



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji

Poročilo o monitoringu v letu 2012



Poročilo in podatki so zaščiteni po določilih avtorskega prava, tisk in uporaba podatkov sta dovoljena le v obliki izvlečkov z navedbo vira.

ISSN 2232-5239

Deskriptorji: podzemne vode, monitoring, količinsko stanje, Slovenija
Descriptors: groundwater, monitoring, quantitative status, Slovenia

Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji

Poročilo o monitoringu v letu 2012

Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji

Poročilo o monitoringu v letu 2012

Urednik

dr. Jože Uhan

Pomočnik urednika

mag. Zlatko Mikulič

Tehnična urednica

dr. Petra Souvent

Avtorji poročila

dr. Mišo Andjelov
mag. Zlatko Mikulič
Urška Pavlič, univ.dipl.inž.geol.
Vlado Savić, dipl.inž.gradb.
dr. Petra Souvent
Nikola Trišič, univ.dipl.inž.geol.
dr. Jože Uhan

Kartografija

dr. Mišo Andjelov
Urška Pavlič, univ.dipl.inž.geol.
dr. Petra Souvent

Fotografija

Nikola Trišič, univ.dipl.inž.geol.
Urška Pavlič, univ.dipl.inž.geol.
dr. Jože Uhan

Vodja sektorja za hidrogeološke analize

dr. Jože Uhan

Direktor urada za hidrologijo in stanje okolja

mag. Drago Groselj

Generalni direktor Agencije RS za okolje

Joško Knez

Ljubljana, julij 2014



Kazalo vsebine

1	Uvod	1
2	Program monitoringa količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012	2
	2.1 Parametri monitoringa količinskega stanja podzemnih voda	3
	2.2 Pogostost meritev parametrov količinskega stanja podzemnih voda	3
	2.3 Zagotavljanje kakovosti podatkov	4
3	Metodologija ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda	5
	3.1 Vodnobilančni preizkus	5
	3.2 Preizkus vpliva odvzemov podzemne vode na stanje površinskih vodnih teles	6
	3.3 Preizkus vpliva odvzemov podzemne vode na stanje kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemnih vod	7
	3.4 Preizkus vpliva rabe podzemne vode na vdore slane vode ali druge vrste vdorov	7
4	Ocena količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012	8
	4.1 Vodnobilančni preizkus	8
	4.1.1 Analiza trenda	8
	4.1.2 Napajanje vodnih teles podzemnih voda	20
	4.1.3 Količina odvzete podzemne vode in umetnega napajanja vodonosnikov	22
	4.1.4 Ocena spremembe dinamike toka podzemne vode – čezmejno vodno telo VTPodV_1005 Karavanke	25
	4.2 Preizkus vdora slane vode ali druge vrste vdora	28
	4.3 Preizkus potencialnega vpliva odvzemov podzemnih voda na stanje površinskih voda	31
	4.4 Preizkus vpliva odvzemov podzemne vode na vodne in kopenske ekosisteme, odvisne od podzemne vode	33
5	Kazalci količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012	36
	5.1 Kazalec 1: Obnovljiva podzemna voda na prebivalca v letu 2012 (UNESCO Groundwater Indicator 1)	36
	5.2 Kazalec 2: Razmerje med skupnim odvzemom podzemne vode in količino obnavljanja podzemne vode v letu 2012 (UNESCO Groundwater Indicator 2)	37
6	Skupna ocena količinskega stanja podzemnih voda plitvih vodonosnikov v letu 2012	39
7	Viri	40
8	Priloge	43

Seznam slik

Slika 1: Mreža merilnih mest monitoringa količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012 ..	2
Slika 2: Shema obdelovalnega in napovedovalnega obdobja ocene količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012.....	6
Slika 3: Trendi gladine podzemne vode v vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo v obdobju 1990-2012.....	13
Slika 4: Predlog delineacije novega vodnega telesa podzemne vode VTPodV_4024 Murska termalna voda (Geološki zavod Slovenije, 2013).....	14
Slika 5: Nivogram podzemne vode v neaktivnih geotermalnih vrtinah Do-1 (levo) in V-66 (desno).....	15
Slika 6: Načrtovana vzpostavitev mreže merilnih mest državnega monitoringa geotermalne vode na obstoječih naftno-plinskih vrtinah v Mursko-Zalskem geotermalnem sistemu (ARSO, 2014).....	16
Slika 7: Trendi gladin podzemnih voda in malih pretokov v obdobju 1990-2012	18
Slika 8: Trend malih pretokov na izviri Rižane (levo) in Vipave (desno) v obdobju 1990-2012	18
Slika 9: Odstopanje srednjih mesečnih pretokov na reprezentativnih merilnih postajah leta 2012 v % dolgoletnega mesečnega povprečja	19
Slika 10: Napajanje vodnih teles podzemnih voda v letu 2012.....	21
Slika 11: Odstopanje napajanja vodonosnikov v Sloveniji od povprečja obdobja 1971 – 2000	21
Slika 12: Lokacije in skupne količine odvzemov podzemne vode po evidenci vodnih	23
Slika 13: Vrsta rabe odvzete podzemne vode v letu 2012	23
Slika 14: Letne količine umetnega napajanja vodonosnika na Vrbanskem platoju v obdobju 2006-2012.....	24
Slika 15: Letne količine umetnega napajanja vodonosnika v Ormožu v obdobju 2006-2012.....	24
Slika 16: Čezmejno vodno telo VTPodV_1005 Karavanke, vodonosni sistemi, predpostavljene smeri toka podzemne vode (Brenčič in Poltnig, 2008) in merilna mesta državnega hidrološkega monitoringa	25
Slika 17: Obnovljive količine podzemne vode v telesu podzemne vode VTPodV_1005 Karavanke v letih od 2006 do 2012 in primerjava s povprečno vrednostjo obdobja 1971-2000	26
Slika 18: Povprečni mesečni pretoki izvira Završnice v primerjavi z značilnimi vrednostmi obdobja 2006 - 2012	27
Slika 19: Vodonosni sistem 50621 Brestovica-Timava na hidrogeološki karti z rezultati sledilnih poskusov	29
Slika 20: Vodnjak B-10, vodnjak B-2, črpališče Klariči in izviri Timave pri Štivanu	29
Slika 21: Gladina in temperatura podzemne vode v vodnjaku B-2 Brestovica ter količina črpanja v črpališču Klariči ($\times 10^3 \text{ m}^3$) v letu 2012	30
Slika 22: Vrednosti specifične električne prevodnosti vode ($\mu\text{S/cm}$), kloridov, natrija in sulfatov (mg/l) v črpališču Klariči od 2003 do 2012	30

Slika 23: Skupni (umetni in naravni) odvzemi podzemne vode na območjih ekosistemov, ki so v povezavi s podzemno vodo.....	33
Slika 24: Trend srednjih letnih gladin podzemne vode na merilnem mestu Renkovci na Prekmurskem polju v obdobju 1953 – 2012.....	34
Slika 25: Podeljene vodne pravice (vodna dovoljenja) in izračunani radiji vpliva odvzemov podzemne vode na območju gozdnega sistema Hraščica	35
Slika 26: Razmerje med skupnim odvzemom podzemne vode in obnovljeno podzemno vodo v letu 2012.....	38

Seznam preglednic

Preglednica 1: Reprezentativna merilna mesta za analizo trenda gladine podzemne vode v aluvialnih telesih podzemne vode v obdobju 1990-2012.....	8
Preglednica 2: Trend gladine podzemne vode na merilnih mestih vodnih teles podzemnih voda s prevladujočo medzrnsko poroznostjo za obdobje 1990-2011	9
Preglednica 3: Delež merilnih mest v vodnem telesu, kjer je srednja napovedana gladina podzemne vode nižja od obdobjne kritične gladine, ocenjene na podlagi trimesečnega minimuma gladin podzemne vode	11
Preglednica 4: Delež merilnih mest v vodnem telesu, kjer regresijska premica v prognoznem obdobju 2012-2015 doseže vrednosti pod kritično gladino	11
Preglednica 5: Rezultati analize trendov malih pretokov.....	17
Preglednica 6: Obnovljiva podzemna voda v letu 2012.....	22
Preglednica 7: Skupne (umetno in naravno) odvzete količine podzemne vode v letu 2010, 2011 in 2012 (brez vode iz globokih termalnih vodonosnikov) po ARSO evidenci vodnih povračil.....	24
Preglednica 8: Pregled značilnih pretokov hidrološkega monitoringa na vodnem telesu podzemne vode VTPodV_1005 Karavanke v primerjavi z odvzemi podzemne vode v letu 2012.....	27
Preglednica 9: Rezultati ARSO vzorčenj podzemne vode v črpališču Klariči v letu 2012.....	31
Preglednica 10: Preizkus potencialnega vpliva skupnih odvzemov podzemne vode na površinske vode s slabim ekološkim stanjem v letu 2012	32
Preglednica 11: Obnovljiva podzemna voda na prebivalca v letu 2012 (UNESCO Groundwater Indicator 1: Renewable groundwater resources per capita - m ³ /year).....	36
Preglednica 12: Razmerje med skupnim odvzemom podzemne vode in količino obnavljanja podzemne vode v letu 2012 (UNESCO Groundwater Indicator 2: Total groundwater abstraction / Groundwater recharge - %).....	37

Seznam prilog

Priloga: Trendi gladin podzemne vode na izbranih devetdesetih reprezentativnih merilnih mestih petih aluvialnih vodnih teles.....	43
---	----

Povzetek

V letu 2012 je bilo v plitvih vodonosnikih 21 teles podzemnih voda $4.183 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ obnovljivih količin, kar predstavlja 2.041 m^3 podzemne vode na prebivalca Slovenije. Skupne odvzete količine $189 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ podzemne vode so predstavljale 4,5 % obnovljivih količin podzemne vode v letu 2012. Vsi preizkusi količinskega stanja podzemnih voda so bili ugodni in za podzemne vode plitvih odprtih vodonosnikov na celotnem območju Slovenije v letu 2012 velja dobro količinsko stanje. V prihodnje je potrebno posebno pozornost posvetiti metodologiji podrobnejše določitve razpoložljivega dela obnovljivih količin podzemnih voda in podrobnejše ocene vpliva umetnih in naravnih odzemov podzemne vode na stanje teles površinskih voda in kopenskih ekosistemov, kar trenutno znižuje zanesljivost ocene količinskega stanja podzemnih voda. Med posebnimi zadevami upravljanja z vodami pa je potrebno izpostaviti predvsem problematiko lokalnih trendov zniževanja gladin podzemne vode v nekaterih delih plitvih aluvialnih vodnih teles ter problematiko zniževanja piezometričnih gladin vode v globokih termalnih vodonosnikih severovzhodne Slovenije.

1 Uvod

Monitoring količinskega stanja podzemnih voda predstavlja sistem spremljanja hidroloških in meteoroloških vodno-bilančnih parametrov ter zbiranja podatkov, ki so pomembni za oceno vpliva rabe podzemne vode na spremembo smeri in hitrosti njenega toka, na stanje površinskih vodnih teles in kopenske ekosisteme. Monitoring količinskega stanja podzemnih voda je v letu 2012 sledil programu monitoringa stanja voda za obdobje 2010-2015 (Dobnikar Tehovnik in Uhan, 2011), skladno s predpisi o monitoringih, ki so povzeti po 8. členu in V. aneksu okvirne direktive o vodah:

- Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/2009) in
- Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Uradni list RS, št. 31/2009).

Agencija RS za okolje ima za izvajanje državne hidrološke službe in strokovne naloge spremljanja stanja okolja vzpostavljen in vzdrževan sistem vodenja, ki izpolnjuje zahteve ISO standarda (SIST ISO 9001, 2000). Preko omenjenega sistema je zagotovljena kakovost podatkov v državnih podatkovnih zbirkah Agencije RS za okolje.

Količinsko stanje podzemnih voda se na podlagi zbranih in strokovno verificiranih podatkov ocenjuje preko zaporedja preizkusov, ki v večletnem časovnem obdobju upoštevajo spremembe v napajanju vodonosnikov in vpliv rabe vode na režim podzemne vode. Ocena količinskega stanja podzemnih voda temelji na vodno-bilančnem preizkusu, ki izhaja iz ocene letne obnovljive količine podzemne vode in analize trendov gladin in pretokov. Ocena letnih obnovljivih količin podzemne vode je rezultat regionalnega vodno-bilančnega modela GROWA-SI, ki je bil za območje Slovenije prilagojen in umerjen v okviru sodelovanja Agencije RS za okolje in nemškega raziskovalnega centra Jülich (Kunkel in Wendland, 2002; Andjelov in sod., 2011; Uhan, 2011). Rezultati monitoringa so v poročilu prikazani tudi preko dveh izbranih UNESCO indikatorjev (Vrba in Lipponen, 2007; Lack in sod., 2009).

Poročilo o monitoringu količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012 prinaša pregled in primerjavo zbranih podatkov glede na primerjalno obdobje 1990-2010 in napovedovalno obdobje do leta 2015. Analizirani so trendi podatkov o gladinah podzemnih voda in malih pretokih izvirov ter modelirane letne obnovljive količine podzemnih voda, ki so v vodno-bilančnem preizkusu primerjane z letnimi količinami skupne odvzete podzemne vode po posameznih vodnih telesih. S poudarkom na možnosti vdorov slane vode v telo podzemne vode VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini, je prikazana analiza gladin in parametrov slanosti iz območja Brestovice. Za petnajst površinskih vodnih teles s slabim ekološkim stanjem je v poročilu prikazana analiza možnega vpliva rabe podzemne vode na ekološko potreben pretok v vodotokih. Ocena vpliva rabe vode je podana tudi za kopenske ekosisteme oz. vrste in habitatne tipe, ki so povezani s podzemno vodo. V zaključni oceni količinskega stanja podzemnih voda so podani mednarodno primerljivi indikatorji njene trajnostne rabe.

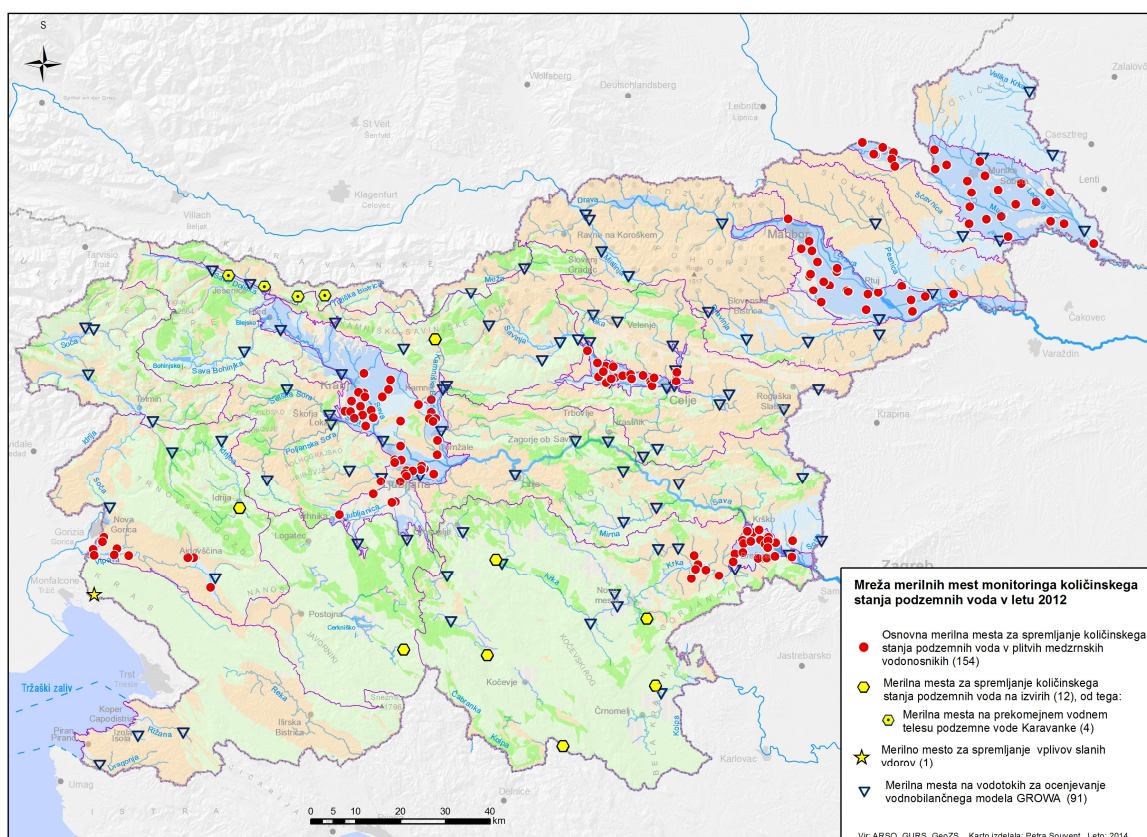
Poročilo o monitoringu količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012 predstavlja celovit in standardiziran letni pregled rezultatov monitoringa ter ocene količinskega stanja podzemnih voda v Sloveniji, ki je usmerjen v podporo načrtovanju ukrepov za izboljšanje oz. dolgoročno ohranjanje dobrega stanja podzemnih voda v Sloveniji.

2 Program monitoringa količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012

Program monitoringa količinskega stanja podzemnih voda je bil v letu 2012 v celoti izveden na Agenciji RS za okolje. Izvajanje programa je bilo usmerjeno v ocenjevanje količinskega stanja, kot ga predpisuje Uredba o stanju podzemnih voda (Ur.l. RS, 25/2009). V postopku ocenjevanja količinskega stanja podzemne vode se je po Uredbi izvedel

1. vodnobilančni preizkus,
2. preizkus vpliva rabe podzemne vode na ekološko stanje površinskih voda,
3. preizkus vpliva rabe podzemne vode na kopenske ekosisteme, odvisnih od podzemne vode in
4. preizkus vpliva rabe podzemne vode na pojav slanosti in drugih vodnih vdorov.

Program monitoringa količinskega stanja podzemnih voda je bil za leto 2012 zasnovan na podlagi izbora optimalne lokacije merilnega mesta glede na konceptualne hidrogeološke pogoje vodonosnika in metodologije ocenjevanja količinskega stanja. Upoštevan je bil tudi kriterij dolžine in zveznosti časovnega niza preteklih opazovanj in tehnična ustreznost objekta ter raba podzemne vode in prostora.



Slika 1: Mreža merilnih mest monitoringa količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012

Po vodnobilančnem preizkusu smo v letu 2012 na območju vodnih teles podzemnih voda s prevladujočo medzrnsko poroznostjo izvedli analizo trendov na 91 merilnih

mestih monitoringa podzemnih voda. Na območju vodnih teles s prevladujočo kraško, razpoklinsko in mešano poroznostjo pa je ocena trendov temeljila na podatkih meritev 21 merilnih mest površinskih voda in izvirov. Analizi trendov je sledil neparametrični preizkus statistične značilnosti ($\alpha=0.05$). Ocena napajanja iz padavin v letu 2012 in umerjanje vodnobilančnega modela GROWA-SI sta izhajala iz obdobjih podatkov (1971 – 2000) meritev površinskih voda na 91 merilnih mestih državne hidrološke mreže. Za preizkus vpliva rabe podzemne vode na pojav slanosti in drugih vodnih vdorov je hidrološki monitoring potekal na vrtini v Brestovici (B-2), pri čemer so bili v analizi upoštevani tudi merjeni parametri monitoringa kemijskega stanja v črpališču Klariči. V okviru karakterizacije prekomejnega vodnega telesa podzemne vode VTPodV_1005 Karavanke so opazovanja v letu 2012 potekala na merilnih mestih iztoka iz tunela Karavanke ter iz povirij Javorniškega potoka, Završnice in Mošenika. Za skupno analizo količinskega stanja so bili v letu 2012 uporabljeni podatki iz 154 merilnih mest monitoringa količinskega stanja podzemnih voda in 12 merilnih mest monitoringa izvirov ter eno merilno mesto za spremljanje vplivov slanosti vdorov (slika 1).

2.1 Parametri monitoringa količinskega stanja podzemnih voda

V vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo se je v letu 2012 za potrebe ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda merila globina do podzemne vode, v vodonosnikih s kraško, razpoklinsko in mešano poroznostjo pa višina vode oz. pretok izvirov in vodotokov. Preizkus vdora slane vode na območju črpališča Klariči je bil osnovan na meritvah globine do podzemne vode in osnovnih kemijskih parametrov. Opis parametrov količinskega stanja podzemnih voda je podan v nadaljevanju:

- globina do podzemne vode (h [cm]) je razdalja med stalno točko na ustju objekta in gladino podzemne vode v merskem objektu – vodnjaku ali vrtini (WMO, No. 168, 1994),
- višina vode (H [m]) je hidrološki parameter površinskega vodotoka ali izvira, definiran kot višina vodne gladine, merjene na merskem profilu; meritve višine vode so izhodiščni podatki za izračun pretoka vode (WMO, No. 168, 1994),
- pretok (Q [m^3/s]) je volumen toka vode skozi merski profil v časovni enoti (WMO, No. 168, 1994),
- temperatura vode (T [$^{\circ}C$]) je dopolnilni parameter za ocenjevanje in interpretacijo povezav toka podzemne vode s površjem oz. med vodonosniki in atmosfero (WMO, No. 168, 1994),
- specifična električna prevodnost vode (SEP [$\mu S/cm$]) je dopolnilni parameter koncentracije ionov v vodi in je izvedena na principu elektrokemične meritve upornosti (ISO 7888),
- kloridni in sulfatni ion (Cl^- in SO_4^{2-} [mg/L]) sta dopolnilna parametra, izmerjena v podzemni vodi in sta določena laboratorijsko (ISO 10304-1).

2.2 Pogostost meritev parametrov količinskega stanja podzemnih voda

Pogostost meritev parametrov količinskega stanja podzemnih voda je določena glede na hidrodinamski značaj vodnih teles in glede na namen uporabe podatkov monitoringa v nadaljnjih hidrogeoloških analizah. Na večini merilnih mest,

uporabljenih v vodnobilančnem preizkusu so meritve parametrov količinskega stanja podzemnih voda potekale zvezno. Na ostalih mestih za meritev globine do podzemne vode so bila hidrološka opazovanja enkrat dnevno ali na nekaj dni. Vzorčenja kloridov in sulfatov za preizkus vdora morske vode v vodno telo so se izvajala od 2 do 4 krat letno.

2.3 Zagotavljanje kakovosti podatkov

Kakovost podatkov monitoringa količinskega stanja podzemnih voda se je zagotavljala z načrtovanim izborom in vzdrževanjem merilnih mest, z umerjanjem merilne opreme ter z ustrežno strukturo, varovanjem in kontrolo podatkov.

Na vseh merilnih mestih državnega monitoringa podzemnih voda so se kontrolne meritve izvajale mesečno, na merilnih mestih monitoringa površinskih voda pa na vsake tri mesece. Prenos podatkov je bil iz samodejnih merilnih mest sproten, na merilnih mestih z limnigrafii enomesečni, na merilnih mestih s podatkovnim zapisovalnikom pa tudi trimesečni.

Meritve globine do podzemne vode (h), višine vode (H) in pretokov vodotokov in izvirov (Q) ter temperature vode (T) so se izvajale po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije (WMO, No. 168, 1994). Specifična električna prevodnost (SEP) ter kloridni in sulfatni ion (Cl^- in SO_4^{2-}) so bili merjeni skladno z mednarodnimi ISO standardi. Potrebna natančnost merjenih veličin je: $\pm 0,01$ m pri globini oz. višini vode, ± 1 % merjene vrednosti pri hitrosti vode, $\pm 0,1$ °C pri temperaturi in ± 5 % merjene vrednosti pri specifični električni prevodnosti vode.

Kontrola podatkov se zagotavlja s tristopenjskim sistemom. Prvostopenjska kontrola je samodejna in obsega osnovne kontrole smiselnosti podatka in delovanja naprave ter vpliv osnovnih vplivnih veličin in pogojev okolja. Drugostopenjska kontrola vključuje strokovni pregled smiselnosti vstopnih podatkov in kontrolo zagotavljanja sledljivosti, to je kontrola delovanja in umerjanje merilnih naprav. Po izvedbi vseh drugostopenjskih kontrol se na tretji stopnji izvede končna kontrola in letna strokovna verifikacija podatkov.

Agencija RS za okolje ima za izvajanje državne hidrološke službe in strokovne naloge spremljanja stanja okolja vzpostavljen in vzdrževan sistem vodenja, ki izpolnjuje zahteve standarda SIST ISO 9001:2000.

Verificirani podatki monitoringa podzemnih voda v letu 2012 so arhivirani v podatkovni bazi ARSO HIDROLOG in so dostopni na spletni strani Agencije RS za okolje na naslovu: http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pod_arhiv_tab.php

3 Metodologija ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda

Ocena stanja podzemnih voda je v Sloveniji izdelana za posamezna vodna telesa, ki so bila določena glede na hidrogeološka merila in specifične obremenitve po pravilniku o metodologiji za določanje vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 65/2003). Območje Slovenije je razdeljeno na 21 vodnih teles (Uradni list RS, št. 63/2005). Vodna telesa podzemnih voda predstavljajo prepoznavne in pomembne dele podzemne vode v vodonosniku ali vodonosnikih, ki naj bi omogočala pregledno in učinkovito ocenjevanje stanja in upravljanje voda ter uresničevanje okoljskih ciljev. Glede na vplive umetnih (npr. črpanje iz vodonosnikov) in naravnih odvzemov podzemnih voda (npr. zajem naravnih izvirov) posamezna vodna telesa razvrščamo v skupine dobrega ali slabega količinskega stanja.

Po okvirni vodni direktivi je za doseganje dobrega količinskega stanja potrebno zadostiti sledečim pogojem:

- količina umetnega odvzema podzemne vode ne sme presegati razpoložljive količine podzemne vode v posameznem vodnem telesu,
- umetni in naravni odvzemi in drugi umetni vplivi na podzemno vodo ne smejo poslabševati stanja površinskih vodnih teles,
- umetni in naravni odvzemi in drugi umetni vplivi na podzemno vodo ne smejo poslabševati stanja ekosistemov, ki so neposredno odvisni od podzemne vode,
- umetni odvzemi in drugi umetni vplivi na podzemno vodo ne smejo povzročiti sprememb v toku podzemne vode, ki bi lahko povzročile slane vdore ali druge vrste vdorov v telo podzemne vode.

Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji ocenjujemo s štirimi preizkusi, opisanimi v nadaljevanju. Preizkus vodne bilance se izvaja na vseh 21-tih vodnih telesih podzemnih voda, ostali preizkusi pa se izvajajo le tam, kjer je ocenjeno tveganje, da učinki celotne rabe podzemne vode vplivajo na stanje površinskih vodnih teles, na kopenske ekosisteme, ki so odvisni od podzemnih voda ali na vdore slane vode oz. druge vrste vdorov. Ocena količinskega stanja podzemnih voda posameznih vodnih teles izhaja iz podatkov meteoroloških in hidroloških merjenj ter merjenj osnovnih fizikalno-kemičnih parametrov voda.

3.1 Vodnobilančni preizkus

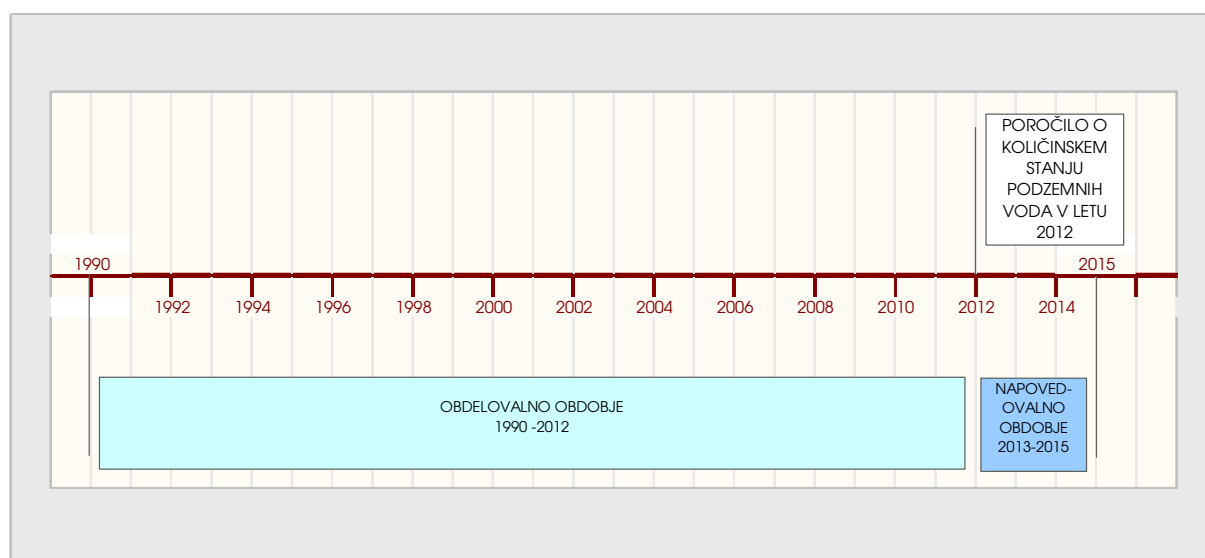
S preizkusom vodne bilance se količinsko stanje vodnega telesa podzemne vode oceni kot dobro, kadar razpoložljiva količina podzemne vode ni presežena z dolgoročno povprečno letno količino umetnega odvzema.

Ocena razpoložljivih količin podzemnih voda temelji na vodni bilanci oz. oceni obnovljive količine podzemne vode in na oceni količine podzemne vode, ki je potrebna za ohranjanje teles površinskih voda in ekosistemov, odvisnih od podzemnih voda.

Obnovljive količine podzemne vode iz padavin smo ocenili z regionalnim modelom napajanja vodonosnikov GROWA-SI (Andjelov in sod., 2011). Model upošteva podnebne pogoje, vrsto tal, rabo prostora, topografijo in hidrogeološke lastnosti

kamnin in tal. Zanesljivost rezultatov modela je validirana s podatki državnega hidrološkega monitoringa površinskih voda za obdobje 1971 - 2000.

Poleg ocene obnovljivih količin podzemne vode smo na redni državni hidrološki mreži izvedli analizo trendov gladin podzemnih voda plitvih aluvialnih vodonosnikov in globokih termalnih vodonosnikov ter analizo trendov malih pretokov kraških izvirov. Za vodna telesa podzemnih voda s prevladujočimi vodonosniki medzrnske poroznosti smo analizo trendov izvedli na dolgoletnih podatkovnih nizih meritev gladin podzemnih voda. Za dobro količinsko stanje mora biti izpolnjen osnovni pogoj, da je delež merilnih mest z značilnim upadajočim trendom manjši od 25 odstotkov. V nasprotnem primeru se preveri izpolnjevanje dodatnega pogoja in odsotnost tveganja, da gladina napovedovalnega obdobja ni nižja od obdobjne kritične gladine, ocenjene na podlagi trimesečnega minimuma gladin podzemne vode obdelovalnega obdobja. V analizi smo upoštevali obdelovalno obdobje 1990-2012 in napovedovalno obdobje 2013-2015 (slika 2).



