

Aleš BIZJAK

# Podnebne spremembe, poplavna varnost in vodooskrba v Sloveniji

## 1. Podnebje in spremembe vodnega kroga

Raziskave posledic podnebnih sprememb in globalnega segrevanja na okolje, ki so bile opravljene v znanstvenih ustanovah (npr. Max Planck Institute v Hamburgu, s predpostavko dviga koncentracije CO<sub>2</sub> v atmosferi za 1 % na leto; in Hadley Centre v Bracknellu, Velika Britanija, s predpostavko dviga koncentracije CO<sub>2</sub> v atmosferi za 1,3 % na leto), napovedujejo kvantitativne in kvalitativne spremembe nekaterih sestavin vodnega kroga: padavin, vlažnosti tal, neviht oziroma intenzivnih vremenskih dogodkov ter gladine morja (Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety, 1997).

Globalne klimatske spremembe bodo predvidoma vplivale na razporeditev in razpoložljivost vodnih količin. V splošnem velja, da bo vreme v severnejših krajih zemeljske oble vlažnejše, v južnejših pa bolj suho. Pričakujemo lahko daljša sušna obdobja ter krajša obdobja intenzivnih regionalnih padavin. Prav tako naj bi se povečala izdatnost zimskih padavin, medtem ko naj bi se količina poletnih padavin zmanjšala. Alpe in Mediteran, torej tudi ozemlje Slovenije, poleg severne Skandinavije in centralne ter vzhodne Evrope, so v tem pogledu opredeljeni kot občutljiva območja. Posledično se bodo spremenili časovni, geografski ter količinski poplavni vzorci, upadli bodo srednji nizki pretoki vodotokov, prav tako pa lahko pričakujemo tudi težave v preskrbi z vo-

do zaradi padca ravni podtalnice oziroma črpanja zalog podtalne vode pod obstoječo spodnjo raven (Watson et al., 1998).

Posledice podnebnih sprememb na globalni ravni je zaradi nezadostne natančnosti modelov in scenarijev težko napovedovati. Napovedi podnebnih sprememb za površino velikostnega razreda slovenskega ozemlja so tako še težje in manj natančne. V Sloveniji so zaradi podnebnih sprememb s stališča poplavne varnosti in vodooskrbe najbolj ranljiva območja, ki so tudi v obstoječem stanju okolja:

- problematična s stališča preskrbe s pitno vodo;
- izpostavljena suši;
- izpostavljena vodni in eolski eroziji;
- izpostavljena poplavam morja – plimovalne ravnice ter obalna območja;
- izpostavljena običajnim in katastrofalnim poplavam;
- znotraj območij hudourniškega režima pretokov in delovanja vode in vodnih količin; območja izpostavljena nazadovanju gozdne zarasti.

## 2. Poplavnost

Med poplavno najbolj ogrožena območja v Sloveniji v obstoječem stanju podnebja prištevamo območja vzdolž reke Mure, spodnje Save, ter reke Savinje, predvsem v okolici Celja (Vodnogospodarski inštitut, 1995). V preglednici 1 so prikazane velikosti poplavnih površin, ki jih povzročijo katastrofalne poplave v slovenskih povodjih v obstoječih količinskih in krajevnih razporeditvah vodnih mas.

### Podnebje Poplave Vodni krog Vodooskrba Slovenija

*Raziskave posledic podnebnih sprememb in globalnega segrevanja na okolje napovedujejo kvantitativne in kvalitativne spremembe nekaterih sestavin vodnega kroga: padavin, vlažnosti tal, neviht oziroma intenzivnih vremenskih dogodkov ter gladine morja. V prispisku so prikazane možne posledice podnebnih sprememb na vodni krog, poplavno ogroženost in vodooskrbo v Sloveniji.*

### Climate Floods Water cycle Water supply Slovenia

*The forecasts following research on climatic changes and consequences of global warming on the environment that were carried out by research institutes predict qualitative and quantitative changes in certain elements of the water cycle, such as: precipitation, soil humidity, storms and intensive weather and the sea level. The article shows possible effects of climatic change on the water cycle, floods and water supply in Slovenia.*

