



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO IN OKOLJE

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji

Poročilo o monitoringu v letu 2011



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 2011

Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji

Poročilo o monitoringu v letu 2011

Urednik:

dr. Jože Uhan

Avtorji poročila:

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

Kartografija:

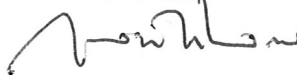
dr. Mišo Andjelov
Urška Pavlič, univ.dipl.inž.geol.
dr. Petra Souvent

Fotografija:

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

Vodja sektorja za hidrogeološke analize

dr. Jože Uhan



Generalni direktor Agencije RS za okolje

Joško Knez



Ljubljana, oktober 2012



Kazalo vsebine

1	Uvod	1
2	Program monitoringa količinskega stanja podzemnih voda v letu 2011	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 rabe vode na stanje površinskih vodnih teles	6
3.3	Preizkus vpliva rabe vode na stanje kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemnih vod	6
3.4	Preizkus vpliva rabe vode na vdore slane vode ali druge vrste vdorov	7
4	Ocena količinskega stanja podzemnih voda v letu 2011	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	23
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	27
4.3	Preizkus vpliva rabe podzemnih voda na stanje površinskih voda.....	31
4.4	Preizkus vpliva rabe podzemne vode na vodne in kopenske ekosisteme, odvisne od podzemne vode.....	32
5	Kazalci količinskega stanja podzemnih voda v letu 2011	35
5.1	Kazalec 1: Obnovljiva količina podzemne vode na prebivalca v letu 2011 (UNESCO Groundwater Indicator 1)	35
5.2	Kazalec 2: Razmerje med odvzemom podzemne vode in količino napajanja vodonosnikov v letu 2011 (UNESCO Groundwater Indicator 2).....	36
6	Viri	38
7	Priloge	41

Seznam slik

Slika 1:	Mreža merilnih mest monitoringa količinskega stanja podzemnih voda v letu 2011 ..	2
Slika 2:	Shema obdelovalnega in napovedovalnega obdobja ocene količinskega stanja podzemnih voda v letu 2011	6
Slika 3:	Trendi gladine podzemne vode v vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo v obdobju 1990-2011	12
Slika 4:	Lokacija geotermalnih vrtin Do-1 in Fi-5 v Murski kotlini	14