Slika 2: Shema obdelovalnega in napovedovalnega obdobja ocene količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012

Za vodna telesa podzemnih voda s prevladujočimi vodonosniki s kraško, razpoklinsko in mešano poroznostjo smo analizo trendov količin oz. pretokov izvedli po prilagojeni metodi Wundt-a (Andjelov in sod., 2006). Metoda temelji na ugotavljanju obdobjnega povprečja najmanjših dnevni pretokov na reprezentativnih merilnih mestih izvirov in vodotokov po posameznih mesecih v merskem profilu (Höller, 2004).

3.2 Preizkus vpliva odvzemov podzemne vode na stanje površinskih vodnih teles

Preizkus vpliva odvzemov podzemne vode na stanje površinskih vodnih teles izvajamo na območjih vodnih teles, ki izkazujejo slabo ekološko stanje. Preizkus izvajamo na odsekih rek, na katerih je bilo z biološkimi analizami bentoških združb in makrofitov ter s pomožnimi kemijskimi indikatorji ugotovljeno slabo ekološko stanje. S

preizkusom preverjamo, ali zmanjšanje dotoka podzemne vode zaradi črpanja pomembno vpliva na hidromorfologijo površinskih voda. Preizkus smo izvedli za 15 lokacij, kjer smo v letu 2012 ugotovili slabo ekološko stanje.

V prvem koraku preizkusa se določi vplivni pas in izračuna skupno količino odvzete podzemne vode, ki jo primerjamo s srednjim letnim pretokom reke. Na temelju izračunanih vrednosti deležev količin odvzema glede na direktni in podzemni odtok, se v drugem koraku oceni preseganje mejnih vrednosti iz metodologije, ki jo za oceno vpliva odvzema podzemne vode uporabljajo v nekaterih evropskih deželah (Guidance on the assessment of the impact of groundwater abstraction, 2004).

3.3 Preizkus vpliva odvzemov podzemne vode na stanje kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemnih vod

Preizkus vpliva odvzemov podzemne vode na stanje kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemnih vod (KEOPV) smo izvedli na novem izhodiščnem podatkovnem sloju vrst in habitatnih tipov Zavoda za varstvo narave Republike Slovenije, ki izhaja iz Programa upravljanja Natura 2000 (PUN 2000, 2014) s posebnim poudarkom na območjih, ki so jih na podlagi vegetacijske karte SAZU strokovnjaki Gozdarskega inštituta Slovenije (Čater in Kutnar, 2012) opredelili kot območja poplavnih gozdov Slovenije. Na omenjenih območjih in njihovih hidroloških zaledjih smo ob upoštevanju mejnih vrednosti (razmerja med količino odvzemov in količino obnavljanja) kritično ocenili vse odvzeme podzemnih voda v letu 2012, ki bi lahko vplivali na omenjene ekosisteme. Mejne vrednosti odvzema podzemne vode, kot deleža količin njenega obnavljanja, so privzete iz metodologije, ki jo za oceno vpliva odvzema podzemne vode uporabljajo v nekaterih evropskih deželah (Guidance on the assessment of the impact of groundwater abstraction, 2004). Podrobnejšo analizo smo izvedli na območju Hraščice v vzhodni Sloveniji, za katero so v preteklosti nekateri ekološki kazalci nakazovali tveganje nedoseganja cilja zaradi zniževanja gladin podzemne vode (Smolej in Hager, 1995; Batič, 1997; Čater, 2002; Čater in Batič, 2006).

3.4 Preizkus vpliva rabe podzemne vode na vdore slane vode ali druge vrste vdorov

Telo podzemne vode ni v dobrem količinskem stanju, kadar se z umetnimi odvzemi podzemne vode, ki vplivajo na gladino, pretok ali spremembo smeri toka podzemne vode, povzročijo:

- vdore morske vode,
- vdore onesnažene vode iz sosednjih vodonosnih struktur,
- pronicanja in vdore onesnažene površinske vode.

Preizkus vpliva rabe vode na vdore morske vode je bil izveden za vodna telesa podzemnih voda, ki so v neposrednem stiku z morskovo vodo. Preizkus vpliva rabe podzemne vode na vdore morske vode temelji na primerjavi načrpanih količin in gladine podzemne vode ter na spremljanju specifične električne prevodnosti in vsebnosti kloridov v podzemni vodi.

4 Ocena količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012

4.1 Vodnobilančni preizkus

Vodnobilančni preizkus je obsegal analizo trenda gladin in malih pretokov, oceno napajanja z modelom, analizo odvzemov in umetnega napajanja ter analizo dinamike toka podzemne vode čezmejnega telesa podzemne vode z Republiko Avstrijo VTPodV_1005 Karavanke.

4.1.1 Analiza trenda

V okviru vodnobilančnega preizkusa smo izvedli analize trendov gladin podzemne vode v plitvih odprtih vodonosnikih (slika 7), trendov tlaka v globokih geotermalnih vodonosnikih in analizo trendov malih pretokov izvirov (slika 7).

4.1.1.1 Analiza trenda gladin podzemnih voda plitvih aluvialnih vodonosnikov

Vodnobilančni preizkus z analizo trenda gladin podzemne vode na izbranih enaindevetdesetih reprezentativnih merilnih mestih petih aluvialnih vodnih teles (preglednica 1, priloga 8.1 do 8.5) temelji na izračunu povprečnih letnih vrednosti dnevni meritev gladine podzemne vode in izračunu kritične gladine, ocenjene na podlagi trimesečnega minimuma gladin podzemne vode obdelovalnega obdobja 1990-2001. Zanesljivost linearne trenda je ocenjena s Spearman-ovim koeficientom korelacije rangov.

Preglednica 1: Reprezentativna merilna mesta za analizo trenda gladine podzemne vode v aluvialnih telesih podzemne vode v obdobju 1990-2012

<i>Vodno telo podzemne vode (VTPodV)</i>	<i>Vodonosni sistemi</i>	Število merilnih mest
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	Prodni zasip Kamniške Bistrice	6
	Kranjsko polje	6
	Sorško polje	9
	Ljubljansko polje	2
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	Spodnjesavinjsko polje	10
	Braslovško polje	3
VTPodV_1003 Krška kotlina	Brežiško polje	4
	Čateško polje	1
	Krško polje	12
VTPodV_3012 Dravska kotlina	Ptujsko polje	6
	Dravsko polje	11
VTPodV_4016 Murska kotlina	Dolinsko Ravensko	12
	Mursko-Ljutomersko polje	3
	Apaško polje	6
Skupaj		91

Osnovni pogoj za dobro količinsko stanje telesa podzemne vode v letu 2012, da je delež merilnih mest z značilnim upadajočim trendom obdobja 1990-2012 manjši od 25 %, ni bil dosežen v nobenem obravnavanem vodnem telesu. V tej oceni je bilo skupno kar 64 % merilnih mest z upadajočim trendom, kar je več kot pri

ocenjevalnem obdobju 1990-2011 (52 %). Delež upadajočih trendov (preglednica 2) je največji v telesu podzemne vode VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje (83 %), najmanjši pa v telesu VTPodV_4016 Murska kotlina (43 %).

Preglednica 2: Trend gladine podzemne vode na merilnih mestih vodnih teles podzemnih voda s prevladujočo medzrnsko poroznostjo za obdobje 1990-2011

Vodno telo podzemne vode	Število merilnih mest	Trend					Delež merilnih mest z upadajočim trendom gladin podzemnih vod (%)
		+	(+)	O	(-)	-	
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	23	2	0	2	4	15	83
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	13	0	2	2	8	1	69
VTPodV_1003 Krška kotlina	17	0	1	6	2	8	59
VTPodV_3012 Dravska kotlina	17	1	0	5	8	3	65
VTPodV_4016 Murska kotlina	21	0	2	10	7	2	43
Skupaj	91	3	5	25	29	29	52

Legenda:

- (+) statistično neznačilen trend zviševanja gladine podzemne vode ($0,05 < \alpha < 0,5$);
- (-) statistično neznačilen trend zniževanja gladine podzemne vode ($0,05 < \alpha < 0,5$);
- + statistično značilen trend zviševanja gladine podzemne vode ($\alpha < 0,05$);
- statistično značilen trend zniževanja gladine podzemne vode ($\alpha < 0,05$);
- O trend ni izražen ($\alpha > 0,5$)

Analiza gladin podzemnih voda v letu 2012 odkriva osem obratov trenda. Največ sprememb značilnosti trendov glede na obdobje 1990-2011 je ugotovljenih v telesu podzemne vode VTPodV_1003 Krška kotlina v zahodnem delu Krškega polja (merilna mesta: 0241 Drnovo, 0330 Gorica, 0301 Veliki podlog in NE-0477 Drnovo) in v telesu podzemne vode VTPodV_4016 Murska kotlina (merilna mesta: 0090 Plitvica na Apaškem polju ter 0970 Brezovica in 3552 Murski Petrovci na Dolinsko Ravenskem), kjer spremembe obratov v sicer statistično neznačilne trende zniževanja gladine podzemne vode nakazujejo nevarnost za poslabšanje količinskega stanja podzemnih voda.

Največ merilnih mest z izraženim trendom zniževanja gladine podzemne vode (slika 3) je še vedno na vodnem telesu VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje (19), kar je v povezavi z izgradnjo pregrade za HE Mavčiče leta 1986, ko se je gladina podzemne vode na Kranjsko-Sorškem polju sprva zvišala v povprečju za šest metrov. Sledil je proces zamuljevanja brežin in dna zadrževalnega jezera ter posledično zmanjševanja napajanja in zniževanja gladin podzemnih voda v vplivnem delu vodonosnika. V kolikor se bo proces zamuljevanja nadaljeval ocenjujemo, da bodo na nekaterih merilnih mestih prvotni nivoji podzemne vode (pred izgradnjo pregrade) doseženi že med letom 2020 in 2025. Na vodnem telesu VTPodV_4016 Murska kotlina se je odstotek merilnih mest s statistično izraženim trendom zniževanja povečal iz 19 odstotkov (1990-2011) na 43 odstotkov (1990-2012), kar je bolj primerljivo z letom 1990-2010, kjer je imelo kar 48 odstotkov merilnih mest statistično izražen trend zniževanja. Leto 2012 štejemo k hidrološko sušnim letom, primerljivim z letom 2011. Dve-letno zaporedno podpovprečno napajanje vodonosnikov je poudarilo trende zniževanja. Tako je značaj trenda v območju Dolinsko-Ravenskega, ki je odvisno predvsem od napajanja iz padavin, v letu 2012 prešel iz statistično neizraženega trenda v statistično neznačilen trend zniževanja gladine podzemne vode (merilna mesta 3370 Rankovci, 2932 Krog, 2630 Bakovci in 0850 Renkovci). Trende zniževanja gladin na Apaškem polju še vedno pripisujemo vrsti umetnih posegov v preteklosti, kot so izsuševanje kmetijskih površin, prodne jame z izkopi proda in peska tudi pod gladino podzemne vode, črpanje podzemne

vode za oskrbo s pitno vodo in druge namene ter erozijsko poglobljanje Mure, pa tudi manjšemu napajanju s padavinami v letu 2002, 2003, 2011 in 2012. Pretok reke Mure je reguliran s pretočnim režimom hidroelektrarn v Avstiji in ne kaže izrazitejšega upadanja količin, trenda zniževanja gladin podzemne vode na merilnih mestih, ki sta pod vplivom režima reke Mure, merilno mesto S-0176 Zgornje Konjišče in 0163 Črnci, tako pripisujemo eroziji dna struge saj je znano, da Mura na območju Apaškega polja v zgornjem toku znižuje dno struge in posledično višina vode oziroma intenzivnost napajanja vodonosnika. Manjša infiltracija padavin v letu 2012 se v osrednjem delu Apaškega polja odraža v statistično neznačilnih trendih zniževanja na merilnih mestih 0300 Žepovci in 0120 Mali Segovci. Trend zniževanja je v opazovalnem obdobju 1990-2012 izražen na 9-ih merilnih mestih VTPodV_1002 Savinjska kotlina. Odstotek merilnih mest s statistično izraženim trendom zniževanja se je povečal iz 46 odstotkov (1990-2011) na 69 odstotkov (1990-2012), kar je najvišji odstotek za to vodno telo, odkar na agenciji ocenjujemo in analiziramo trende gladin podzemnih voda plitvih aluvialnih vodonosnikov v sklopu količinskega stanja podzemnih voda. K poslabšanju stanja doprineseta predvsem merilni mesti 0800 Gotovlje in VČ-1772 Levec na Spodnjesavinjskem polju ter merilno mesto 0230 Dolenja vas na Braslovškem polju, kjer se je neizražen trend gladine podzemne vode spremenil v statistično še neznačilen trend zniževanja.

Na telesu podzemne vode VTPodV_3012 Dravska kotlina med trendi zniževanja gladin (11) izstopajo merilna mesta: 1030 Dobrovce, 2120 Starše, oba na Dravskem polju ter 0721 Ptuj na Ptujskem polju, katerih gladine podzemne vode izkazujejo statistično značilen trend zniževanja. Statistično sicer še neznačilnim, vendar negativnim trendom zniževanja, se je v obdobju 1990-2012 na Dravskem polju pridružilo merilno mesto 1631 Zgornja Gorica, na Ptujskem polju pa merilni mesti 0152 Gorišnica ter 0370 Dornava. Odstotek merilnih mest z izraženim trendom zniževanja gladine podzemne vode je tako na VTPodV_3012 Dravska kotlina kar 65. Vodonosnik Dravskega polja se napaja v glavnem s padavinami in potoki, ki pritečejo z območja Pohorja. Na zniževanje gladin na Dravskem polju po letu 2000 so domnevno vplivale regulacije pohorskih potokov, seveda pa tudi izraziti meteorološki suši v letih 2011 in 2012. Trend zniževanja izkazuje tudi deset merilnih mest na telesu podzemne vode VTPodV_1003 Krška kotlina, kar je enako kot v ocenjevalnem obdobju 1990-2011. Osem merilnih mest vzdolž Save na Krškem in Brežiškem polju (NE-0677 Vihre, NE-0777 Skopice, NE-0877 Skopice, 0152 Skopice, NE-1277 Pesje, NE-1377 Šentlenart, NE-0977 Boršt in M32 Čatež na Čateškem polju), tri več kot leta 2011, ima statistično značilen trend zniževanja gladin podzemne vode, ki ga domnevno povezujemo z erozijsko-sedimentacijskimi procesi v rečni strugi Save. Na upad gladine podzemne vode na Čateškem polju imajo lahko vpliv tudi avtocestne drenaže in izsuševanje zemljišč v jugozahodnem delu polja.

Zaradi prekoračitve osnovnega vodnobilančnega kriterija analize trendov gladin z več kot 25 odstotki merilnih mest s trendi zniževanja gladine podzemne vode na vseh petih telesih podzemne vode, je bil izveden dopolnilni preizkus oz. primerjava napovedanega trenda in obdobjne kritične gladine, ocenjene na podlagi trimesečnega minimuma gladin podzemne vode obdelovalnega obdobja (preglednica 3) in določitev presečišča regresijske premice v napovedovalnem obdobju 2012-2015 z obdobjno kritično gladino podzemne vode (preglednica 4).

Preglednica 3: Delež merilnih mest v vodnem telesu, kjer je srednja napovedana gladina podzemne vode nižja od obdobjne kritične gladine, ocenjene na podlagi trimesečnega minimuma gladin podzemne vode

Vodno telo podzemne vode	Število merilnih mest	Ali je srednja napovedana gladina podzemne vode do leta 2015 nižja od obdobjne kritične gladine?			
		Da		Ne	
		število	%	število	%
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	23	2	9	21	91
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	13	0	0	13	100
VTPodV_1003 Krška kotlina	17	0	0	17	100
VTPodV_3012 Dravska kotlina	17	2	12	15	88
VTPodV_4016 Murska kotlina	21	1	5	20	95
Skupaj	91	5	5	86	95

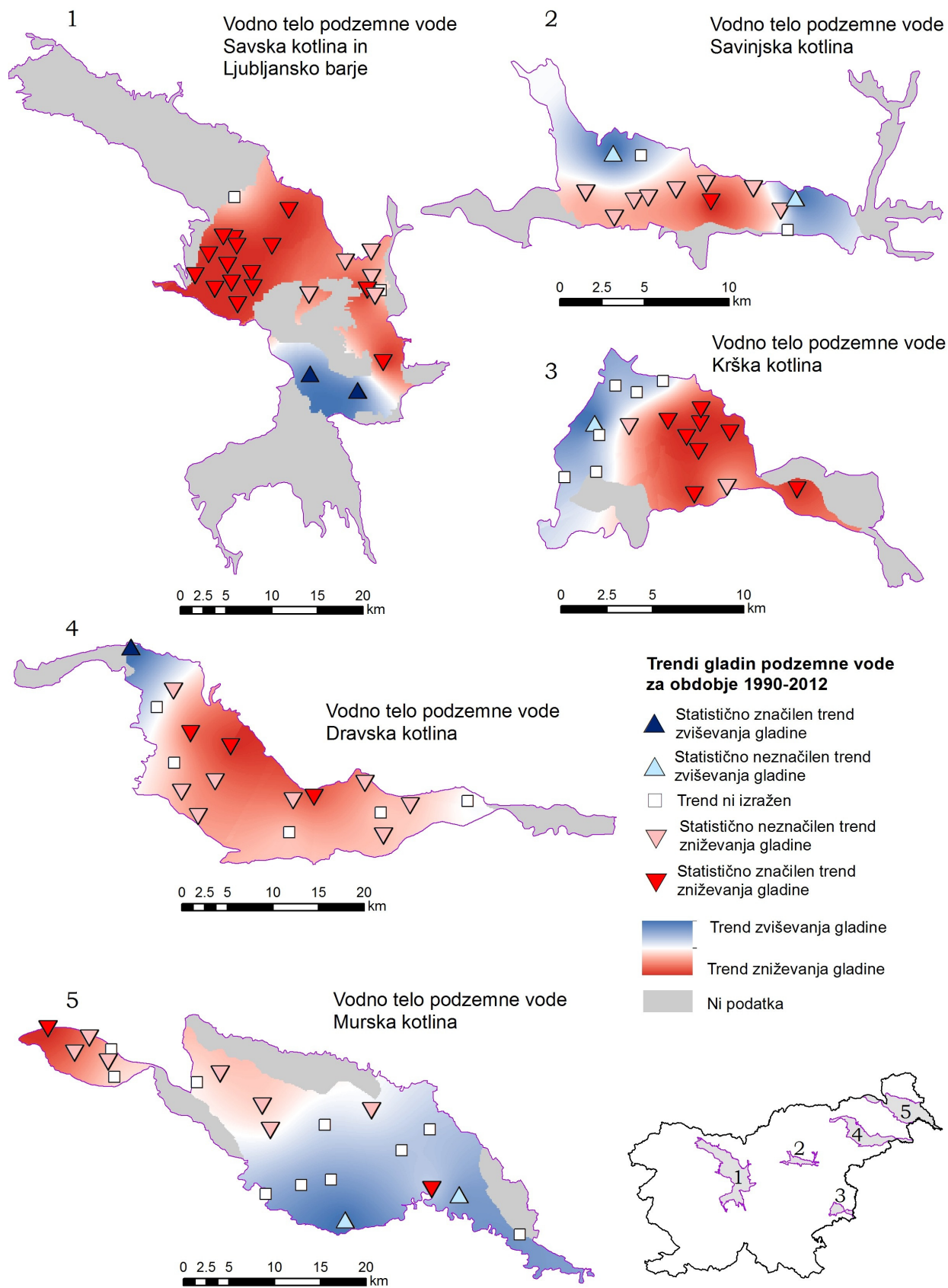
Preglednica 4: Delež merilnih mest v vodnem telesu, kjer regresijska premica v prognoznem obdobju 2012-2015 doseže vrednosti pod kritično gladino

Vodno telo podzemne vode	Število merilnih mest	Ali trendna črta dosega obdobjno kritično gladino do leta 2015?			
		Da		Ne	
		število	%	število	%
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	23	2	9	21	91
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	13	0	0	13	100
VTPodV_1003 Krška kotlina	17	0	0	17	100
VTPodV_3012 Dravska kotlina	17	2	12	15	88
VTPodV_4016 Murska kotlina	21	1	5	20	95
Skupaj	91	5	5	86	95

Na petih merilnih mestih (5 odstotkov merilnih mest vključenih v oceno količinskega stanja) je bilo v treh vodnih telesih v letu 2012 ugotovljeno, da je srednja napovedana gladina podzemne vode do leta 2015 nižja od obdobjne kritične gladine, prav tako so bili na petih merilnih mestih v treh vodnih telesih ugotovljeni trendi zniževanja z ekstrapolacijami do leta 2015, ki segajo pod kritične gladine podzemne vode. Stanje ostaja nespremenjeno iz leta 2011. Omenjeni pojavi so zaznani na merilnem mestu S-0176 Zgornje Konjišče v telesu podzemne vode VTPodV_4016 Murska kotlina, na merilnih mestih 0721 Ptuj in 2120 Starše v telesu podzemne vode VTPodV_3012 Dravska kotlina ter na merilnih mestih 1992 Podgorica in S-3364 Britof v telesu podzemne vode VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje. Na merilnem mestu S-0176 Zgornje Konjišče je zniževanje gladine podzemne vode vezano na poglobljanje reke Mure, kar je že opisano v tekstu zgoraj. Objekta na merilnih mestih 0721 Ptuj in 2120 Starše sta plitva kopana vodnjaka z ročnimi meritvami, kar lahko prispeva k nezanesljivosti napovedi trenda. Situacija glede objektov se je na VTPodV_3012 z letom 2012 izboljšala, saj smo v juniju začeli z meritvami na novih merilnih mestih (piezometri) Starše (Sta 1/11), Rogoza (Rog 1/11), Rače (Rač 1/11) in Brunšvik (Pod 1/11) in s tem kontinuirano, s sprotnim prenosom podatkov, zagotavljamo kvalitetne podatke o višini podzemne vode in temperaturi. Merilno mesto S-3364 Britof je v vplivnem območju reke Kokre in z vidika količinskega stanja ni problematično. Ekstrapoliran trend zniževanja, ki v prognoznem obdobju do leta 2015 sega pod kritično gladino podzemne vode, je posledica metodologije določanja kritične gladine, ki se za vsa merilna mesta ugotavlja hkratno na celotnem vodnem telesu podzemne vode (poglavje 3 Metodologija ocenjevanja količinskega stanja

podzemnih voda). Merilna mesta na Kranjskem polju, katerih višine gladin podzemne vode so odvisne predvsem od padavin, imajo najnižje vrednosti le teh v mesecu septembru, medtem ko značaj nihanja podzemne vode na merilnem mestu S-3364 Britof lepo sledi pretočnemu režimu na reki Kokri, ki ima zelo izenačena nižka pozimi in poleti; primarni nižek je pozimi (Frantar, 2005), gladine podzemne vode pa so najnižje januarja, februarja in avgusta. Ugotovljeno stanje na merilnem mestu 1992 Podgorica terja dodatne meritve na vodonosnem sistemu Prodni zasip Kamniške Bistrice in podrobnejše analize vzrokov trendov zniževanja gladine podzemne vode. Kljub ugotovljenemu stanju se stanje na vseh obravnavanih telesih podzemne vode z vidika analize trenda gladin podzemnih voda ni bistveno spremenilo in ostaja dobro.

Na vseh telesih podzemne vode s prevladujočo medzrnsko poroznostjo je bil delež upadajočih trendov gladin podzemnih voda v letu 2012 večji od mejnih 25 odstotkov, vendar ni bil nikjer izpolnjen dopolnilni pogoj za slabo količinsko stanje. Na vseh vodnih telesih podzemne vode z medzrnsko poroznostjo je bilo na podlagi analize trendov gladine podzemne vode ugotovljeno dobro količinsko stanje.

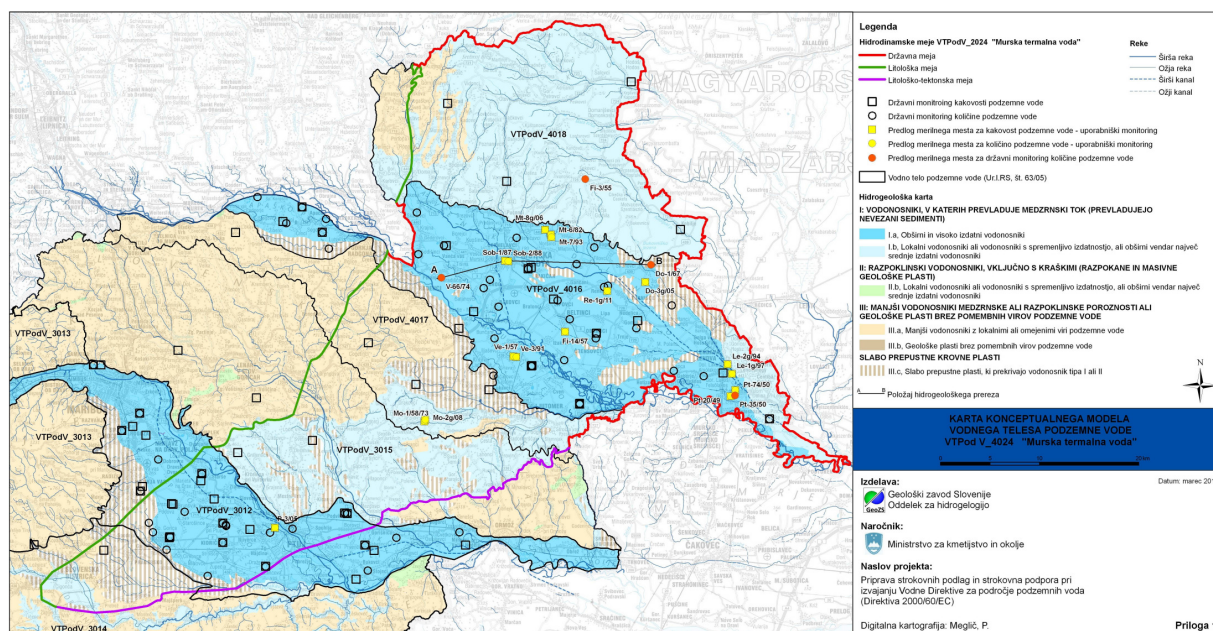


Vir: ARSO Karto izdelala: P. Souvent Obdelava podatkov: P. Souvent Leto: 2014

Slika 3: Trendi gladine podzemne vode v vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo v obdobju 1990-2012

4.1.1.2 Analiza trenda gladin podzemnih voda globokih vodonosnikov

Podzemna voda se pojavlja v različno globokih vodonosnikih ali vodonosnih sistemih. Na 21-ih telesih podzemnih voda je po pravilniku o metodologiji za določanje vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 65/2003) in pravilniku o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/2005) opredeljeno skupno 52 vodonosnikov, med katerimi je kar 11 globokih termalnih zaprtih vodonosnikov v terciarnih sedimentih in/ali predterciarni karbonatni ali dolomitni podlagi (Ur.l. RS, št. 63/2005). Globoka termalna vodonosnika telesa VTPodV_3012 Dravska kotlina in telesa VTPodV_4016 Murska kotlina po ocenah iz načrtov upravljanja z vodami verjetno do 2015 ne bosta dosegla okoljskih ciljev (MOP, 2009). Za potrebe celovitega upravljanja z geotermalnimi podzemnimi vodami v SV Sloveniji je Geološki zavod Slovenije pripravil strokovne podlage za razglasitev novega vodnega telesa podzemne vode VTPodV_4024 Murska termalna voda (Geološki zavod Slovenije, 2013) (slika 4).



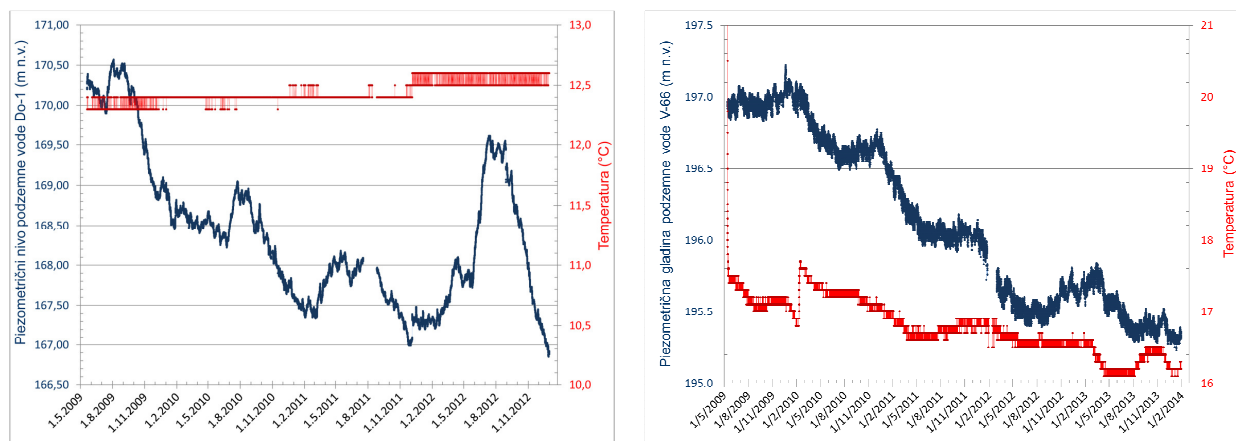
Slika 4: Predlog delineacije novega vodnega telesa podzemne vode VTPodV_4024 Murska termalna voda (Geološki zavod Slovenije, 2013)

V letu 2012 je bilo identificiranih 33 geotermalnih vrtin v Murski in Ptujsko-Grajski formaciji, od tega 16 pridobivalnih in ena reinjekcijska vrtina. Najveóji letni regionalni odvzem termalne vode je znaóilen za Mursko formacijo, iz katere je bilo v letu 2012 odvzetih 2,282 milijonov m³, sledi ji Ptujsko-grajska formacija z 0,220 milijona m³ (Rman in sod., 2014). Kolióina odvzema termalne podzemne vode se v zadnjih letih bistveno ne spreminja, reinjektira se le okoli 3% letnega odvzema, piezometrióne gladine podzemnih voda pa se znižujejo.

