice, v Krimskem hribovju, v porečju Gradaščice ter srednjem delu Ljubljanske kotline. Podobno količino padavin imajo tudi srednja Savinja od Nazarij do Solčave ter Dreta in povirje Meže.

Območje s povprečno letno količino padavin med 1400 in 1600 mm je v srednji Sloveniji. Sega od srednjega in zgornjega dela porečja Krke preko barjanske Ljubljanice, Save med Litijo in Mednim s Pšato, Račo in Nevljico do porečja Drete in dela Savinje. Tudi porečja s povirji na Pohorju spadajo v ta razred.

Največji del hidrometričnih zaledij v Sloveniji ima letno med 1200 in 1400 mm padavin. To je pas, ki sega od Kolpe na jugu do Drave na severu. Tu je ves spodnji del Kolpe, Krke, Savinje in Save; tu so porečja spodnje Meže in celotne Mislinje, Pake, Dravinje, Mestinjščice ter zgornji del porečja Sotle.

Porečji Pesnice ter spodnji del porečja Sotle imata med 1000 in 1200 mm padavin letno, pod 1000 mm padavin pa ima Pomurje.

Prostorska razporeditev količin izhlapevanja po Sloveniji kaže obratno sliko razporeditvi padavin in odtoka. Kjer je več padavin in odtoka, je ponavadi manj izhlapevanja. Prav ta ima izmed vseh treh osnovnih elementov vodnega kroga najmanjšo spremenljivost v Sloveniji. Razmerje med hidrometričnem zaledjem z največ in najmanj izhlapevanja je bilo v Sloveniji v obdobju 1971-2000 le 1:1,2.

Manj kot 675 mm vode v porečju izhlapi v povirjih Soče in Save, v porečju Nanoščice ter v posameznih delih porečij SV Slovenije. V preostalem delu Alp, vrhov Pohorja, Kozjanskega, v Slovenskih goricah ter srednjem Prekmurju izhlapi med 675-700 mm vode na leto. V osrednjem in vzhodnejšem delu Slovenije imamo do 725 mm izhlapevanja letno, južnejši in zahodnejši pa do 750 mm. Največ vode v Sloveniji izhlapi iz porečja Nadiže, Idrije, Branice, Močilnika, Dragonje in Borovniščice ter povirja Sotle in vsega porečja Kolpe ter Radešce.

Razporeditev odtočnih značilnosti je zelo podobna razporeditvi padavin. Največji odtoki so v Alpah, odtod pa se količina odtoka manjša proti jugu in vzhodu.

4.5 PREGLED VODNE BILANCE PO POREČJIH

Rezultati vodnobilančnih elementov kažejo na veliko pestrost klimatogeografskih in hidrogeografskih razmer po posameznih porečjih.

4.5.1 Pomurje

Pomurje je regija z najmanjšimi količinami vode v Sloveniji. V celotnem Pomurju imamo povprečno 897 mm padavin, izhlapi 693 mm, in odteče 204 mm vode letno. Na levem bregu Mure je padavin povsod pod 900 mm, na skrajnem vzhodnem delu celo pod 850 mm. Največ padavin v porečju prejme predel Slovenskih goric v porečju Mure, kjer je ponekod tudi nekaj mm nad 1000 letno. Letna količina izhlapevanja je 693 mm in ima geografsko malo odstopanja, podobno je po vsem Pomurju. Pomembna je pokrovnost tal – največ vode izhlapi iz območij pokritih z gozdom. Posledica takega izhlapevanja in padavin so nizke vrednosti odtokov, ki so tu najnižje v državi. Letno povprečno odteče okrog 300 mm z desnega brega Mure, od tam pa količina odtoka pada proti vzhodu.

4.5.2 Podravje

Slovenski del porečja Drave zajema bolj raznolike pokrajine od Pomurja. V celotnem Podravju pade povprečno 1244 mm padavin, izhlapi 697 mm, odteče pa 547 mm vode letno. Povsod v Podravju izmerijo nad 1000 mm padavin na leto. Najmanj jih je v Slovenskih goricah, kjer jih je v južnem delu okrog 1000, v severnem pa okoli 1100 mm. Območje nižinskega dela Dravsko-Ptujskega polja, Haloz in obronkov Pohorja ima dobrih 1200 mm padavin. Količina padavin odtod raste proti višjim delom Pohorja in zahodnih Karavank, kjer jih je nad 1600 mm. Izhlapevanja je najmanj na območju Slovenskih goric in Dravskega polja ter v najvišjih predelih porečja Drave – na Pohorju in v Karavankah, kjer izhlapi tudi manj kot 650 mm letno. V preostalem delu je izhlapevanja preko 700 mm letno, največ na posameznih predelih Haloz, preko 800 mm. Odtoki kažejo podobno sliko, najmanjši (okrog 300 mm letno) so na vzhodnem delu, najvišji pa v višjih predelih Pohorja in Karavank, kjer dosežejo tudi preko 1100 mm letno.

4.5.3 Posavje

Največji delež črnomorskega povodja v Sloveniji obsega Posavje. Večina vode, ki iz Posavja odteka na Hrvaško, je interni odtok Slovenije. Proti zahodu omejuje Posavje jadransko-črnomorsko razvodje. Na skrajnem severozahodu se začenja razvodnica, ki ga razmejuje proti Podravju in teče vse do Olševe po državni meji. V celotnem

Posavju brez Kolpe, je v obdobju 1971-2000 povprečno padlo 1594 mm padavin, izhlapelo 716 mm in odteklo 878 mm vode letno. V najbolj namočenih predelih Julijcev, v zahodnih predelih zaledij Savice, Bohinjske Bistrice in Mostnice pade preko 3000 mm padavin. Preko 3500 mm v povprečju pade na grebenu med Komno in Voglom. Količina padavin se od tod naglo zmanjšuje proti severu in vzhodu. Preko 2500 mm padavin je tako le še v višjih predelih treh triglavskih dolin, na zahodni Pokljuki in na območju Koble. Večina planot Julijskih Alp, Karavanke in Kamniške Alpe ter predeli predalpskega hribovja, Javornikov ter Goteniške gore, ima med 2000 in 2500 mm padavin. Odtod količina pada proti vzhodu, tako da ima osrednji del Posavja med 1400 in 1800 mm padavin, velik vzhodni del pa pod 1400 mm. Najmanj padavin v Posavju je v Posotelju – pod 1200 mm na leto. Izhlapevanje je v Posavju najmanjše v dveh velikih območjih: v visokogorskem alpskem svetu (pod 550 mm letno) in v Posotelju (okoli 650 mm letno). Iz Posavja v večini izhlapeva med 650 in 850 mm vode letno, manj na severu in več na južnem delu. V posameznih predelih izhlapi tudi preko 850 mm, vendar so to manjši lokalni predeli (predeli na Krško-Brežiškem polju). Odtok je v Posavju razporejen podobno kot padavine. Največ odteče iz alpskih (preko 2500 mm) in predalpskih predelov, odtod pa količina pada proti vzhodu, kjer je odtoka od 300 do 600 mm.

4.5.4 Pokolpje

Pokolpje je del Posavja, ki se izliva v Savo na Hrvaškem. Je kraško porečje. V slovenskem delu Pokolpja v povprečju pade 1534 mm padavin, izhlapi 757 mm, odteče pa 777 mm vode letno. Največ padavin je na zahodu – na robu Snežniškega pogorja in na Kočevskem – preko 2000 mm letno. Največ po vrhovih Goteniške gore, kjer pade tudi do 2400 mm letno. Osrednji del ima okrog 1700 mm padavin, vzhodni z Lahinjo pa okrog 1300 mm. Izhlapevanje je zelo visoko – od 650 pa vse do preko 850 mm letno in je zelo odvisno od rastja površja. Odtoka je največ v zgornjem delu porečja Kolpe, preko 1600 mm, območja Goteniške gore celo slabih 1700 mm letno, od tod hitro pada proti vzhodu. Najmanj ga je v osrednji Beli krajini, kjer odteče zgolj okoli 400 mm vode letno.

4.5.5 Posočje

Posočje je naše najbolj vodnato porečje. V celotnem Posočju v povprečju pade 2386 mm padavin, izhlapi 726 mm in odteče 1660 mm vode letno. Njegovi najvišji predeli imajo tudi največ padavin–preko 3000 mm letno – visokogorski predeli Juljicev celo preko 3500 mm padavin letno: Kanin, Krn, Vogel. V alpskih dolinah jih je že manj, med 2300 in 2700 mm, jugozahodni rob visokih dinarskih planot od Kambreškega, Banjšic do Trnovskega gozda ima padavin okrog 2300 mm. Območje predalpskega hribovja za dinarskim robom ter območje Nanosa ima padavin manj – med 2000 in 2300 mm na leto. Pod 2000 mm padavin je v Goriških brdih in v zgornji Vipavski

dolini. Najmanj padavin imata spodnja Vipavska dolina in Vipavska brda, okoli 1500 mm letno. Izhlapevanje v Posočju je najvišje v južnih predelih, kjer v posameznih območjih izhlapi preko 850 mm letno, od tu pa pada proti severu skladno z nadmorsko višino – v gorskem svetu Julijcev ga je še okrog 550 mm letno. Velike razlike so tudi v odtoku. Na območju Kaninskega pogorja odteče preko 3000 mm letno, za večino posoških Alp pa je odtok večji od 2000 mm (z izjemo dolinskih predelov). Preko 1500 mm odteče iz območja dinarskih pregrad in osrednjega dela Posočja, severno in južno od dinarskih pregrad pa je odtoka manj: v Idrijski kotlini okrog 1100mm, v Vipavskih brdih pa se količina zniža na vsega 650 mm letno.

4.5.6 Povodje jadranskih rek brez Posočja

Najmanjši hidrografski del Slovenije predstavlja Reka z zaledjem, ki se v Jadran odteka pod Krasom, in območje rečic in potokov, ki se izlivajo neposredno v slovensko morje. V celotnem Primorju s Krasom povprečno pade 1619 mm padavin, izhlapi 748 mm, odteče 871 mm vode letno. Največ padavin ima okolica Snežnika – preko 2500 mm. Najvišji predeli imajo celo preko 2800 mm padavin letno. Od tam količina padavin pada proti zahodu. Obalni deli imajo dobrih 1000 mm padavin, zahodni Kras pa okrog 1500 mm letno. Izhlapevanje je največje v posameznih predelih Koprskega primorja in jugozahodnem delu Krasa (preko 850 mm). Proti severu in vzhodu območja količina izhlapevnja pada, najmanjša je v Snežniškem pogorju – pod 700 mm letno. Odtoki so največji na skrajnem vzhodnem delu (okolica Snežnika), do nad 2000 mm (najvišji predeli okrog vrha Snežnika in Zatrepa 2100 mm), od tod pa padajo proti zahodu. S Krasa podzemno odteka med 500 in 750 mm, najmanj pa v Koprskem primorju – med 200 in 500 mm letno.

4.5.7 Povzetek vodne bilance Slovenije

Slovenija je v svetovnem merilu nadpovprečno namočena dežela. Na celinah planeta v povprečju pade 750 mm padavin, izhlapi 480 mm in odteče 270 mm. Območje Slovenije je v obdobju 1971-2000 vsako leto prejelo v povprečju 1579 mm padavin, izhlapelo je 717 mm, odteklo iz države pa je 862 mm vode. Neposredna primerjava z obobjem 1961-1990 kaže, da so količine padavin skoraj enake, povečala se je količina izhlapevanja in zmanjšal se je odtok. Izhlapevanje je večje za 11%, odtok pa manjši za 6%.

Vodna bilanca obdobja 1971-2000 potrjuje, da ima Slovenija še vedno veliko vode. Trditev lahko podkrepimo tako, da hidrološke razmere pri nas primerjamo z evropskim in svetovnim povprečjem ali s stanji v drugih državah. Za tovrstne primerjave se uporabljajo običajno kazalci kot srednja letna količina padavin (padavine v mm), srednji letni odtok (povprečni letni odtok v m^3/s) ali povprečni

specifični odtok (izražen v l/s/km^2). Te kazalce je smiselno upoštevati, saj z njimi ustvarimo bolj celosten pregled hidrološkega stanja območja.