Slika 5: Nivogram podzemne vode v neaktivnih geotermalnih vrtinah Do-1 in Fi-5	15
Slika 6: Konceptualna shema vzpostavitve procesa ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda v Mursko-Zalskem geotermalnem sistemu.....	15
Slika 7: Krivulja trajanja pretoka izvirov Vipave obdobja 1971 – 2010, leta 2003 in 2011 (levo) in trend nizkih pretokov izvirov Vipave v odvisnosti od letne vsote padavin v prispevnem zaledju izvirov (desno).....	17
Slika 8: Primerjava srednjih mesečnih padavin in pretokov Ljubljani na Vrhnikih v letu 2011 s srednjimi mesečnimi padavinami in pretoki v obdobju 1971 - 2010.....	17
Slika 9: Odstopanje srednjega mesečnega pretoka izvira Rižane v Kubedu (sQ) od vrednosti sQ primerjalnega obdobja 1966 - 2010.....	18
Slika 10: Trendi gladin podzemnih voda in malih pretokov v obdobju 1990-2011	20
Slika 11: Napajanje vodnih teles podzemnih voda v letu 2011	21
Slika 12: Frekvenčna porazdelitev izračunanih vrednosti obnovljivih količin podzemne vode na ozemlju Slovenije v letu 2011	21
Slika 13: Spreminjanje letnih obnovljivih količin podzemne vode na območju Slovenije glede na povprečje obdobja 1971 do 2000.....	21
Slika 14: Lokacije in količine odvzemov podzemne vode po evidenci vodnih povračil v letu 2011	23
Slika 15: Vrsta rabe odvzete podzemne vode v letu 2011	24
Slika 16: Letne količine umetnega napajanja vodo- nosnika na Vrbanskem platoju v obdobju 2006-2011	25
Slika 17: Letne količine umetnega napajanja vodonosnika v Ormožu v obdobju 2006-2011.....	25
Slika 18: Predpostavljene smeri toka podzemne vode v čezmejnem vodnem telesu Karavanke.....	25
Slika 19: Obnovljive količine podzemne vode v telesu podzemne vode VTPodV_1005 Karavanke v letih od 2006 do 2011 in primerjava s povprečno vrednostjo obdobja 1971-2000	27
Slika 20: Vodonosni sistem 50621 Brestovica-Timava na hidrogeološki karti z rezultati sledilnih poskusov	28
Slika 21: Vodnjak B-10, vodnjak B-2, črpališče Klariči in izviri Timave pri Štivanu	29
Slika 22: Gladina (h) in temperatura (T) podzemne vode v vodnjaku B-2 Brestovica ter količina črpanja v črpališču Klariči v letu 2011	29
Slika 23: Vrednosti specifične električne prevodnosti vode SEP ($\mu\text{S}/\text{cm}$), kloridov (Cl^-) in natrija (Na^+) v črpališču Klariči	30
Slika 24: Lokacija gozdnih območij Hraščice in Murskih šum ter ARSO merilnih mest gladine podzemne vode 0850 Renkovci in 0111 Benica na vodnem telesu podzemne vode VTPodV_4016 Murska kotlina	33
Slika 25: Trend srednjih letnih gladin podzemne vode na merilnem mestu Renkovci na Prekmurskem polju v obdobju 1953 – 2011.....	34
Slika 26: Trend srednjih letnih gladin podzemne vode na merilnem mestu Benica na Prekmurskem polju v obdobju 1990 – 2011.....	34
Slika 27: Razmerje med odvzemom podzemne vode in količino obnovljene podzemne vode v letu 2011	37

Seznam preglednic

Preglednica 1: Reprezentativna merilna mesta za analizo trenda gladine podzemne vode v aluvialnih telesih podzemne vode v obdobju 1990-2011	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	10
Preglednica 4: Delež merilnih mest v vodnem telesu, kjer regresijska premica v prognoznem obdobju 2011-2015 doseže vrednosti pod kritično gladino	11
Preglednica 5: Opis zaporedja vodonosnikov po posameznih telesih podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/2005) z označenimi globokimi termalnimi vodonosniki.....	13
Preglednica 6: Rezultati analize trendov malih pretokov.....	19
Preglednica 7: Obnovljiva količina podzemne vode v letu 2011	22
Preglednica 8: Odvzete količine podzemne vode v letu 2010 in 2011 (brez vode iz globokih termalnih vodonosnikov).....	24
Preglednica 9: Rezultati ARSO vzorčenj podzemne vode v črpališču Klariči v letu 2011	30
Preglednica 10: Obnovljiva količina podzemne vode na prebivalca v letu 2011 (UNESCO Groundwater Indicator 1: Renewable groundwater resources per capita - m ³ /year).....	35
Preglednica 11: Razmerje med odvzemom podzemne vode in količino napajanja vodonosnikov v letu 2011 (UNESCO Groundwater Indicator 2: Total groundwater abstraction / Groundwater recharge - %)	36

Seznam prilog

Priloga: Trendi gladin podzemne vode na izbranih devetdesetih reprezentativnih merilnih mestih petih aluvialnih vodnih teles.....	41
---	----

Povzetek

V letu 2011 je bilo v plitvih vodonosnikih 21 teles podzemnih voda $3.530 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ obnovljivih količin, kar predstavlja 1.726 m^3 podzemne vode na prebivalca Slovenije. Odvzete količine $189 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ vode so predstavljale 5,4 % skupnih obnovljivih količin podzemne vode v letu 2011. Vsi preizkusi količinskega stanja podzemnih voda so bili glede na količinske obnovitvene sposobnosti ugodni in za podzemne vode v plitvih vodonosnikih na celotnem območju Slovenije velja za leto 2011 dobro količinsko stanje. V globokih termalnih vodonosnikih severo-vzhodne Slovenije pa so se piezometrične gladine podzemne vode v letu 2011 še naprej zniževale, kar terja vzpostavitev obsežnejše merilne mreže ter pripravo modela toka in prenosa toplote za oceno vplivov rabe termalne podzemne vode na vodno bilanco globokih termalnih vodnih teles.