Meritve v neaktivni vrtini Do-1 Dobrovnik, 50 metrov pod njenim ustjem, že nekaj let kažejo zniževanje gladine podzemne vode (slika 5). Dinamika zniževanja gladine

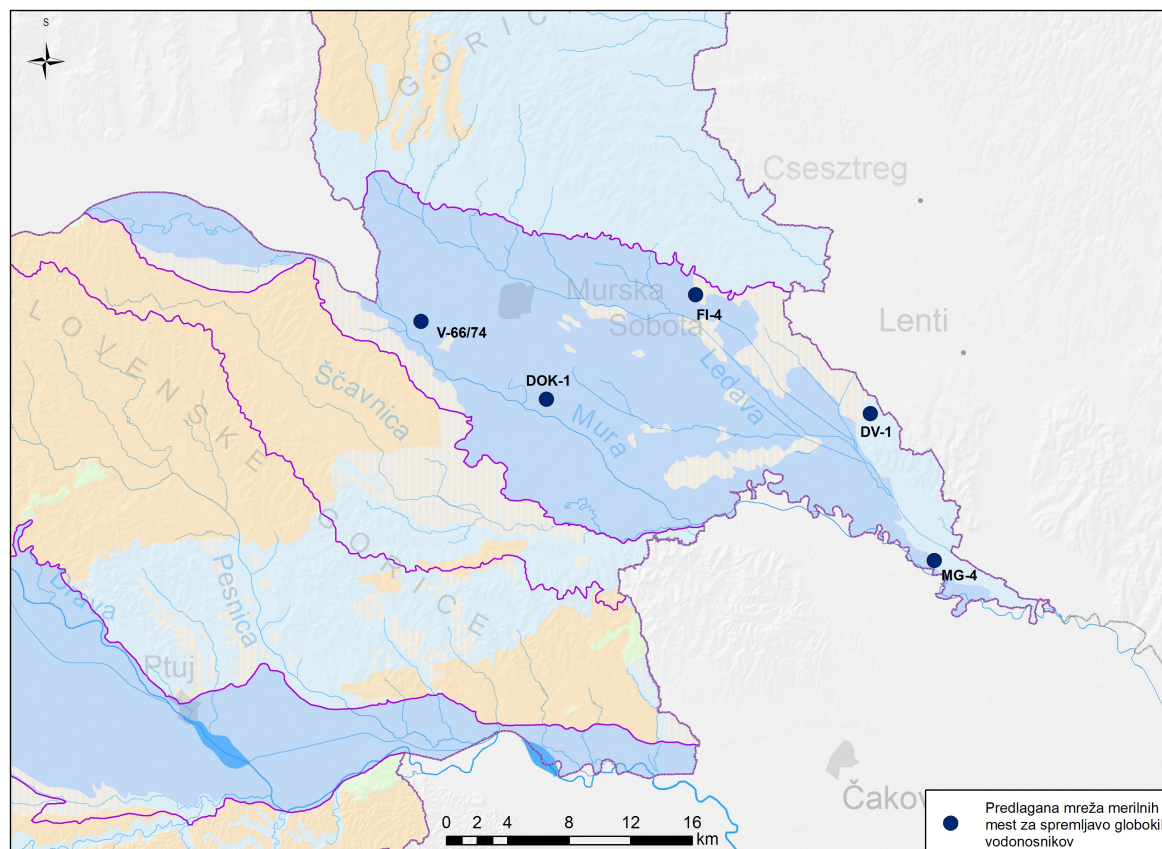
podzemne vode je sicer odvisna od režima črpanja v bližnjih geotermalnih vrtinah, vendar pa je bilo kratkotrajno zvišanje gladine sredi leta 2012 domnevno pogojeno s kratkotrajno spremembo hidravličnega stanja objekta (spremembe v filtrskem zasipu). Povprečni letni upad piezometrične gladine podzemne vode je -0,50 m (Rman in Mozetič, 2013).

Tudi meritve v odprti neaktivni vrtini V-66 pri Radencih že nekaj let kažejo zniževanje gladine podzemne vode (slika 5). Povprečni upad piezometrične gladine podzemne vode v vrtini V-66 je po najnovjših podatkih -0,44 m na leto (Rman in sod., 2014).



Slika 5: Nivogram podzemne vode v neaktivnih geotermalnih vrtinah Do-1 (levo) in V-66 (desno)
(Vir: Rman in Mozetič, 2013; Rman in sod., 2014)

Do sedaj zaznani upadajoči trendi gladin geotermalnih podzemnih voda terjajo vzpostavitev sistematičnega spremljanja in ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda globokih termalnih vodonosnikov, prioritetno v novo predlaganem telesu podzemne vode VTPodV_4024 Murska termalna voda. V letu 2011 je bila izdelana zasnova monitoringa in metodologija ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda v najbolj obremenjenih delih globokih geotermalnih vodonosnikov Slovenije (Geološki zavod Slovenije, 2011). V okviru koncesijskih razmerij se predvideva nadzorovani sistem obratovalnega monitoringa: sprotno spremljanje količin in režima odvzemov podzemne vode, spremljanje obnovitvenih sposobnosti sistema ob simultanih prekinitvah rabe, spremljanje hidravličnih pogojev s črpalnimi preizkusi in spremljanje režima obnavljanja sistema preko fizikalno-kemijskih parametrov. Za ocenjevanje količinskega stanja podzemnih voda v Mursko-Zalskem geotermalnem sistemu pa se v naslednjih letih predvideva tudi vzpostavitev regionalnega državnega monitoringa geotermalnih podzemnih voda na že izvrtnih naftno-plinskih vrtinah (ARSO, 2014a) (slika 6) ter vzpostavitev matematičnega modela toka podzemne vode in prenosa toplote (ARSO, 2014b).



Slika 6: Načrtovana vzpostavitev mreže merilnih mest državnega monitoringa geotermalne vode na obstoječih naftno-plinskih vrtinah v Mursko-Zalskem geotermalnem sistemu (ARSO, 2014)

4.1.1.3 Analiza trendov malih pretokov izvirov in vodotokov

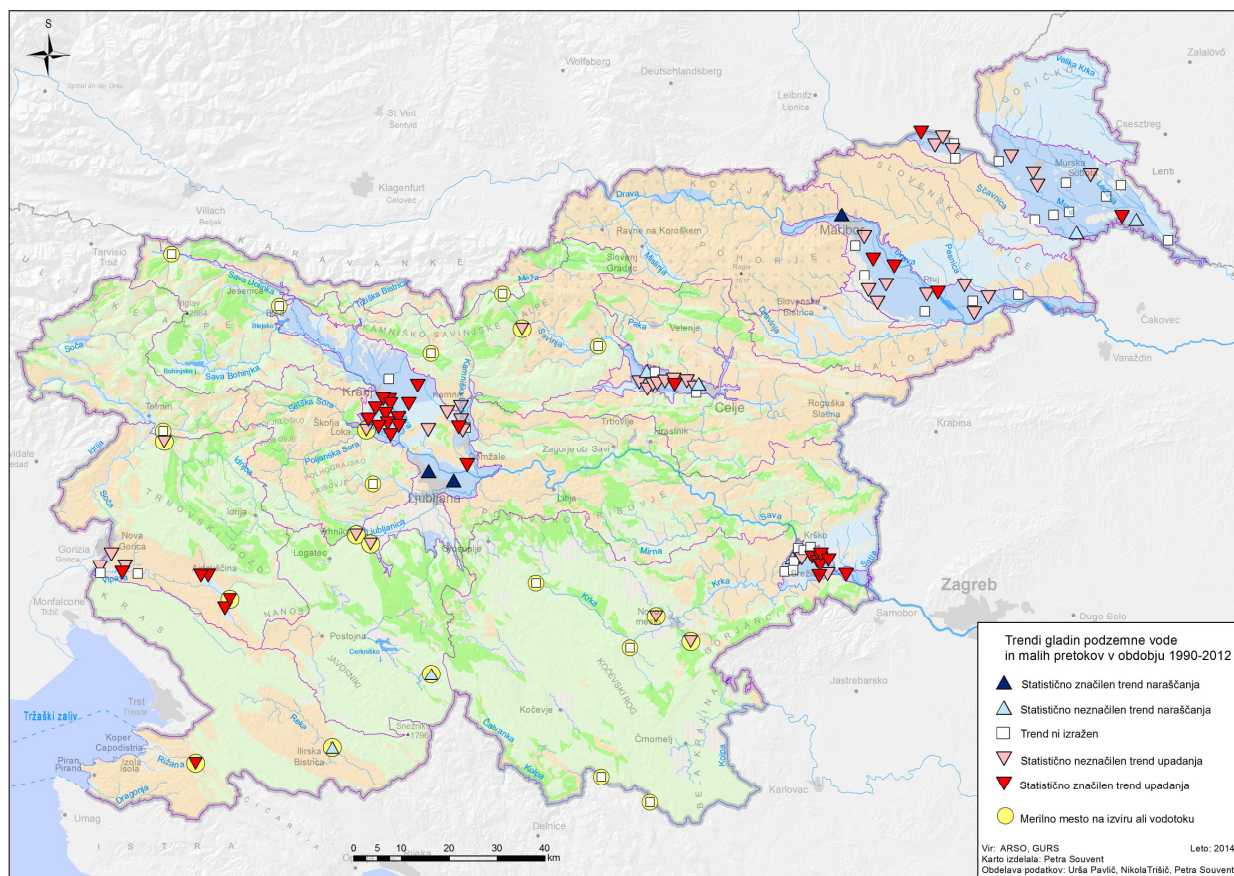
Analiza trendov malih pretokov je bila za leto 2012 izvedena na 22 reprezentativnih merilnih mestih izvirov in vodotokov za podatke od leta 1990 (preglednica 5 in slika 7). Kriterij za izbor merilnega mesta je temeljil na dolžini časovnega niza opazovanj in na reprezentativnosti merilnega mesta brez večjih umetnih posegov. Časovno vrsto so predstavljali podatki o srednjih dnevni pretokih, mali pretoki so bili ocenjeni po metodi Wundt-a (Holler, 2004). Zanesljivost linearne trenda pa smo statistično ocenili s Spearmanovim koeficientom korelacije rangov in Studentovim testom s statistično značilnostjo na ravni 95 odstotkov ($\alpha=0,05$).

Preglednica 5: Rezultati analize trendov malih pretokov

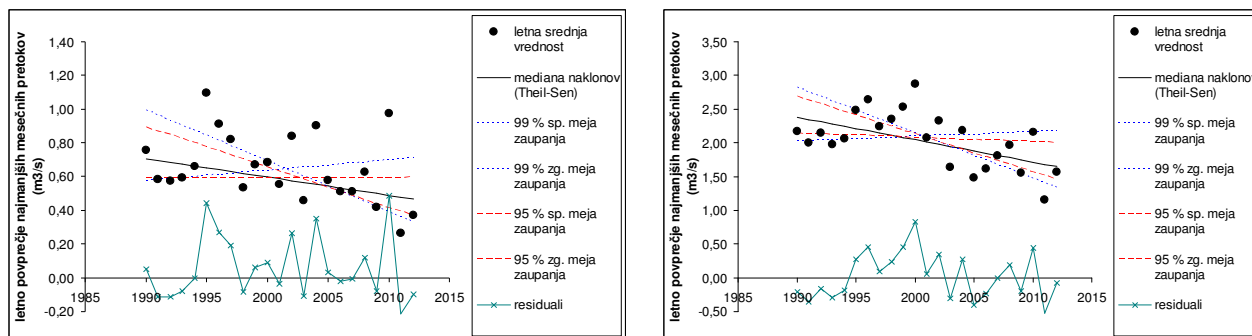
Merilno mesto Šifra Ime - Vodotok	Vodno telo podzemne vode	Prispevno zaledje (km ²)	Časovni niz	Trend
3180 Podhom - Radovna	VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save	167	1990-2012	O
3015 Kranjska Gora - Sava Dolinka	VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save	45	1991-2012	O
4120 Kokra - Kokra	VTPodV_1005 Karavanke	112	1990-2012	O
6020 Solčava - Savinja	VTPodV_1005 Karavanke	64	1990-2012	O
6060 Nazarje - Savinja	VTPodV_1006 Kamniško-Savinjske Alpe	457	1990-2012	O
6220 Luče - Lučnica	VTPodV_1006 Kamniško-Savinjske Alpe	58	1990-2012	(-)
4200 Suha – Sora	VTPodV_1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje	566	1990-2012	(-)
5500 Dvor - Gradaščica	VTPodV_1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje	79	1990-2012	O
5030 Vrhnika II - Ljubljana	VTPodV_1010 Kraška Ljubljana	1100**	1990-2012	(-)
5580 Vrhnika - Veliki Ogrh	VTPodV_1010 Kraška Ljubljana	1100**	2004-2012	(+)
5270 Bistra - Bistra	VTPodV_1010 Kraška Ljubljana	1100**	1990-2012	(-)
4850 Radenci II - Kolpa	VTPodV_1011 Dolenjski kras	1191	1990-2012	O
7030 Podbukovje - Krka	VTPodV_1011 Dolenjski kras	321	1990-2012	O
7340 Prečna - Prečna	VTPodV_1011 Dolenjski kras	294	1990-2012	(-)
4965 Bilpa – Bilpa	VTPodV_1011 Dolenjski kras	98*	2005-2012	O
7270 Meniška vas - Radešca	VTPodV_1011 Dolenjski kras	287	1990-2012	O
7350 Stopiče - Težka voda	VTPodV_1011 Dolenjski kras	20*	2005-2012	(-)
9100 Ilirska Bistrica - Bistrica	VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini	96	1990-2012	(+)
9210 Kubed - Rižana	VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini	205	1990-2012	-
8500 Bača pri Modreju - Bača	VTPodV_6020 Julijske Alpe v porečju Soče	142	1990-2012	O
8450 Hotešk - Idrijca	VTPodV_6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjska planota	443	1990-2012	(-)
8560 Vipava - Vipava	VTPodV_6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjska planota	149	1990-2012	-

Legenda: (+) statistično neznačilen trend povečevanja malih pretokov ($0,05 < \alpha < 0,5$); (-) statistično neznačilen trend zmanjševanja malih pretokov ($0,05 < \alpha < 0,5$); + statistično značilen trend povečevanja malih pretokov ($\alpha < 0,05$); - statistično značilen trend zmanjševanja malih pretokov ($\alpha < 0,05$); O trend ni izražen ($\alpha > 0,5$)

**Velikost kraškega zaledja se nanaša na skupni iztok izvirov Ljubljane, * Velikosti kraškega zaledja ni mogoče zanesljivo oceniti



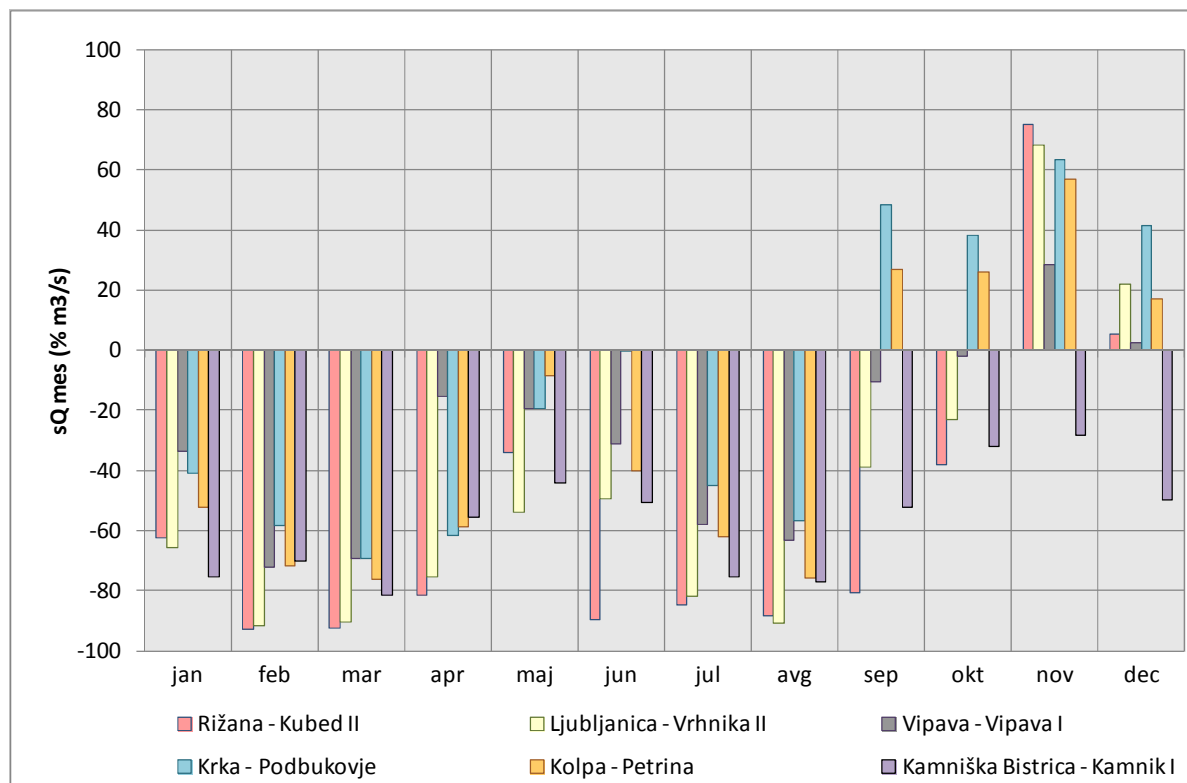
Slika 7: Trendi gladin podzemnih voda in malih pretokov v obdobju 1990-2012



Slika 8: Trend malih pretokov na izviri Rižane (levo) in Vipave (desno) v obdobju 1990-2012

Zmanjševanje malih pretokov izvira Vipave in Rižane sta v obdobju 1990 - 2012 (slika 8) posledica dolgotrajnega in izrazitega primanjkljaja padavin in visoke evapotranspiracije v jugozahodnem delu države v zadnjih nekaj letih in ne povečane rabe vode iz vodonosnika ali drugih umetnih vplivov. Količina porabljene podzemne vode se je po evidenci vodnih povračil v letu 2012 v primerjavi z letom 2011 zmanjšala za 3% (Vipava) oz. 13% (Rižana), obnavljanje podzemne vode pa je v zadnjih dveh letih obdobja dosegla le približno tri četrtine (Vipava) oz. okoli polovico (Rižana) povprečne obdobjne vrednosti.

Podrobnejša časovna analiza hidroloških dogodkov v letu 2012 pa razkrije, da je bilo to leto zaznamovano z ekstremi (slika 9), kar iz splošnega letnega pregleda hidroloških razmer ni razvidno. Na eni strani je večji del leta tudi v vodonosnikih zaznamovala suša, ki je dosegla svoj maksimum v avgustu, novembra in decembra pa se je obilica intenzivnih padavin odražalo v nadpovprečni vodnatosti izvirov.



Slika 9: Odstopanje srednjih mesečnih pretokov na reprezentativnih merilnih postajah leta 2012 v % dolgoletnega mesečnega povprečja

Izviri dinarskega krasa so bili v prvih dveh tretjinah leta v primerjavi z običajnimi mesečnimi vodnimi količinami podpovprečno vodnati. Najbolj so bili s podzemno vodo osiromašeni kraški vodonosniki v zaledju izvirov Rižane in Ljubljance, kjer je februarja, marca, julija in avgusta (v zaledju Rižane pa tudi aprila, junija in septembra) iz vodonosnikov pritekla manj kot ena petina povprečnih mesečnih količin podzemne vode. Znatno vodni primanjkljaj smo zaznali tudi na območju izvirov Vipave, kjer smo vse do septembra ugotavljali izrazito podpovprečne pretoke. Razmere so se nekoliko izboljšale v zadnji tretjini leta, novembra in decembra pa primanjkljaja vodnih količin na večini merilnih mest nismo več zaznali. Na območju alpskega krasa so bile hidrološke razmere v letu 2012 raznolike. V Kamniško-Savinjskih Alpah in v večjem delu Karavank smo na podlagi pretokov na vodotokih ugotovili znaten primanjkljaj, bolj ugodne hidrološke razmere pa so prevladovali v Julijskih Alpah, kjer so bili vodonosniki zaradi večje količine obnavljanja z infiltracijo padavin v primerjavi z drugimi vodonosniki po Sloveniji najbolj vodnati (Pavlič, 2013).

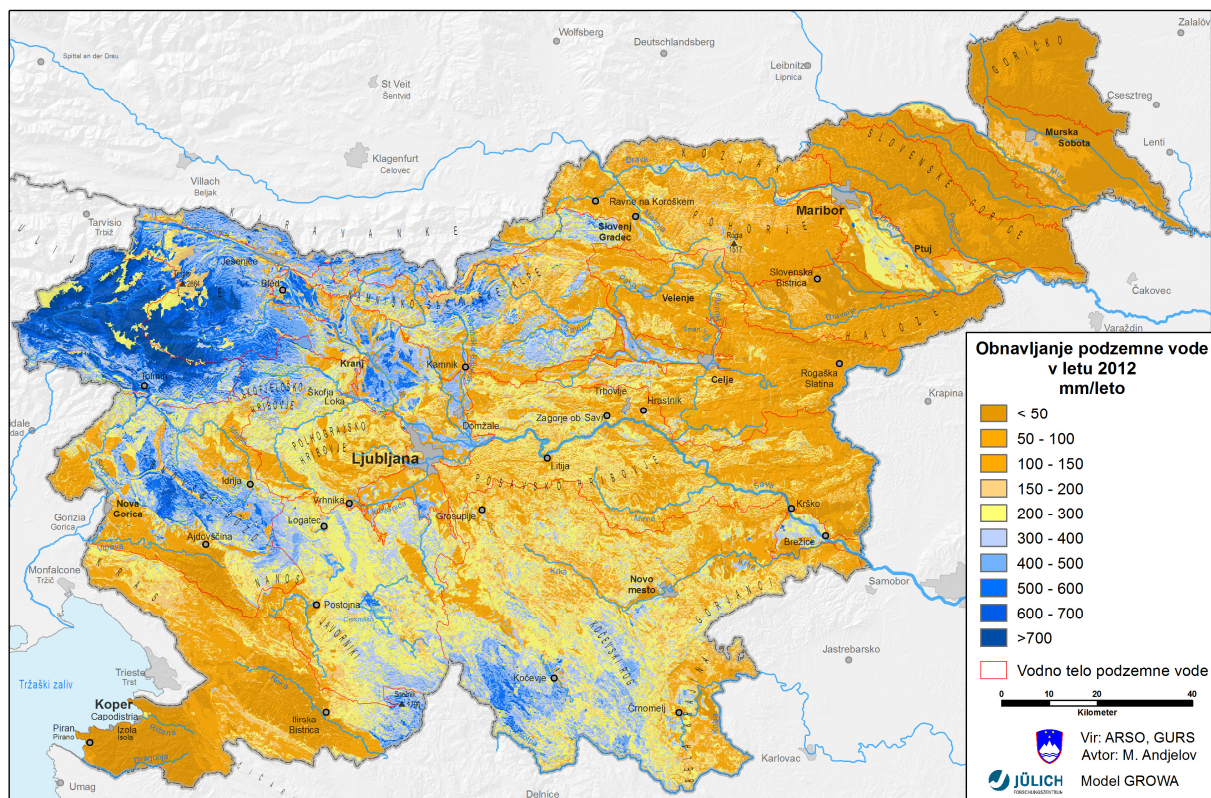
4.1.2 Napajanje vodnih teles podzemnih voda

Količina napajanja teles podzemnih voda v Sloveniji (slika 10) je na podlagi podatkov o količini padavin v letu 2012 ocenjena z regionalnim vodnobilančnim modelom GROWA-SI (Andjelov in sod., 2011), ki ob upoštevanju klimatskih pogojev, geološke zgradbe, vrste tal, rabe prostora, naklona površja in globine do podzemne vode temelji na Renger-Wessolek-ovi metodi (Renger in Wessolek, 1996) izračuna celokupnega odtoka preko ocene realne evapotranspiracije ter separacije podzemnega od površinskega odtoka. Zanesljivost modelskega izračuna je validirana na podatkih o pretokih na državni mreži hidroloških merilnih postaj.

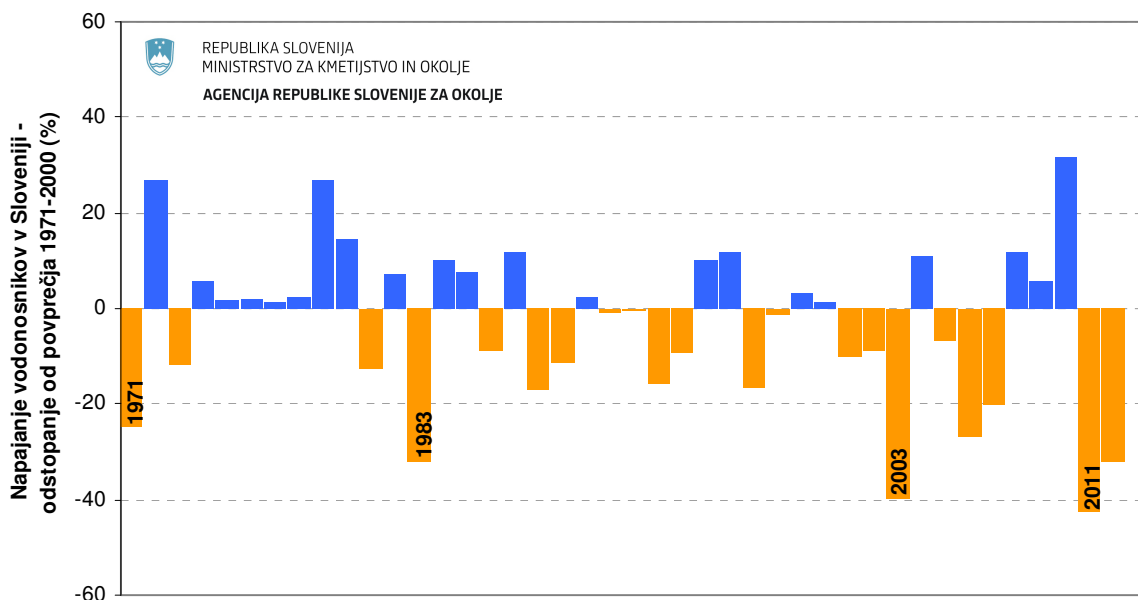
Z modelom GROWA-SI je bilo ocenjeno napajanje teles podzemne vode na območju celotne Slovenije. Pronicanje vode do zasičene cone vodonosnika je pogojeno z vrsto kamninske zgradbe in vrsto njene poroznosti oz. hidravlične prevodnosti. Največjo prepustnost imajo vodna telesa s prevladujočo medzrnsko poroznostjo (9,9 % ozemlja Slovenije) in telesa s prevladujočo kraško poroznostjo (53,3 %), manjšo hidravlično prevodnost pa imajo vodna telesa s prevladujočo razpoklinsko (26,2 %) in mešano poroznostjo (10,6 %).

V letu 2012 je bilo skupno napajanje vseh 21-tih vodnih teles v Sloveniji 132,5 m³/s (preglednica 7), kar znaša 67,8 % povprečja primerjalnega obdobja 1971-2000. Največje količine podzemne vode so bile ocenjene v osmih vodnih telesih s prevladujočo kraško poroznostjo (92,0 m³/s). Druge največje količine so bile ocenjene v štirih telesih s prevladujočo razpoklinsko poroznostjo (27,2 m³/s), sledile pa so količine v petih vodnih telesih s prevladujočo medzrnsko poroznostjo (11,1 m³/s), najmanjše količine pa so bile ocenjene v štirih telesih z mešano poroznostjo (3,3 m³/s).

Povprečno specifično napajanje teles podzemne vode je bilo v letu 2012 ocenjeno za celotno ozemlje Slovenije na 6,5 l/s/km² (preglednica 6). Razlike v specifičnem napajanju teles podzemne vode so bile v razponu od 0,7 do 18,6 l/s/km². Največje napajanje na enoto površine je bilo na vodnih telesih s kraško razpoklinsko poroznostjo v severozahodni Sloveniji (VTPodV_6020 Julijske Alpe v porečju Soče, VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save), najmanjše pa v vzhodni Sloveniji na območju vodnih teles Goričko (VTPodV_4018), Vzhodne Slovenske Gorice (VTPodV_4017) in Zahodne Slovenske Gorice (VTPodV_3015).



Slika 10: Napajanje vodnih teles podzemnih voda v letu 2012



Slika 11: Odstopanje napajanja vodonosnikov v Sloveniji od povprečja obdobja 1971 – 2000

Skupna letna količina napajanja za celotno ozemlje Slovenije v letu 2012 je bila z GROWA-SI modelom ocenjena na 206 mm (preglednica 6), kar je izrazito pod povprečjem obdobja 1971-2000 (304 mm) in obdobja 1981-2010 (289 mm).

Količinsko obnavljanje podzemne vode je bilo tretje najmanjše od leta 1971, primerljivo z letom 1983 (slika 11). Količinsko obnavljanje podzemne vode je bilo v letu 2012 v vseh vodnih telesih pod primerjalnim obdobjem povprečjem 1971-2000. Indeks letnega povprečja obnavljanja podzemne vode za celo Slovenijo je znašal 68 (preglednica 6). V posameznih vodnih telesih je bil indeks med 33 in 88, to je od ene tretjine do treh četrtin obdobjnega povprečja. Indeksi letnega povprečja obnavljanja podzemne vode so bili v letu 2012 najmanjši v vodnih telesih vzhodnega dela države: Goričko (VTPodV_4018), Obala in Kras (VTPodV_5019), Murska kotlina (VTPodV_4016) ter v vodnih telesih Vzhodne Slovenske gorice (VTPodV_4017) in Zahodne Slovenske gorice (VTPodV_3015).