Znotraj globalnega kroženja vode se po lokalnem krogu naše dežele pretaka nadpovprečno veliko vode. Kot vedno pa ima tudi ta medalja dve plati. Tolikšno bogastvo, ki pomeni po eni strani veliko prednost, nam hkrati nalaga posebno odgovornost. Ob pomanjkanju zdrave vode, kar je danes planetarni problem, se zavest o globalnem vodnem krogu hitro krepi. Skrbi za gospodarjenje z vodo ni več mogoče prepuščati lokalnim skupnostim. To so zelo zgodaj občutile države, ki jim je vode najbolj primanjkovalo (npr. države na Bližnjem vzhodu). Ko so pomanjkanje vode zaznale tudi razvite države, je problem postal predmet globalne politike. Podobno, kot so se v 2.polovici 20.stoletja vzpostavile mednarodne povezave zaradi napovedovanja vremena, se 50 let pozneje oblikujejo mehanizmi za globalni nadzor nad gospodarjenjem z vodami in lokalnimi vodnimi viri. Sprejemljivo je edino tako upravljanje vode, ki ne ogroža drugih porabnikov – sosedov, živalskih in rastlinskih združb oziroma organizmov nasploh. Nadpovprečna količina razpoložljive vode v prihodnje ne bo več zadosten pogoj za nadpovprečno porabo.

Drugi razlog, zaradi katerega se moramo naučiti skrbneje gospodariti z vodo, tiči v spremenljivosti podnebja. Količine, na katere smo se navadili, nam niso zagotovljene tudi v prihodnje. Voda se v prostoru in času neprestano prerazporeja. Tudi v Sloveniji smo v zadnjih desetletjih večkrat občutili posledice suše. Scenariji napovedanih klimatskih sprememb opozarjajo na silovitejše vremensko dogajanje, daljše in intenzivnejše suše, pa tudi obdobja izdatnejših padavin in poplav.

Pri pregledovanju rezultatov vodne bilance in izvedenih kazalcev je treba upoštevati, da temeljijo na obdobnih letnih vrednostih. Elementi vodne bilance – padavine, izhlapevanje in odtok – so naravni pojavi, ki so od leta do leta zelo spremenljivi. Prav z obdobnimi vrednostmi se izognemo prevelikemu vplivu spremenljivosti. Pri vodni bilanci je še vrsta drugih vzrokov za uporabo obdobnih vrednosti: snežni zadržek, spreminjanje vodnih zalog. Po drugi strani obdobne vrednosti, ki veljajo za eno obdobje, niso namenjene ugotavljanju morebitnih tendenc v spreminjanju pojavov. Za Slovenijo imamo zaenkrat na voljo primerljive rezultate bilanc obdobij 1961-1990 in 1971-2000. Obdobji se prekrivata, zato je njuna primerljivost smiselna le ob ustrezni strokovni kritičnosti, ne omogoča pa ugotavljanja tendenc. Analiza trendov nosi v sebi opozorilo, ki ga je potrebno dodati trditvi, da ima Slovenija vode zaenkrat še dovolj. Nakazujejo, da se količina vode tudi v Sloveniji zmanjšuje. Večina ugotovljenih sprememb se sklada z napovedanimi klimatskimi spremembami. Študije podnebnih sprememb namreč napovedujejo za območje Slovenije precejšnje zmanjševanje povprečne količine padavin in posledično vode v vodotokih. V Sloveniji lahko pride do pomanjkanja vode v nekaterih mesecih. Gre za sezonsko razporeditev. Najbolj velja ta grožnja za pozno poletje v jugozahodu in severovzhodu Slovenije, ko ob izostanku padavin in visokih temperaturah ob meteorološki in kmetijski suši nastopi tudi hidrološka suša. Nakazane spremembe padavinskega režima, trajanja snežne odeje, glede na nadmorsko višino, v povezavi s temperaturami zraka, se seštevajo in poudarjeno odražajo v pretočnih režimih.

Slovenske pokrajine se glede na količino razpoložljive vode zelo razlikujejo. Pri specifičnih odtokih so razmerja med najbolj in najmanj vodnatimi porečji celo 1:10 in več. V splošnem so te razlike ena od stalnic raznolikosti Slovenije in smo se jim prilagodili. Ob vedno večjih odklonih in spremembah postane prilagajanje vedno težavnejše in boleče. Med spremembami, ki so povezane z razpoložljivo vodo, so pogostejše težave pri oskrbi s pitno vodo. Potrebe po njej najbolj zaskrbljujoče naraščajo v slovenskem Primorju, do občasnih motenj pa prihaja najbolj pogosto v subpanonskih gričevjih. Doslej smo jih še zadovoljivo reševali, če ne drugače z dovozom pitne vode, kar pa ni rešitev. Pritiskov, ki jih pomanjkanje vode povzroča ekološkim sistemom, rastlinskim in živalskim združbam, z dovažanjem vode ne bomo oblažili.

Voda je pomembna naravna dobrina, ki je je zaenkrat v Sloveniji še v obilju. S podnebnimi spremembami se spreminja tudi to. Količine se zmanjšujejo, spreminja se časovna in geografska razporeditev vode. Žal prebivalci to občutimo šele ob sušah. In šele takrat, ko presahnejo tudi pipe, se večina zave, kaj nam in naravi pomeni imeti kvalitetno vodo v zadostnih količinah.

5 KAKOVOST PITNE VODE

Po slovenskih predpisih je pitna voda živilo. Pitna voda je voda v njenem prvotnem stanju ali po pripravi, namenjena pitju, kuhanju, pripravi hrane ali za druge gospodinjske namene, ne glede na njeno poreklo in na to, ali se dobavlja iz vodovodnega omrežja sistema za oskrbo s pitno vodo, cistern ali kot predpakirana voda ter vsa voda, ki se uporablja za proizvodnjo in promet živil. Vsak sistem za oskrbo s pitno vodo mora imeti upravljavca, ki mora zagotavljati skladnost in zdravstveno ustreznost pitne vode. Če upravljavec ni določen, izvaja vse njegove obveznosti lokalna skupnost. Skladnost mora biti zagotovljena na mestih, kjer se voda uporablja kot pitna, spremlja pa se z odvzemom in preizkušanjem vzorcev.

Čista voda je brez vonja in okusa. Molekula vode vsebuje le dva elemeta in sicer vodik in kisik. Vendar voda v naravi nikjer ni v čistem stanju, pač pa vsebuje različne snovi, kot so raztopljeni plini, anorganske in organske snovi ter mikroorganizmi, ki so lahko naravnega izvora ali pa posledica človekovega delovanja. Sestava vode se spreminja med njenim kroženjem v naravi.

V sodobnem svetu vse prepogosto slišimo, da je voda prekomerno onesnažena. V pitni vodi so strupene snovi in nezaželeni mikroorganizmi, ki lahko povzročajo različne bolezni, kemična onesnaženja ogrožajo rastline in živali v vodotokih, v kmetijstvu se uporabljajo velike količine gnojil in sredstev za zatiranje škodljivcev in plevelov, ki se spirajo v podzemno vodo, s cest in urbanih površin pa se prav tako spirajo nevarne kemikalije. Zaradi hitre rasti prebivalstva, urbanizacije in razvoja, je ogrožena kakovost voda. Žal človek s tem ogroža tudi svoj obstoj.

Vendar ima narava tudi svoj obrambni mehanizem – voda v naravi ima sposobnost samočiščenja. S pomočjo sončne energije poteka v vodnih rastlinah fotosinteza, pri kateri nastaja tudi kisik, potreben za razgradnjo organskih snovi v vodi. Pri razgradnji nastaja ogljikov dioksid, hranila (dušikove in fosforjeve spojine) in druge snovi, ki jih rastline in živali v vodi rabijo za svoj razvoj. Cikel čiščenja se nadaljuje, ko rastline in živali odmrejo in jih bakterije razgradijo, s tem pa zagotovijo hrano novim generacijam. Žal obstaja tudi veliko strupenih snovi, katerih razgradnja poteka počasi, ali pa sploh ne poteka, in so za okolje velik problem.

V primerjavi z razvitimi državami je kakovost voda v Sloveniji v samem evropskem vrhu. Eden od razlogov je brez dvoma ta, da večina rek izvira na ozemlju Slovenije. Vendar to nikakor ne pomeni, da v Sloveniji ni problemov tako s kakovostjo površinskih, kot tudi podzemnih voda. Posamezne odseke rek še vedno obremenjujejo prevelike količine industrijskih in komunalnih odplak in so zato znatno ali celo prekomerno onesnaženi. Problemi so tudi v podzemnih vodah, ki je v Sloveniji glavni vir pitne vode. Podzemne vode so obremenjene z nitrati in pesticidi, lokalno pa tudi s kloriranimi organskimi topili. Onesnaženje je najbolj izrazito v severovzhodnem delu Slovenije in v okolici Celja.

5.1 KAKOVOST POVRŠINSKIH VODOTOKOV

Mreža za spremljanje kakovosti površinskih vodotokov zajema približno 100 zajemnih mest v večjih rekah in njihovih pritokih. Vzorci se odvzemajo od 2 do 24-krat na leto, obseg analiz pa je odvisen od onesnaženosti in pomembnosti vodotoka na določenem odseku.

Na biotsko raznovrstnost bistveno vpliva tudi kakovost vode. Kakovost površinskih vodotokov se, z upoštevanjem hidrometeoroloških razmer ob posameznih zajemih, ocenjuje na podlagi:

- osnovnih fizikalnih, kemijskih in bakterioloških analiz;
- saprobioloških analiz;
- vsebnosti kovin;
- vsebnosti organskih spojin v nefiltrirani vodi in suspendiranih delcih ter v sedimentu.

Na podlagi rezultatov naštetih posameznih analiz se skupno oceni kakovost reke za vsako posamezno merilno mesto za določeno leto, ob upoštevanju hidrometeoroloških razmer ob posameznih vzorčenjih. Mejne vrednosti med posameznimi kakovostnimi razredi sta v letu 2000 za osnovne fizikalne, kemijske, bakteriološke in saprobiološke parametre še določala predpisa iz leta 1976 in 1978 (Uredba o klasifikaciji voda…, 1978; Odlok o maksimalno dopustnih koncentracijah…, 1978). Za težke kovine in organske toksične substance so se za razvrstitev v 1. oziroma 2. kakovostni razred, ki je v Uredbi o klasifikaciji voda medrepubliških vodnih tokov, meddržavnih voda in voda obalnega morja Jugoslavije (1978) definiran kot pitna voda, upoštevali tudi predpisi za pitno vodo, za ostale mejne vrednosti pa tuji predpisi, predvsem smernice Evropske skupnosti (Directive 75/440/EEC, 1975; Directive 80/778/EEC, 1980), nemški pravilnik za površinske vodotoke (Ministeriun fur Umwelt, 1991), ter priporočila svetovne zdravstvene organizacije (World Health Organization, 1990). V letu 2002 pa sta začela veljati dva nova predpisa (Uredba o kemijskem stanju…, 2002; Pravilnik o monitoringu…, 2002), ki določata kemijsko stanje površinskih voda v skladu z Okvirno vodno smernico.

Vodotoki se po kakovosti vode razvrščajo v:

- 1.razred: vode, ki so v naravnem stanju ob morebitni dezinfekciji primerne za pitje in uporabo v živilski industriji ter za gojitev plemenitih vrst rib (salmonide);
- 2.razred: vode, ki so v naravnem stanju primerne za kopanje in v rekreacijske nemene, za gojitev drugih vrst rib (ciprinide), po običajni prehodni obdelavi (koagulacija, filtracija, dezinfekcija) pa tudi z pitje in v živilski industriji;
- 3.razred: vode, ki jih je mogoče uporabljati za namakanje, po običajnih metodah predhodne obdelave pa tudi v industriji, z izjemo živilske;
- 4.razred: vode, ki jih je mogoče uporabljati za druge namene le po ustrezni obdelavi.

Na podlagi analiz določenih organskih spojin so vodotoki razvrščeni v:

- 1.razred: v vodi so v manjših količinah izključno spojine naravnega izvora;
- 2.razred: v vodi so spojine, ki so biološko razgradljive in jih je mogoče odstraniti s preprostejšimi postopki za pripravo pitne vode;
- 3.razred: v vodi so težje razgradljive spojine, ki pri infiltraciji v podtalnico ostanejo skoraj nespremenjene ali se pretvorijo v stabilne razgradne produkte;
- 4.razred: v vodi so klorirane spojine, ki so značilni onesnaževalci zaradi človekovih dejavnosti, spojine, ki se akumulirajo v živih bitjih, in spojine s kancerogenim in mutagenim potencialom.