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 2011 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.

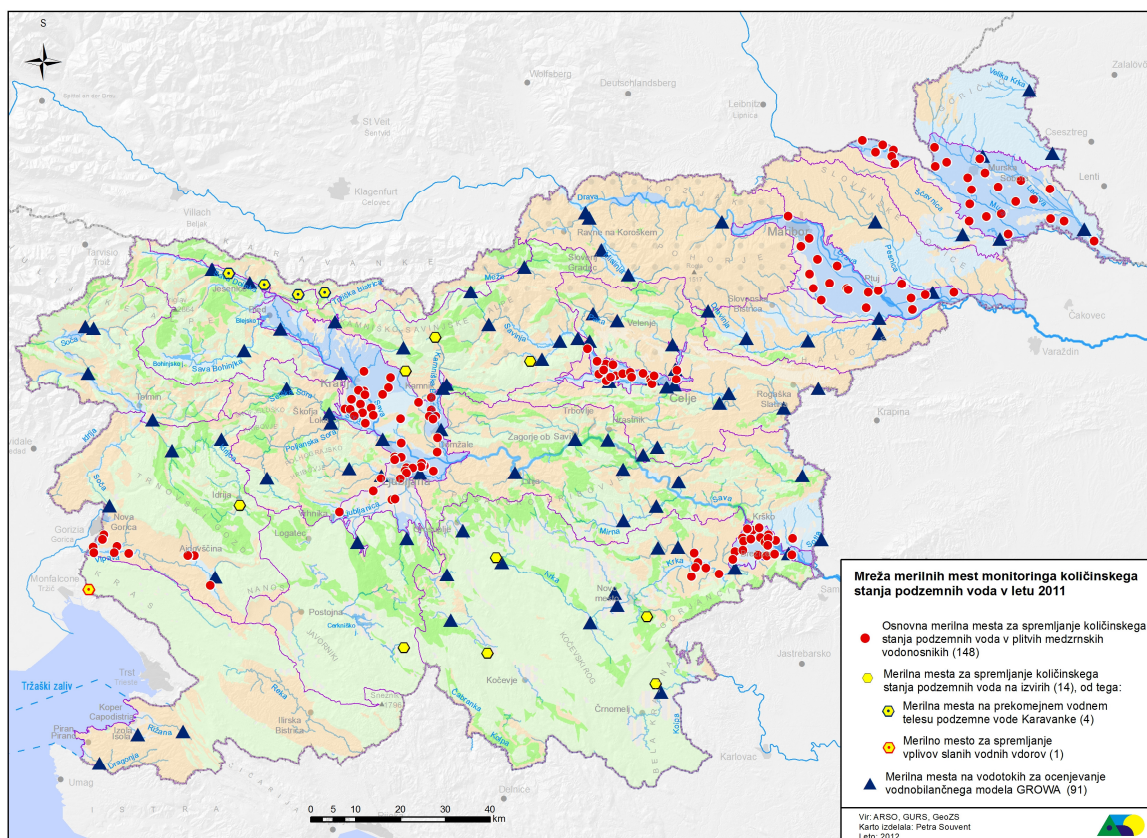
Količinsko stanje podzemnih voda se na podlagi zbranih in strokovno verificiranih podatkov ocenjuje preko zaporedja preizkusov, ki v večletnem časovnem obdobju upoštevajo spremembe v napajanju vodonosnikov in vpliv rabe vode na režim podzemne vode. Ocena količinskega stanja podzemnih voda temelji na 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 UNESCO indikatorjev (Vrba in Lipponen, 2007; Lack in sod., 2009).