Preglednica 6: Obnovljiva podzemna voda v letu 2012

Vodno telo podzemne vode	Prevladujoči tip poroznosti	Površina	Obnovljiva podzemna voda ⁽¹⁾ 2012		Specifično napajanje ⁽²⁾	Indeks ⁽³⁾
			km ²	mm		
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	medzrnska	774	274	6,72	8,7	68
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	medzrnska	109	198	0,68	6,3	72
VTPodV_1003 Krška kotlina	medzrnska	97	200	0,62	6,4	64
VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save	kraška	783	475	11,79	15,1	81
VTPodV_1005 Karavanke	kraška	404	331	4,24	10,5	88
VTPodV_1006 Kamniško-Savinjske Alpe	kraška	1.112	250	8,82	7,9	85
VTPodV_1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko	razpoklinska	850	244	6,58	7,7	66
VTPodV_1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	razpoklinska	1.792	152	8,64	4,8	79
VTPodV_1009 Spodnji del Savinje do Sotle	razpoklinska	1.397	121	5,36	3,8	78
VTPodV_1010 Kraška Ljubljana	kraška	1.307	252	10,44	8,0	54
VTPodV_1011 Dolenjski kras	kraška	3.355	227	24,15	7,2	76
VTPodV_3012 Dravska kotlina	medzrnska	429	146	1,99	4,6	51
VTPodV_3013 Vzhodne Alpe	razpoklinska	1.269	137	5,51	4,3	81
VTPodV_3014 Haloze in Dravinjske gorice	mešana	597	75	1,42	2,4	54
VTPodV_3015 Zahodne Slovenske gorice	mešana	756	48	1,15	1,5	48
VTPodV_4016 Murska kotlina	medzrnska	591	61	1,14	1,9	43
VTPodV_4017 Vzhodne Slovenske gorice	mešana	308	39	0,38	1,3	46
VTPodV_4018 Goričko	mešana	494	21	0,33	0,7	33
VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini	kraška	1.589	117	5,90	3,7	40
VTPodV_6020 Julijske Alpe v porečju Soče	kraška	818	586	15,20	18,6	77
VTPodV_6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjška planota	kraška	1.443	253	11,58	8,0	58
Slovenija			206	132,64	6,5	68

Opomba: (1) Obnovljiva podzemna voda = rezultati regionalnega vodnobilančnega modela GROWA-SI

(2) Specifično napajanje = napajanje na enoto površine telesa podzemne vode (l/s/km²)

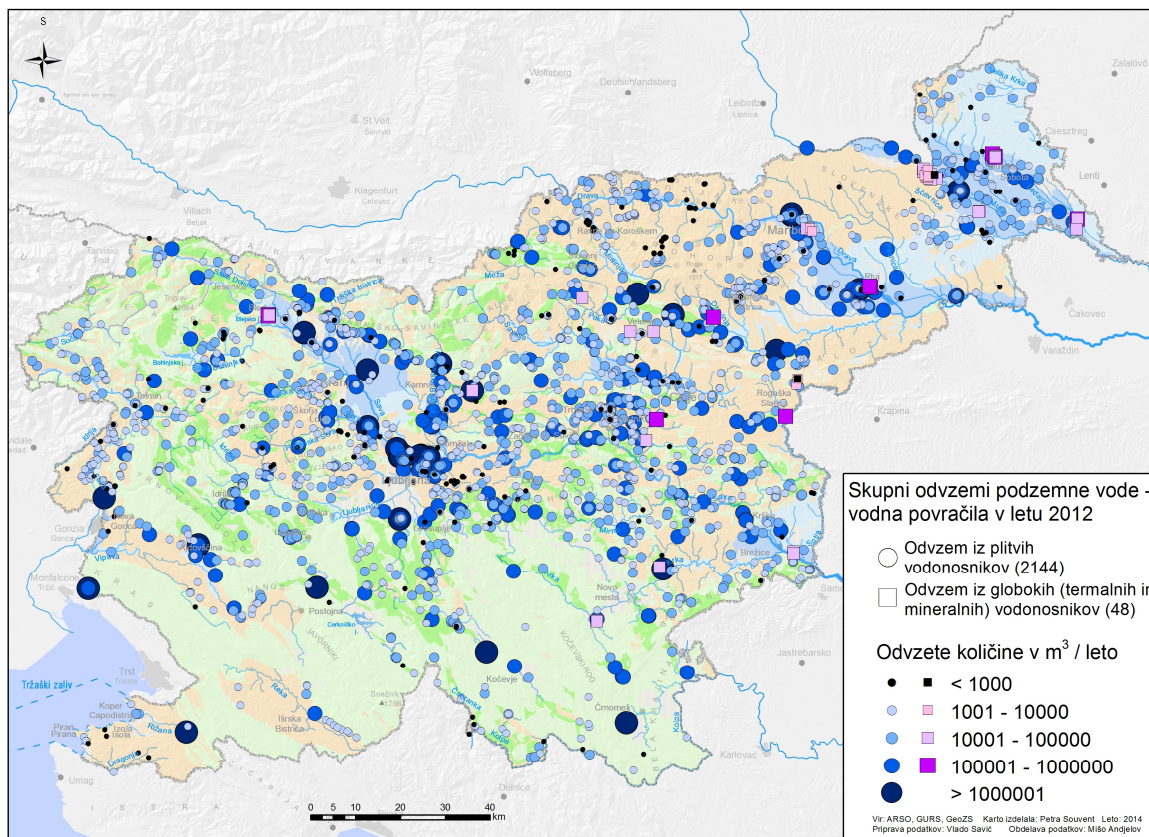
(3) Indeks = indeks letnega povprečja obnavljanja podzemne vode v plitvih vodonosnikih posameznih teles podzemne vode (povprečje obdobja 1971-2000=100)

4.1.3 Količina odvzete podzemne vode in umetnega napajanja vodonosnikov

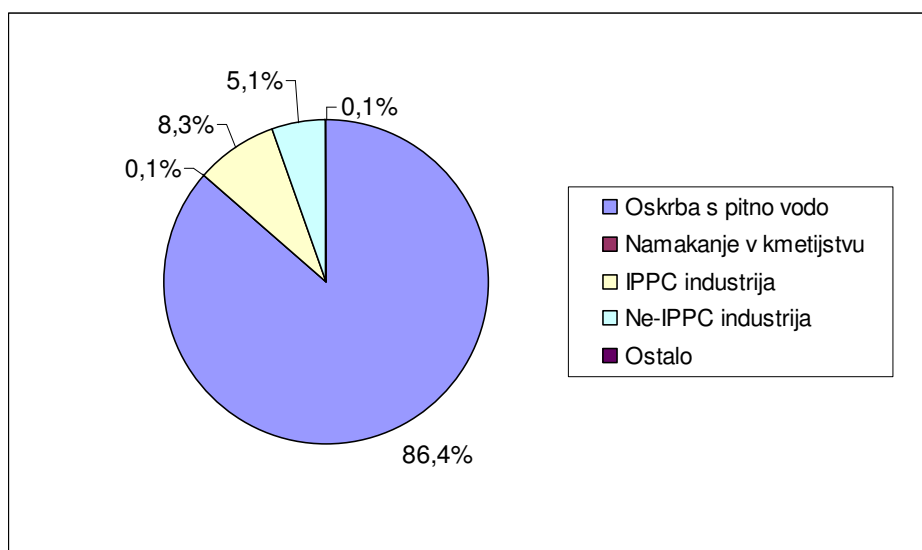
4.1.3.1 Umetni in naravni odvzemi podzemne vode

V letu 2012 je bilo po podatkih iz evidence vodnih povračil iz 2.144 izvirov, vodnjakov, vrtin, drenažnih zajetij in prodnih jam skupno odvzeto 189.455.901 m³ podzemne vode (slika 12, preglednica 7). Največ odvzete podzemne vode je bilo v letu 2012 namenjeno oskrbi prebivalstva s pitno vodo (159.707.274 m³ oz. 86,4 %), sledila je raba za tehnološke namene v industriji z obvezo poročanja po direktivi o

celovitem preprečevanju in nadzoru onesnaževanja (IPPC) (15.430.424 m³ oz. 8,3 %) ter v ostali industriji (9.498.067 m³ oz. 5,1 %) (slika 13). Po ARSO evidenci vodnih povračil je bilo za namakanje v kmetijstvu porabljeno 105.158 m³ (0,1 %) vode iz plitvih vodonosnikov. V letu 2012 je bilo po evidenci o vodnih povračilih načrpano iz 48 vrtin še 4.170.704 m³ vode iz globokih termalnih vodonosnikov.



Slika 12: Lokacije in skupne količine odvzemov podzemne vode po evidenci vodnih povračil v letu 2012



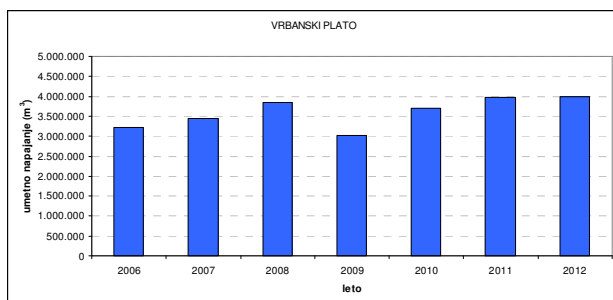
Slika 13: Vrsta rabe odvzete podzemne vode v letu 2012

Preglednica 7: Skupne (umetno in naravno) odvzete količine podzemne vode v letu 2010, 2011 in 2012 (brez vode iz globokih termalnih vodonosnikov) po ARSO evidenci vodnih povračil

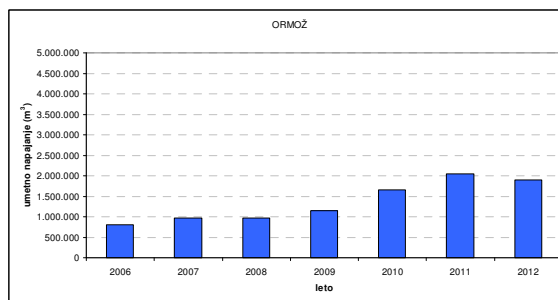
<i>Vodno telo podzemne vode</i>	<i>Skupne odvzete količine podzemne vode v letu 2010 (m³/leto)</i>	<i>Skupne odvzete količine podzemne vode v letu 2011 (m³/leto)</i>	<i>Skupne odvzete količine podzemne vode v letu 2012 (m³/leto)</i>
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	49.777.763	48.412.587	51.339.687
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	1.778.650	1.922.266	2.816.666
VTPodV_1003 Krška kotlina	981.514	1.561.421	1.818.374
VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save	2.461.230	2.532.317	3.435.994
VTPodV_1005 Karavanke	2.513.274	2.507.974	1.934.040
VTPodV_1006 Kamniško-Savinjske Alpe	13.637.410	15.624.094	15.584.190
VTPodV_1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko	4.417.509	4.336.753	3.805.944
VTPodV_1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	10.978.974	10.971.156	10.759.798
VTPodV_1009 Spodnji del Savinje do Sotle	15.128.185	15.730.553	16.534.665
VTPodV_1010 Kraška Ljubljana	2.768.917	7.161.451	5.123.015
VTPodV_1011 Dolenjski kras	14.033.608	15.005.023	14.526.819
VTPodV_3012 Dravska kotlina	23.582.523	22.396.896	22.352.546
VTPodV_3013 Vzhodne Alpe	4.718.320	4.491.259	4.009.990
VTPodV_3014 Haloze in Dravinjske gorice	3.027.950	3.188.606	3.297.707
VTPodV_3015 Zahodne Slovenske gorice	407.561	498.118	485.112
VTPodV_4016 Murska kotlina	9.269.336	8.292.646	8.173.032
VTPodV_4017 Vzhodne Slovenske gorice	568.671	1.570.407	1.542.488
VTPodV_4018 Goričko	302.149	313.340	371.060
VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini	10.670.632	10.660.116	10.078.856
VTPodV_6020 Julijske Alpe v porečju Soče	1.253.159	1.258.365	1.421.920
VTPodV_6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjska planota	9.560.232	10.459.424	10.043.998
Slovenija	181.837.567	188.894.772	189.455.901

4.1.3.2 Umetno napajanje

V letu 2012 so vodonosnike umetno napajali oz. bogatili na Vrbanskem platoju in v Ormožu na vodnem telesu VTPodV_3012 Dravska kotlina. Letna količina umetnega napajanja je na Vrbanskem platoju dosegala 3.983.715 m³ vode, črpane iz Mariborskega otoka (slika 14). V Ormožu pa so v letu 2012 prečrpali 1.905.480 m³ vode iz energetskega kanala HE Formin v ponikovalno jezero (slika 15). V letu 2012 so vodonosnike umetno napajali s skupno količino 5.889.195 m³ vode, kar je za 2,1 odstotkov manj kot v letu 2011.



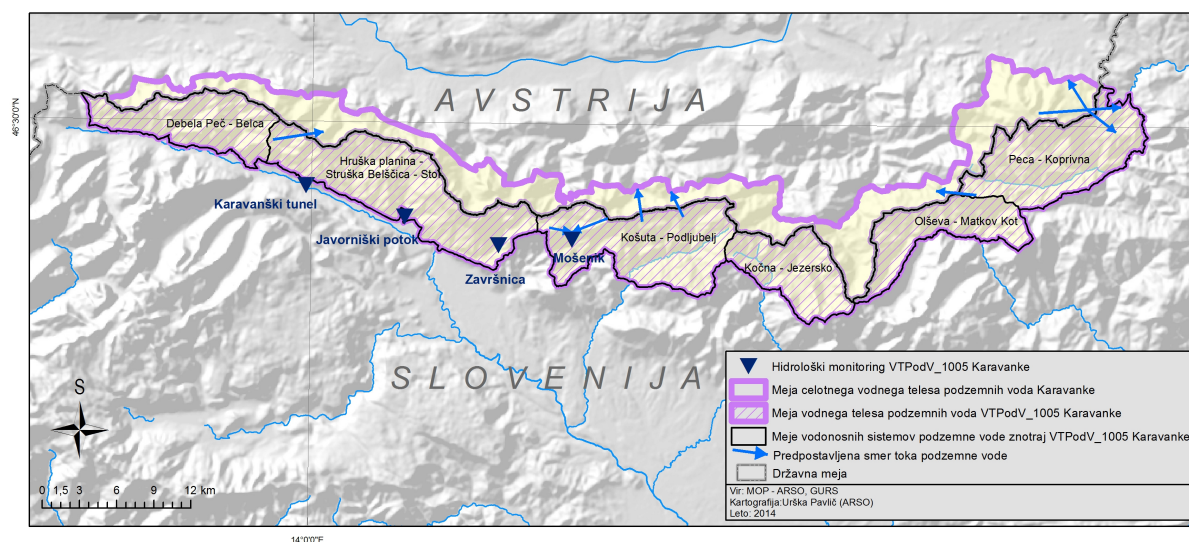
Slika 14: Letne količine umetnega napajanja vodonosnika na Vrbanskem platoju v obdobju 2006-2012 (Vir podatkov: Mariborski vodovod, Maribor)



Slika 15: Letne količine umetnega napajanja vodonosnika v Ormožu v obdobju 2006-2012 (Vir podatkov: Komunalno podjetje Ormož)

4.1.4 Ocena spremembe dinamike toka podzemne vode – čezmejno vodno telo VTPodV_1005 Karavanke

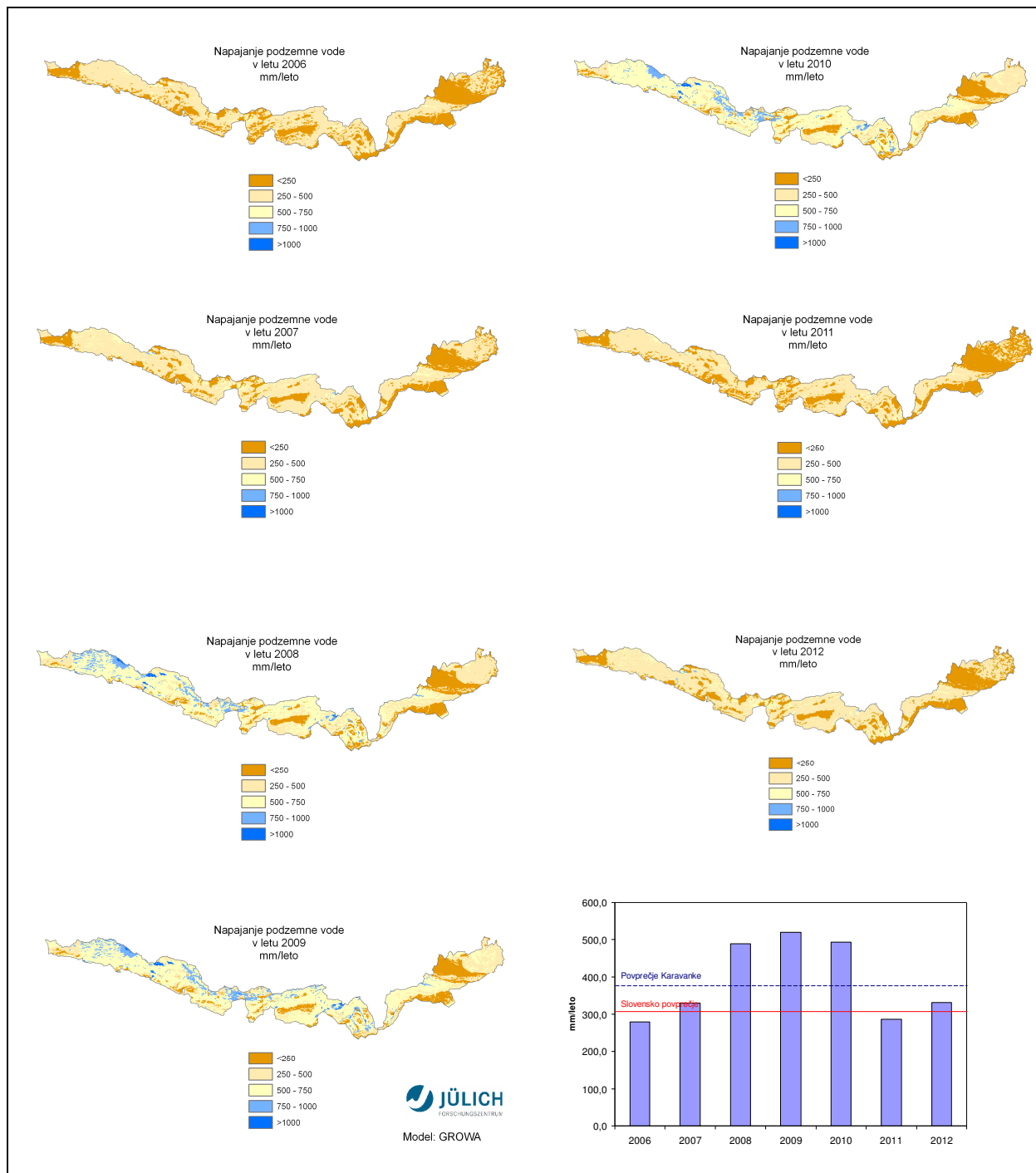
Za vodna telesa, v katerih podzemna voda teče preko državne meje, je po okvirni direktivi o vodah za oceno količinskega stanja vodnega telesa potrebno upoštevati obnovljive oz. razpoložljive količine in odvzeme podzemne vode ter oceniti vpliv odvzemov na spremembo dinamike toka podzemne vode preko državne meje.



Slika 16: Čezmejno vodno telo VTPodV_1005 Karavanke, vodonosni sistemi, predpostavljene smeri toka podzemne vode (Brenčič in Poltnig, 2008) in merilna mesta državnega hidrološkega monitoringa

Znotraj območja čezmejnega vodnega telesa z Republiko Avstrijo (VTPodV_1005 Karavanke na slovenski strani) je bilo na slovenskem delu ozemlja določenih šest vodonosnih sistemov. Skrajno zahodnemu vodonosnemu sistemu Debeli peč – Belca proti vzhodu sledi vodonosni sistem Hruška planina – Struška Belščica – Stol, iz katerega se napajajo vodni viri v cestnem predoru skozi Karavanke. Proti vzhodu sledijo vodonosni sistemi Košuta - Podljubelj, Kočna – Jezersko in Olševa – Matkov kot. Del podzemne vode vodonosnega sistema Košuta – Podljubelj se drenira na slovenski del ozemlja (izviri Mošenika), del pa odteka proti Hajnževim izvirov na avstrijski strani skupnega vodnega telesa. Tudi iz vodonosnega sistema Olševe se odtok podzemne vode drenira na območje izvirov na avstrijski strani. Iz skrajno vzhodnega vodonosnega sistema Peca - Koprivna se podzemne vode drenirajo na obe strani državne meje, napajalna zaledja posameznih izvirov pa se znotraj njega prepletajo (Brenčič in Poltnig, 2008) (slika 16).

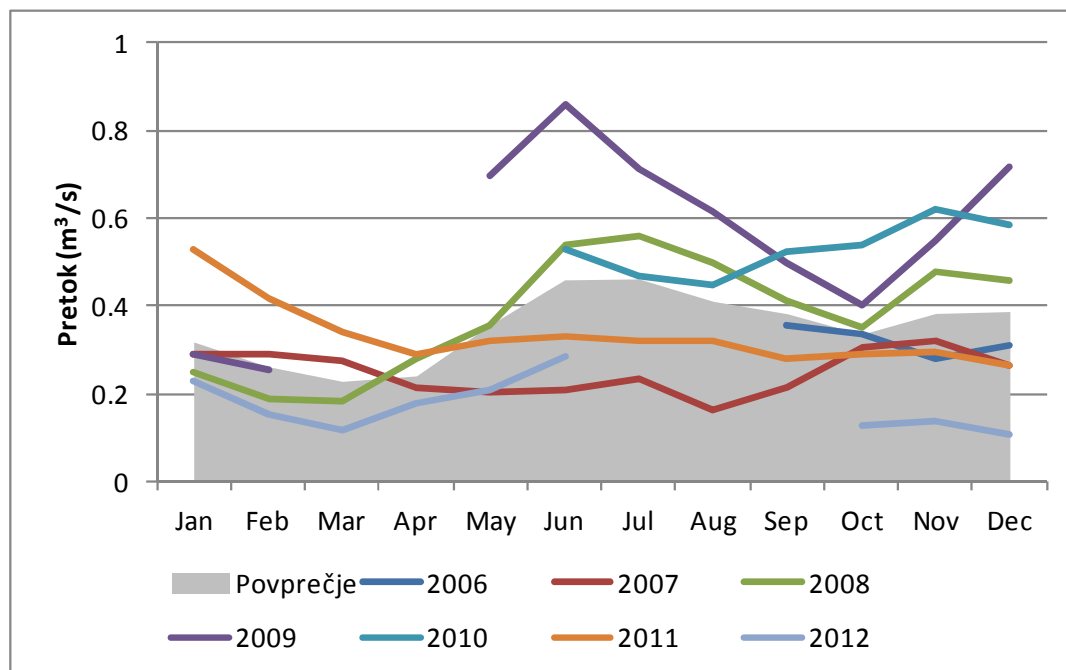
Obnavljanje podzemne vode je bilo na slovenskem delu čezmejnega vodnega telesa Karavanke ocenjeno z regionalnim vodnobilančnim modelom GROWA-SI. Povprečna količina napajanja telesa podzemne vode VTPodV_1005 Karavanke je bila v obdobju 1971-2000 377 mm, kar ga uvršča med vodna telesa podzemnih voda z večjim napajanjem v Sloveniji. V letu 2012 pa je bilo letno napajanje vodonosnikov Karavank med najmanjšimi v zadnjih petih letih (286 mm). Najmanjša napajanja so bila znotraj VTPodV_1005 Karavanke ocenjena na vzhodnem delu vodnega telesa (slika 17).



Slika 17: Obnovljive količine podzemne vode v telesu podzemne vode VTPodV_1005 Karavanke v letih od 2006 do 2012 in primerjava s povprečno vrednostjo obdobja 1971-2000

V državno hidrološko merilno mrežo za spremljanje dinamike toka podzemnih voda v vodnem telesu VTPodV_1005 Karavanke, so bila v letu 2012 vključena štiri merilna mesta: iztok iz cestnega predora Karavanke in Javorniški potok (vodonosni sistem Hruška planina – Struška Belščica - Stol) ter Završnica in Mošenik (vodonosni sistem Košuta – Podljubelj). Hidrološke meritve na merilnih postajah so se pričele jeseni 2011, le na izviru Završnice se pretok meri že več let in sicer od leta 2006. Podatki

hidroloških meritev uvrščajo leto 2012 med najbolj sušna leta kraškega vodonosnika v prispevnem zaledju izvira Završnice v zadnjih sedmih letih (slika 18).



Slika 18: Povprečni mesečni pretoki izvira Završnice v primerjavi z značilnimi vrednostmi obdobja 2006 - 2012

Preglednica 8: Pregled značilnih pretokov hidrološkega monitoringa na vodnem telesu podzemne vode VTPodV_1005 Karavanke v primerjavi z odvzemi podzemne vode v letu 2012

Pretoki podzemne vode (l/s)	Karavanški cestni predor	Javorniški potok	Mošenik	Završnica
$Q_{pov.}$	76	703	1007	358
$Q_{min.}$	63	151	442	75
$Q_{max.}$	112	3665	6844	489
Q_{odvzem}	0.15	0.31	0.039	8

V letu 2012 je bilo iz vodnega telesa VTPodV_1005 Karavanke skupno odvzetih 1.934.040 m³ oziroma 0,061 m³/s podzemne vode. Največ, okoli 84 odstotkov, je bilo podzemne vode odvzete iz naravnih iztokov izvirov, ostale količine podzemne vode pa so bile odvzete s črpanjem zahodno od vodonosnika Kepe, kjer ni evidentiranih čezmejnih tokov podzemne vode večjih razsežnosti. Odvzemi podzemne vode v prispevnih zaledjih merilnih mest izvirov in vodotokov na območju vodnega telesa podzemne vode VTPodV_1005 Karavanke so bili v primerjavi z izdatnostjo vodnih virov v letu 2012 zanemarljivi (preglednica 8). Raba podzemne vode na območju VTPodV_1005 Karavanke v letu 2012 ni povzročala sprememb v hitrosti in/ali smeri prekomejnega toka podzemne vode.

Kljub temu pa se je po ugotovitvah evropskega raziskovalnega projekta Alp-Water-Scarce - AWS (Pomanjkanje vode v Alpah), kjer je v letih 2008-2011 sodelovala tudi Agencija RS za okolje, potrebno zavedati velike količinske občutljivosti gorskih vodnih virov. Zmanjševanje snežnih padavin, zviševanje temperatur zraka ter

zgodnejše taljenje snega in ledu lahko v poletnih mesecih lokalno izrazito zmanjša razpoložljivost vode. Po scenarijih podnebne spremembe do konca stoletja se tudi v alpskih območjih Avstrije z veliko količino padavin nakazuje od 20 do 70 odstotno poletno zmanjšanje napajanja lokalnih vodonosnikov (Vanham in sod., 2009). Zaradi tega je poznavanje dinamike toka podzemnih vodnih virov strateškega pomena. Raziskava pretakanja podzemne vode v dolomitnem vodonosniku Kepe (Inštitut za raziskavo krasa, 2011) je z injiciranjem fluorescentnega sledila v potoku Presušnika in vzorčevanjem v cestnem predoru Karavanke (Kogovšek in sod.; 2011, Petrič in Kogovšek, 2013) nakazala zelo nizke »navidezne« hitrosti podzemne vode (< 0,1 m/h), kar se ujema z rezultati nekaterih izotopskih raziskav o dolgih zadrževalnih časih podzemne vode (Brenčič in Poltnig, 2008).

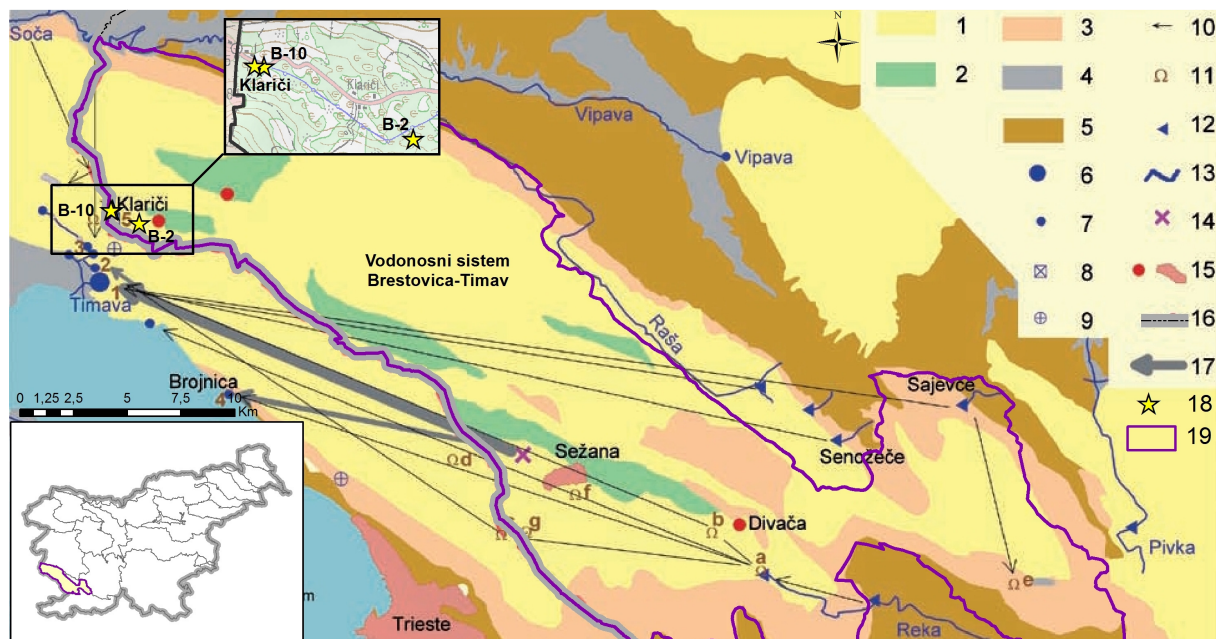
4.2 Preizkus vdora slane vode ali druge vrste vdora

V Sloveniji je v hidravlični povezavi z morskovo vodo telo VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini. Preizkus vpliva črpanja podzemne vode na vdor slane vode je bil narejen za slovenski del vodonosnega sistema 50621 Brestovica-Timava, ki je od obale Tržaškega zaliva ločen s tri do sedem km širokim pasom italijanskega ozemlja med Trstom in Tržičem.

Vodonosni sistem 50621 Brestovica-Timava je izdaten kraški vodonosnik. Podzemni odtok iz tega vodonosnega sistema je usmerjen na italijansko stran z iztokom vode v izvire Timave in Brojnic v Tržaški zaliv pri Tržiču.

Vodonosni sistem na območju Krasa (slika 19) napajajo poleg padavin tudi vode ponikalnic Reke, Senožeškega in Saješkega potoka, Raše ter Vipave. Največji delež prispeva infiltracija reke Soče, katere delež v skupnem pretoku Timave presega 50 %. Srednji pretok izvirov Timave je ocenjen na okoli 35 m³/s, najmanjši pa na okoli 8 do 10 m³/s (Doctor in sod., 2000; Doctor, 2008).

V zaledju teh izvirov je tik ob meji z Italijo v zaselku Klariči črpališče za regionalno vodooskrbo južne Primorske. Zmogljivost črpalke je 200 l/s, dnevno pa načrpajo med 5.000 in 16.500 m³ pitne vode. Črpališče je od najbližjih izvirov Timave oddaljeno le 1,7 km, od morske obale pa manj kot 4 km. Gladina kraške podzemne vode se v črpališču zniža tudi pod gladino morja. Po podatkih iz ARSO evidence o vodnih povračilih so leta 2012 v Klaričih načrpali 3.110.680 m³ (0,099 m³/s) podzemne vode, kar je okoli 320.000 m³ več kot leto pred tem.



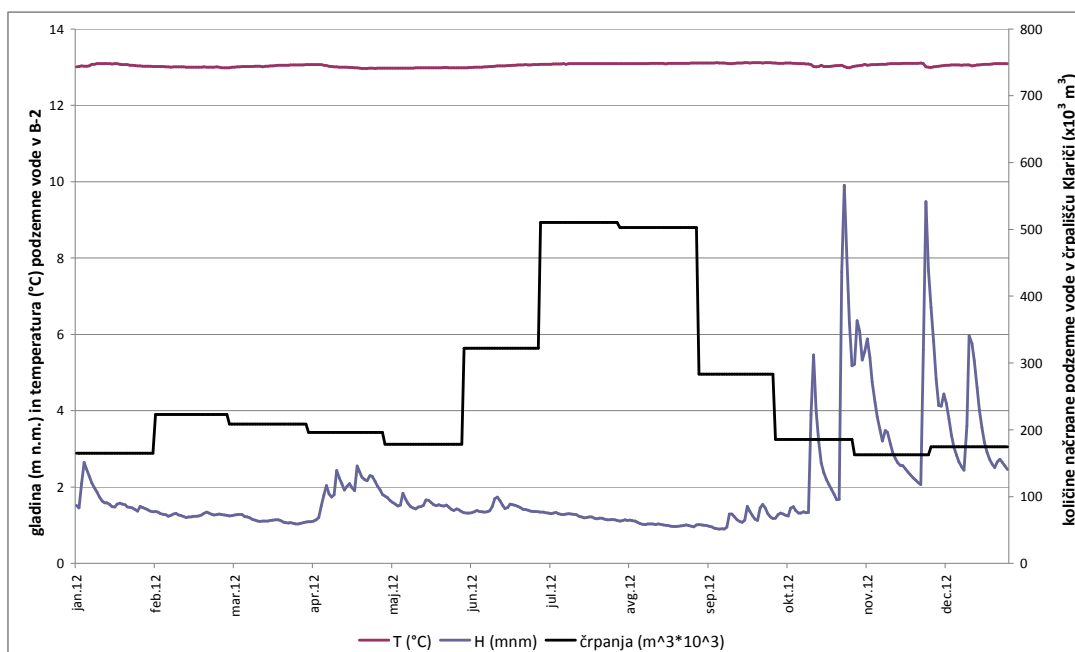
Slika 19: Vodnosni sistem 50621 Brestovica-Timava na hidrogeološki karti z rezultati sledilnih poskusov
(Vir: Kogovšek in Petrič, 2007)

Legenda: 1. dobro prepusten kredni apnec, 2. nekoliko slabše prepusten kredni dolomit, 3. dobro prepustni terciarni apnenci in dolomiti, 4. medzrnski vodonosnik, 5. zelo slabo prepusten eocenski fliš, 6. izvir Timave, 7. izvir, 8. črpališče, 9. piezometer, 10. s starejšim sledilnim poskusom dokazana podzemna vodna zveza, 11. kraška jama (a. Škocjanske jame, b. Kačna jama, c. Labodnica, d. Lazzaro Jerko, e. Gabranca, f. Jama 1 v Kanjaducah, g. Brezno v Stršinkni dolini), 12. ponikalnica, 13. površinski tok, 14. odlagališče Sežana, 15. naselje, 16. državna meja, 17. pri sledenju 2005 dokazana podzemna vodna zveza, 18. črpališče Klariči, vodnjaka B-2 in B-10, 19. meja vodnosnega sistema Brestovica-Timav.