Monitoring kakovosti površinskih vodotokov se izvaja na osnovi zakonskih in podzakonskih podlag ob upoštevanju zahtev Vodne direktive ter drugih smernic in strokovnih navodil za vzpostavitev in izvajanje monitoringa. V Sloveniji se od leta 2002 ocenjuje kemijsko stanje površinskih vodotokov v skladu z Uredbo o kemijskem stanju površinskih voda. Uredba določa mejne vrednosti parametrov in merila za ugotavljanje kemijskega stanja.

V preteklih letih se je na osnovi bioloških analiz fitobentosa in bentoških nevretenčarjev kakovost površinskih vodotokov ocenjevala po saprobnem sistemu, ki pokaže predvsem vplive organskih obremenitev v vodah. Za obdobje od leta 1996 do 2005 je stanje slovenskih vodotokov glede na biološke analize prikazano po tem sistemu. Vzorčenje in analiza posameznih bioloških elementov kakovosti se izvajajo v skladu z že pripravljenimi strokovnimi podlagami. Vse ocene so podane za merilno mesto in ne za vodno telo, kot to zahteva vodna direktiva, ker trenutno še ni ocen kemijskega stanja za vsa vodna telesa, kot tudi ne metodologije za ocenjevanje ekološkega stanja za vse biološke elemente in pritiske.

5.2 OCENA KEMIJSKEGA STANJA POVRŠINSKIH VODOTOKOV

Kemijsko stanje je treba ugotavljati:

- za vsako reko ali njen del na mestu, kjer prispevna površina dosega 2500 km^2,
- za vsako vodno telo, ki je znatno onesnaženo z enim ali več parametri iz prednostnega indikativnega seznama parametrov,
- za vsako vodno telo, v katerega se odvajajo odpadne vode s prednostnimi snovmi,
- za vodna telesa, ki jih prečka državna meja.

V skladu z Uredbo o kemijskem stanju površinskih voda je na vseh merilnih mestih treba meriti fizikalno-kemijske parameter. Na vseh osnovnih merilnih mestih se poleg tega redno merijo prednostne snovi, na osnovnih in dodatnih merilnih mestih pa tudi tisti parametri, za katere je na podlagi meritev monitoringa kakovosti površinskih

vodotokov ali podatkov letnih poročil emisijskega monitoringa virov onesnaževanja ugotovljeno povečano obremenjevanje. Kemijsko stanje vodnega telesa površinske vode se določa na podlagi izračuna povprečne letne vrednosti parametrov, za katere so v Uredbi določene mejne vrednosti, navedene v tabeli 1.

Vodno telo površinske vode ima dobro kemijsko stanje, če:

- na merilnem mestu nobena letna povprečna vrednost parametrov ni večja od predpisanih mejnih vrednosti,
- časovna vrsta letnih povprečnih vrednosti nobenega od parametrov, za katere se ugotavlja vsebnost v sedimentih, nima trenda naraščanja v obdobju zadnjih petih let.

V neonesnaženi vodi so prisotne raztopljene snovi, katerih sestava je odvisna od kamnin, po katerih se voda pretaka. Fizikalne in kemijske značilnosti vode, suspendiranih snovi in sedimenta v rekah, so torej odraz litološke zgradbe območja, po katerem se voda pretaka. Človek zaradi svojih aktivnosti v vode spušča tudi snovi, ki se v naravnih okoliščinah v vodi ne nahajajo, ali pa so prisotne v zelo nizkih vsebnostih. Ta pojav imenujemo onesnaževanje.

Onesnaževanje rek izvira predvsem iz točkovnih virov, to so npr. izpusti industrijskih in komunalnih odpadnih voda, ter iz izpriranja urbaniziranih površin. Organska masa iz odpadnih voda se ob prisotnosti vodnih mikroorganizmov, svetlobe, primerne temperature in kisika lahko razgradi v anorgansko snov. Ta izjemno pomemben proces razgradnje onesnaženj v vodi imenujemo samočistilna sposobnost vodotoka. Manjše količine organske mase se razgradijo v vodi brez večjega vpliva na poslabšanje kakovosti vode. Kadar pa količina organske mase preseže samočistilno spososbnost vodotoka, se njegova kakovost poslabša.

Monitoring kakovosti rek v Sloveniji poteka od leta 1965. Program monitoringa kakovosti rek vključuje osnovne fizikalne in kemijske analize, analize težkih kovin v vodi, suspendiranih delcih in sedimentu, organskih spojin v vodi (fenoli, pesticidi, policiklični aromatski ogljikovodiki, poliklorirani befenili) ter bakterilološke in saprobiološke analize.

Kakovost rek v Sloveniji se v zadnjih letih počasi izboljšuje, kar je predvsem posledica zmanjšanja količin neprečiščenih odplak in izboljšanja sistemov čiščenja odpadne vode. V letu 2000 je bilo približno 80 odstotkov merilnih mest uvrščenih v 1.,2. in 2-3.kakovostni razred. Meja med 2-3. in 3. kakovostnim razredom je meja med dobrim in slabim stanjem, kar pomeni, da ima približno 20 odstotkov merilnih mest slabo kakovostno stanje. V letih od 1992 do 2000 je opazen trend izboljševanja kakovosti. Opazno je povišanje deleža zajemnih mest, uvrščenih v drugi kakovostni razred in sicer na račun zmanjšanja močno onesnaženih vodotokov. Delež površinskih vodotokov, uvrščenih v četrti kakovostni razred znaša okrog 5 odstotkov.

Onesnaževanje vode z organskimi snovmi, ki so predvsem posledica neprečiščenih komunalnih in industrijskih odplak, najbolje opredeljujeta kemijska in biokemijska

potreba po kisiku. Najvišje povprečne letne vrednosti kemijske potrebe po kisiku (KPKCr) določamo v porečju Mure, k čemur veliko prispeva močno onesnažena voda Ščavnice. Tudi v porečju Save so povprečne letne vrednosti zaradi številnih iztokov neprečiščenih komunalnih in industrijskih odplak razmeroma visoke. V porečjih Drave, Soče in primorskih rek je vnos organskih snovi manjši.

Obremenjenost slovenskih rek z nutrienti, to so dušikove in fosforjeve spojine, ni velika. Prekomeren vnos teh spojin lahko ob določenih razmerah (upočasnjen vodni tok, nizek vodostaj in povišana temperatura v reki), povzroči bujno rast organizmov, predvsem alg. Temu pojavu pravimo cvetenje. V naših rekah problem cvetenja ni izrazit, lahko pa se pojavi na vodnih zadrževalnikih, kjer se tok vode upočasni in pod pogojem, da je v vodi zadosti hranil.

Obremenjenost rek s težkimi kovinami povzroča predvsem industrija s svojimi odplakami. Zaradi slabe topnosti v vodi se kovine nalagajo v rečnem sedimentu, kjer se vsebnost kovin lahko zadržujejo zelo dolgo. Sediment in seveda nanj vezano onesnaževanje pa se lahko premešča po toku navzdol.

V površinskih tekočih vodah spremljamo tudi vsebnosti organskih spojin. Fenolne spojine in policiklične organske spojine prihajajo v reke predvsem preko industrijskih odpadnih voda, pesticidi pa kot posledica spiranja kmetijskih površin. Poleg omenjenih treh skupin organskih spojin spremljamo tudi vsebnost odsorbiranih halogeniranih organskih spojin, ki opozarja na onesnaženje s halogeniranimi organskimi spojinami. Najvišje vrednosti so izmerjene v spodnjem toku reke Save.

Tudi glede na rezultate saprobioloških analiz se v vseh porečjih slovenskih rek kakovost vode izboljšuje. Za ocenjevanje kakovosti tekočih voda z biološkega vidika uporabljamo saprobiološko metodo, ki temelji na analizi življenjskih združb (vrsta in pogostost) na posameznem merilnem mestu. Življenjske združbe pokažejo razmere v vodi, ki so posledica medsebojnega delovanja biotskih (kompeticija, predatorstvo, parazitizem, simbioza) in abiotskih (kemijska sestava vode, hidromorfološke značilnoati) dejavnikov. Zato rezultati te metode kažejo posledice dalj časa trajajočih vplivov.

Oskrba s pitno vodo neposredno iz površinskih voda tudi zaradi njihove kakovosti vedno bolj izgublja na pomenu. Neposredno iz vodotokov se z vodo oskrbuje manj kot 10 odstotkov prebivalstva Slovenije. To in pa uporaba površinske vode za bogatenje podzemnih voda ob vodovodnih črpališčih, sta pač samo še razloga več za zaščito in izboljšanje kakovosti površinskih voda. Nekateri kraški izviri, ki se uporabljajo kot vir pitne vode (npr. Globočec ob Krki, tudi Rižana itd.) imajo v zaledju ponikalnice, ki lahko prispevajo pomemben delež vode izvira. Med ostale oblike rabe tekočih voda sodi rekreativni ribolov, ki pa ni pomemben zaradi preskrbe prebivalstva, ampak postaja pomembna turistična dejavnost. Ponovno pa se povečuje število ribogojnic, ki običajno izkoriščajo in tudi obremenjujejo povirne dele naših rek. Prometne vloge kot so jih imele npr. Drava, Ljubljanica, Savinja, Drava in Idrijca niti dve stoletji nazaj, reke najbrž ne bodo imele tako kmalu. Težko pa je

primerjati gospodarski pomen tradicionalnega čolnarstva, splavarstva in drugih oblik spravila lesa ter brodarstva s sodobnimi rekreativnimi dejavnostmi na naših rekah. Tradicionalne oblike energetske rabe (več kot 1000 mlinov, žag in drugih obratov na vodni pogon po vsej Sloveniji) tekočih voda, so nadomestile vodne elektrarne. Neposredno iz vodotokov se voda zajema za namakanje, za hlajenje (jedrska elektrarna v Krškem), v vodotokih pa po predhodnem čiščenju ali brez njega konča večina komunalnih in industrijskih odplak. Še najtežje pa je zaenkrat celovito oceniti nedvomno velik pomen tekočih voda za ohranjanje ekosistemov in biološke raznovrstnosti vodnega in obvodnega sveta.

5.3 KAKOVOST POVRŠINSKIH VODOTOKOV V SLOVENIJI V LETU 2006

Na osnovi rezultatov monitoringa kakovosti površinskih vodotokov v letu 2006 je bilo kemijsko stanje površinskih vodotokov ocenjeno na 76 merilnih mestih. Dobro kemijsko stanje je bilo ugotovljeno za 64 merilnih mest, za 12 merilnih mest pa je bilo ugotovljeno slabo kemijsko stanje.

Slabo kemijsko stanje je bilo ugotovljeno zaradi preseganja mejnih vrednosti za absorbirane halogenirane organske spojine (AOX), metolaklor, atrazin, vsoto pesticidov, anionaktivne detergente, mineralna olja, bor in cink. Merilna mesta, za katera je bilo v letu 2006 ugotovljeno slabo kemijsko stanje in parametri, ki presegajo mejne vrednosti, so prikazani v tabeli 2. Za vsebnosti prednostnih snovi v sedimentih ni bilo ugotovljenega značilnega trenda

Presežene vrednosti adsorbiranih halogeniranih organskih spojin (AOX) so bile izmerjene v vodnih telesih, v katera se odvajajo odpadne vode z veliko letno količino AOX, ali pa visoke koncentracije prinašajo njihovi pritoki. Kljub podatkom o zmanjšanju emisij AOX v vode v letu 2006, glede na leto 2005, je bilo ugotovljeno preseganje mejnih vrednosti v Muri, Ledavi in Logaščici. Največja obremenitev vodnih teles z AOX pa je bila določena na spodnji Savi, kjer je bil glavni vir nesposredni industrijski iztok iz tovarne VIPAP Videm Krško. V zadnjih štirih mesecih leta 2006 so bile na merilnem mestu Jesenice na Dolenjskem izmerjene koncentracije AOX pod mejno vrednostjo 20 µg/L, kar je posledica zaprtja obrata za proizvodnjo celuloze v omenjeni tovarni septembra 2006. V tem primeru gre za zelo nazoren prikaz znižanja koncentracije AOX na dopustno raven takoj po ukinitvi neposrednih prekomernih izpustov. Iz grafa 1 je tudi razvidno, da v zgornjem in srednjem toku Save ni prekomernih obremenitev z AOX.