Poročilo o monitoringu količinskega stanja podzemnih voda v letu 2011 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 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 štiri površinska vodna telesa 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, ki so odvisni od podzemnih voda. V zaključni oceni količinskega stanja podzemnih voda so podani mednarodno primerljivi indikatorji njene trajnostne rabe.

Poročilo o monitoringu količinskega stanja podzemnih voda v letu 2011 predstavlja celovit in standardiziran pregled 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 2011

Program monitoringa količinskega stanja podzemnih voda je bil v letu 2011 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 vodnobilančni preizkus, preizkus vpliva rabe podzemne vode na ekološko stanje površinskih voda, preizkus vpliva rabe podzemne vode na kopenske ekosisteme in preizkus vpliva rabe podzemne vode na pojav slanosti in drugih vodnih vdorov. Program monitoringa količinskega stanja podzemnih voda je bil za leto 2011 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 2011

Po vodnobilančnem preizkusu smo v letu 2011 na območju vodnih teles podzemnih voda s prevladujočo medzrnsko poroznostjo izvedli analizo trendov na 90 merilnih mestih monitoringa podzemnih voda. Na območju vodnih teles s prevladujočo kraško, razpoklinsko in mešano poroznostjo pa je ocena trendov temeljila na podatkih

meritev 22 merilnih mest površinskih voda in izvirov. Analizi trendov je sledil neparametrični preizkus statistične značilnosti ($\alpha=0.05$). Ocena napajanja iz padavin v letu 2011 in umerjanje vodnobilančnega modela GROWA-SI sta izhajala iz obdobjih podatkov (1971 – 2000) meritev površinskih voda na 92 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 1005 Karavanke so opazovanja v letu 2011 potekala na merilnih mestih iztoka iz tunela Karavanke, Javorniškega potoka, Završnice in Mošenika. Za skupno analizo količinskega stanja so bili uporabljeni podatki iz 148 merilnih mest monitoringa količinskega stanja podzemnih voda v letu 2011 (slika 1).

2.1 Parametri monitoringa količinskega stanja podzemnih voda

V vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo se je v letu 2011 za potrebe ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda spremljala globina do podzemne vode, v vodonosnikih s kraško, razpoklinsko in mešano poroznostjo pa vodostaj 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 je podan v nadaljevanju.

- globina do podzemne vode (h [cm]) je razdalja med stalno točko na površini terena in gladino podzemne vode v merskem objektu,
- višina vode (H [m]) je hidrološki parameter, definiran kot višina vodne gladine, merjene na merilnem mestu ob določenem času; meritve višine vode so izhodiščni podatki za izračun pretoka vode,
- pretok (Q [m^3/s]) je volumen toka vode skozi merski profil v časovni enoti,
- temperatura vode (T [$^{\circ}C$]) je dopolnilni parameter za ocenjevanje in interpretacijo povezav vodnega toka s površjem oz. med vodonosniki in atmosfero,
- 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 osnovna kemijska 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 meritve 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 limnigrafi enomesečni, na merilnih mestih s podatkovnim zapisovalnikom pa tudi trimesečni.

Meritve višine vode in pretokov so se izvajale po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije *Guide to hydrological practices* (WMO, No. 168, 1994) in po mednarodnih standardih. Potrebna natančnost merjenih veličin je: $\pm 0,01$ m pri vodostaju, ± 1 % merjene vrednosti pri hitrosti vode, $\pm 0,1$ °C pri temperaturi in ± 1 % 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 ročno kontrolo smiselnosti podatkov in kontrolo zagotavljanja sledljivosti (umerjanja). Po izvedbi vseh drugostopenjskih kontrol se 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 ISO 9001:2000.