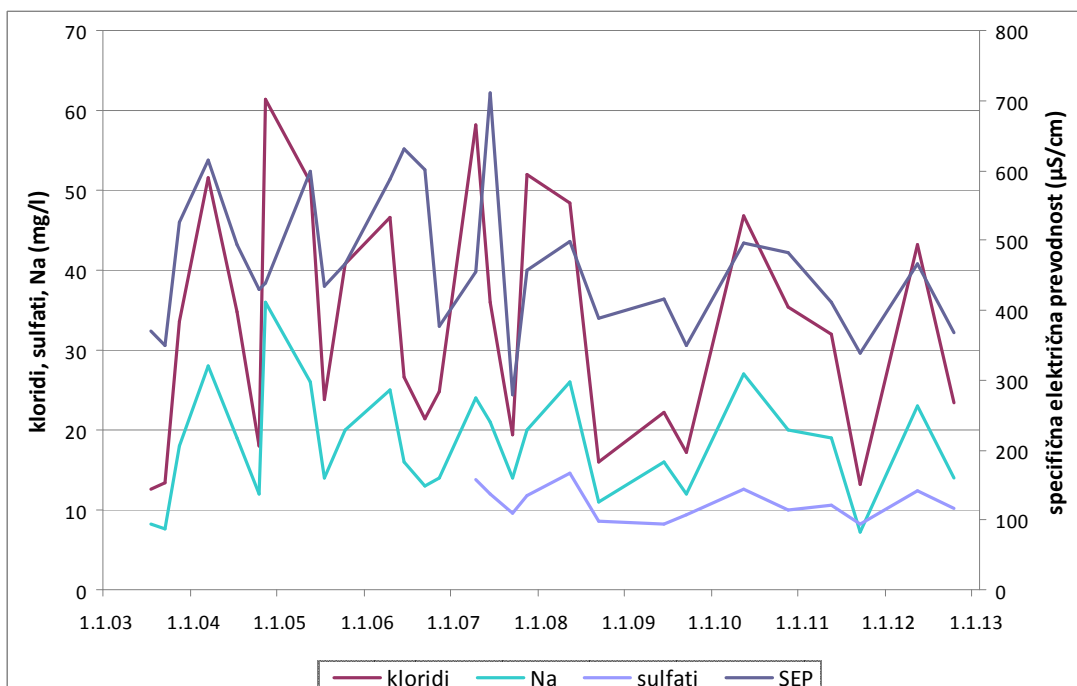


Slika 20: Vodnjak B-10, vodnjak B-2, črpališče Klariči in izviri Timave pri Štivanu

Nihanja gladin in temperature podzemne vode se zvezno spremlja v vodnjaku B-2, ki je od črpaljšča oddaljen 1,6 km (slika 20 in slika 21). Plimovanje morja se ob nizkih gladinah podzemne vode v vodnjaku, ko so ti le dober meter nad morskó gladino, opazi na nivogramu, visoke gladine pa vpliv plimovanja zabišejo. Temperatura podzemne vode je ustaljena pri 13 °C in se rahlo zniža le ob dotokih sveže vode po intenzivnih padavinah.



Slika 21: Gladina in temperatura podzemne vode v vodnjaku B-2 Brestovica ter količina črpanja v črpaljšču Klariči ($\times 10^3 \text{ m}^3$) v letu 2012



Slika 22: Vrednosti specifične električne prevodnosti vode ($\mu\text{S}/\text{cm}$), kloridov, natrija in sulfatov (mg/l) v črpaljšču Klariči od 2003 do 2012

Pri preizkusu vpliva črpanja na vdore slane vode so bili upoštevani tudi podatki ARSO monitoringa kakovosti podzemne vode, ki se ga izvaja z vzorčenji v črpališču Klariči dvakrat letno (slika 22). Mejne vrednosti specifične električne prevodnosti za pitno vodo so 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, v morski vodi pa vrednosti tega parametra dosega okoli 50.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Mejna vrednost za kloride in sulfate v pitni vodi pa je 250 mg/l. Te vrednosti v analiziranih vzorcih niso bile dosežene (preglednica 9), pri specifični električni prevodnosti ter vsebnosti kloridov pa so v zadnjih petih letih zaznane celo nekoliko nižje vrednosti, kot pred letom 2006 (slika 22).

Preglednica 9: Rezultati ARSO vzorčenj podzemne vode v črpališču Klariči v letu 2012

Datum meritve	SEP $\mu\text{S}/\text{cm}$	Sulfati $\text{mg SO}_4^{2-}/\text{l}$	Kloridi $\text{mg Cl}/\text{l}$	Kalcij $\text{mg Ca}^{2+}/\text{l}$	Magnezij $\text{mg Mg}^{2+}/\text{l}$	Natrij $\text{mg Na}^+/\text{l}$	Kalij $\text{mg K}^+/\text{l}$
17.05.2012	467	12,4	43,2	72	11	23	1,5
11.10.2012	368	10,3	23,4	59	10	14	1,1

Opravljeni preizkus vdora slane vode ne kaže zvišanja vsebnosti kloridov, ki bi ogrožali rabo vode za javno vodooskrbo. Obenem preizkus vdora slane vode ni odkril negativnega vpliva črpanja na kakovost pitne vode v črpališču Klariči. Prevladujoči vpliv na kemijsko sestavo podzemne vode ima infiltracija vode iz površinskih vodotokov, ki preko aluvialnega zasipa napajajo kraški vodonosnik. Ob povečanem črpanju, se poveča tudi dotok iz napajalnega območja, predvsem reke Soče (Doctor, 2000; Doctor, 2008; Urbanc 2012).

4.3 Preizkus potencialnega vpliva odvzemov podzemnih voda na stanje površinskih voda

Preizkus potencialnega vpliva odvzemov podzemne vode na stanje površinskih voda je bil izveden za petnajst lokacij, na katerih je bilo v letu 2012 ugotovljeno slabo ekološko stanje (preglednica 10). Preučili smo možne potencialne vplive odvzemov podzemnih voda na hidrološke razmere obravnavanih odsekov rek, oziroma zaježitvenih jezer vodnih zadrževalnikov. Registrirane skupne odvzeme podzemne vode v vplivnem območju telesa površinske vode smo primerjali s srednjim letnim (2012) pretokom reke Q_s in s količino povprečnega obdobjnega (1971-2000) napajanja vodonosnikov v hidrološkem prispevnem območju.

Vzroki za oceno slabega ekološkega stanja so bili vsaj v petih primerih v hidromorfološki spremenjenosti, splošni degradiranosti vodotokov in umetnem hidrološkem režimu: na štirih lokacijah, ki se nahajajo v zaježitvenih jezerih hidroelektrarn je treba vzroke iskati v umetnih posegih v vodotoke: Sava Dolinka – Moste, Sava – Vrhovo, Drava – Tribej in Drava – Ormož; v petem primeru, je vodotok Mutska Bistrica v Podlipju pod vplivom umetnega režima pretokov zaradi zadrževanja vode in izpustov iz zaježitvenega jezera hidroelektrarne Golica-Koralpe v Avstriji.

Preglednica 10: Preizkus potencialnega vpliva skupnih odvzemov podzemne vode na površinske vode s slabim ekološkim stanjem v letu 2012

Vodno telo podzemne vode (VTPodV)	Slabo ekološko stanje površinske vode (reka - kraj)	Skupni odvzemi podzemne vode (m ³ /leto)	Delež skupnega odvzema od letnega pretoka reke Q _s (%)	Delež skupnega odvzema od obdobjnega podzemnega odtoka (%)	Ali odvzemi podzemne vode lahko povzročajo potencialni vpliv na ekološko stanje reke?
1002 Savinjska kotlina	Bolska - Čepļje	2.406	<1	<2	brez vpliva
1004 Julijske Alpe v porečju Save	Sava Bohinjka – Jezernica Bled	1.460	<1	<2	brez vpliva
1005 Karavanke	Sava Dolinka - Moste	21.986	<1	<2	brez vpliva
1006 Kamniško-Savinjske Alpe	Savinja - Grušovlje	17.378	<1	<2	brez vpliva
1006 Kamniško-Savinjske Alpe	Dreta - Spodnje Kraše	675.946	<1	<2	brez vpliva
1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	Sava - Vrhovo	27.566	<1	<2	brez vpliva
1009 Spodnji del Savinje do Sotle	Paka - Ločan	9.317	<1	<2	brez vpliva
1009 Spodnji del Savinje do Sotle	Hudinja - pod Socko	2.773.002	14,7	9,5	majhen vpliv
1009 Spodnji del Savinje do Sotle	Gračnica – Gračnica	698	<1	<2	brez vpliva
1010 Kraška Ljubljana	Rak - Veliki naravni most	-	-	<2	brez vpliva
1011 Dolenjski kras	Sava - Jesenice na Dolenjskem	192.324	<1	<2	brez vpliva
3012 Dravska kotlina	Drava - Ormož	1.295.006	<1	<2	brez vpliva
3013 Vzhodne Alpe	Drava - Tribej	13.698	<1	<2	brez vpliva
3013 Vzhodne Alpe	Mutska Bistrica - Podlipje	14.100	<1	<2	brez vpliva
4016 Murska kotlina	Mura - Gornja Radgona	873.344	<1	<2	brez vpliva

V trinajstih primerih je bil izračunani delež odvzemov manjši od enega odstotka povprečnega letnega pretoka reke in od dveh odstotkov povprečnega obdobjnega napajanja vodonosnikov. Odvzemi podzemne vode na teh trinajstih območjih, v razponu od 0,00002 m³/s (0,02 l/s) do 0,02769 m³/s (27,7 l/s), nimajo potencialnega vpliva na stanje površinske vode.

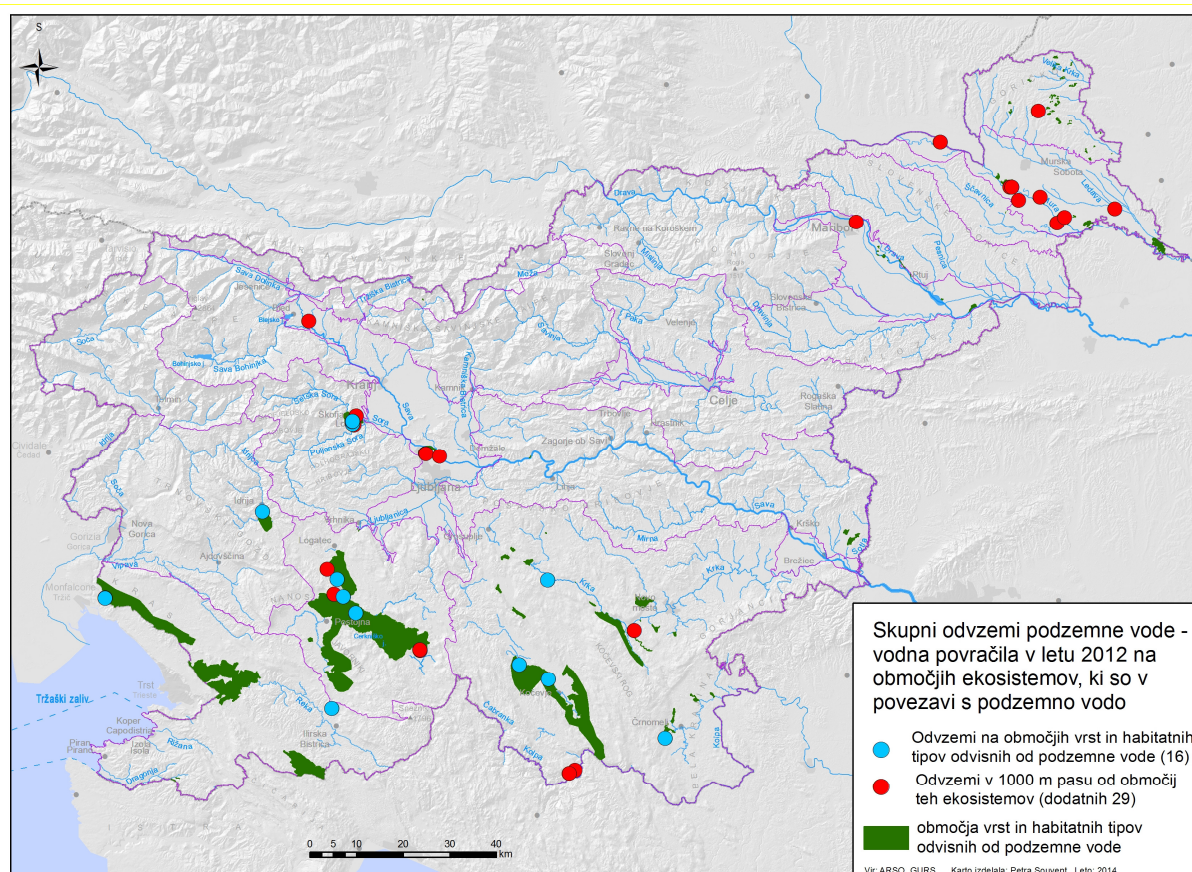
V primeru lokacije Rak – Veliki naravni most ni na razpolago podatkov meritev pretokov reke. Lokacija se nahaja v zaščitenem območju krajinskega parka Rakov Škocjan, kjer ni registriranih odvzemov podzemne vode. Torej tudi v tem primeru vzrok za slabo ekološko stanje ni v odvzemih podzemne vode.

Edini primer z ugotovljenim deležem odvzemov podzemne vode znotraj mejnih vrednosti majhnega potencialnega vpliva, od 2 do 10 odstotkov povprečne količine obdobjnega napajanja vodonosnikov (Guidance on the assessment of the impact of groundwater abstraction, 2004), je na Hudinji pod Socko, kjer ta delež znaša 9,5 %. Ocena potencialnega vpliva odvzemov podzemnih voda na stanje površinskega vodnega telesa Hudinja pod Socko sloni na omejenih podatkih monitoringa in ekspertni presoji, kar pomeni srednjo stopnjo zaupanja skupne ocene količinskega stanja podzemni vode v VTPodV_1009 Spodnji del Savinje do Sotle. Za dokončno presojo dejanskega vpliva odvzema podzemne vode bi bilo potrebno izboljšati konceptualni model in vzpostaviti dodatni monitoring.

4.4 Preizkus vpliva odvzemov podzemne vode na vodne in kopenske ekosisteme, odvisne od podzemne vode

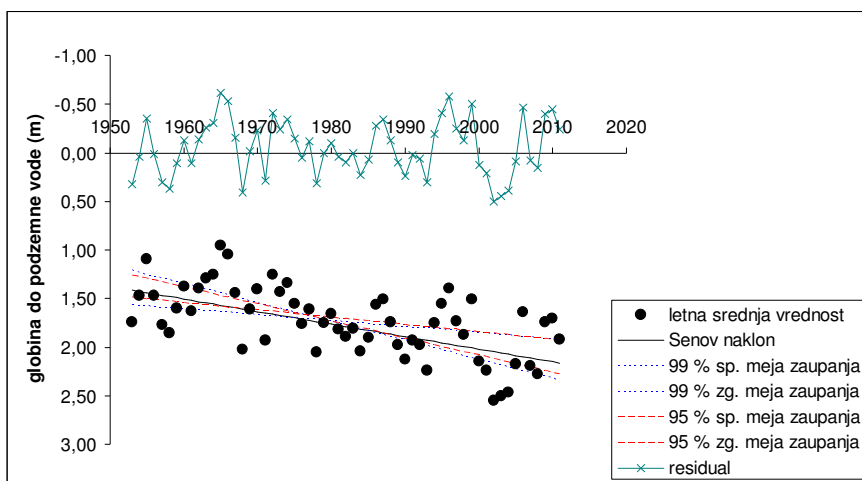
Preizkus vpliva odvzema podzemne vode na stanje kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemne vode (KEOPV), bo v Načrtu upravljanja voda 2015-2021 temeljil na novem izhodiščnem podatkovnem sloju vrst in habitatnih tipov Zavoda za varstvo narave Republike Slovenije, ki izhaja iz Programa upravljanja Natura 2000. V prvi fazi bo opravljena ocena stanja njihove ohranjenosti, na območjih slabše ohranjenosti pa bodo na Geološkem zavodu Slovenije izdelani hidrogeološki konceptualni modeli odvisnosti podzemnih in površinskih voda ter analizirani odnosi med pritiski, stanjem podzemne vode in stanjem kopenskih ekosistemov.

V okviru ocene količinskega stanja podzemnih voda za leto 2012 smo glede na vrste in habitatne tipe, ki so v povezavi s podzemno vodo, opravili prostorsko analizo odvzemov podzemne vode (slika 23). Na območjih vrst in habitatnih tipov, ki so v povezavi s podzemno vodo, se je v letu 2012 iz 16 lokacij odvzelo 9.668.117 m³ podzemne vode. Ob predpostavki o 1000 metrskem vplivnem območju, pa je ta količina za 6.257.932 m³ večja (odvzem iz dodatnih 29 lokacij), torej vsega skupaj 15.926.049 m³.

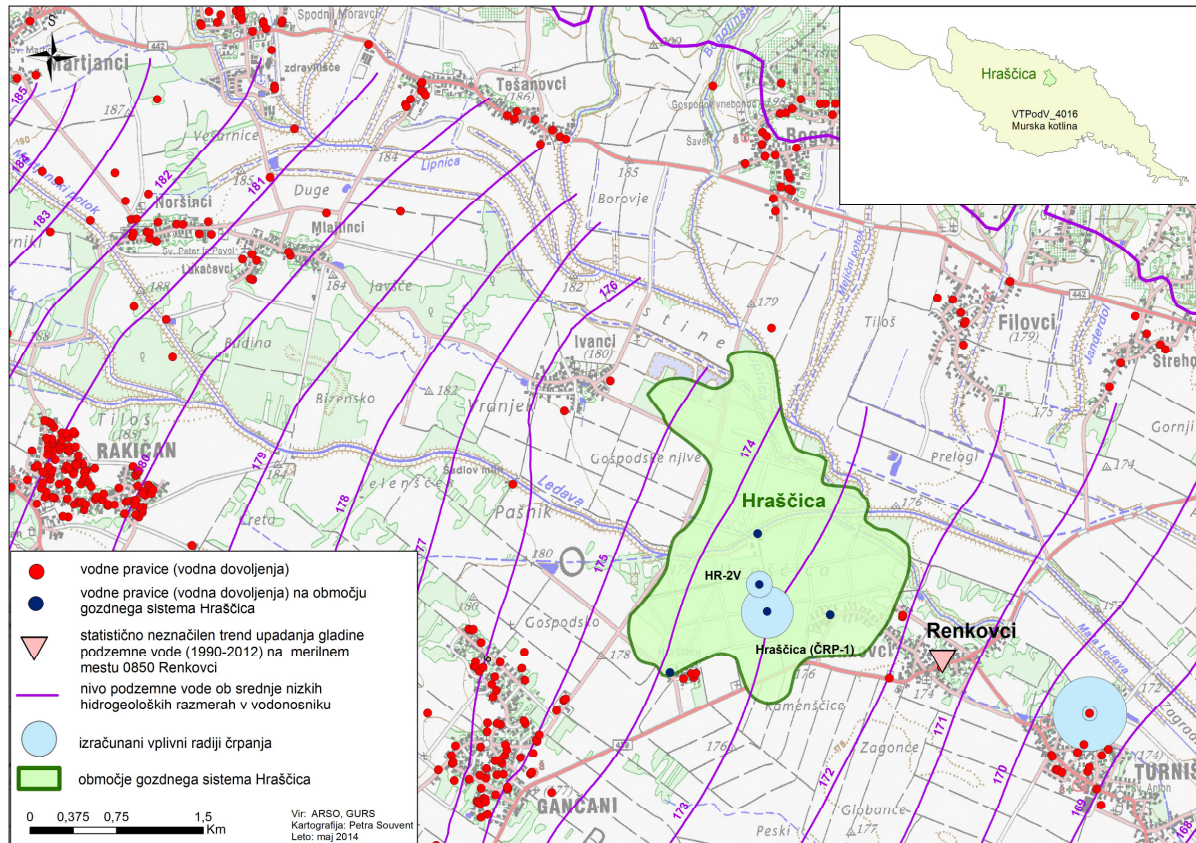


Slika 23: Skupni (umetni in naravni) odvzemi podzemne vode na območjih ekosistemov, ki so v povezavi s podzemno vodo

Podrobnejša analiza je bila v letu 2012 izvedena na območju gozdnega ekosistema Hraščica na vodnem telesu VTPodV_4016 Murska kotlina, kjer so rezultati fitopatoloških raziskav (Smolej in Hager, 1995; Batič, 1997; Čater, 2002; Čater in Batič, 2006) opozorili na tveganje za propadanje tega ekosistema. Domnevni vzrok naj bi bil tudi zniževanje gladine podzemne vode. Letna povprečja gladine podzemne vode v Renkovcih imajo od leta 1953 (slika 24) statistično značilen trend zniževanja ($\alpha=0,001$). Na območju gozdnega sistema Hraščica je podeljenih pet vodnih pravic (stanje 30.11.2012) za črpanje podzemne vode v skupni letni količini 980.987,25 m³ (slika 25). Z uporabo ekspertno-numeričnega sistema (ENS) za podzemne vode na območju Murske kotline so bili na območju gozdnega sistema Hraščica teoretično ocenjeni vplivni radiji (slika 25) ter znižanje podzemne vode, ki ju dobimo s črpanjem podzemne vode ob srednje nizkih hidrogeoloških razmerah. Potencialni vplivi odvzemov podzemne vode po podeljenih vodnih pravicah so zaznani le v dveh primerih črpališča javne gospodarske službe, vendar vplivni radij ne presega 200 metrov, znižanje gladine podzemne vode na vodnjaku pa ne presega 7 % celotne debeline omočenega dela vodonosnika, iz česar sklepamo, da predvideni odvzemi podzemne vode trenutno ne predstavljajo tveganja za gozdni ekosistem Hraščica.



Slika 24: Trend srednjih letnih gladin podzemne vode na merilnem mestu Renkovci na Prekmurskem polju v obdobju 1953 – 2012



Slika 25: Podeljene vodne pravice (vodna dovoljenja) in izračunani radiji vpliva odvzemov podzemne vode na območju gozdnega sistema Hraščica

5 Kazalci količinskega stanja podzemnih voda v letu 2012

Količinsko stanje podzemnih voda opisujemo z mednarodno primerljivimi UNESCO indikatorji (Vrba in Lipponen, 2007) po posameznih vodnih telesih in skupno za celotno območje države.

5.1 Kazalec 1: Obnovljiva podzemna voda na prebivalca v letu 2012 (UNESCO Groundwater Indicator 1)

Glede na geološko zgradbo in pedološko sestavo tal ter reliefne značilnosti in rabo tal lahko v vodonosnike pronicajo zelo različne količine padavinske vode. Višina padavin je bila v letu 2012 izmerjena v razponu od preko 2.600 mm v Posočju do 688 mm na Obali (Cegnar, 2012). Obnavljanje podzemne vode po posameznih vodnih telesih podzemnih voda je bilo največje v vodnem telesu VTPodV_6020 Julijske Alpe v porečju Soče (586 mm) in VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save (475 mm), najmanjše pa v vodnem telesu VTPodV_4018 Goričko (21 mm) in VTPodV_4017 Vzhodne Slovenske gorice (29 mm) ter VTPodV_3015 Zahodne Slovenske gorice (39 mm). Po simulacijah vodno-bilančnega modela je bile obnavljanje količine podzemne vode oz. napajanje vodonosnikov v letu 2012 za celotno Slovenijo ocenjene na 206 mm oz. $4.183 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ($132,6 \text{ m}^3/\text{s}$) (preglednica 11). Ob upoštevanju števila prebivalstva, ki je ob koncu leta 2012 doseglo 2.049.943 (MNZ-CRP, 2013), je bilo v Sloveniji 2.041 m^3 obnovljive podzemne vode na prebivalca, kar je pomemben kazalec socialnega in ekonomskega razvojnega potenciala družbe, predvsem pa je pomembno spremljanje tega kazalca in njegova primerjava s povprečnimi obdobjnimi vrednostmi. Obnavljanje podzemne vode je bilo v letu 2012 za 98 mm nižje od povprečja obdobja 1971-2000 in je doseglo 68 % povprečja.

Preglednica 11: Obnovljiva podzemna voda na prebivalca v letu 2012 (UNESCO Groundwater Indicator 1: Renewable groundwater resources per capita - m^3/year)

Vodno telo podzemne vode	Stalno prebivalstvo (dec. 2012)	Obnovljiva podzemna voda*			Obnovljiva podzemna voda na prebivalca (m^3/leto)
		mm	m^3/leto	m^3/s	
1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	477.537	274	211.921.920	6,72	444
1002 Savinjska kotlina	60.471	198	21.444.480	0,68	355
1003 Krška kotlina	10.568	200	19.552.320	0,62	1.850
1004 Julijske Alpe v porečju Save	35.266	475	371.809.440	11,79	10.543
1005 Karavanke	8.384	331	133.712.640	4,24	15.949
1006 Kamniško-Savinjske Alpe	42.704	250	278.147.520	8,82	6.513
1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko	68.415	244	207.506.880	6,58	3.033
1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	164.083	152	272.471.040	8,64	1.661
1009 Spodnji del Savinje do Sotle	155.600	121	169.032.960	5,36	1.086
1010 Kraška Ljubljana	62.530	252	329.235.840	10,44	5.265
1011 Dolenjski kras	192.526	227	761.594.400	24,15	3.956
3012 Dravska kotlina	161.555	146	62.756.640	1,99	388
3013 Vzhodne Alpe	94.057	137	173.763.360	5,51	1.847
3014 Haloze in Dravinjske gorice	60.154	75	44.781.120	1,42	744
3015 Zahodne Slovenske gorice	85.514	48	36.266.400	1,15	424
4016 Murska kotlina	75.699	61	35.951.040	1,14	475
4017 Vzhodne Slovenske gorice	29.624	39	11.983.680	0,38	405
4018 Goričko	22.057	21	10.406.880	0,33	472
5019 Obala in Kras z Brkini	125.737	117	186.062.400	5,90	1.480
6020 Julijske Alpe v porečju Soče	16.508	586	479.347.200	15,20	29.037
6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjska planota	100.954	253	365.186.880	11,58	3.617
Slovenija	2.049.943	206	4.182.935.040	132,64	2.041

Opomba: Obnovljiva podzemna voda* = rezultati regionalnega vodnobilančnega modela GROWA-SI za leto 2012

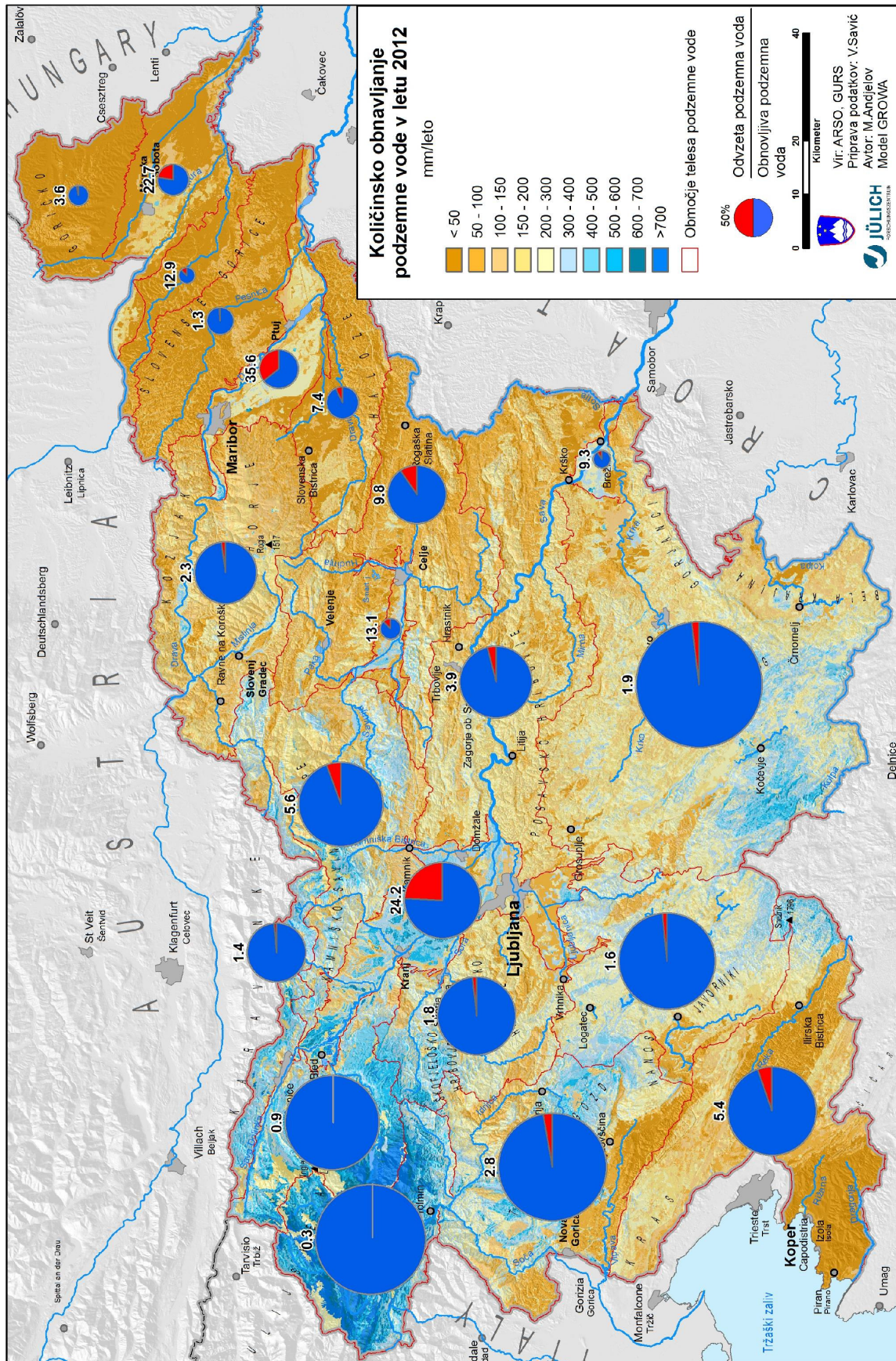
5.2 Kazalec 2: Razmerje med skupnim odvzemom podzemne vode in količino obnavljanja podzemne vode v letu 2012 (UNESCO Groundwater Indicator 2)

Stopnjo porabe celotne obnovljive količine podzemne vode podaja razmerje med skupnim odvzemom podzemne vode in količino obnavljanja podzemne vode oz. napajanja vodonosnikov. Delež skupnih odvzemov podzemne vode po ARSO evidenci vodnih povračil je bil glede na rezultate modela napajanja vodonosnikov GROWA-SI v letu 2012 največji na območjih treh aluvialnih vodnih teles, ki skupno predstavljajo kar 43,2 % skupne slovenske rabe podzemne vode: VTPodV_3012 Dravska kotlina (odvzeto 35,6 % obnovljive količine), VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje (odvzeto 24,2 % obnovljive količine) ter VTPodV_4016 Murska kotlina (odvzeto 22,7 % obnovljive količine podzemne vode) (preglednica 12, slika 26). Iz omenjenih treh vodnih teles črpajo podzemno vodo največji slovenski porabniki. V letu 2012 je bilo na območju Slovenije skupno (umetno in naravno) odvzeto 4,5 % obnovljive podzemne vode, kar je daleč pod vrednostmi 20 % za kamnine z razpoklinsko in 30 % za kamnine z medzrnsko poroznostjo, ki po WFD Guidance document no. GW8 (EPA IE, 2010) zniža stopnjo zanesljivosti ocene stanja. Tudi pri analizi posameznih vodnih teles ob upoštevanju le umetnih odvzemov podzemne vode, omenjene vrednosti niso presežene v nobenem vodnem telesu podzemne vode.