**Preglednica 1:** Poplavljenе urbane površine in ostala zemljišča v Sloveniji

Vodotok	Urbane površine (ha)	Ostala zemljišča (ha)	Skupaj (ha)
MURA	60	7000	7060
Krka	15	730	745
Ledava	7	9908	9915
Ščavnica	13	1027	1040
DRAVA	55	2945	3000
Pesnica	67	8363	8430
Dravinja	75	2000	2075
Poljskava	120	1880	2000
Meža z Mislinjo	30	475	505
SAVA (državna meja – Zidani most)	110	2.740	2.850
SAVA (Zidani most – Radovljica)	82	3.073	3.155
Sava Dolinka	5	70	75
Sava Bohinjka	5	295	300
Kolpa	5	730	735
Rinža, Ribnica, Bistrica	9	461	470
Sotla	12	1.188	1.200
Krka	80	3.100	3.180
Temenica	2	333	335
Grosupeljsko polje	20	1.980	2.000
Mirna	4	196	200
Savinja	560	1.940	2.500
Vogelajna s Hudinjo	40	530	570
Paka	21	239	260
Dreta	11	269	280
Ljubljana	305	8.215	8.520
Gradaščica	425	830	1.255
Logaško polje	13	17	30
Planinsko polje	7	893	900
Cerkniško polje	3	1.117	1.120
Loška dolina		360	360
Pivka	2	763	765
Kamniška Bistrica	143	1.637	1.780
Sora	15	835	850
Kokra	31	179	210
Tržiška Bistrica	3	47	50
SOČA	15	925	940
Vipava	35	1.865	1.900
Idrijca	14	76	90
Goriška Brda		70	70
REKA	5	620	625
DRAGONJA	8	1.462	1.470
BADAŠEVICA	4	56	60
RIŽANA	3	17	20
JADRANSKA OBALA	5	25	30
SKUPAJ	2.444	71.481	73.925

Vir: Vodnogospodarski inštitut, 1995.

Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije je bila ocenjena škoda zaradi poplav v Republiki Sloveniji leta 1995 2.800 mio SIT ali 18 % vse gospodarske škode, ki so jo povzročile elementarne nesreče, leta 1996 pa 1.044 mio SIT ali 9,19 % vse gospodarske škode, ki so jo povzročile elementarne nesreče (Statistični urad RS, 1997; Statistični urad RS, 1998). V preglednici 2 je prikazana skupna ocenjena škoda zaradi elementarnih nesreč in bruto domači proizvod v Sloveniji v obdobju od 1991 do 1995.

Rezultati modelnih ocen vplivov klimatskih sprememb na hidrološke razmere slovenskih vodotokov (Rogelj, 1999) za izbrana horizonta 2025 in 2050 kažejo tendenco upadanja nizkih in srednjih pretokov ter tendenco naraščanja visokih pretokov. Jesenske konice se nekoliko pomaknejo proti poletju, konici pomladnih in jesenskih mokrih obdobij sta izrazitejši, poletni pretoki pa se bistveno ne spreminjajo. Hkrati se največji odziv na predvidene intenzivnejše padavine pričakuje v alpskem in predalpskem svetu (povečanje  $Q_{vk}$  za 30 %) kot posledica topografije terena, rečnih padcev in razvejane rečne mreže. Zmerno povečanje je predvideno v osrednjem delu ter na vzhodu Slovenije (povečanje  $Q_{vk}$  za 20 %), najmanjše spremembe velikih pretokov pa v kraškem svetu (povečanje  $Q_{vk}$  za 10 %), kjer geološka sestava omogoča večjo retardacijo odtoka (Rogelj, 1999).

Glede na obstoječe stanje poplavne ogroženosti urbanih in ostalih površin v Sloveniji ter glede na rezultate modelne študije vplivov klimatskih sprememb na hidrološke razmere slovenskih vodotokov so urbana poplavno najbolj ranljiva območja Slovenije: Ljubljana in Ljubljansko barje (Gradaščica, Ljubljana), Celje, Laško (Savinja), vasi ob Dravinji, Slovenj Gradec (Mislinja), Železniki, Škofja Loka (Sora), Dob, Vir (Kamniška Bistrica, Rača), Litija, Sevnica, Krško (Sava), Kostanjevica (Krka), Bača pri Modreju (Bača) ter Vipava in Miren (Vipava) (Burja, VGI, os. kom.).