Verificirani podatki monitoringa podzemnih voda v letu 2011 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 (31. oktober 2012)

The screenshot shows the ARSO HIDROLOG web interface. At the top, it identifies the Republic of Slovenia, Ministry of Agriculture and Forestry, and the Environmental Agency. The page title is 'Arhiv hidroloških podatkov - dnevni podatki'. There are tabs for 'POVRŠINSKE VODE' and 'PODZEMNE VODE', with the latter selected. The breadcrumb trail is 'ARSO > Arhiv > Podzemne vode - dnevne vrednosti'. The main section is 'Arhiv podzemnih voda' with filters for 'Območje: Dolina Bolska', 'Postaja: Lalkova Vaa (VČ-5072)', and 'Leto podatkov: 2011'. A 'Prikaži' button is present. Below are links for 'Dnevne vrednosti' (Table, Monthly Extremes, Graph, Station Map) and export options (xls, txt, 10 records). A table displays the data:

Datum	Nivo v absolutnih kotah (m n.m.)
01.01.2011	267,99
02.01.2011	267,97
03.01.2011	267,94
04.01.2011	267,92
05.01.2011	267,9
06.01.2011	267,88
07.01.2011	267,86
08.01.2011	267,84
09.01.2011	267,82

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. Podzemne vode posameznega vodnega telesa razvrščamo v skupine dobrega ali slabega količinskega stanja.

Količinsko stanje podzemnih voda ocenjujemo s štirimi preizkusi, izmed katerih se preizkus vodne bilance izvaja na vseh 21-tih vodnih telesih podzemnih voda, ostali preizkusi pa se izvajajo le tam, kjer je ocenjeno tveganje, da učinki 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.

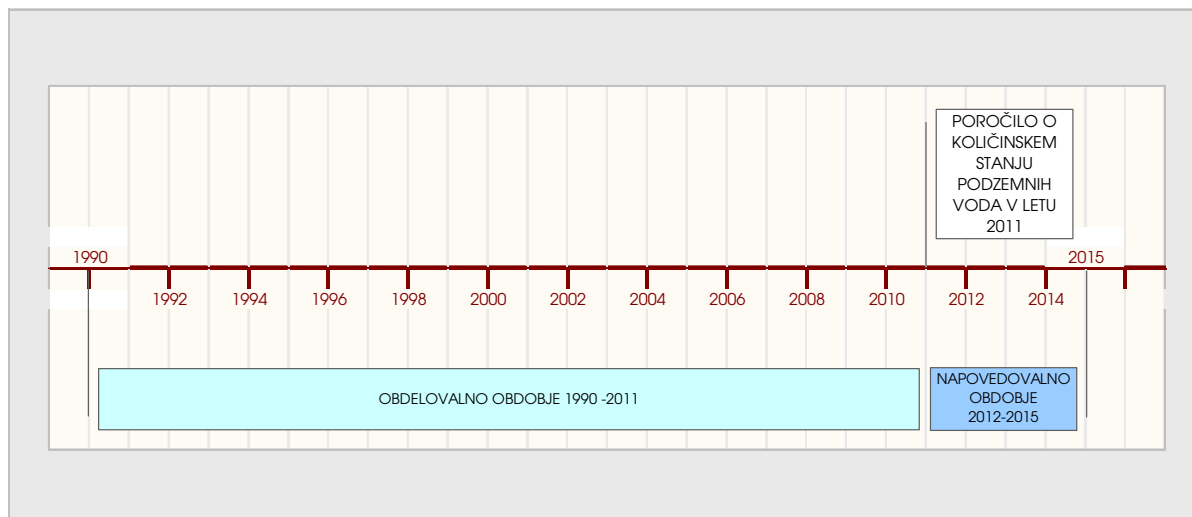
3.1 Vodnobilančni preizkus

Ocena dobrega količinskega stanja vodnega telesa podzemne vode je rezultat preizkusa vodne bilance, pri katerem obnovljiva količina podzemne vode ni presežena z dolgoročno povprečno letno stopnjo odvzema.