Preglednica 12: Razmerje med skupnim odvzemom podzemne vode in količino obnavljanja podzemne vode v letu 2012 (UNESCO Groundwater Indicator 2: Total groundwater abstraction / Groundwater recharge - %)

Vodno telo podzemne vode	Skupni odvzem podzemne vode (m ³ /leto)	Obnovljiva podzemna voda*			Skupni odvzem podzemne vode / obnovljiva podzemna voda (%)
		mm	m ³ /leto	m ³ /s	
1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	51.339.687	274	211.921.920	6,72	24,2
1002 Savinjska kotlina	2.816.666	198	21.444.480	0,68	13,1
1003 Krška kotlina	1.818.374	200	19.552.320	0,62	9,3
1004 Julijske Alpe v porečju Save	3.435.994	475	371.809.440	11,79	0,9
1005 Karavanke	1.934.040	331	133.712.640	4,24	1,4
1006 Kamniško-Savinjske Alpe	15.584.190	250	278.147.520	8,82	5,6
1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko	3.805.944	244	207.506.880	6,58	1,8
1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	10.759.798	152	272.471.040	8,64	3,9
1009 Spodnji del Savinje do Sotle	16.534.665	121	169.032.960	5,36	9,8
1010 Kraška Ljublanica	5.123.015	252	329.235.840	10,44	1,6
1011 Dolenjski kras	14.526.819	227	761.594.400	24,15	1,9
3012 Dravska kotlina	22.352.546	146	62.756.640	1,99	35,6
3013 Vzhodne Alpe	4.009.990	137	173.763.360	5,51	2,3
3014 Haloze in Dravinjske gorice	3.297.707	75	44.781.120	1,42	7,4
3015 Zahodne Slovenske gorice	485.112	48	36.266.400	1,15	1,3
4016 Murska kotlina	8.173.032	61	35.951.040	1,14	22,7
4017 Vzhodne Slovenske gorice	1.542.488	39	11.983.680	0,38	12,9
4018 Goričko	371.060	21	10.406.880	0,33	3,6
5019 Obala in Kras z Brkini	10.078.856	117	186.062.400	5,90	5,4
6020 Julijske Alpe v porečju Soče	1.421.920	586	479.347.200	15,20	0,3
6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjška planota	10.043.998	253	365.186.880	11,58	2,8
Slovenija	189.455.902	206	4.182.935.040	132,64	4,5

Opomba: Obnovljiva podzemna voda* = rezultati regionalnega vodno-bilančnega modela GROWA-SI za leto 2012



Slika 26: Razmerje med skupnim odvzomom podzemne vode in obnovljeno podzemno vodo v letu 2012

6 Skupna ocena količinskega stanja podzemnih voda plitvih vodonosnikov v letu 2012

Na podlagi neodvisnih štirih preizkusov količinskega stanja plitvih odprtih vodonosnikov so bila vsa telesa podzemne vode v letu 2012 v dobrem količinskem stanju:

- skupni odvzemi podzemne vode niso presegali obnovljivih količin podzemne vode in niso značilno vplivali na:
 - zniževanje gladine podzemne vode;
 - stanje površinskih vodnih teles;
 - stanje kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemne vode;
 - vdore morske vode in druge vrste vdorov.

Stopnjo zaupanja ocene količinskega stanja podzemne vode plitvih vodonosnikov (WFD Reporting Guidance 2016, 2014) je potrebno izboljšati predvsem pri vodnobilančnem preizkusu, kjer še ni izvedena ocena vpliva umetnih in naravnih odvzemov podzemne vode na razpoložljive količine podzemne vode ter pri preizkusu vpliva odvzema podzemne vode na stanje kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemne vode, kjer še ni izvedena podrobna analiza povezave in odvisnosti od podzemne vode in stanja z uporabo konceptualnih modelov. Omenjena problematika in priprava strokovnih podlag je sestavina programa dela Geološkega zavoda Slovenije v letu 2014.

Kljub dobremu količinskemu stanju podzemnih voda v plitvih odprtih vodonosnikih vodnih teles podzemnih voda je glede na rezultate ocenjevalnega procesa potrebno izpostaviti predvsem pojave lokalnih trendov zniževanja gladin podzemne vode v nekaterih delih plitvih aluvialnih vodnih teles ter zniževanje piezometričnih gladin vode v globokih termalnih vodonosnikih severovzhodne Slovenije. Probleme zniževanja gladin podzemnih voda v nekaterih delih odprtih plitvih in globokih termalnih vodonosnikov je potrebno uvrstiti med pomembne zadeve upravljanja z vodami v Sloveniji.

7 Viri

Andjelov, M., Tetzlaff, B., Wendland, F., 2011, Groundwater recharge in Slovenia. Results of a bilateral German-Slovene Research Project. FZ Jülich.

ARSO, 2014a, Projektna naloga za vzpostavitev državnega monitoringa podzemne vode v globokih geotermalnih vodonosnikih severo-vzhodne Slovenije.

ARSO, 2014b, Dokument identifikacije investicijskega projekta za izdelavo hidrogeološkega matematičnega modela toka podzemne vode in prenosa toplote v globokem geotermalnem telesu podzemne vode SV Slovenije.

Batič, F., 1997, Propadanje gozdov v Sloveniji, pogled na proces in stanje po desetih letih aktivnosti na tem področju. Zbornik gozdarstva in lesarstva 52, str. 5-22.

Brenčič, M., Poltnig, W., 2008, Podzemne vode Karavank. Geološki zavod Slovenije Ljubljana, Joanneum Resesarch Forschungsgesellschaft Graz, 143 str.

Cegnar, T. (ur.), 2012, Naše okolje - Bilten Agencije RS za okolje, december 2012, letnik XIX, št. 20, 113 str.

Doctor, D.H., Lojen, S., Horvat, M., 2000: A stable isotope investigation of the Classical Karst aquifer: Evaluating karst ground-water components for water quality preservation. Acta Carsologica, vol. 29 (1),

Doctor, D.H., 2008: Hydrologic connections and dynamics of water movement in the Classical Karst (Kras) aquifer: evidence from frequent chemical and stable isotope sampling. Acta Carsologica, vol. 37, 1.

Čater, M., 2002, Vpliv svetlobe in podtalnice na naravno in sajeno dobrovo mladje (*Quercus robur* L.) v nižinskem delu Slovenije. Gozdarski inštitut Slovenije, Strokovna in znanstvena dela 120, 115 str.

Čater, M., Batič, F., 2006, Groundwater and light conditions as factors in the survival of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) seedlings. Eur. J. Forest Res., vol. 125, no. 4, str. 419-426

Čater, M., Kutnar, L., 2012, Prostorski podatkovni sloj o površinah poplavnih gozdov v Sloveniji; osebna komunikacija.

Doctor, D.H., Lojen, S., Horvat, M., 2000, A stable isotope investigation of the Classical Karst aquifer: Evaluating karst ground-water components for water quality preservation. Acta Carsologica, vol. 29 (1)

Doctor, D.H., 2008, Hydrologic connections and dynamics of water movement in the Classical Karst (Kras) aquifer: evidence from frequent chemical and stable isotope sampling. Acta Carsologica, vol. 37, no.1, p. 101-123.

Dobnikar Tehovnik, M., Uhan, J., 2011: Program monitoringa stanja voda za obdobje 2010-2015. Agencija RS za okolje, februar 2011, 112 str.

EPA IE, 2010, Methodology for establishing groundwater threshold values and the assessment of chemical and quantitative status of groundwater, including an assessment of pollution trends and trend reversal. Version 1.

Frantar, P., 2005, Pretočni režimi slovenskih rek in njihova spremenljivost. Ujma, št. 19, str. 145-153.

Geološki zavod Slovenije, 2005, Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev VTPodV. Poročilo za Agencijo RS za okolje za leto 2005.

Geološki zavod Slovenije, 2011, Zasnova monitoringa in metodologije ocenjevanja količinskega stanja v globokih vodonosnikih – Dravska in Murska kotlina. Poročilo za Agencijo RS za okolje za leto 2011.

Geološki zavod Slovenije, 2013, Opredelitev globokih vodonosnikov in priprava predloga zaščitnih ukrepov, študija, Geološki zavod Slovenije, Ljubljana, april 2013.

Guidance on the assessment of the impact of groundwater abstractions. EU Working Group on Groundwater Guidance Document No. 5, 2004, WFD Pressures and Impacts Assessment Methodology. Guidance document No. 5, 23 str.

Holler, C., 2004, Erstabschätzung der vervübaren Grundwasserressource für Einzelgrundwasserkörper mit unzureichender Datenlage. Gem. EU-WRRRL, September 2004. Methodenbeschreibung für strategiepapier des BMLFUW. Technisches Büro für Kulturtechnik & Wasserwirtschaft, 89 pp., Güssnig.

Inštitut za raziskavo krasa, 2011, Sledilni poskus na vodnem telesu podzemnih voda Karavanke (Presušnik – Karavanški predor). Poročilo za Agencijo RS za okolje, 21 str.

Janža, M., Šram, D., Mezga, K., 2014: Ocena razpoložljivosti podzemne vode po posameznih telesih podzemne vode v Sloveniji (poročilo, arh. Št.: K-II-30d/c-1/1807). Geološki zavod Slovenije, Ljubljana.

Kogovšek, J., Petrič, M., 2007, Directions and dynamics of flow and transport of contaminants from the landfill near Sežana (SW Slovenia). Acta Carsologica, vol. 36, no.3, p. 413-424

Kogovšek, J., Petrič, M., Mulec, J., 2011. Sledilni poskus na vodnem telesu podzemnih voda Karavanke (Presušnik – Karavanški predor). Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti, Postojna.

Kunkel, R., Wendland, F, 2002, The GROWA98 model for water balance analysis in large river basins – the river Elbe case study. Journal of Hydrology, 259, 2002, str. 152-162.

Lack, T., Nixon, S., Cullingford, R., Technical support in relation to the implementation of the Water Framework Directive (2000/60/EC) - A user guide to the WFD reporting schemas, European Commission - DG Environment, Report Ref: V4.3 22, October 2009, 210 str.

MOP, 2009, Načrt upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja 2009-2015, http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/okolje/pdf/vode/nuv/nacrt_upravljanja_voda.pdf

Pavlič, U., 2013, Suša v vodonosnikih leta 2012, Ujma, Revija za vprašanja varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami 27, str. 71-77

Petrič, M., Kogovšek, J., 2013. Povzetki rezultatov po zaključku projekta sledilni poskus na vodnem telesu podzemnih voda Karavanke (Presušnik – Karavanški predor)

Rman, N., Mozetič, S, 2013, Poročilo o monitoringu geotermalne vrtine Do-1 v letu 2012. Geološki zavod Slovenije.

Rman, N., Lapanje, A., Prestor, J., 2014, Ukrep DUPPS8.5: Prepovedi, pogoji in omejitve rabe vode iz termalnih vodonosnikov. Geološki zavod Slovenije.

Smolej, J., Hager, H., 1995, Oak decline in Slovenia, Endbericht über die arbeiten, Final Report.- Ljubljana, Slovenian Forestry Institute, 99 str.

SIST ISO 9001, Sistem vodenja kakovosti – Zahteve. Slovenski standard, Urad Republike Slovenije za standardizacijo in meroslovje, december 2000.

Uhan, J., Obnavljanje podzemne vode v Sloveniji večje kot marsikje v Nemčiji. Delo Znanost, 6. oktobra 2011, str. 26.

Uradni list RS, št. 65/2003, Pravilnik o metodologiji za določanje vodnih teles podzemnih voda

Uradni list RS, št. 63/2005, Pravilniku o določitvi vodnih teles podzemnih voda

Uradni list RS, št. 25/2009, Uredba o stanju podzemnih voda

Uradni list RS, št. 31/2009, Pravilnik o monitoringu podzemnih voda

Urbanc, J., Mezga, K., Zini, L., 2012, An assessment of capacity of Brestovica – Klariči karst water supply (Slovenia). Acta Carsologica, vol. 41, no.1, p. 89-100

Vanham, D., Fleischhacker, E. & Rauch, W., 2009, Impact of an extreme dry and hot summer on water supply security in an alpine region. Water Science and Technology, 59, p. 469-477

Vrba, J., Lipponen, A. (Eds.), 2007, Groundwater resources sustainability indicators. IHP-VI Series on Groundwater No. 14, UNESCO, IAEA, IAH, 2007, 114 str.

WFD Reporting Guidance 2016, 2014, Document WD/2014-1/4b, Version no. 3.5, 359 pp.

WMO, 1994, Guide to hydrological practices. No. 168, World Meteorological Organization, 735 str.

Viri podatkov

Podatkovne zbirke Agencije RS za okolje Urada za hidrologijo in stanje okolja:

- sektorja za hidrometrijo,
- sektorja za analize in prognoze površinskih voda,
- sektorja za kakovost voda.

Podatkovne zbirke Agencije RS za okolje Urada za meteorologijo:

- sektorja za prizemno meteorološko mrežo,
- sektorja za aplikativno meteorologijo.

Podatkovne zbirke Agencije RS za okolje Urada za upravljanje z vodami

Podatkovne zbirke Agencije RS za okolje Urada za informatiko

Podatkovne zbirke Agencije RS za okolje Urada za splošne zadeve

Prostorski podatkovni sloji Agencije RS za okolje

Prostorski podatkovni sloji Ministrstva za kmetijstvo in okolje

Prostorski podatkovni sloji Inštituta za vode RS

Prostorski podatkovni sloji Geološkega zavoda Slovenije

Prostorski podatkovni sloji Geodetske uprave RS

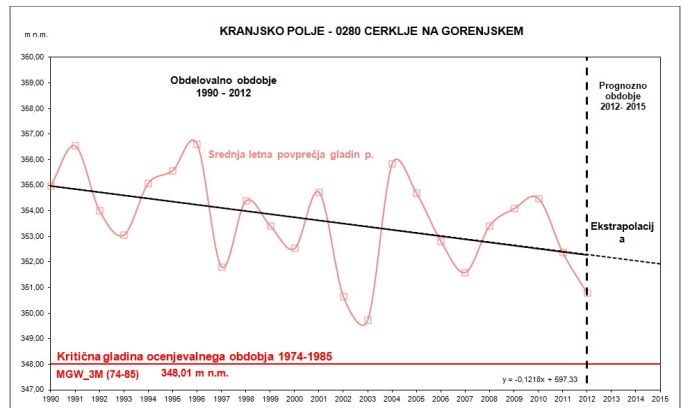
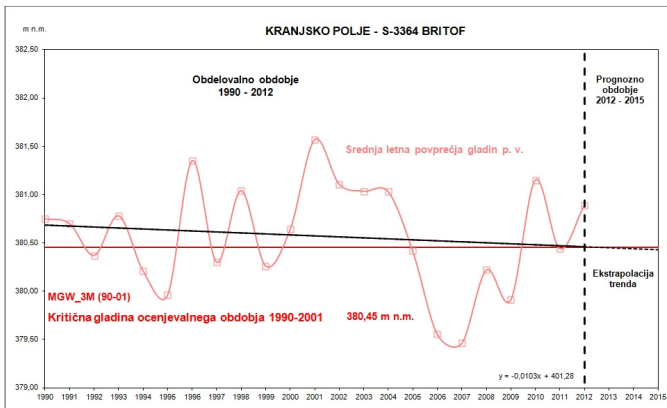
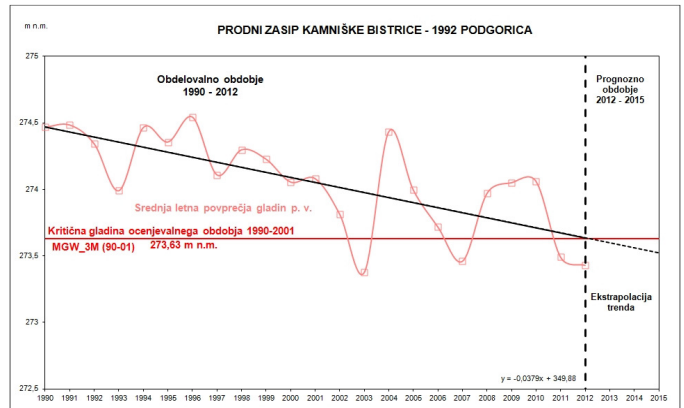
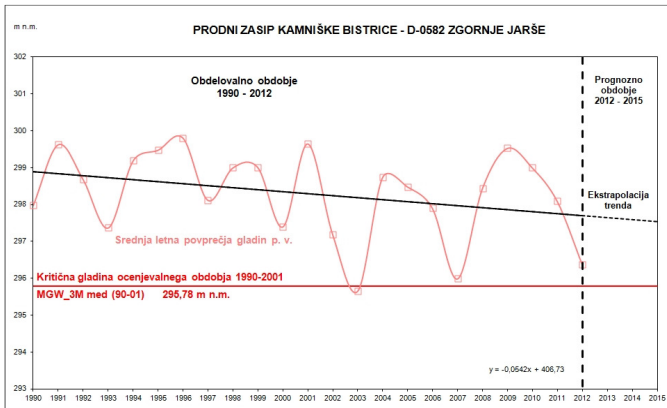
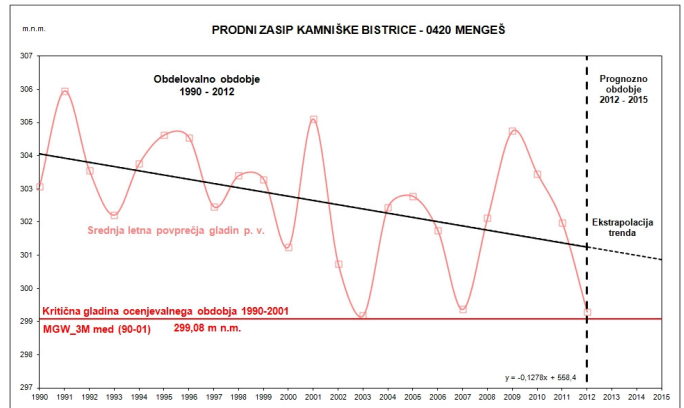
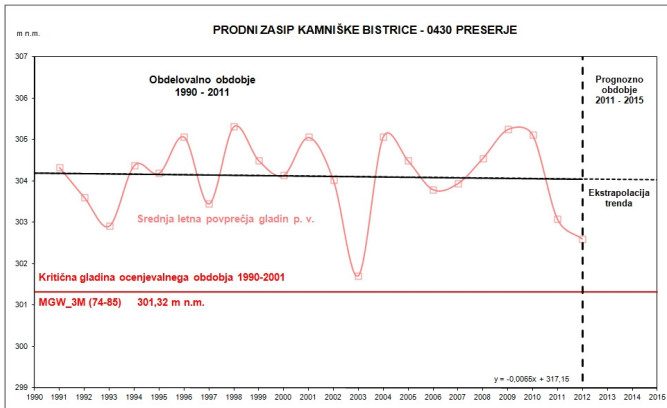
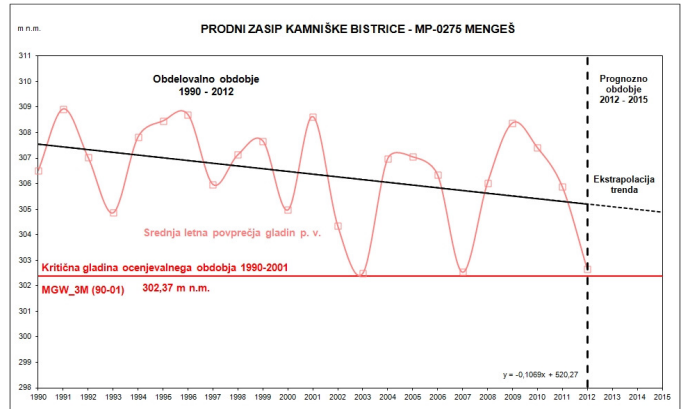
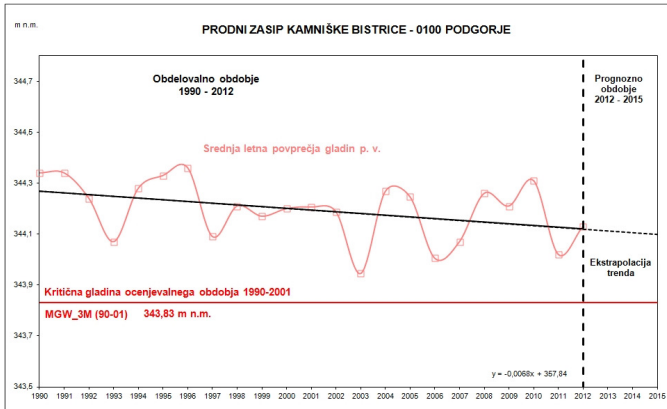
Prostorski podatkovni sloji Gozdarskega inštituta Slovenije

Prostorski podatkovni sloji Zavoda RS za varstvo narave

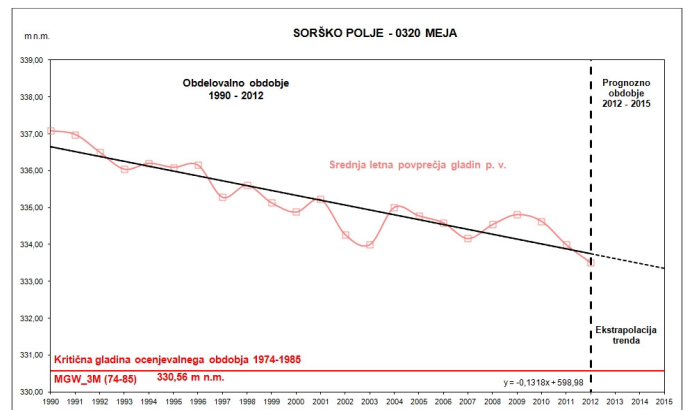
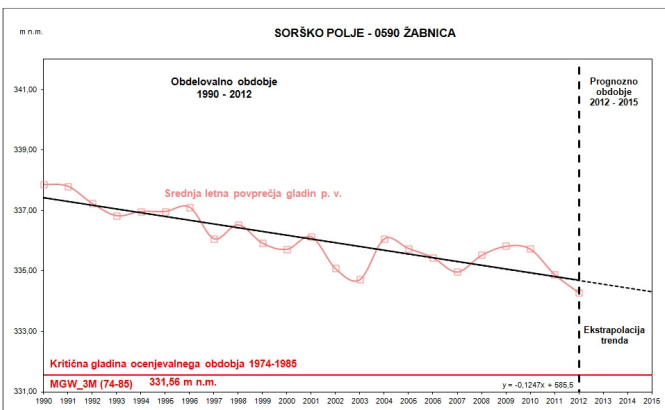
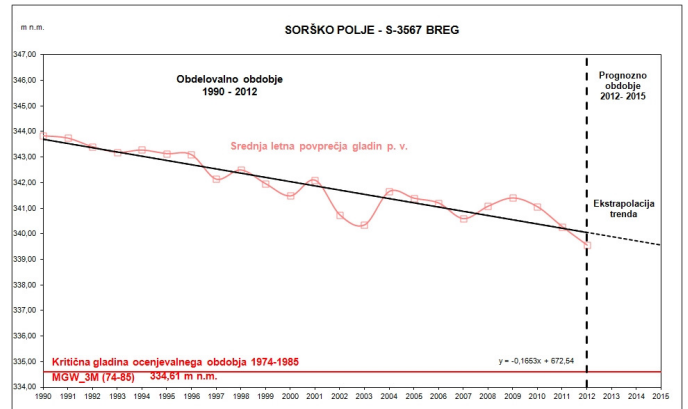
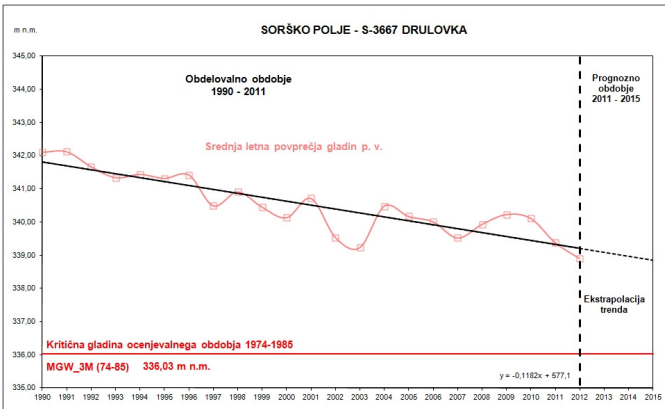
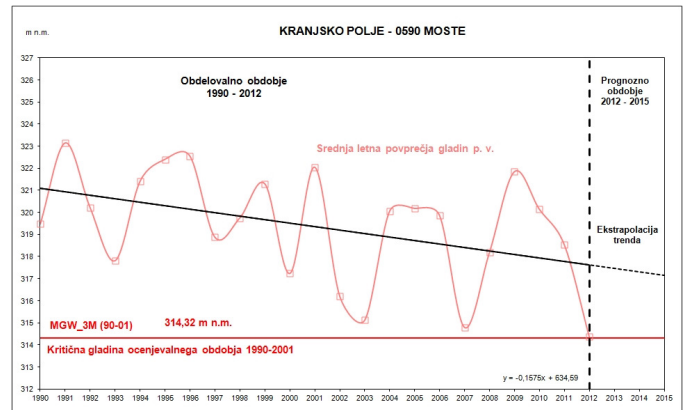
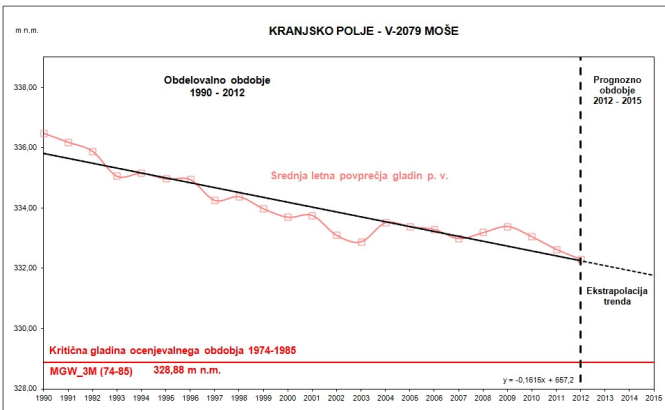
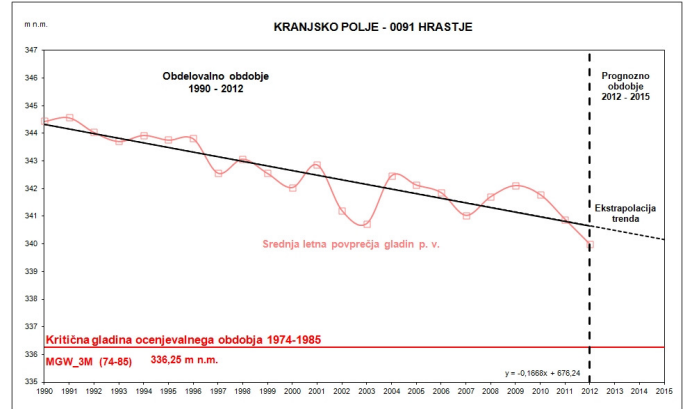
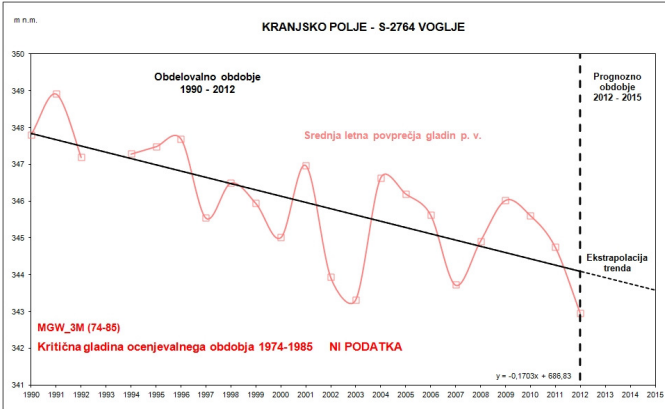
Prostorski podatkovni sloji Ministrstva za notranje zadeve (Centralni register prebivalstva)