V Dravinji in Pesnici je bilo določeno slabo kemijsko stanje zaradi preseženih vsebnosti metolaklora. Metolaklor je herbicid, ki se uporablja za zatiranje plevelov v kmetijstvu, ob cestah ter pri vzgoji okrasnih rastlin. Pogosta je njegova uporaba po setvi oziroma po vzniku koruze. Delež kmetijskih površin v zaledjih Dravinje in Pesnice je velik (več kot 50%), iz česar je mogoče sklepati, da je vzrok za njuno slabo kemijsko stanje raba herbicidov na kmetijskih površinah. Problemi s herbicidi so

močno izraženi tudi v Krki, kjer je bilo slabo kemijsko stanje določeno zaradi preseženih vsebnosti atrazina. Atrazin je triazinski neselektivni organski herbicid, ki se ga je v preteklosti uporabljalo za zatiranje širokolistnih plevelov in trav v kmetijstvu, pri pogozdovanju in drugih nekmetijskih dejavnostih. Prisotnost atrazina v vodi kaže na nelegalno uporabo omenjenega herbicida, saj v Sloveniji od leta 2003 ni več registriranih sredstev z vsebnostjo atrazina.

Koren je kratek vodotok, ki teče v Italijo in je torej mejni vodotok. Uvršča pa se med najbolj onesnažene vodotoke, ki so vključeni v državni monitoring kakovosti voda. Močno je onesnažen s komunalnimi odpadnimi vodami Nove Gorice, saj so v Korenu izmerjene najvišje vrednosti kemijske in biokemijske potrebe po kisiku, ortofosfatih, amoniju in nitritih v Sloveniji. V letu 2006 je bilo določeno slabo kemijsko stanje zaradi preseganja mejnih vrednosti za detergente in mineralna olja.

Slabo kemijsko stanje Voglajne v Celju je bilo določeno zaradi preseganja vsebnosti cinka, čeprav so se emisije cinka po podatkih iz leta 2006 zmanjšale. Previsoka kemijska obremenitev s cinkom je posledica neposrednega izpusta industrijskih odpdnih voda Cinkarne Celje.

V Cerkniščici je bilo določeno slabo kemijsko stanje zaradi preseženih koncentracij anionaktivnih detergentov. Previsoke vsebnosti anionaktivnih detergentov so verjetno posledica izpusta iz komunalne čistilne naprave Cerknica s sekundarno stopnjo čiščenja.
Čeprav v bazi podatkov o točkovnih emisijah ni podatkov o emisijah bora v Sotlo, je najbolj verjeten vir bora steklarska industrija v Rogaški Slatini.

Kemijsko stanje površinskih vodotokov se je v letih 2002 do 2006 izboljševalo. V letu 2002 je bilo v slabo kemijsko stanje uvrščenih 23,2% merilnih mest, v letu 2006 pa 15,8%. Na grafu 2 je prikazan odstotek merilnih mest v dobrem in slabem kemijskem stanju v letih od 2002 do 2006.

V letu 2006 je bilo na 23 merilnih mestih izvedeno tudi spremljanje vsebnosti prednostnih in nacionalno relevantnih snovi. Celotna lista prednostnih snovi se je spremljala s pogostostjo 1-krat mesečno, nacionalno relevantne snovi pa 4-krat letno. Analiza rezultatov za prednostne snovi kaže, da glede na zadnji predlog okoljskih standardov kakovosti Evropske komisije, letne povprečne vrednosti ne presegajo predlaganih okoljskih standardov kakovosti in tako ne izkazujejo slabega kemijskega stanja.

5.4 OCENA KAKOVOSTI POVRŠINSKIH VODOTOKOV S SAPROBNIM INDEKSOM

Trenutno je v Sloveniji, tako kot tudi v ostalih evropskih državah, metodologija za ocenjevanje ekološkega stanja površinskih vodotokov v skladu z Vodno direktivo še v pripravi.

Biološka kakovost vodotokov se je do leta 2005 ocenjevala se saprobnim indeksom, ki pokaže predvsem organsko obremenitev v vodi. Uporabljala se je metoda Pantle in Buck z modifikacijo po metodi Zelinka in Marvan, ki temelji na izračunu saprobnega indeksa (SI) življenjske združbe bentoških neretenčarjev in fitobentosa in se podaja s saprobno stopnjo. Vrednost saprobnega indeksa (SI) s slabšanjem življenjskih pogojev narašča od 1 proti 4. Za vsak analizirani vzorec se na podlagi saprobne vrednosti, pogostosti in indikatorske vrednosti taksona, izračuna saprobni indeks.

Glede na vrednosti indeksa se vodotok na posameznem merilnem mestu uvrsti v ustrezni kakovostni razred (tabela 3).

Ocene stanja kakovosti površinskih vodotokov, na posameznem merilnem mestu glede na rezultate saprobioloških analiz v letu 2005, so prikazane na sliki 3. Ocena saprobiološkega stanja površinskih vodotokov se je v letu 2005 v primerjavi z letom 2004 izboljšala. Na osnovi rezultatov saprobioloških analiz v 42 vodotokoh in na 69 različnih merilnih mestih, je večina merilnih mest neobremenjena do zmerno obremenjena in samo eno merilno mesto je močno onesnaženo (Rinža v Kočevju). Zelo močno onesnaženih ali prekomerno onesnaženih vodotokov v letu 2005 ni bilo. Izoljševanje saprobiološke kakovosti vodotokov se kaže v celotnem obdobju 1996 do 2005. Veča se število merilnih mest v prvem in drugem kakovostnem razredu, manjša pa se število merilnih mest v slabših kakovostnih razredih.

V letu 2006 je bilo v Sloveniji prvič izvedeno tudi kvantitativno vzorčenje bentoških nevretenčarjev in fitobentosa, po metodi vzorčenja multimikrohabitatnih tipov, na izbranih vodnih telesih. Ti vzorci so bili laboratorijsko obdelani (prebiranje, sortiranje, zahtevana stopnja determinacije…) po novi metodologiji. Ovrednoteni so bili glede na izdelane strokovne podlage za vrednotenje organske obremenjenosti vodotokov z uporabo prilagojenega saprobnega indeksa, na podlagi bentoških nevretenčarjev in fitobentosa. Od 73 slovenskih vodotokov je bilo biološko stanje analizirano le v 22 vodotokih. Vzorčenja in analize na 37 merilnih mestih so pokazle, da je bilo po oceni kakovosti glede na fitobentos 43% merilnih mest v zelo dobrem stanju, 32% v dobrem, 22% v zmernem stanju in 3% v slabšem kakovostnem stanju. Rezultati vzorčenja in analize bentoških nevretenčarjev pa so pokazale, da je bilo 57% merilnih mest v zelo dobrem stanju, 27% v dobrem, 11% v zmernem stanju, 3% v slabšem ter 3% v slabem kakovostnem stanju. Potrebno je opozoriti, da je ta ocena podana le na podlagi dveh bioloških elementov kakovosti, samo za en pritisk in na manjšem delu Slovenije.

V naslednjih letih se bo podajala ocena ekološkega stanja, ki predstavlja merjenje spremenjenosti strukture in funkcije ekosistema glede na naravno stanje. Naravno ali referenčno stanje je tisto, kjer ni opaziti vpliva človeka oziroma je ta zelo majhen. Ekološko stanje se vrednoti na podlagi bioloških elementov kakovosti (fitoplanktona, fitobentosa in makrofitov, rib in bentoških nevretenčarjev) ter podpornih fizikalno-kemijskih in hidromorfoloških elementov. Sistem ocenjevanja bo omogočal razlikovanje petih razredov ekološkega stanja, in sicer od zelo dobrega, preko dobrega, zmernega, slabega do zelo slabega. Ker so izhodišča oziroma referenčna stanja vodnih teles različna, se bo uporabljal tipsko specifičen pristop, kjer se vode glede na naravne značilnosti, najprej razdeli po tipih in se za vsak tip določi referenčno stanje. Ekološko stanje vodotokov v Sloveniji bo mogoče vrednotiti šele, ko bodo pripravljene ocenjevalne metode za vse biološke elemente kakovosti in različne pritiske.

5.5 IZRAČUN TRENDOV ZA NAJBOLJ KRITIČNE KEMIJSKE PARAMETRE ZA REKO SAVO NA MERILNEM MESTU JESENICE NA DOLENJSKEM.

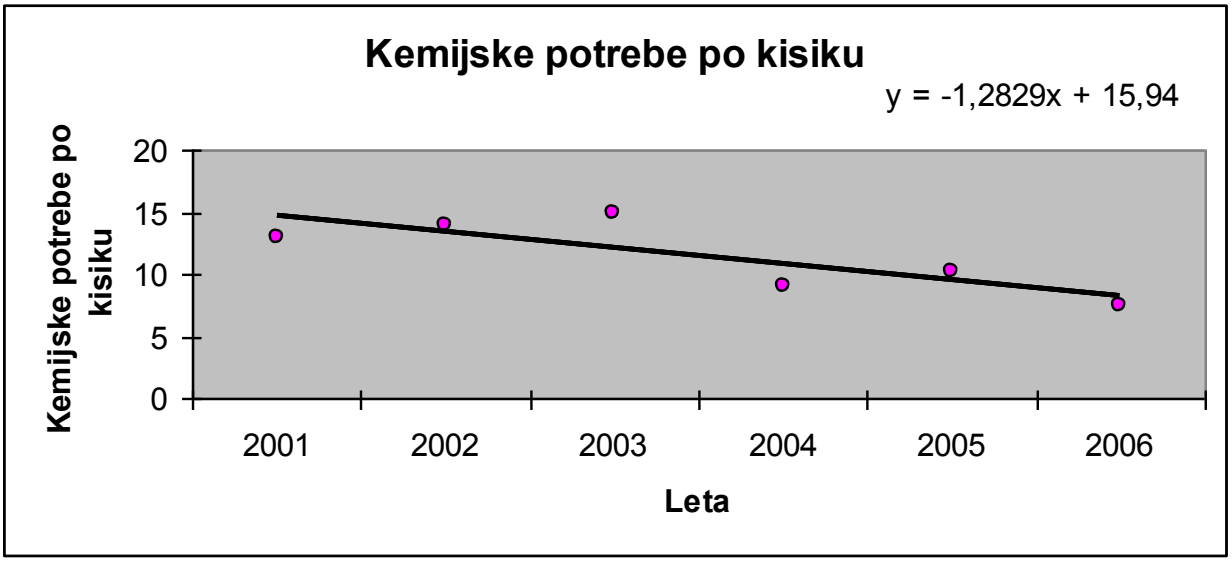
5.5.1 Izračun trenda za kemijske potrebe po kisiku

Tabela 4: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa

Leto	Kemijske potrebe po kisiku (mgO_2/l)
2001	13
2002	14
2003	15
2004	9
2005	10,2
2006	7,5

Vir: ARSO (2001, str.44), ARSO (2002, str.58), ARSO (2003, str.59), ARSO (2004, str.51), ARSO (2005, str.56), ARSO (2006, str.82)

Graf 4: Prikaz trenda kemijskih potreb po kisiku



Vir: ARSO (2001, str.44), ARSO (2002, str.58), ARSO (2003, str.59), ARSO (2004, str.51), ARSO (2005, str.56), ARSO (2006, str.82)

Komentar: Iz grafa 4 je razvidno, da je povprečna izmerjena vrednost za kemijske potrebe po kisiku na reki Savi, na merilnem mestu Jesenice na Dolenjskem, padla pod mejno vrednost 10mg O_2/l v letu 2004. Trend padanja je v obsegu 1,2829 mg O_2/l. Najnižja vrednost kemijskih potreb po kisiku je v letu 2006, ko je obsegala 7,5 mg O_2/l. Najvišja vrednost kemijskih potreb po kisiku je v letu 2003, ko je obsegala 15 mg O_2/l.