### 3. Vodooskrba

Vodooskrbne komunalne dejavnosti so oskrba s pitno vodo, odvajanje odpadne in meteorne vode ter čiščenje odpadne vode. Med vodooskrbnimi dejavnostmi v Sloveniji je oskrba z vodo razvitejša od odvajanja odpadne in meteorne vode ter čiščenja odpadne vode. Razlike v deležih oskrbovanih prebivalcev se kažejo tudi med posameznimi območji Slovenije glede na posamezne dejavnosti. Območja, ki pri naštetih dejavnostih zaostajajo za državnim povprečjem, so skoncentrirana v severo-vzhodnem delu države: Ptuj, Ormož, Lenart, Gornja Radgona in Ljutomer. Pri odvajanju odpadne vode za državnim povprečjem zaostajajo tudi nekatere občine v dolenski ter celjski regiji. V splošnem je komunalna opremljenost slovenskega podežlja draga in nepopolna. Večina novih stanovanjskih hiš in gospodinjstev ni priključena na javno kanalizacijsko omrežje, temveč uporabljajo greznice, odpadne vode pa mnogokrat spuščajo neposredno v vodotoke ali nenadzorovano v območja vodonosnikov. V preglednici 3 je prikazana stopnja komunalne oskrbovanosti prebivalstva po dejavnostih v Sloveniji. Stanje opremljenosti z javno kanalizacijo in čiščenja odpadnih vod se kaže v slabši luči kot oskrba prebivalstva s pitno vodo. Iz preglednice je razvidno, da je od 100 porabljenih litrov pitne vode očiščenih le 18 ter da je kar 48 od 100 litrov porabljene pitne vode izgubljenih v sistemu (Vodnogospodarski inštitut, 1998).

Kakovost obstoječe komunalne oskrbe lahko opredelimo z izgubami na vodovodnih omrežjih, številom izpadov vodovodnih sistemov, kakovostjo pitne vode iz vodovodnih omrežij in zadostnostjo kapacitet čistilnih naprav. Izgube na vodovodnih omrežjih so po vseh oskrbovalnih sistemih visoke, kljub temu pa so opazne razlike med posameznimi sistemi. V preglednici 4 so predstavljeni oskrbovalni sistemi, ki izkazujejo delež vodnih izgub nad državnim povprečjem. Območja z največjimi deleži izgub-

ljene vode so v primeru uresničitve napovedi podnebnih sprememb hkrati najbolj ranljiva z vidika zagotavljanja vodnih količin (Vodnogospodarski inštitut, 1998).

**Preglednica 2:** Znesek ocenjene škode zaradi elementarnih nesreč in bruto domači proizvod, Slovenija, 1991 – 1995

Vodotok	BDP (mrd SIT)	Celotna škoda zaradi elementarnih nesreč (mrd SIT)	Delež celotne škode v primerjavi z BDP (%)	BDP v družbenem sektorju* (mrd SIT)	Škoda na družbenih sredstvih (mrd SIT)	Delež škode na družbenih sredstvih v primerjavi z BDP v družbenem sektorju* (%)
1991	349	4,0	1,2	273	2,6	0,9
1992	1018	36,0	3,5	743	10,0	1,4
1993	1435	38,0	2,6	962	7,5	0,8
1994	1846	15,0	0,8	1034	8,3	0,8
1995	2202	15,0	0,7	1101	8,6	0,8

Vir: Statistični urad RS, 1997

\* družbeni sektor obsega državni, javni in družbeni sektor, ki še ni lastninsko oblikovan

**Preglednica 3:** Stopnja oskrbljenosti prebivalstva po dejavnostih v Sloveniji

Dejavnost	delež oskrbljenih prebivalcev	indeks
oskrba z vodo iz javnih vodovodov	85 %	100
odvajanje odpadne in meteorne vode	44 %	52
čiščenje odpadne vode	15 %	18

Vir: Vodnogospodarski inštitut, 1998

**Preglednica 4:** Oskrbovalni sistemi, ki izkazujejo delež vodnih izgub nad državnim povprečjem

Oskrbovalni sistem	delež izgub (%)
Radeče	74,6
Idrija	69,5
Nova Gorica	69,0
Hrastnik	59,0
Trbovlje	57,7
Ravne-Prevalje	47,8
Koper	47,3
Sevnica	47,2
Ljutomer	45,1
Postojna	44,9
Črnomelj	44,9
Jesenice	44,2
Žalec	43,7
Celje	41,7
Krško	40,9
Sežana	39,7

Vir: Vodnogospodarski inštitut, 1998

Do največjega števila izpadov obratovanja vodovodnih sistemov je prihajalo pri večjih sistemih, predvsem Novo mesto, Koper, Domžale, Velenje, Žalec in Ptuj. Ta območja so v primeru nastopa možnih podnebnih sprememb ranljiva s stališča zagotavljanja zadostnih vodnih količin zaradi izpadov sistemov oskrbovanja (Vodnogospodarski inštitut, 1998).