8 Priloge

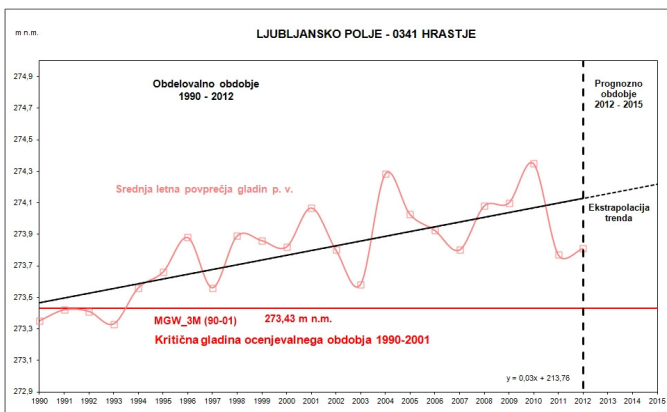
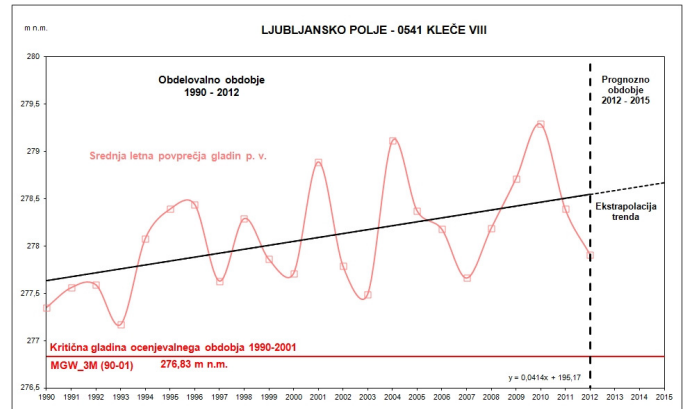
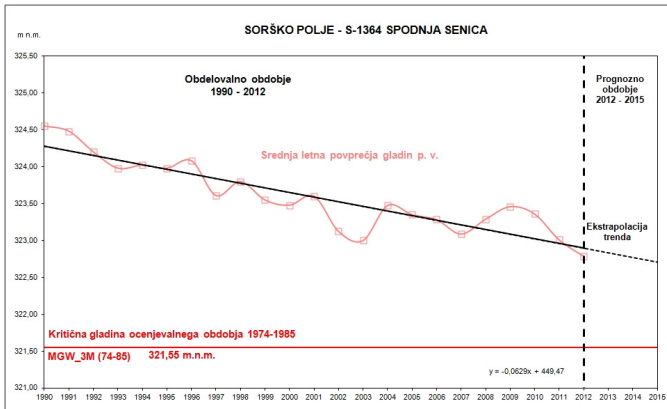
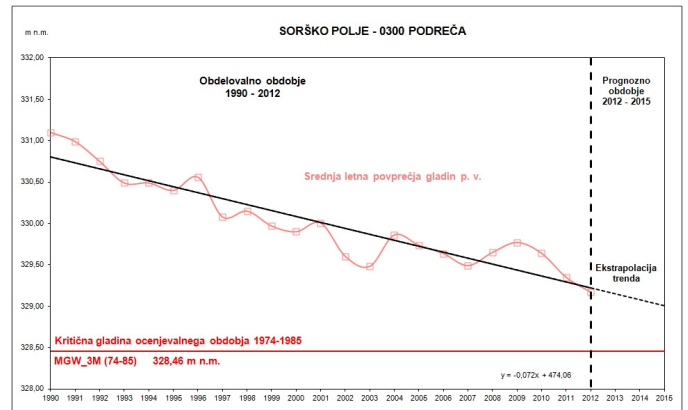
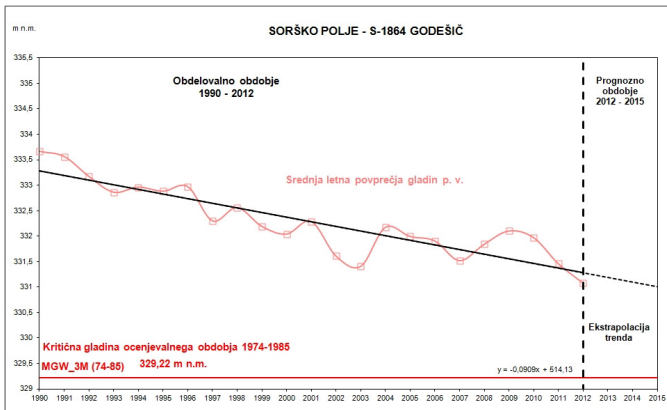
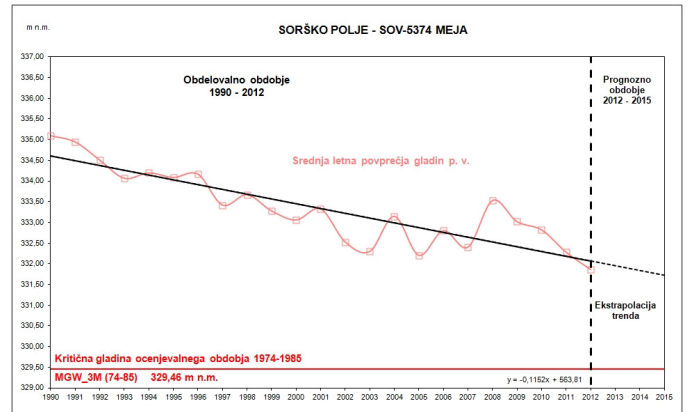
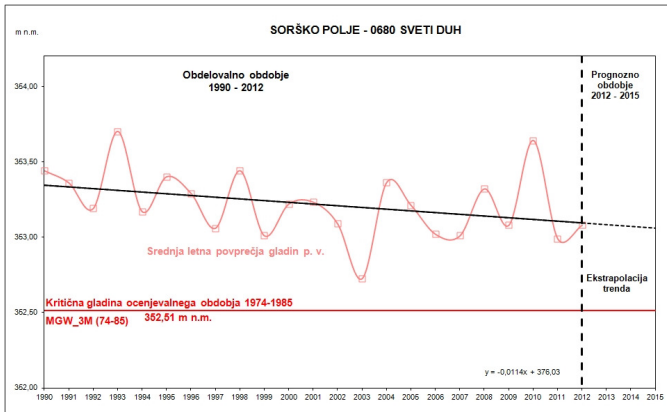
Priloga 8.1: Trendi gladine podzemne vode - 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje



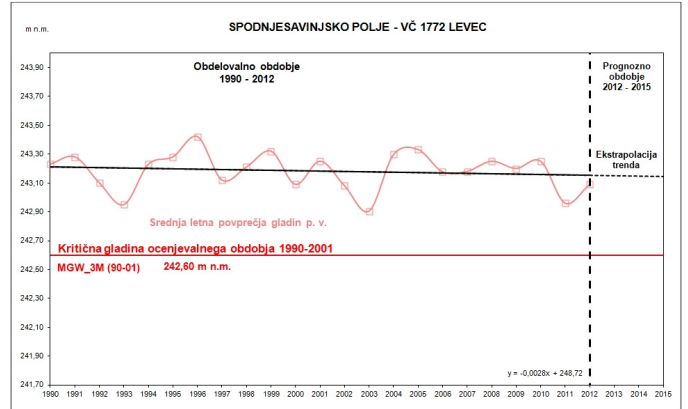
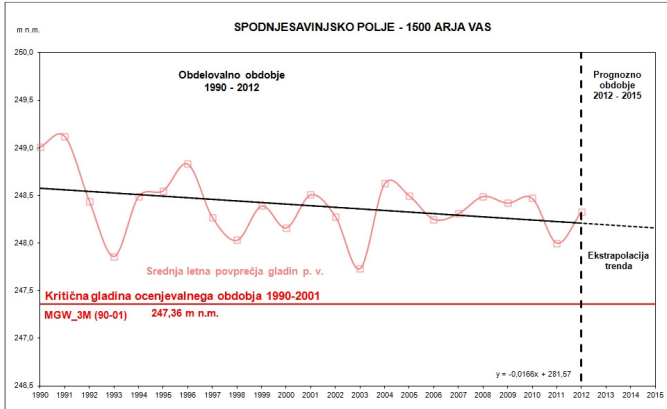
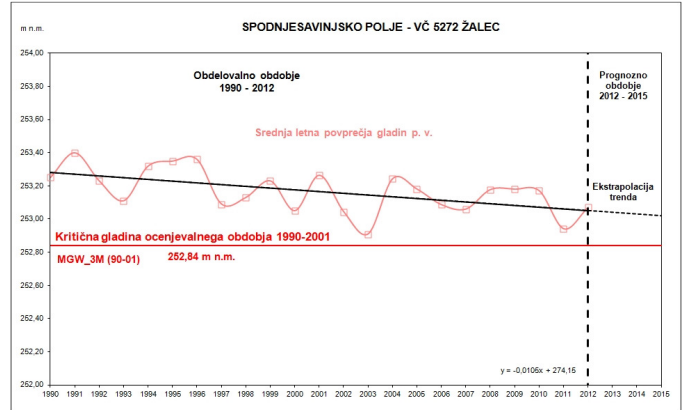
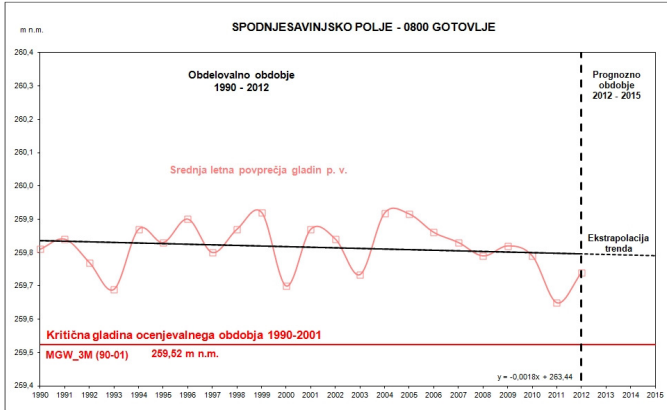
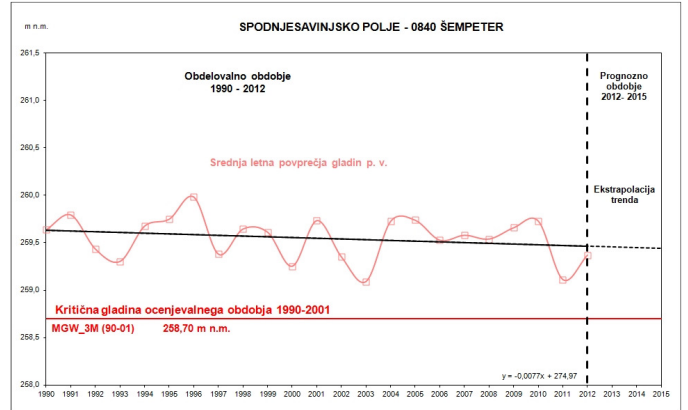
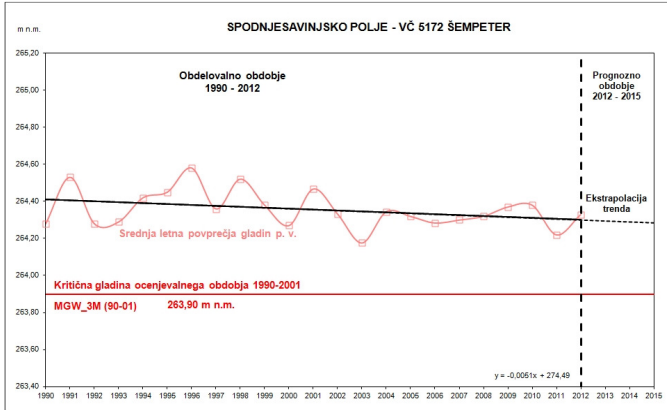
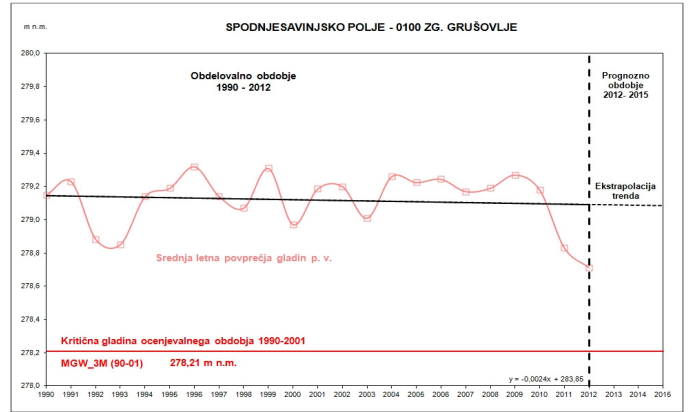
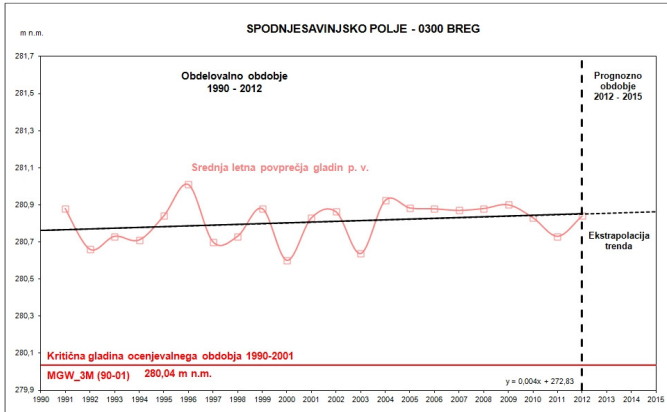
Priloga 8.1: Trendi gladine podzemne vode - 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje (nadaljevanje)



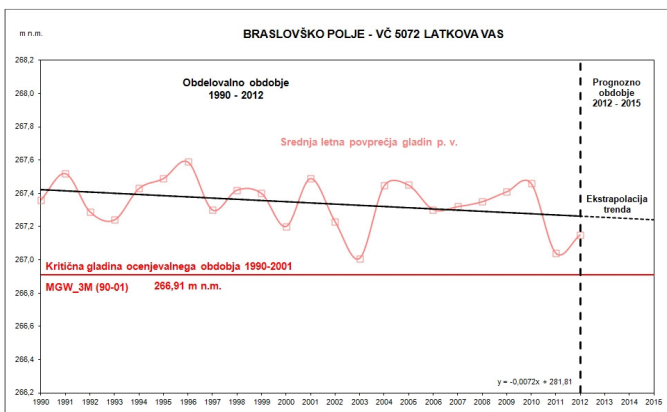
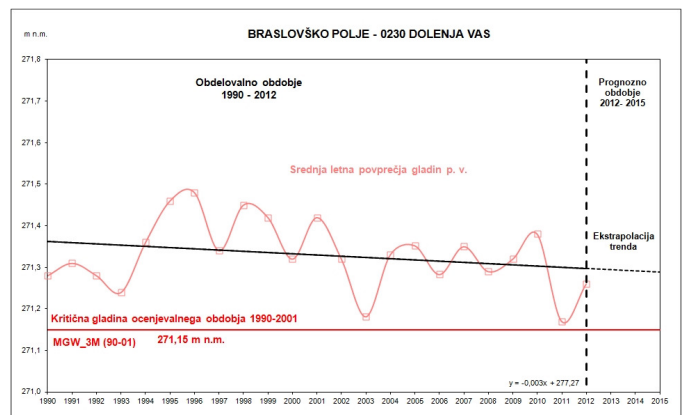
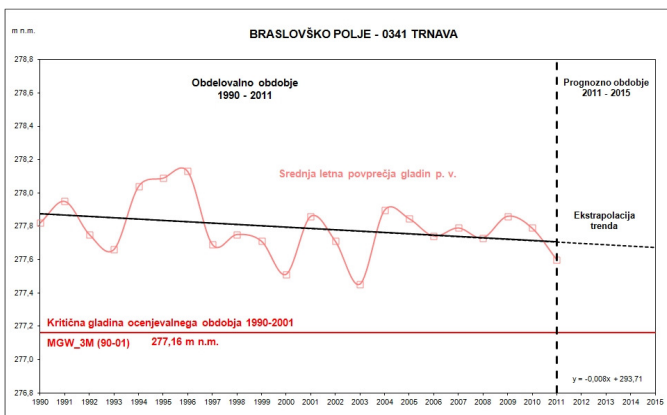
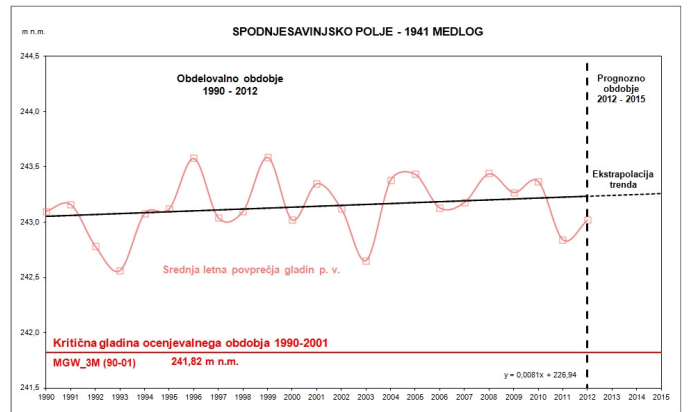
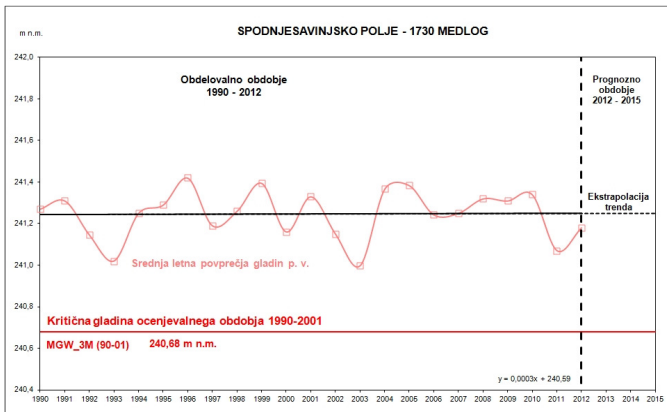
Priloga 8.1: Trendi gladine podzemne vode - 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje (nadaljevanje)



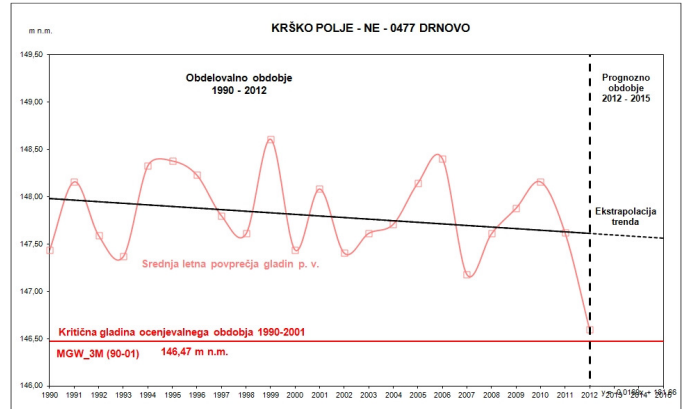
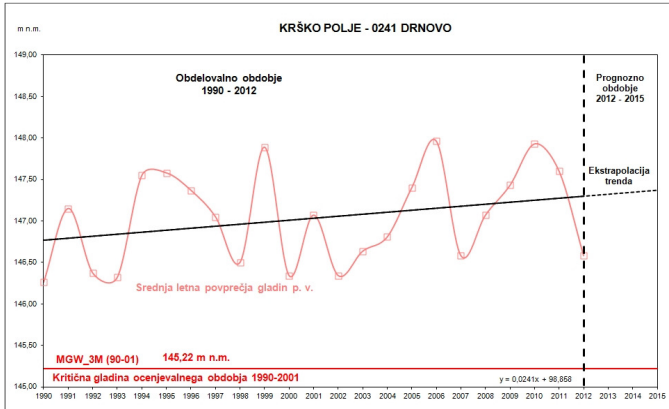
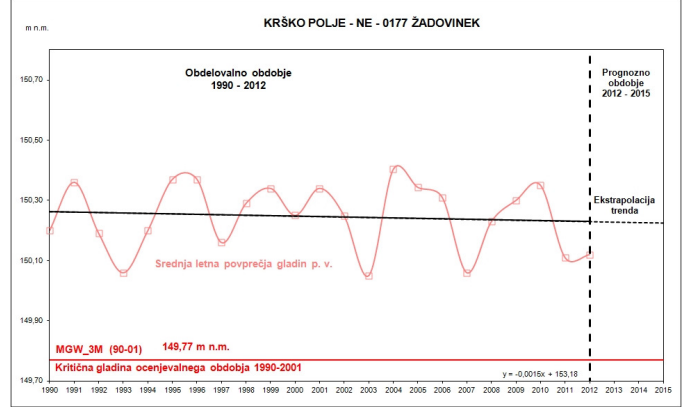
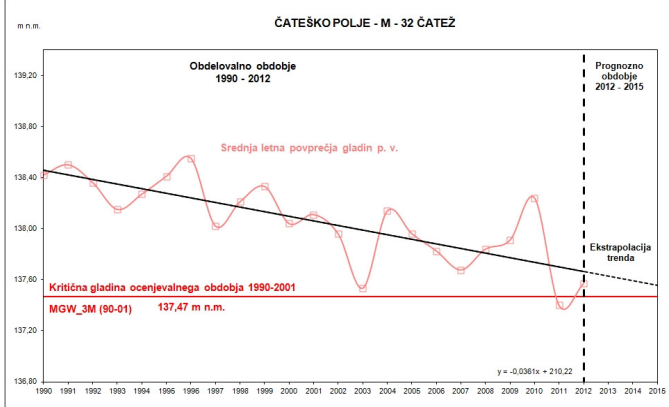
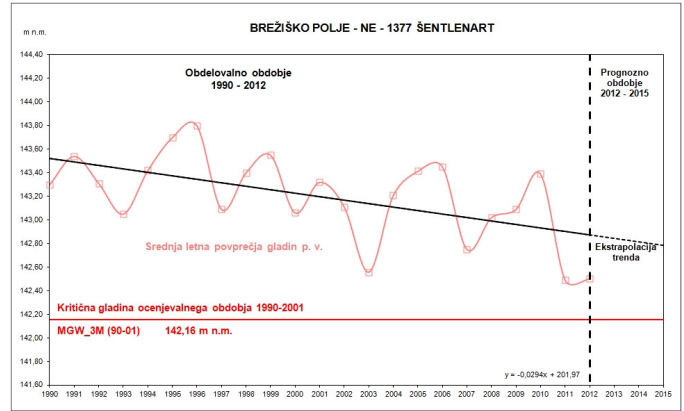
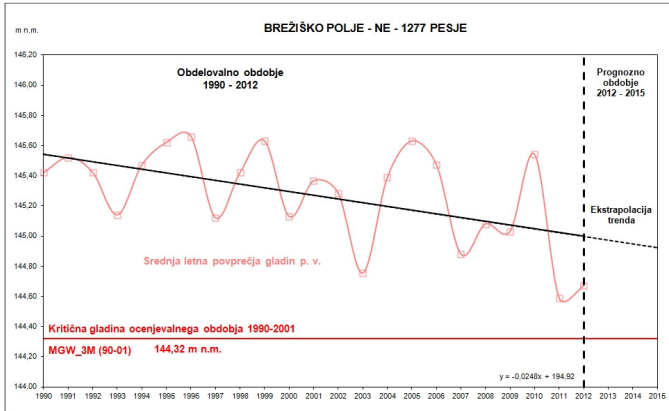
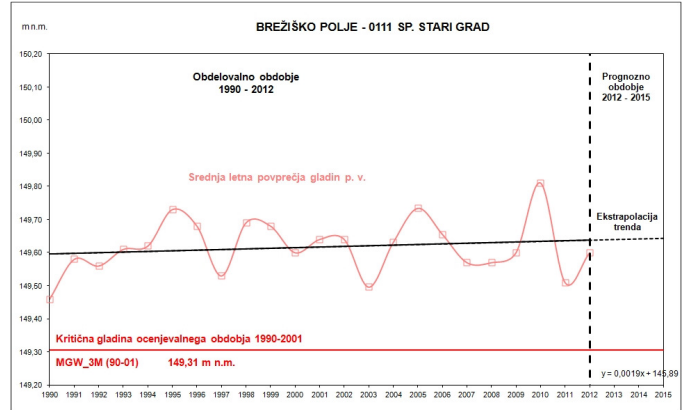
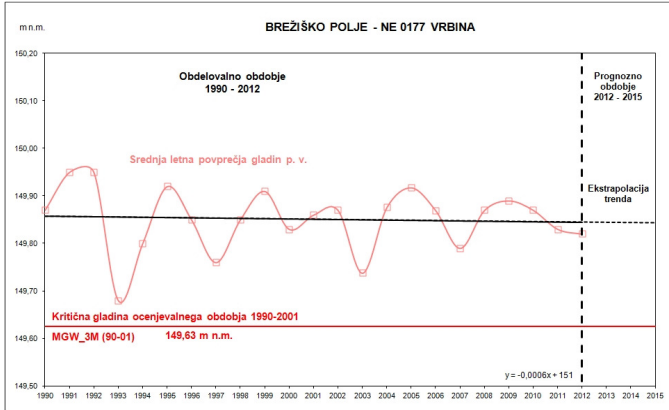
Priloga 8.2: Trendi gladine podzemne vode – 1002 Savinjska kotlina



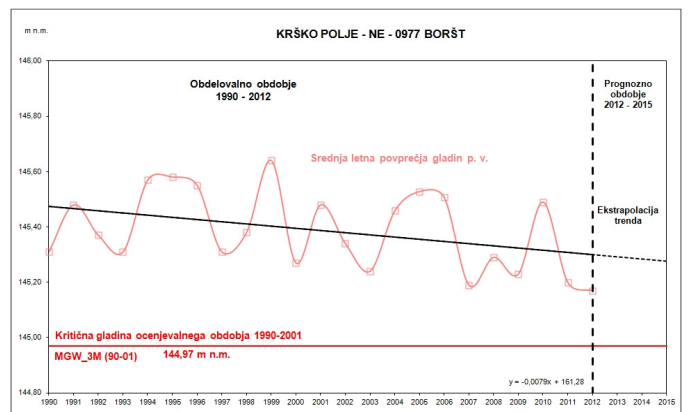
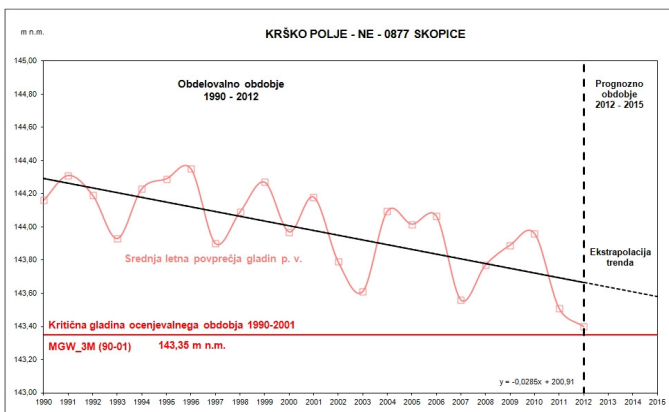
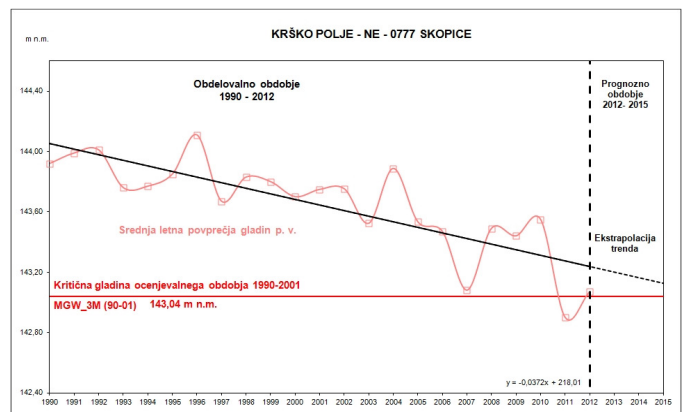
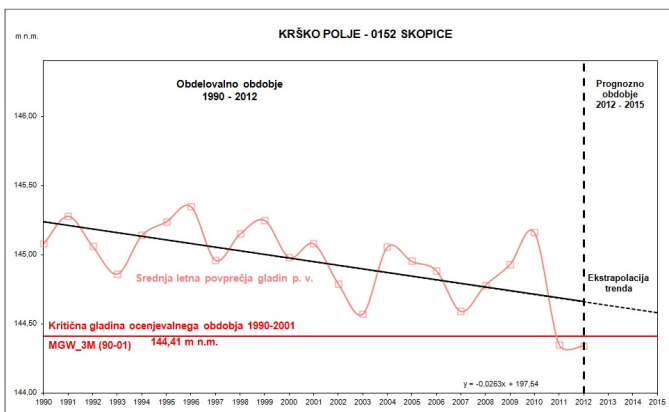
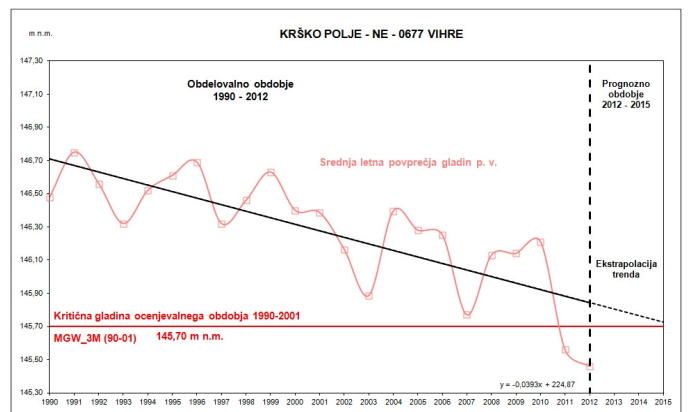
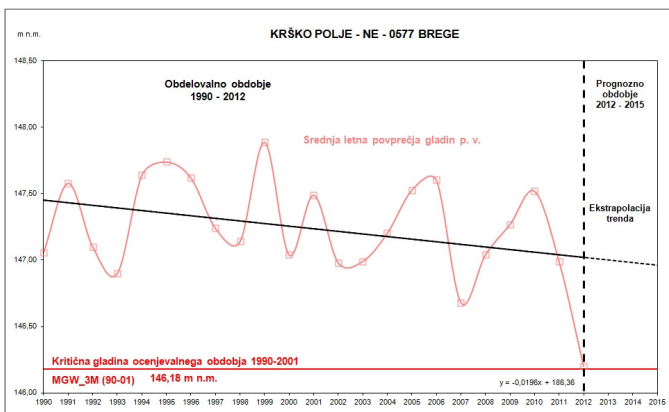
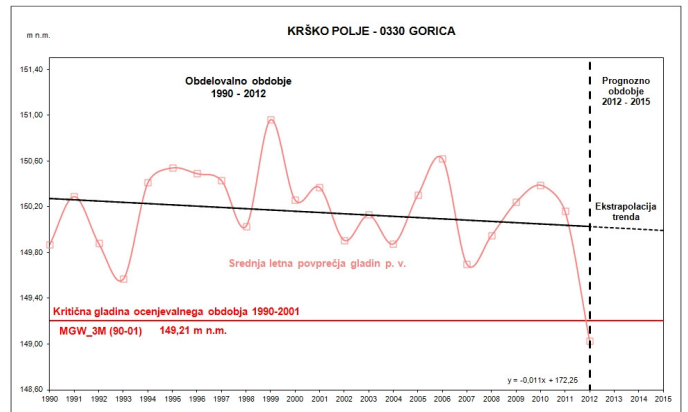
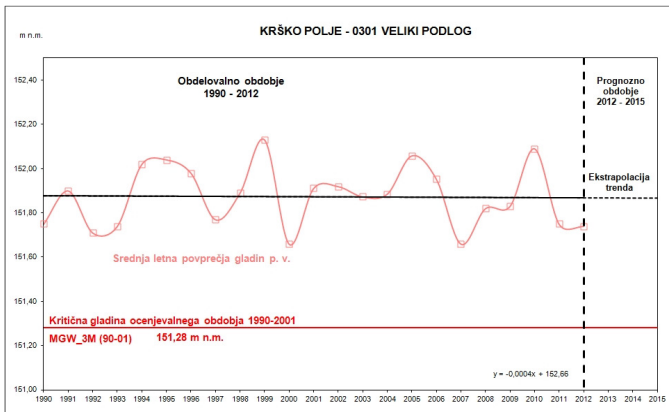
Priloga 8.2: Trendi gladine podzemne vode – 1002 Savinjska kotlina (nadaljevanje)