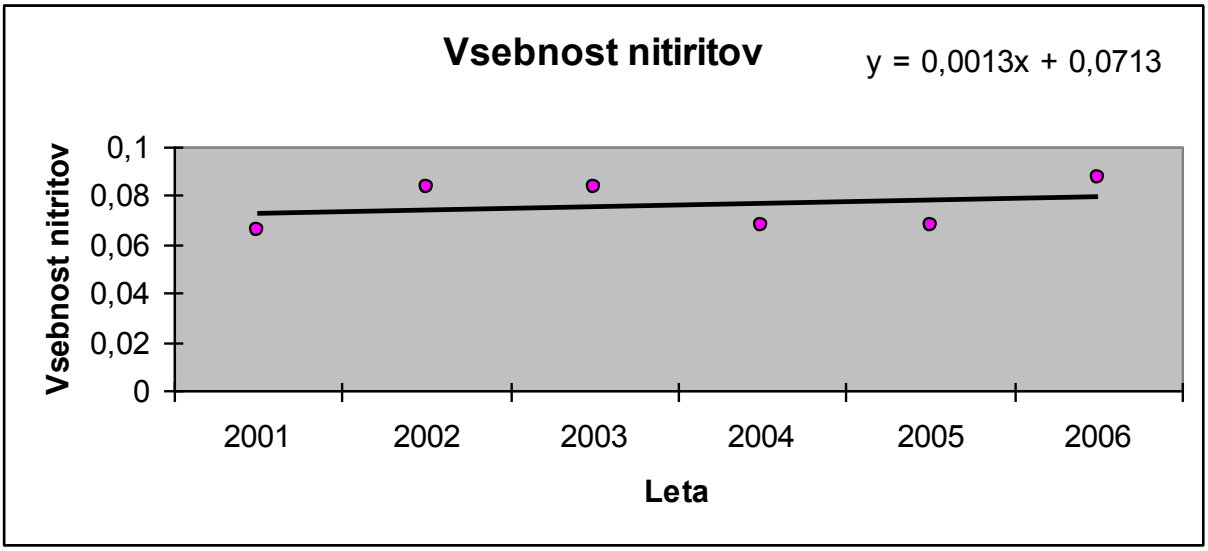
5.5.2 Izračun trenda za vsebnost nitritov

Tabela 5: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa

Leto	Vsebnost nitritov (mg/l)
2001	0,066
2002	0,083
2003	0,083
2004	0,068
2005	0,068
2006	0,087

Vir: ARSO (2001, str.44), ARSO (2002, str.58), ARSO (2003, str.59), ARSO (2004, str.51), ARSO (2005, str.56), ARSO (2006, str.82)

Graf 5: Prikaz trenda vsebnosti nitritov



Vir: ARSO (2001, str.44), ARSO (2002, str.58), ARSO (2003, str.59), ARSO (2004, str.51), ARSO (2005, str.56), ARSO (2006, str.82)

Komentar: Glede na trenutni trend bo povprečna letna vrednost za nitrite presegla mejno vrednost 0,1mg/l leta 2019. Trend naraščanja je v obsegu 0,0013 mg/l. Najnižja vrednost nitritov je v letu 2001, ko je obsegala 0,066 mg/l. Najvišja nitritov je v letu 2006, ko je obsegala 0,087 mg O_2/l.

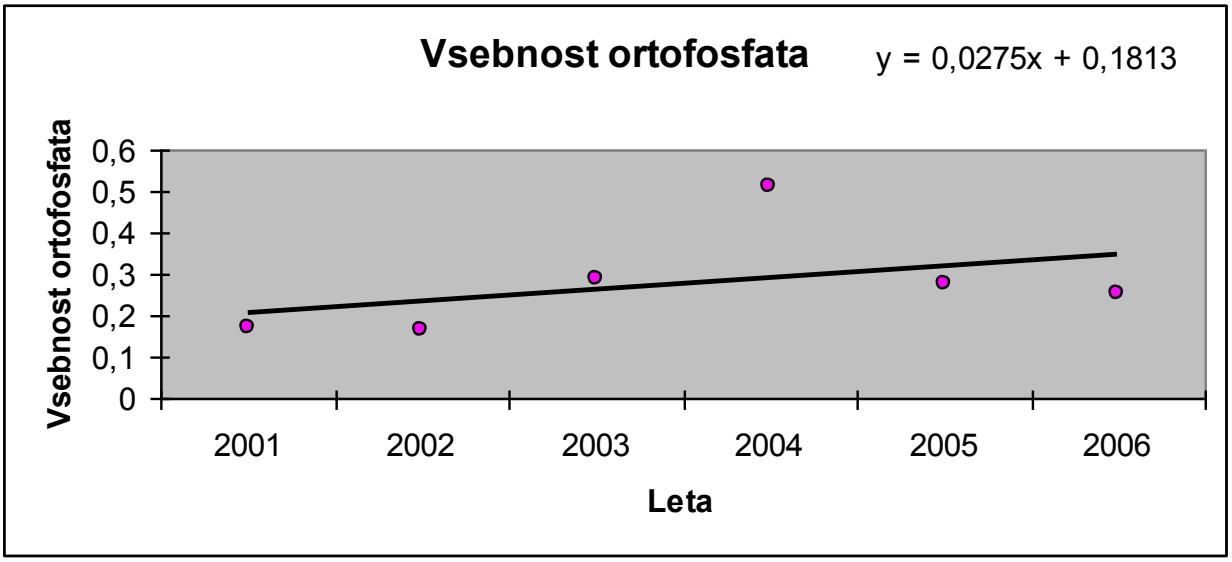
5.5.3 Izračun trenda za vsebnost ortofosfatov

Tabela 6: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa

Leto	Vsebnost ortofosfata (mg/l)
2001	0,172
2002	0,164
2003	0,288
2004	0,514
2005	0,275
2006	0,253

Vir: ARSO (2001, str.44), ARSO (2002, str.58), ARSO (2003, str.59), ARSO (2004, str.51), ARSO (2005, str.56), ARSO (2006, str.82)

Graf 6: Prikaz trenda vsebnosti ortofosfata



Vir: ARSO (2001, str.44), ARSO (2002, str.58), ARSO (2003, str.59), ARSO (2004, str.51), ARSO (2005, str.56), ARSO (2006, str.82)

Komentar: Glede na trenutni trend je bila mejna vrednost 0,4mg/l za ortofosfate glede na povprečno letno izmerjeno vsebnost sredi leta 2008 presežena. Monitoring kakovosti površinskih vodotokov v Sloveniji za leto 2008 še ni bil izdan. Trend naraščanja je v obsegu 0,0275 mg/l. Najnižja vrednost ortofosfatov je v letu 2002, ko je obsegala 0,164 mg/l. Najvišja vrednost ortofosfatov je v letu 2004, ko je obsegala 0,514 mg/l.

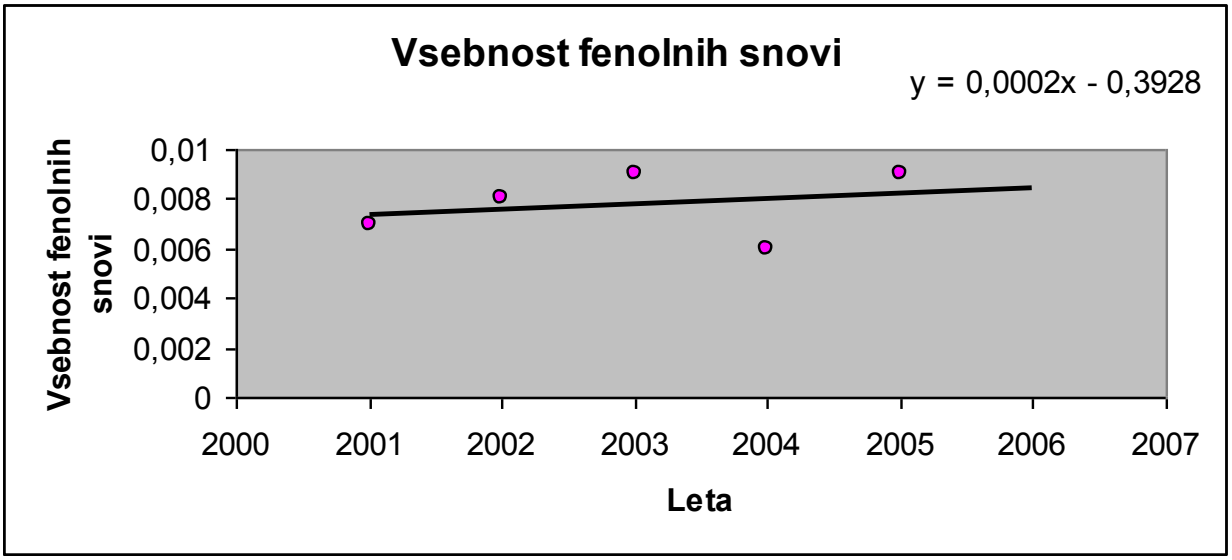
5.5.4 Izračun trenda za vsebnost fenolnih snovi

Tabela 7: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa

Leto	Vsebnost fenolnih snovi mg/l
2001	0,007
2002	0,008
2003	0,009
2004	0,006
2005	0,009

Vir: ARSO (2001, str.44), ARSO (2002, str.58), ARSO (2003, str.59), ARSO (2004, str.51), ARSO (2005, str.56)

Graf 7: Prikaz trenda vsebnosti fenolnih snovi



Vir: ARSO (2001, str.44), ARSO (2002, str.58), ARSO (2003, str.59), ARSO (2004, str.51), ARSO (2005, str.56)

Komentar: Glede na trenutni trend bo povprečna letna vrednost za fenolne snovi presegla mejno vrednost 0,010 mg/l v sredini leta 2015. Trend naraščanja je v obsegu 0,0002 mg/l. Najnižja vrednost fenolnih snovi je v letu 2004, ko je obsegala 0,0006 mg/l. Najvišja vrednost fenolnih snovi je v letu 2003 in 2005, ko je obsegala 0,009 mg/l.

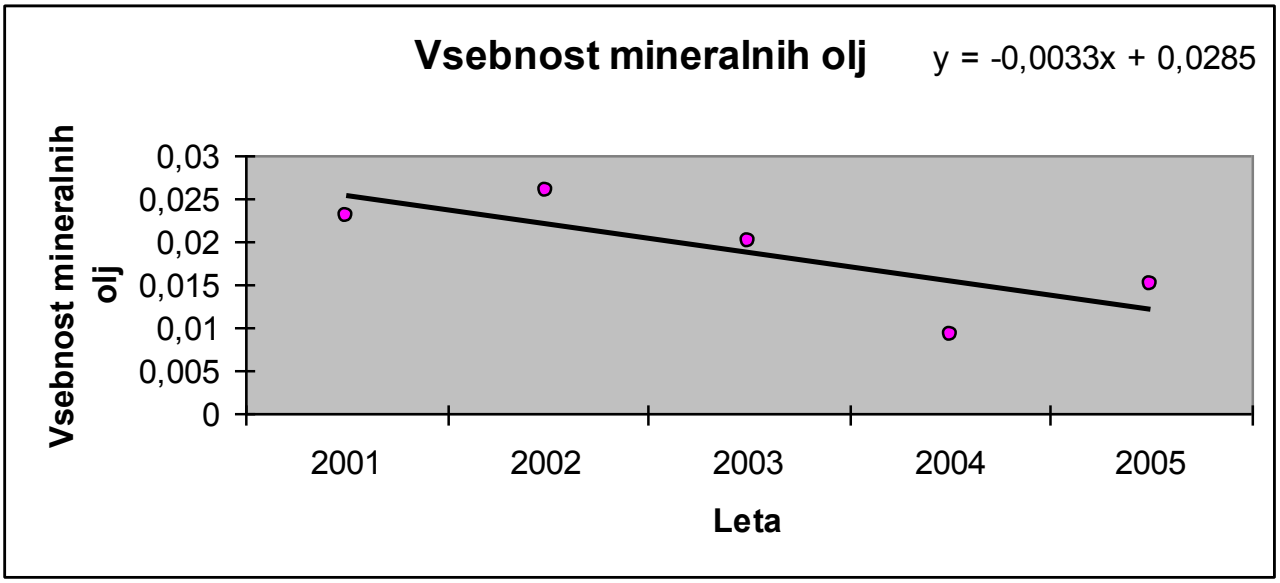
5.5.5 Izračun trenda za vsebnost mineralnih olj

Tabela 8: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa

Leto	Vsebnost mineralnih olj (mg/l)
2001	0,023
2002	0,026
2003	0,020
2004	0,009
2005	0,015

Vir:ARSO (2001, str.44), ARSO (2002, str.58), ARSO (2003, str.59), ARSO (2004, str.51), ARSO (2005, str.56)

Graf 8: Prikaz trenda vsebnosti mineralnih olj



Vir: ARSO (2001, str.44), ARSO (2002, str.58), ARSO (2003, str.59), ARSO (2004, str.51), ARSO (2005, str.56)

Glede na trenutni trend je povprečna letna vrednost za mineralna olja padla pod mejno vrednost 0,05 mg/l v sredini leta 2007. Monitoring kakovosti površinskih vodotokov v Sloveniji za leto 2007 še ni bil izdan. Trend padanja je v obsegu 0,0033 mg/l. Najnižja vrednost mineralnih olj je v letu 2004, ko je obsegala 0,009 mg/l. Najvišja vrednost mineralnih olj je v letu 2002, ko je obsegala 0,026 mg/l.