Prav tako problematična ja kakovost pitne vode iz javnih vodovodnih omrežij. V Sloveniji ima samo

dve tretjini javnih vodovodov higiensko neoporečno pitno vodo. Najslabše razmere so zabeležene na območjih Celja, Kopra, Nove Gorice In Novega mesta. Našteta območja so možnih podnebnih sprememb ranljiva s stališča zagotavljanja zadostne kakovosti vodnih virov. Območja nekdanjih občin, kjer odpadna voda potencialno ogroža vire in zaloge pitne vode, so podana v preglednici 5 (Vodnogospodarski inštitut, 1998).

**Preglednica 5:** Občine, kjer odpadna voda potencialno ogroža vire in zaloge pitne vode

Oskrbovalni sistem	Občina
Ajdovščina	Ajdovščina
Brežice	Brežice
Cerknica	Cerknica, Loška Dolina
Črnomelj	Črnomelj, Semič
Gornja Radgona	Gornja Radgona
Idrija	Idrija
Ilirska Bistrica	Ilirska Bistrica
Kočevje	Kočevje
Kranj	Kranj, Cerklje na Gorenjskem, Šenčur
Krško	Krško
Ljubljana	Ljubljana, Medvode
Ljutomer	Ljutomer
Maribor	Maribor, Rače-Fram, Starše
Mozirje	Mozirje, Gornji grad, Luče
Murska Sobota	Murska Sobota, Cankova-Tišina, Rogaševci, Beltinci
Lendava	Lendava, Turnišče, Odranci, Črešnovci,
Nova Gorica	Nova Gorica, Miren-Kostanjevica
Postojna	Pivka
Ptuj	Ptuj, Gorišnica, Kidričevo,
Radovljica	Radovljica, Bled
Sežana	Sežana, Komen, Divača
Žalec	Žalec

Vir: Vodnogospodarski inštitut, 1998

**Preglednica 6:** Delež prečiščene odvedene vode v Sloveniji, za leto 1993 (količina odvedene vode 139.364.000 m<sup>3</sup>)

	Količina (v 1000 m <sup>3</sup> )	Delež (%)	
		od prečiščene	od odvedene
Mehansko	52.726	60	37,8
Kemično	1.288	1,5	0,9
Biološko	4.222	5	3,0
Kombinirano	29.396	33,5	21,1
Skupaj prečiščeno	87.632	100	63

Vir: Vodnogospodarski inštitut, 1998

Po podatkih o zmogljivostih čistilnih naprav v Sloveniji najbolj zastajajo območja: Kozjansko, Posavje, Štajerska (Slovenska Bistrica, Slovenske Konjice), Zasavje, Kras, Maribor in Koroška. Ta območja so v primeru uresničitve možnih podnebnih sprememb hkrati najbolj ranljiva s stališča zagotavljanja zadostnih vodnih količin zaradi poddimenzioniranih sistemov čiščenja. V preglednici 6 so zbrani deleži prečiščene odvedene vode v Sloveniji za leto 1993 (Vodnogospodarski inštitut, 1998).

## 4. Prilagoditveni ukrepi

Zagotavljanje stabilnih razmer in smotrno gospodarjenje z vodnimi sistemi, ki bodo služili naravi in potrebam človeka ter družbe na način, ki bo omogočal ohranjanje vodnih virov tudi za naslednje generacije, je izhodišče prilagoditvenih ukrepov zaradi sprememb hidrološkega kroga (FGG HS IZH, 1998).

### Poplavna varnost

Med osnovnimi ukrepi za zagotavljanje večje poplavne varnosti in obsežnejšega zadrževanja voda (kot prilagoditvenih ukrepov na predvidene podnebne spremembe) so:

- rezervacije obstoječih poplavnih površin,
- rezervacije novih poplavnih površin, predvidenih zaradi podnebnih sprememb;
- rezervacije prostora za vodne zadrževalnike;
- trajnostne ureditve poplavno problematičnih vodotokov in

prilagoditev ureditev na nove določene varnosti;

- nadvišanja premostitvenih objektov na nove določene višine.

Pravočasna evakuacija prebivalstva in premičnih materialnih dobrin ter izvedba začasnih obrambnih ukrepov sta odvisni od uspešnosti napovedovanja izrednih dogodkov oziroma poplav. Uspešno napovedovanje poplav je povezano z napovedjo nastopa visokih voda, ta pa je možna na dolgih vodotokih, ki so dobro opremljeni z avtomatskimi vodomernimi postajami in ombrógrafi, iz katerih prihajajo podatki sproti v računsko središče. Takih vodotokov in opreme v Sloveniji zaenkrat nimamo. V sistem zgodnjega opozarjanja bi bilo zato potrebno vključiti meteorološko službo ter napovedi padavin z večjo časovno in krajevno resolucijo, spremljanje intenzivnosti padavin z radarjem, prognostični hidrološki model za napoved višine poplavnega vala itd.