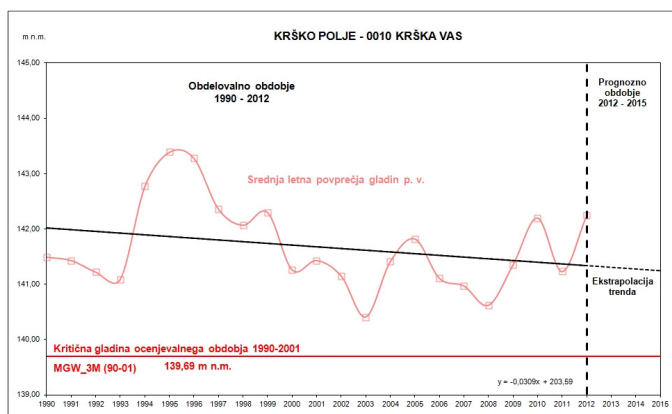
Priloga 8.3: Trendi gladine podzemne vode – 1003 Krška kotlina



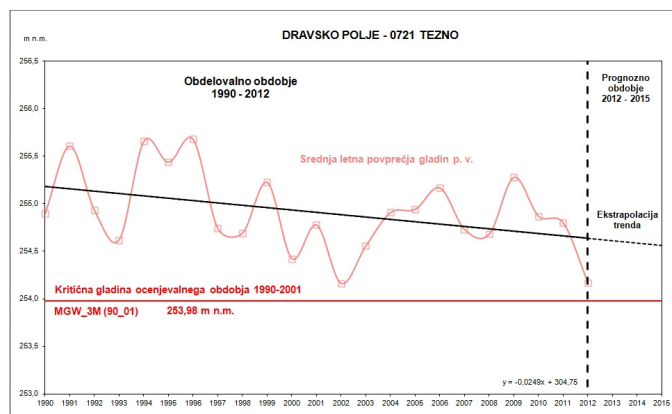
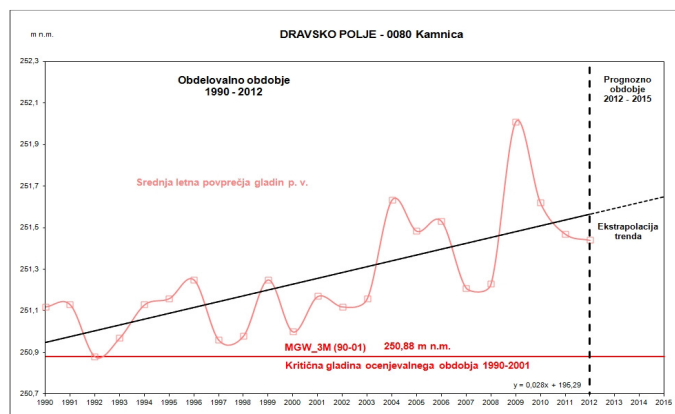
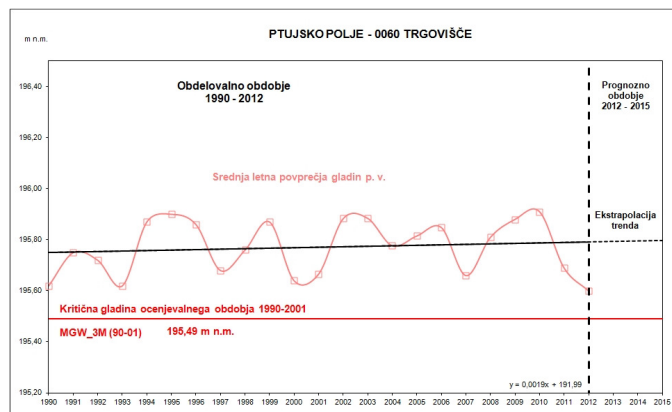
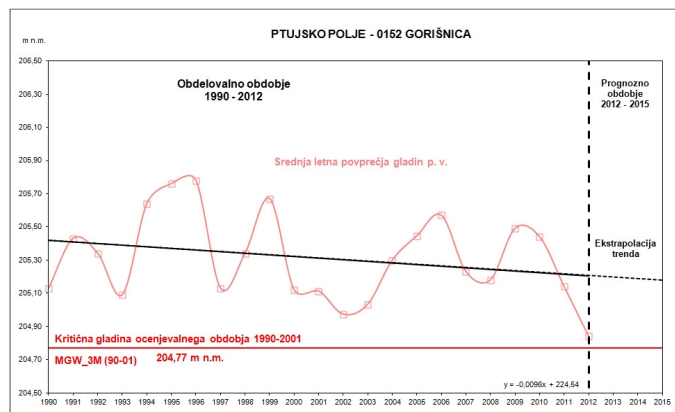
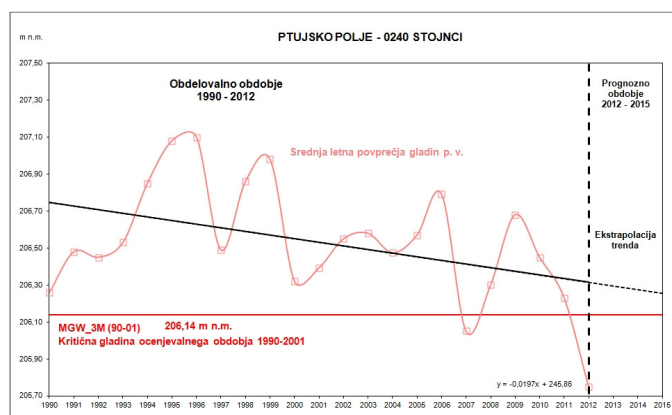
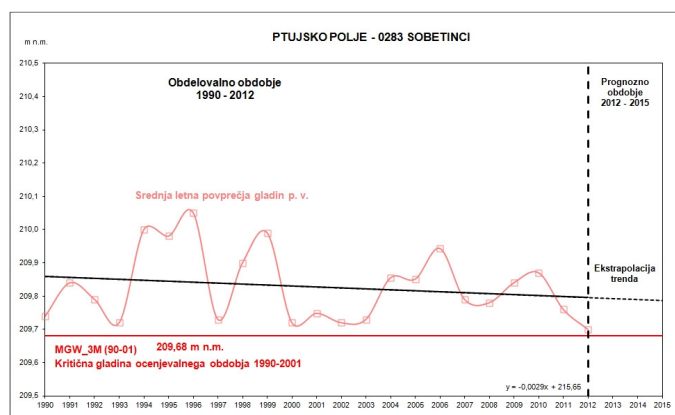
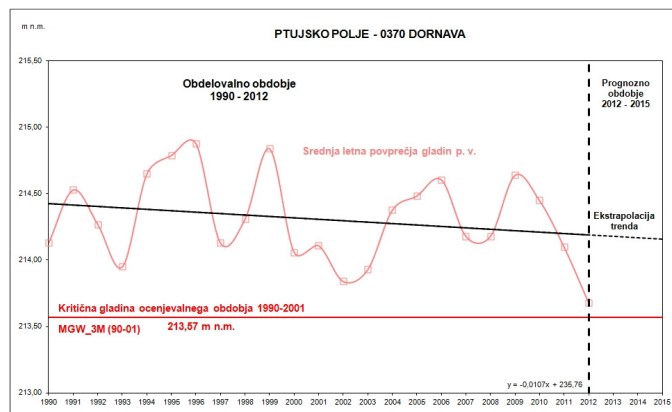
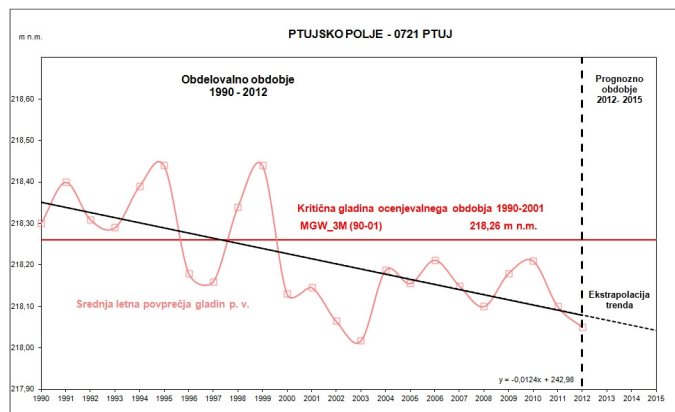
Priloga 8.3: Trendi gladine podzemne vode – 1003 Krška kotlina (nadaljevanje)



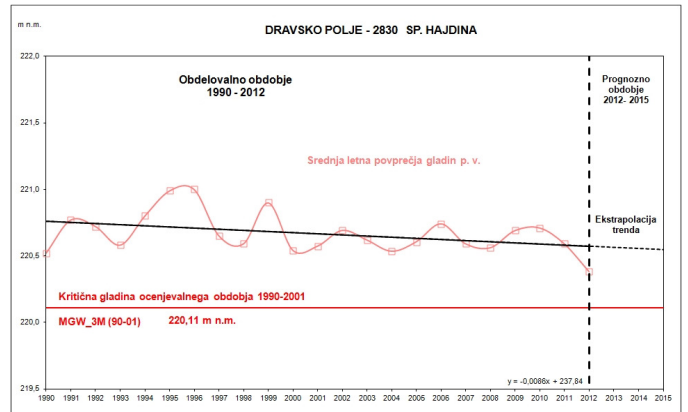
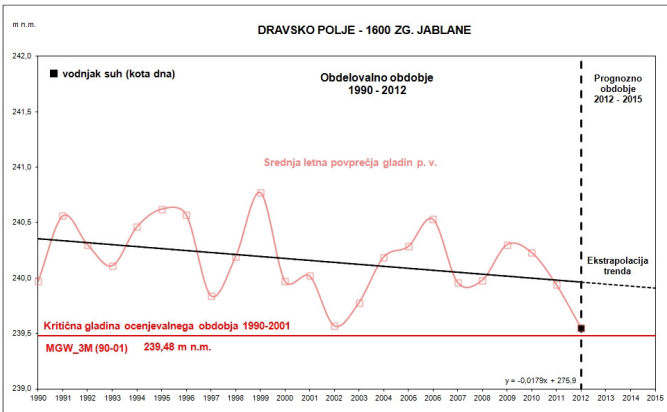
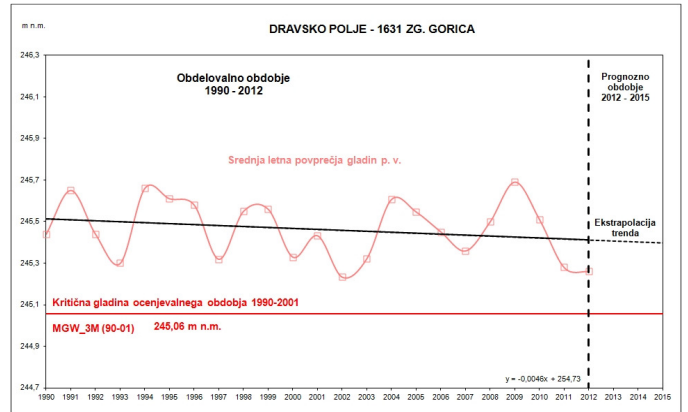
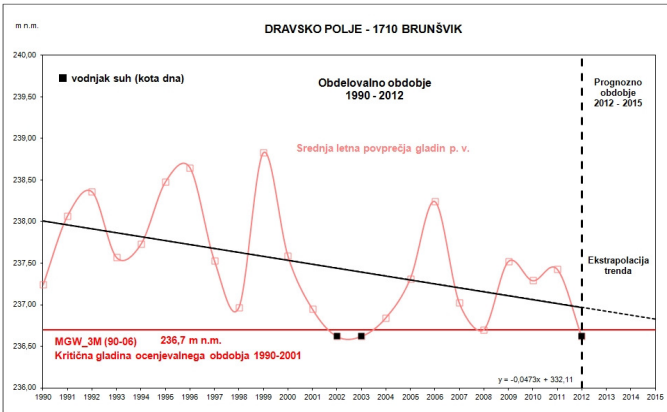
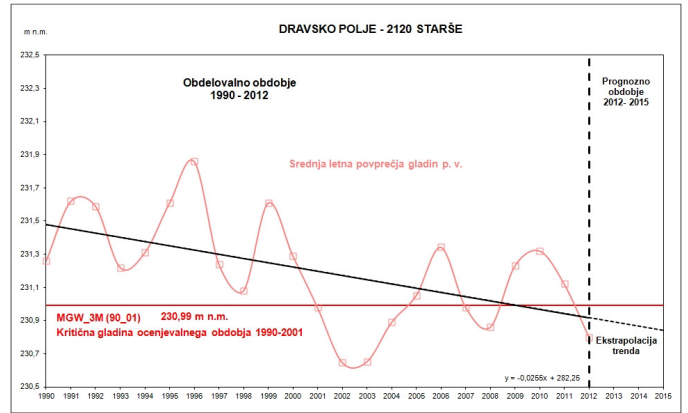
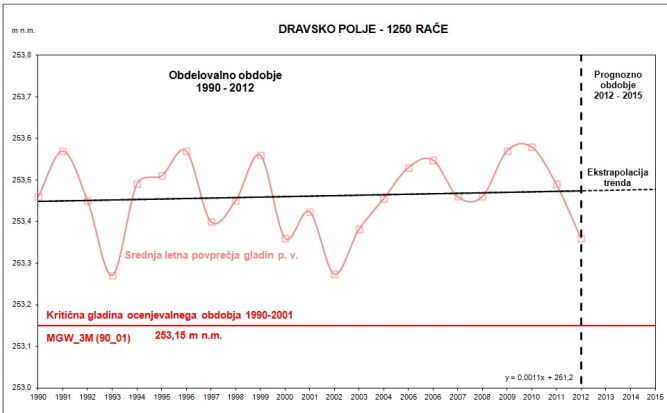
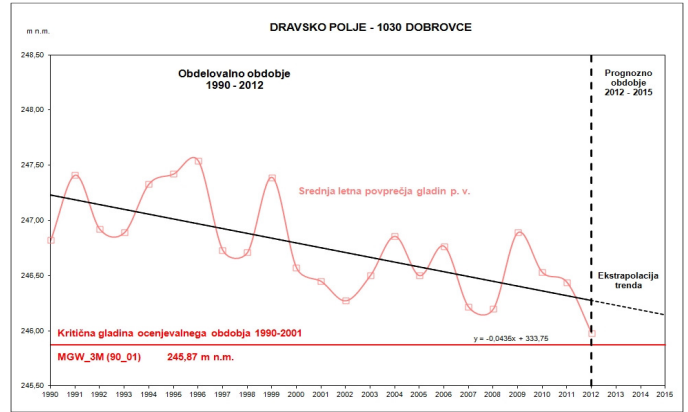
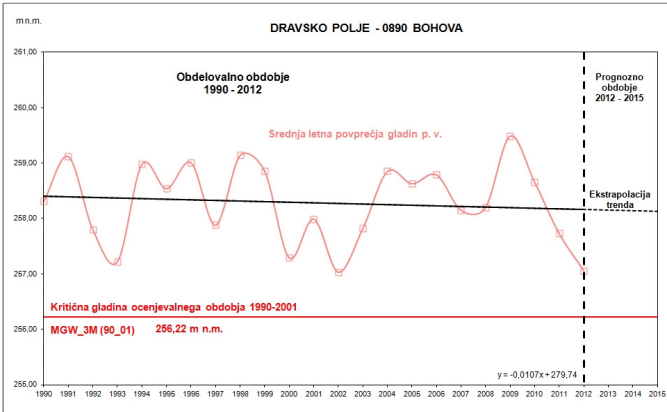
Priloga 8.3: Trendi gladine podzemne vode – 1003 Krška kotlina (nadaljevanje)



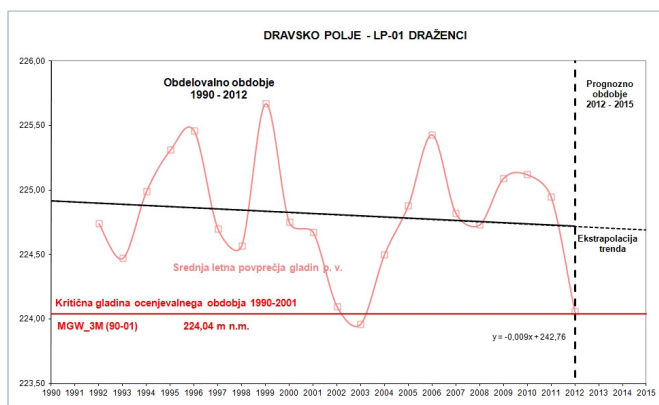
Priloga 8.4: Trendi gladine podzemne vode – 3012 Dravska kotlina



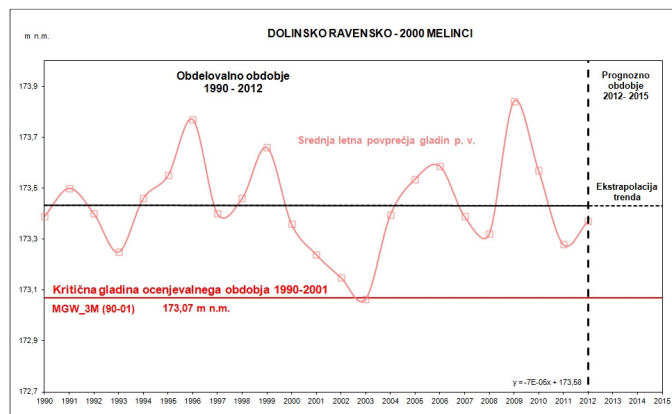
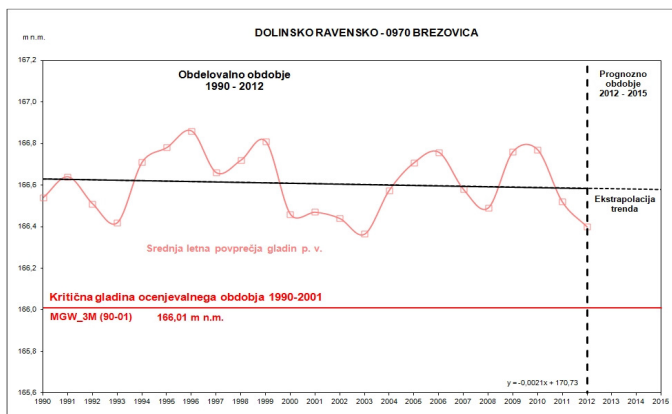
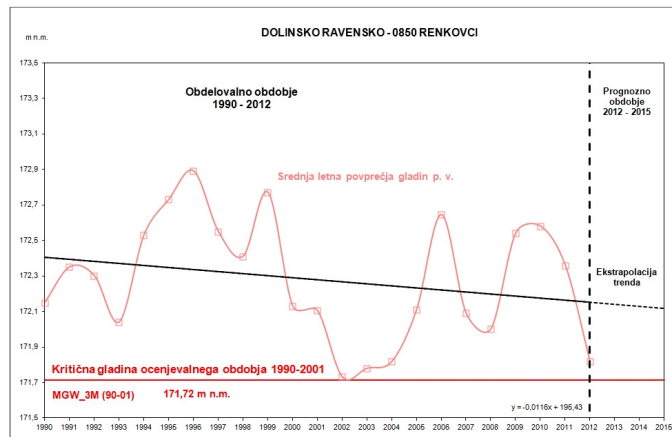
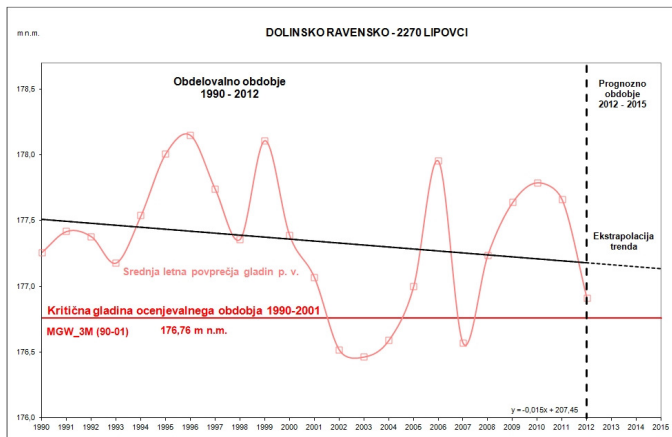
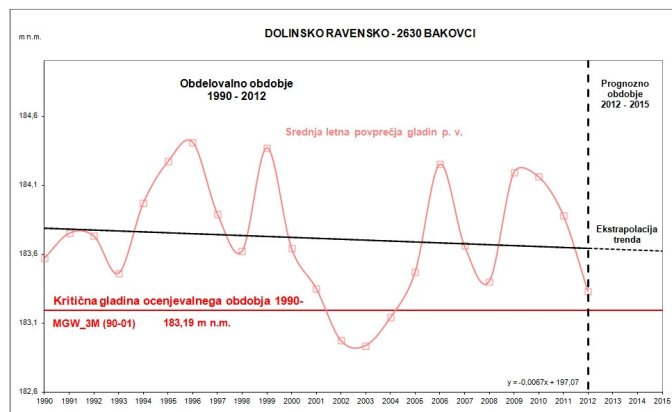
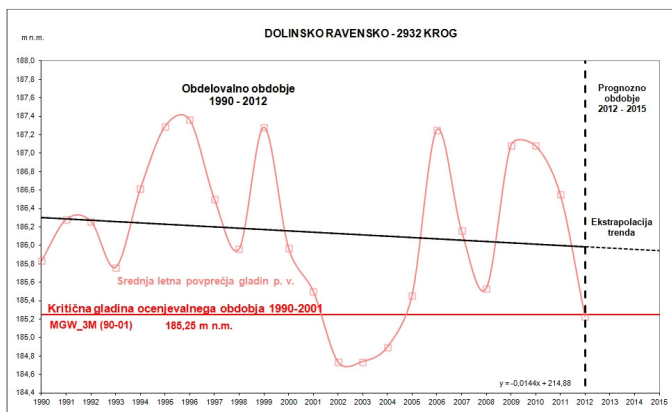
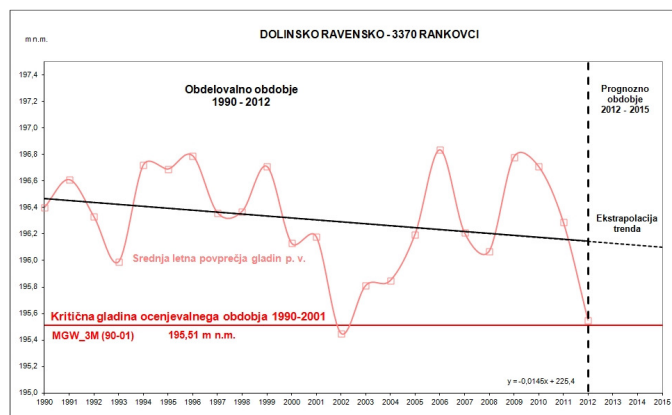
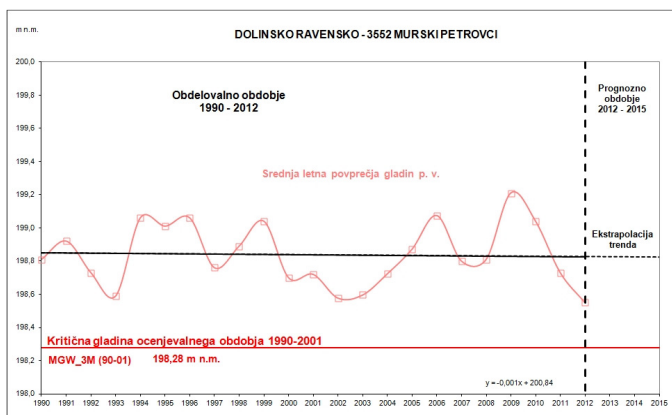
Priloga 8.4: Trendi gladine podzemne vode – 3012 Dravska kotlina (nadaljevanje)



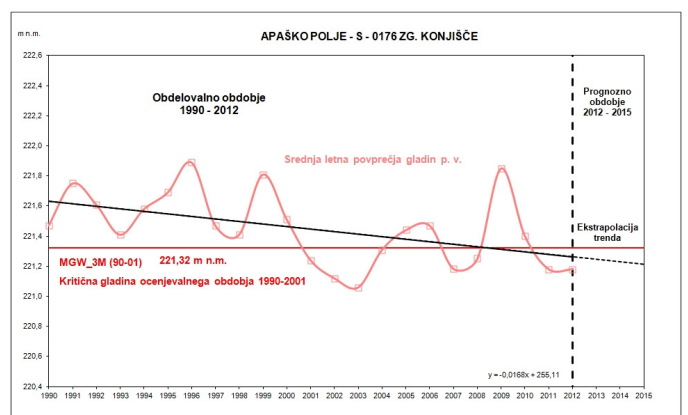
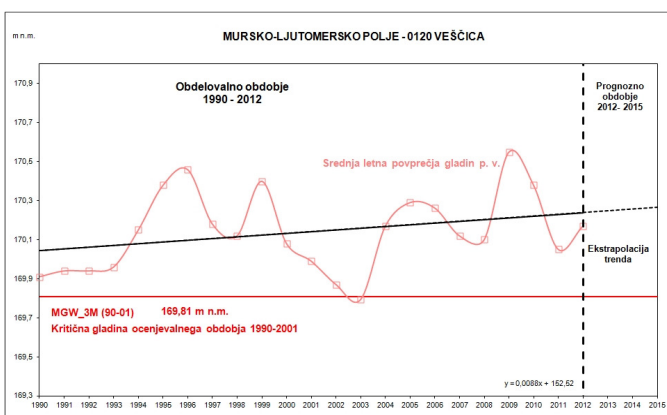
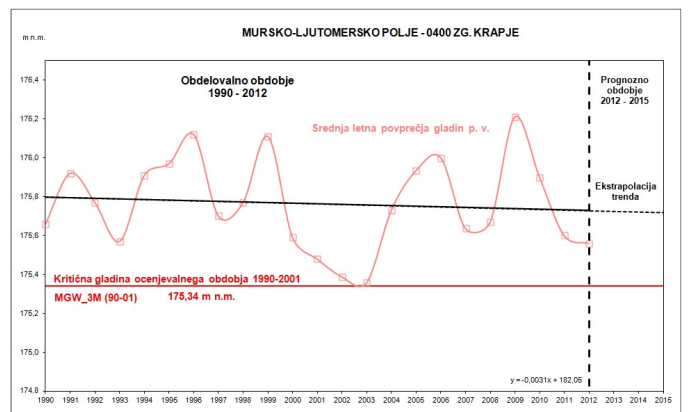
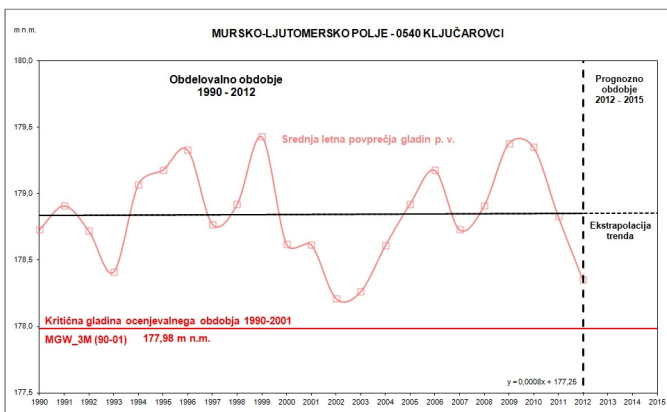
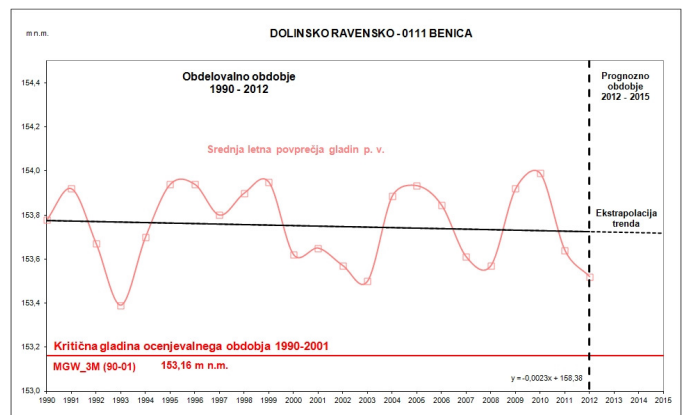
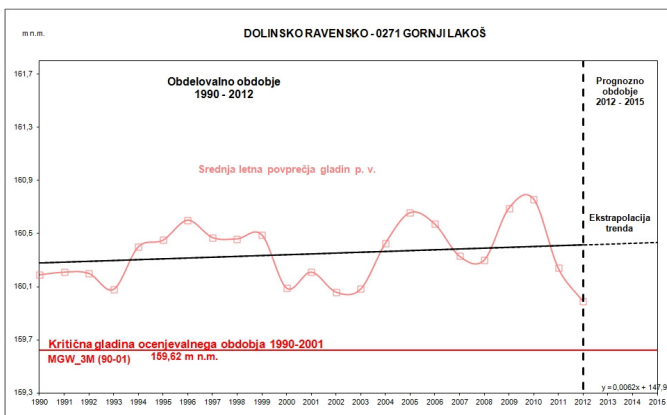
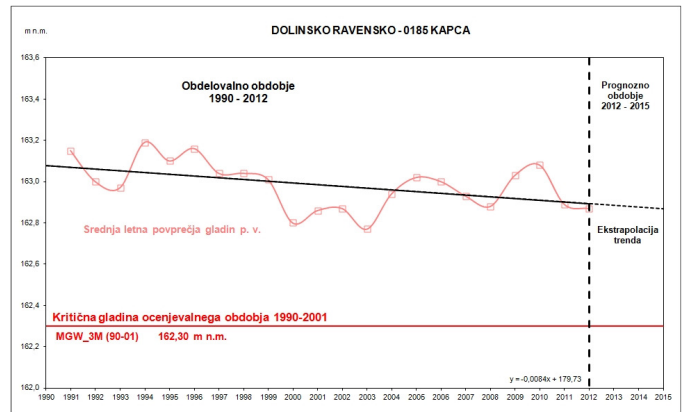
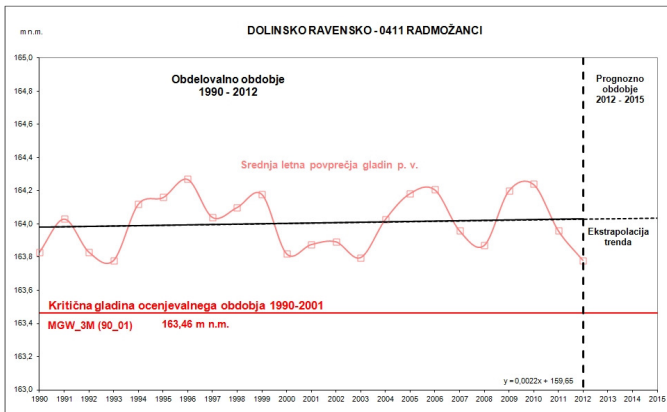
Priloga 8.4: Trendi gladine podzemne vode – 3012 Dravska kotlina (nadaljevanje)



Priloga 8.5: Trendi gladine podzemne vode – 4016 Murska kotlina



Priloga 8.5: Trendi gladine podzemne vode – 4016 Murska kotlina (nadaljevanje)



Priloga 8.5: Trendi gladine podzemne vode – 4016 Murska kotlina (nadaljevanje)