5.6 OCENA KAKOVOSTI REKE SAVE NA MERILNEM MESTU JESENICE NA DOLENJSKEM

Sava je naša najdaljša reka. Od izvira, torej od Dolinke v Zelencih do meje s Hrvaško meri v dolžino 221 km. Njen drugi povirni krak pa je Sava Bohinjka, ki izvira pred Bohinjskem jezerom in se v Dolinko izliva pri Radovljici. Jesenice na Dolenjskem so zadnja vodomerna postaja za reko Savo v Sloveniji. To merilno mesto je najustreznejši pokazatelj kakovosti reke Save. Trditev izhaja iz predpostavke, da reka Sava izvira na ozemlju Republike Slovenije kakor tudi vsi njeni pritoki.

Onesnaževanje vode z neprečiščenimi komunalnimi in industrijskimi odplaki najbolje opredeljujeta kemijska in biokemijska potreba po kisiku. V porečju Save so povprečne letne vrednosti zaradi številnih iztokov neprečiščenih komunalnih in idustrijskih odplak razmeroma visoke. Povprečna izmerjena vrednost za kemijske potrebe po kisiku na reki Savi na merilnem mestu Jesenice na Dolenjskem je padla pod mejno vrednost 10mg O_2/l v letu 2004. Trend padanja je v obsegu 1,2829 mg

O_2/l. V opazovanem obdobju od leta 2001 do 2006 je najnižja vrednost kemijskih potreb po kisiku v letu 2006, ko je obsegala 7,5 mg O_2/l, najvišja vrednost kemijskih potreb po kisiku pa v letu 2003, ko je obsegala 15 mg O_2/l. Znižanje vrednosti potrebe po kisiku je posledica izboljšanja obdelave odpadnih voda in opuščanja industrije, ki močno onesnažuje vodotoke z odpadnimi vodami.

V naravi se nitriti pojavljajo kot posledica človekove dejavnosti: uporaba umetnih in naravnih gnojil, nahajajo se v komunalnih odplakah, uporabljajo se v industriji. V vodi so dobro topni. Za človeka, predvsem pa za otroke predstavljajo nitriti veliko nevarnost. Glede na trenutni trend bo povprečna letna vrednost za nitrite presegla mejno vrednost 0,1mg/l leta 2019. Trend naraščanja je v obsegu 0,0013 mg/l. V opazovanem obdobju od leta 2001 do 2006 je najnižja vrednost nitritov v letu 2001, ko je obsegala 0,066 mg/l, najvišja vrednost nitritov pa v letu 2006, ko je obsegala 0,087 mg O_2/l.

Povišane vsebnosti ortofosfatov kažejo na prisotnost onesnaženja s komunalnimi vodami predvsem iz gospodinjstev. Možen vir onesnaženja z ortofosfati je še spiranje mineralnih gnojil s kmetijskih zemljišč. Glede na trenutni trend je bila mejna vrednost 0,4mg/l za ortofosfate glede na povprečno letno izmerjeno vsebnost sredi leta 2008 presežena. Monitoring kakovosti površinskih vodotokov v Sloveniji za leto 2008 še ni bil izdan. Trend naraščanja je v obsegu 0,0275 mg/l. V opazovanem obdobju od leta 2001 do 2005 opazovanem obdobju od leta 2001 do 2006 je najnižja vrednost ortofosfatov v letu 2002, ko je obsegala 0,164 mg/l, najvišja vrednost ortofosfatov pa v letu 2004, ko je obsegala 0,514 mg/l.

Fenolne spojine prihajajo v reke predvsem preko industrijskih odpadnih voda. Glede na trenutni trend bo povprečna letna vrednost za fenolne snovi presegla mejno vrednost 0,010 mg/l v sredini leta 2015. Trend naraščanja je v obsegu 0,0002 mg/l. V opazovanem obdobju od leta 2001 do 2005 je najnižja vrednost fenolnih snovi v letu 2004, ko je obsegala 0,0006 mg/l, najvišja vrednost fenolnih snovi pa v letu 2003 in 2005, ko je obsegala 0,009 mg/l.

Glede na trenutni trend je povprečna letna vrednost za mineralna olja padla pod mejno vrednost 0,05 mg/l v sredini leta 2007. Monitoring kakovosti površinskih vodotokov v Sloveniji za leto 2007 še ni bil izdan. Trend padanja je v obsegu 0,0033 mg/l. V opazovanem obdobju od leta 2001 do 2005 je najnižja vrednost mineralnih olj je v letu 2004, ko je obsegala 0,009 mg/l, najvišja vrednost mineralnih olj pa v letu 2002, ko je obsegala 0,026 mg/l.

Čiste vode in zdravo okolje je gotovo želja vseh nas, pa vendar človek s svojimi aktivnostmi močno prispeva k onesnaženju okolja. Neurejeni izpusti odpadnih vod iz gospodinjstev in industrije, onesnaženje zaradi vedno večjega števila avtomobilov in povečanega tovornega prometa ter intenzivna kmetijska pridelava močno vplivajo na kakovost površinskih voda.

6 ZAKLJUČEK

Voda je naravna dobrina, ki je življenjsko pomembna za vsa živa bitja na našem planetu. Kjer ni vode, ni življenja.

Slovenija je bogata z vodami, čeprav niso prostorsko enakomerno razporejene. Oskrba z zdravo pitno vodo je zaenkrat zadostna, vendar tudi pri nas vodni viri niso neizčrpni. Dragocenost vode žal spoznamo šele takrat, ko je nimamo. V boju za čisto pitno vodo moramo poskrbeti za dobre sanitarne razmere in pametno ravnati z odpadki. Količina vode in njena pojavna oblika ter časovna razporeditev vplivajo na raznovrstnost naravnih rastlinskih in živalskih vrst in na življenje ljudi, njihovo blaginjo, vedenjske vzorce, pa tudi na človekov odnos do voda in vodnega prostora. Prihodnost človeštva bo odvisna od zdrave pitne vode.

Stanje voda v Sloveniji je zadovoljivo, kakovost rek se v zadnjih letih počasi izboljšuje, posamezni odseki rek pa so še vedno znatno ali celo prekomerno onesnažena. Onesnaženost voda je posledica naravnega in veliko intenzivnejšega onesnaževanja z organskimi substancami, različnimi kemijskimi spojinami, radioaktivnimi in drugimi nevarnimi snovmi (težke kovine, pesticidi, herbicidi itd.) iz industrije, kmetijstva in drugih oblik proizvodnje in storitev, iz urbanih okolij. Vse to zmanjšuje uporabnost vode ne le za pitje, temveč tudi za druge namene. Nepovratno ali za daljše obdobje uničuje floro in favno v vodah in ogroža zdravje in življenje prebivalstva. Eden izmed glavnih vzrokov za onesnaževanje rek so točkovne emisije pri odvajanju odpadnih vod v površinske vode, za kar so odgovorna predvsem podjetja. Največji onesnaževalci so v papirništvu, živilskopredelovalni in pohištveni industriji, steklarstvu, livarstvu in orodjarstvu, metalurgiji, proizvodnji pralnih praškov in podobnih dejavnosti. Obrežne vode najbolj trpijo zaradi učinkov onesnaževanja, ker so postale odlagališče za industrijske odpadke. Drugi razlogi so neustrezno upravljanje z odpadki in neustrezna odlagališča odpadkov. Tako velike količine tekočih odpadkov, ki vsebujejo težke kovino kot so svinec, kadmij, cink, itd., so odložene v reke ali obrežne vode in velika mesta imajo vedno več odpadnih voda na razpolago. Kljub temu, da je večina obratov za čiščenje odpadnih voda opremljena z odstranjevalci trdnih in organskih snovi iz odpadnih voda, so večinoma nezmožni odstranjevanja škodljivih in strupenih kemičnih substanc.

Zaradi vpliva podnebnih sprememb lahko pričakujemo dvig temperatur, upadanje količine padavin in vodotokov, kar pomeni verjetne težave s preskrbo z vodo. Pomanjkanja vode bodo najbolj prizadele dejavnosti kmetijstva, energetike in predelovalne industrije. Sledil bo dvig cen vode, hrane, električne energije.

Nujno je treba poskrbeti za učinkovito rabo vode in energije z razvojem novih tehnologij. Poskrbeti je treba za čiščenje industrijskih odplak, dograditi manjkajoče čistilne naprave za odplake iz gospodinjstev, poskrbeti za ohranitev in oživitev mokrišč in druge potrebne ukrepe za ohranitev naravnega ravnotežja in naravnih sistemov. Zaradi tega morajo članice EU bolje sodelovati, da bi zagotovile čim bolj

učinkovito in trajnostno rabo vode. Veliko dela čaka politiko in tudi nevladne organizacije pri osveščanju ljudi, zakaj je potrebno z vodo ravnati skrbno in varčno. Vzpostaviti je potrebno učinkovit sistem taks in cen za vodo. Več sodelovanja med članicami EU je potrebno tudi pri analizah vode, zlasti bo treba izboljšati iskanje ostankov snovi od zdravil, pa od kozmetičnih izdelkov, kemikalij v industriji, ki jih s čistilnimi napravami ni mogoče odstraniti in zato gredo v podtalnico in skozi pipe s "pitno" vodo pritečejo v kuhinjo.

LITERATURA

1. AMBROŽIČ, Špela. CVITANIČ, Irena. DOBNIKAR TEHOVNIK Mojca. GACIN, Marina. GRBOVIĆ, Jasna. JESENOVEC,Brigita. KOZAK LEGIŠA, Špela. KRAJNC, Marjeta. MIHORKO, Polonca. POJE, Mateja, REMEC REKAR, Špela. ROVTAR, Bernarda. SODJA, Edita. Kakovost voda v Sloveniji. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 2008.
2. Ančik, Eva. KUŠAR, Urška. REJEC-BRANCELJ, Irena. POJE, Mateja. FRIDL, Jerneja. Kazalci okolja 2005. Ministrstvo za okolje in prostor. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 2006.
3. BAT, Marjan. BELTRAM, Gordana. CEGNAR, Tanja. DOBNIKAR TEHOVNIK Mojca. GRBOVIĆ, Jasna. KRAJNC, Marjeta. MIHORKO, Polonca. REJEC BRANCELJ, Irena. REMEC REKAR Špela. UHAN, Jože. Vodno bogastvo Slovenije. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 2003.
4. BAT, Marjan. DOLINAR, Mojca. FRANTAR, Peter. HRVATIN, Mauro. KOBOLD, Mira. KURNIK, Blaž. NADBATH, Mateja. OŽURA, Vesna. UHAN, Jože. ULAGA, Florjana. Vodna bilanca Slovenije 1971-2000. Water balance of Slovenia 1971-2000. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 2008.
5. BAT, Marjan. UHAN, Jože. Vode. V: MIHELAČ, Špela. ZYCH, Barbara (ur.): Narava Slovenije. Mladinska knjiga, Ljubljana, 2004.
6. BERNARD-VUKADIN, Barbara. REJEC-BRANCELJ, Irena. FRIDL, Jerneja. Okolje na dlani. Ministrstvo za okolje in prostor. Agencija RS za okolje, Ljubljana, 2007.
7. BRICELJ, Mitja. VOVK KORŽE, Ana. Vodni svet Slovenije. Zveza geografskih društev Slovenije, Pedagoška fakulteta Maribor, Ljubljana, 2004.
8. EĆIMOVIĆ, Timi. JAN, Joža. VRHOVŠEK, Danijel. Slovenija včeraj-danes-jutri, gospodarjenje z vodo, izziv za generacijo Slovencev v tretjem tisočletju. SEG- inštitut za klimatske spremembe, Ljubljana, 1998.
9. EMOTO, Masaru. Sporočilo vode. Založba Sanje, Ljubljana, 2004
10. FIRBAS, Peter. Kako zdrava je voda. Ara, Ljubljana, 2004.
11. GRAHAM, Ian. Energija prihodnosti, vodna energija. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 2000.
12. HLAD, Branka. SKOBERNE, Peter. OROŽEN-ADAMIČ, Milan. NOVAK, Tone. DEVETAK, Dušan. KRAIGHER, Hojka. JURC, Dušan. URBANČIČ, Mihej. SIMONČIČ, Primož. GRBOVIĆ, Jasna. Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji. Ministrstvo za okolje in prostor. Agenicija RS za okolje, Ljubljana, 2001.
13. KAJFEŽ-BOGATAJ, Lučka. Kaj nam prinašajo podnebne spremembe? Pedagoški inštitut, Ljubljana, 2008.
14. LAH, Avguštin. LOBNIK, Franc. Voda-vodovje: poglavitni življenjski vir narave in gospodarstva. Svet za varstvo okolja RS. Ljubljana, 1998.
15. LAH, Avguštin. TAJNŠEK, Anton. Okolje v Sloveniji. Tehnična založba Slovenije, Ljubljana, 1994.
16. LENARČIČ, Matevž. PLUT, Dušan. Vode v Sloveniji. Epsi, Ljubljana, 1995.
17. LOBNIK, Franc. LAH, Avguštin. LAH, Tamara. Sonaravno uravnoteženi razvoj Slovenije = Sustainable development of Slovenia. Svet za varstvo okolja Republike Slovenije, Ljubljana, 2004.
18. PLUT, Dušan. GABER, Slavko. Slovenija – zelena dežela ali pustinja? Krt, Ljubljana, 1987.