#### Vodooskrba

Zaradi povečanja temperature in možne večje pogostosti sušnih obdobja pričakujemo povečanje rabe vode končnih uporabnikov, prav tako pa poslabšanje pogojev za oskrbo z vodo. Osnovni prilagoditveni ukrepi so:

- ohranjanje kakovosti podtalnice na vodovarstvenih območjih, ki še niso v uporabi;
- črpanje vode iz višje ležečih vodonosnikov, ki so poselitveno in razvojno manj obremenjeni kot vodonosna območja na ravnih rečnih nanosih;
- zmanjšanje izgub v omrežju z obnovo vodooskrbnih sistemov;
- racionalna raba vode v gospodinjstvih in industriji;
- prilagoditev izpustov čistilnih naprav za odpadne vode na možne spremembe srednjih nizkih pretokov;
- prilagoditev komunalnih sistemov odvajanja meteornih vod s povečanjem prostornin zadrževalnih bazenov glede na možne močnejše intenzitete padavin;
- rezervacije prostora in graditev novih vodnih akumulacij za bogatenje nizkih pretokov.

Izvajanje mednarodnih, državnih in regionalnih prilagoditvenih strategij glede na možne podnebne spremembe je nujen ukrep, saj je voda integralna dobrina, potrebna za obstoj ekoloških in ekonomskih sistemov. Poplavna varnost in vodooskrba sta le del obširne problematike. Integralen pristop k reševanju možnih problemov zaradi sprememb vodnega kroga je nujen vsaj še na področjih prilagoditev zaradi nižjih srednjih nizkih pretokov rek ter prilagoditev strukture in delovanja vodnih elektroenergetskih infrastruktur.

Mag. Aleš Bizjak, univ. dipl. inž. kraj. arh., Vodnogospodarski inštitut, družba za gospodarjenje z vodami, d.o.o, Hajdrihova 28, Ljubljana

#### Opomba

Besedilo je del poročila, ki ga je avtor prispevka pripravil za MOP HMZ RS za potrebe 1. Nacionalnega poročila Slovenije Konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja.

#### Viri

Environmental Policy, Climate Protection in Germany. 2<sup>nd</sup> Report of the Government of the Federal Republic of Germany, pursuant to the UN Framework Convention on Climate Change, Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, and Nuclear Safety, Bonn 1997.

Nacionalni program varstva okolja, MOP RS, Ljubljana 1998.

Ocena ogroženosti Republike Slovenije pred poplavami. Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana 1995.

Ocenjene škode zaradi elementarnih nesreč v Sloveniji v obdobju 1991 do 1995. Rezultati raziskovanj, 688, 1997. Statistični urad RS, Ljubljana 1997.

Ocenjena škoda zaradi elementarnih nesreč, Slovenija 1996. Statistične informacije, 247, 1998. Statistični urad RS, Ljubljana 1998.

Okolje v Sloveniji 1996. URSVN MOP RS, Ljubljana 1998.

Pregled učinkovitosti okoljske politike - Slovenija, Ekonomska komisija za Evropo, OZN, New York, Ženeva 1997.

Ravnik, M.: Topla greda. Podnebne spremembe, ki jih povzroča človek. Založba Tangram in Prirodoslovno društvo Slovenije, Ljubljana 1997.

Rogelj, D.: Ocena vpliva klimatskih sprememb na hidrološke razmere slovenskih vodotokov. MOP HMZ RS, Ljubljana 1999.

Sanacija komunalne infrastrukture in izhodišča za urejanje prostora. Poročilo, I. - VI. faza. Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana 1998.

The Global Environment Outlook: an overview. United Nations Environment Programme. Oxford University Press, 1997.

The Global Observing System: Observations Today for the Climate of Tomorrow, World Meteorological Organization, Geneva 1996.

Uhan, J.: Ocena vplivov klimatskih scenarijev na podzemne vode. MOP HMZ RS, Ljubljana 1999.

Watson, R. et al.: The Regional Impacts of Climate Change. An Assessment of Vulnerability. A Special Report of IPCC Working Group II, Cambridge University Press, 1998.