19. PLUT, Dušan. OROŽEN-ADAMIČ Milan. PERKO, Drago. Brez izhoda?:svetovni okoljski procesi. Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1995.
20. PLUT, Dušan. Slovenija – vodna učna pot Evrope. Oddelek za geografijo, Filozofska fakulteta, Ljubljana. 2005
21. ROŠ, Milenko. Biološko čiščenje odpadne vode. GV založba, Ljubljana, 2001.
22. SEYMOUR, John. GIRARDET, Herbert. POLANC-KRISTAN, Irena. PENNEY, Ian. Načrt za zeleni planet. Državna založba Slovenije, Ljubljana, 1991.
23. SMOLAR ŽVANUT, Nataša. Odvzemi vode iz vodotokov. V: RAZINGER, Jaka (ur.): Ekoremediacije sredstvo za doseganje okoljskih ciljev in trajnostnega razvoja Slovenije. Katr, Ljubljana, 2008.
24. SMREKAR, Aleš. Zavest ljudi o pitni vodi. Založba ZRC, ZRC SAZU, Ljubljana, 2006.
25. SMREKAR, Aleš. OROŽEN-ADAMIČ Milan. BREG, Mateja. FRANTAR, Peter. FRIDL, Jerneja. TUTTLE, Wayne. Zavest ljudi o pitni vodi. Geografski inštitut Antona Melika, Ljubljana, 2006.

VIRI Z INTERNETA

1. Inštitut za vode Republike Slovenije. Izvajanje vodne direktive v Sloveniji. URL=»http://www.izvrs.si/home/index.php?option=com_content&task=view&id=1&Itemid=55&lang=si«. 18.8.2009
2. JP Vodovod - Kanalizacija d.o.o. Letno poročilo o skladnosti pitne vode. URL=»http://www.jh-lj.si/index.php?p=3&k=377«. 19.8.2009
3. Zavod za zdravstveno varstvo Murska Sobota. Pitna voda. URL=»http://www.zzv-ms.si/si/voda/Pitna-voda.htm«. 2.8.2009
4. European Communities. Water. URL=»http://ec.europa.eu/environment/water/index_en.htm«. 8.8.2009
5. Inštitut za trajnostni razvoj. Voda sedanje stanje. URL=»http://www.itr.si/nvo-portal/mapa/vode«. 28.7.2009

SEZNAM TABEL IN GRAFOV

Tabela 4: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa 43
Tabela 5: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa 44
Tabela 6: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa 45
Tabela 7: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa 46
Tabela 8: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa 47

Graf 4: Prikaz trenda kemijskih potreb po kisiku 44
Graf 5: Prikaz trenda vsebnosti nitritov.....45
Graf 6: Prikaz trenda vsebnosti ortofosfata 46
Graf 7: Prikaz trenda vsebnosti fenolnih snovi.....47
Graf 8: Prikaz trenda vsebnosti mineralnih olj 48

PRILOGE

Priloga 1: Slika 1

Slika 1: Povodja in porečja Slovenije

Vir: ARSO (2000, str. 40)

Priloga 2: Tabela 1

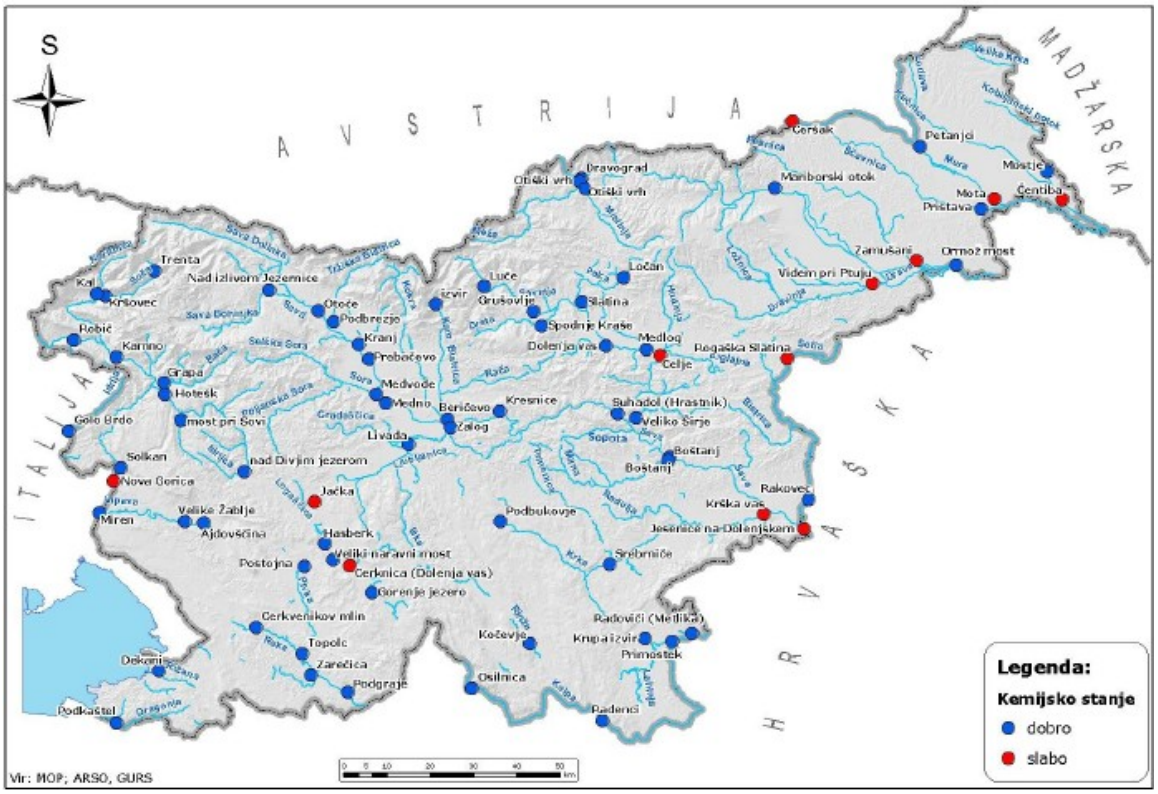
Tabela 1: Mejne vrednosti parametrov za oceno kemijskega stanja iz Uredbe o kemijskem stanju površinskih voda.

SPLOŠNI FIZIKALNO KEMIJSKI PARAMETRI			
PARAMETER	*ENOTA*	*MEJNA VREDNOST*	
		voda	*analiza sedimenta*
Nitrat	mg NO_3/l	25	
Sulfat	mg SO_4/l	150	
PREDNOSTNI SEZNAM PARAMETROV KEMIJSKEGA STANJA			
PARAMETER	*ENOTA*	*MEJNA VREDNOST*	
		voda	*analiza sedimenta*
Kadmij	µg Cd/l	1	da
1,2 dikloroetan	µg/l	10	
Heksaklorobenzen	µg/l	0,03	da
Heksaklorobutadien	µg/l	0,1	da
Heksaklorocikloheksan	µg/l	0,05	da
Pentaklorofenol	µg/l	1	da
Živo srebro	µg Hg/l	1	da
Tetrakloroeten	µg/l	10	
Triklorobenzen*	µg/l	0,4	da
Trikloroeten	µg/l	10	
Triklorometan	µg/l	12	
INDIKATIVNI SEZNAM PARAMETROV			
PARAMETER	*ENOTA*	*MEJNA VREDNOST*	
		voda	*analiza sedimenta*
Baker	µg Cu/l	5	
Bor	µg B/l	100	
Cink	µg Zn/l	100	
Krom	µg Cr/l	10	
Nikelj	µg Ni/l	10	
Svinec	µg Pb/l	10	
Diklorometan	µg/l	10	
Alaklor	µg/l	0,1	
Metolaklor	µg/l	0,1	
Atrazin	µg/l	0,1	
Simazin	µg/l	0,1	
Vsota pesticidov**	µg/l	0,5	
Antracen	µg/l	0,05	
Naftalen	µg/l	1	
PAO***	µg/l	0,1	
Fluoranten	µg/l	0,025	
Benzen	µg/l	3,0	
PCB****	µg/l	0,01	
AOX	µg Cl/l	20	
EOX	mg Cl/kg	-	da
Fenolne snovi (fenolni indeks)	µg/l	10	
Mineralna olja	mg /l	0,05	
Anionaktivni detergenti	mg MBAS/l	0,10	

Vir: ARSO (2008, str. 14)

Priloga 3: Slika 2

Slika 2: Kemijsko stanje površinskih vodotokov v letu 2006



Vir: MOP, ARSO, GURS (2008, str. 16)

Priloga 4: Tabela 2

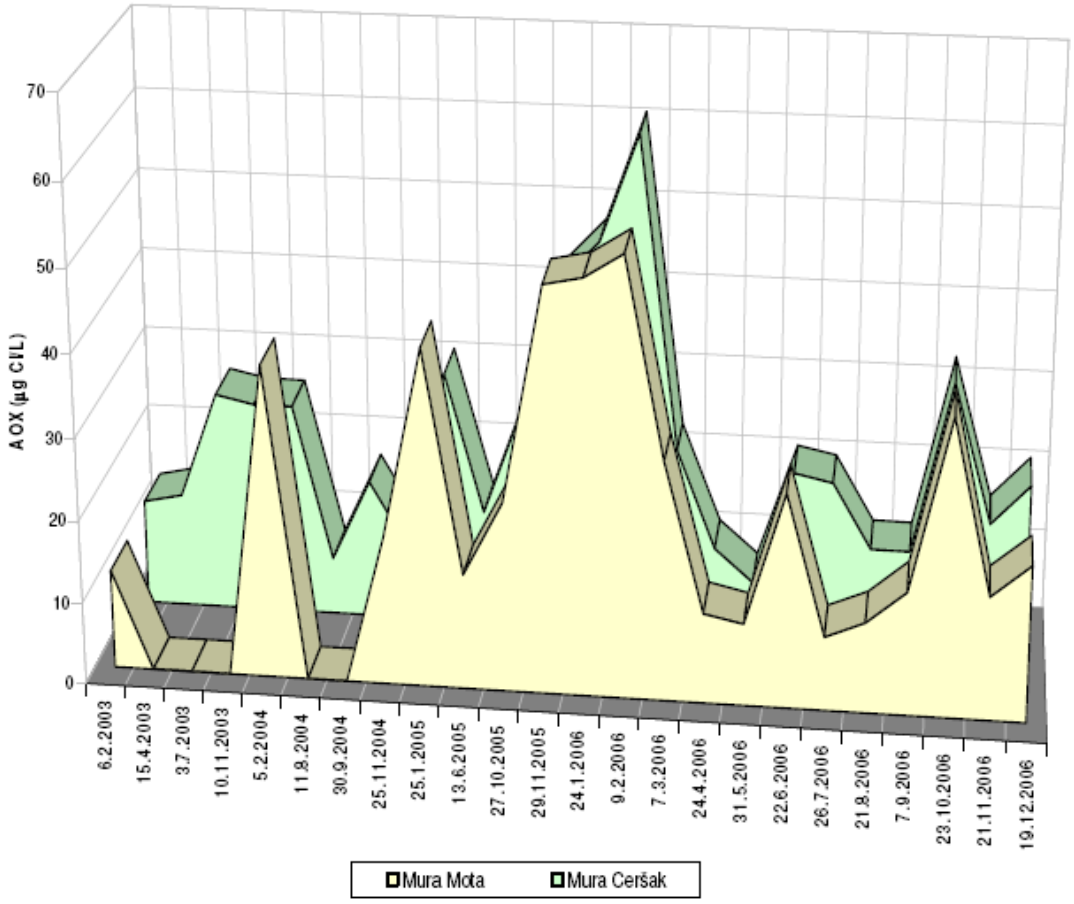
Tabela 2: Merilna mesta za katera je ugotovljeno slabo kemijsko stanje v letu 2006, z navedbo parametrov, ki so presegali mejne vrednosti

VODOTOK	Merilno mesto	Parameter	Letna povprečna vrednost	Mejna vrednost
MURA	Ceršak	AOX (µg Cl/l)	24	20
	Mota	AOX (µg Cl/l)	24	20
LEDAVA	Čentiba	AOX (µg Cl/l)	24	20
DRAVINJA	Videm pri Ptuju	Metolaklor (µg/l)	0,24	0,1
PESNICA	Zamušani	Metolaklor (µg/l)	0,43	0,1
		Pesticidi - vsota (µg/l)	0,68	0,5
SAVA	Jesenice na Dolenjskem	AOX (µg Cl/l)	57	20
SOTLA	Rogaška Slatina	Bor (µg/l)	177	100
CERKNIŠČICA	Cerknica (Dolenja vas)	Detergenti (mg MBAS/l)	0,13	0,10
LOGAŠČICA	Jačka	AOX (µg Cl/l)	21	20
VOGLAJNA	Celje	Cink (µg Zn/l)	493	100
KRKA	Krška vas	Atrazin (µg/l)	0,11	0,1
KOREN	Nova Gorica	Detergenti (mg MBAS/l)	3,05	0,10
		Mineralna olja (mg/l)	0,75	0,05

Vir: ARSO (2008, str. 15)

Priloga 5: Graf 1

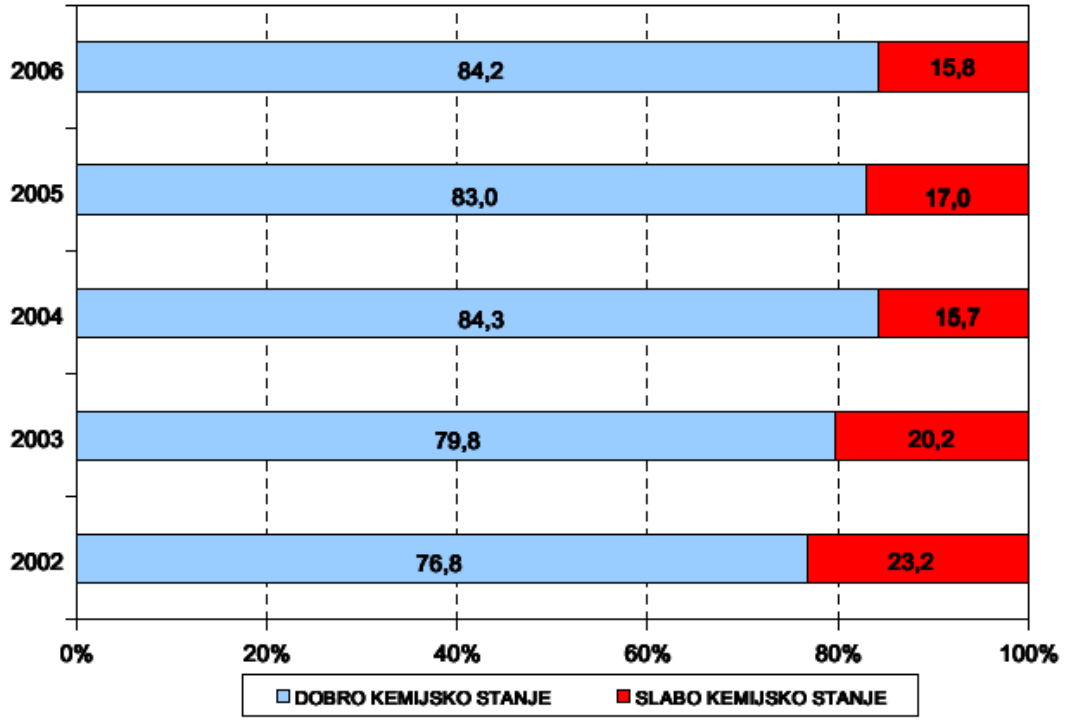
Graf 1: Vsebnosti AOX v Muri v letih 2003 do 2006.



Vir: ARSO (2008, str. 17)

Priloga 6: Graf 2

Graf 2: Odstotek merilnih mest v dobrem in slabem kemijskem stanju v letih 2002 do 2006



Vir: ARSO (2008, str. 18)

Priloga 7: Tabela 3:

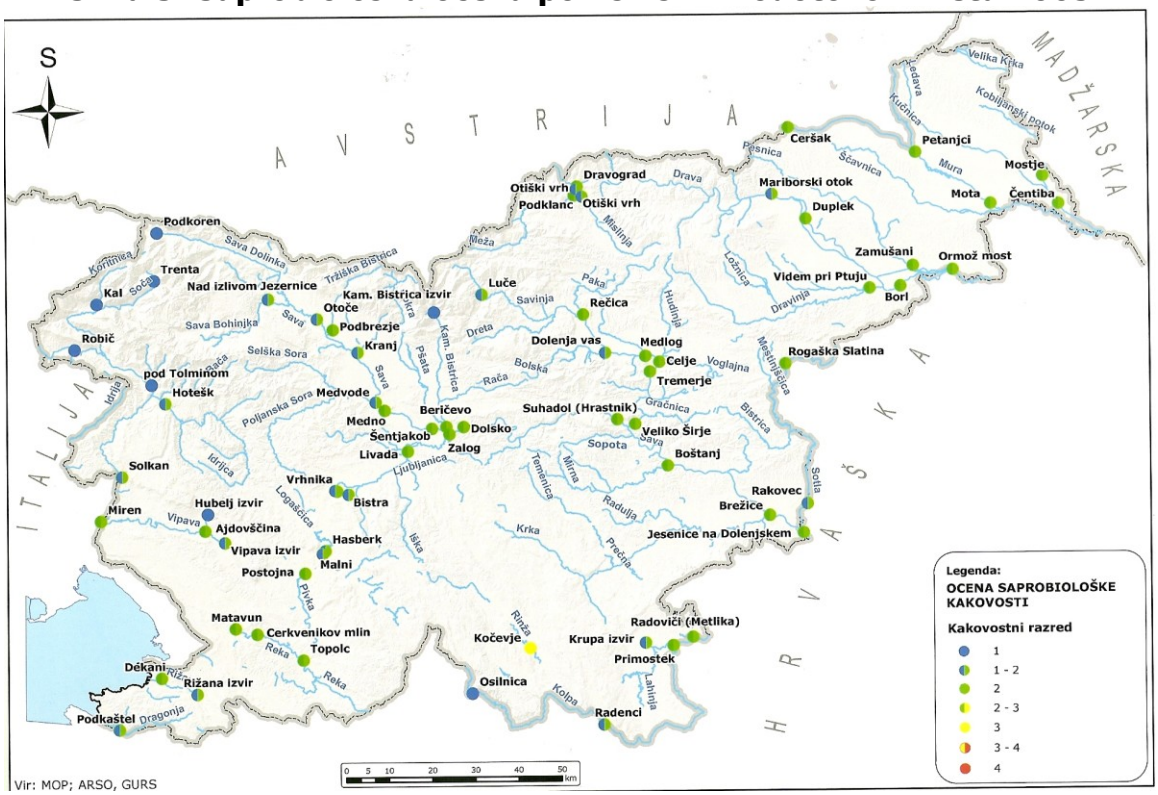
Tabela 3: Kakovostni razredi po vrednosti saprobnega indeksa

Kakovostni razred	Vrednost SI	Saprobna stopnja	Opis kakovosti vodotoka
1	1,0 - 1,5	oligosaprobna	neobremenjen do zelo malo obremenjen
1-2	1,51- 1,8	oligo do beta	malo obremenjen
2	1,81- 2,3	betamezosaprobna	zmerno obremenjen
2-3	2,31- 2,7	beta do alfa	kritično obremenjen
3	2,71- 3,2	alfamezosaprobna	močno onesnažen
3-4	3,21- 3,5	alfa do poli	zelo močno onesnažen
4	3,51- 4,0	polisaprobna	prekomerno onesnažen

Vir: ARSO (2008, str. 22)

Priloga 8: Slika 3

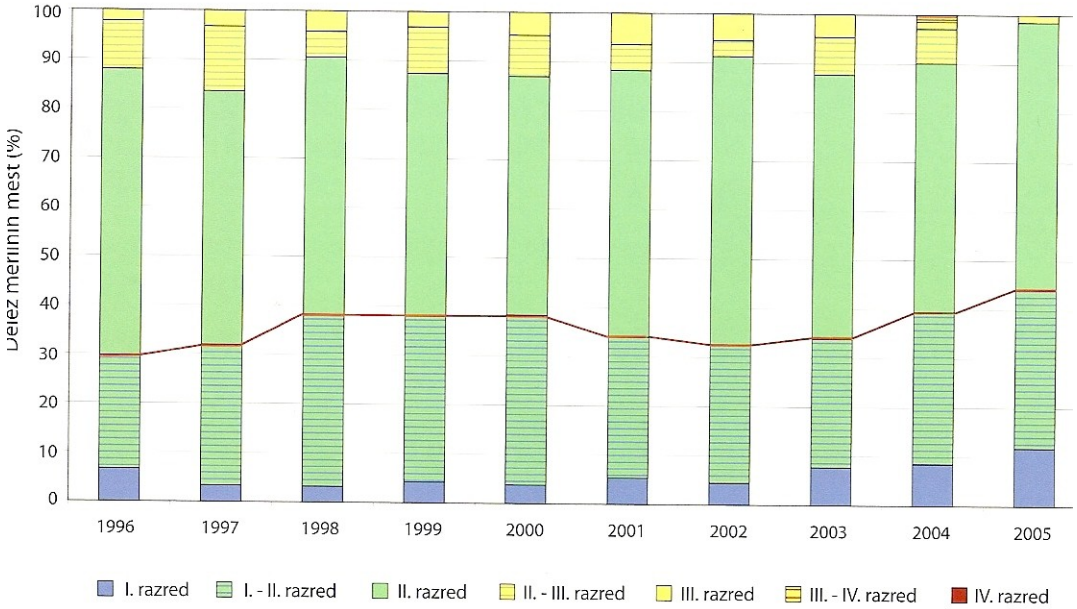
Slika 3: Saprobiološka ocena površinskih vodotokov v letu 2005



Vir: MOP, ARSO, GURS (2008, str. 23)

Priloga 9: Graf 3

Graf 3: Saprobiološka kakovost površinskih vodotokov-delež merilnih mest v določenem kakovostnem razredu v letih 1996 do 2005.



Vir: ARSO (2008, str. 24)

IZJAVA O AVTORSTVU IN NAVEDBA LEKTORJA

Študentka Katarina Robič izjavljam, da sem avtorica tega diplomskega dela, ki sem ga napisala pod mentorstvom red. prof. dr. Srečka Devjaka in dovolim objavo diplomskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

Diplomsko delo je lektoriral Matjaž Mandelc.

V Lescah, dne 1.9.2009 Katarina Robič