Vodnobilančni preizkus smo na vodnih telesih podzemnih voda izvedli na podlagi ocene napajanja vodonosnikov z modelom GROWA-SI in na podlagi analize trendov gladin podzemnih voda plitvih aluvialnih in globokih termalnih vodonosnikov ter trendov malih pretokov izvirov.

Obnovljive količine podzemne vode smo za celotno območje Slovenije ocenili z 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 vodna telesa podzemnih voda s prevladujočimi vodonosniki medzrnske poroznosti smo izvedli tudi analizo trendov dolgoletnih podatkovnih nizov 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 obdobje kritične gladine, ocenjene na podlagi trimesečnega minimuma gladin podzemne vode obdelovalnega obdobja. V analizi smo upoštevali obdelovalno obdobje 1990-2011 in napovedovalno obdobje 2012-2015 (slika 2).



Slika 2: Shema obdelovalnega in napovedovalnega obdobja ocene količinskega stanja podzemnih voda v letu 2011

Za vodna telesa podzemnih voda s prevladujočimi vodonosniki s kraško, razpoklinsko in mešano poroznostjo smo analizo trendov dolgoletnih vrednosti letnih obnovljivih količin izvedli na podlagi podatkovnih nizov dnevni pretokov reprezentativnih merilnih mest površinskih voda in izvirov.

3.2 Preizkus vpliva rabe vode na stanje površinskih vodnih teles

Preizkus vpliva rabe vode na stanje površinskih vodnih teles je potrebno izvajati na območjih vodnih teles, ki izkazujejo slabo ekološko stanje. Preizkus se ukvarja z odseki na katerih je bilo z analizami bentoških združb v koritu vodotoka ugotovljeno slabo ekološko stanje. S preizkusom se preverja, ali zmanjšanje dotoka podzemne vode zaradi črpanja vpliva na stanje površinske vode. Preizkus je bil izveden na štirih vodnih telesih, kjer je bilo v letu 2011 ugotovljeno slabo ekološko stanje zaradi hidromorfološke spremenjenosti in splošne degradiranosti vodotoka.

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

Preizkus vpliva rabe vode na stanje kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemnih vod (KEOPV) smo izvedli na območjih, opredeljenih v omrežju posebnih varstvenih območij (Geološki zavod Slovenije, 2005) 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 modelsko ocenili količinsko obnavljanje zalog podzemne vode in kritično ocenili vse odvzeme podzemnih voda v letu 2011, ki bi lahko vplivali na omenjene ekosisteme ter presodili, ali bi odvzemi lahko znatno poškodovali KEOPV. Mejne vrednosti odvzema podzemne vode, kot deleža količin njenega obnavljanja, so prevzete 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 in Murske šume v vzhodni Sloveniji. To sta območji, za kateri 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 vode na vdore slane vode ali druge vrste vdorov

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

- vdore morske vode, ki je pogosto opazovan pojav v priobalnih vodonosnikih v Sredozemlju,
- vdore onesnažene vode iz sosednjih vodonosnih struktur,
- pronicanja in vdore onesnažene površinske vode.

Preizkus vpliva rabe vode na vdore morske vode je smiselen le za telo podzemnih voda VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini, ki je v neposrednem stiku z morskovo Tržaškega zaliva. Preizkus vpliva rabe podzemne vode črpališča Klariči pri Brestovici 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 2011

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 skupnega telesa podzemne vode VTPodV_1005 Karavanke.

4.1.1 Analiza trenda

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

4.1.1.1 Analiza trenda gladin podzemnih voda plitvih aluvialnih vodonosnikov

Vodnobilančni preizkus z analizo trenda gladin podzemne vode na izbranih devetdesetih reprezentativnih merilnih mestih petih aluvialnih vodnih teles (preglednica 1, priloga 7.1 do 7.5) 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 1990-2011

<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	10
VTPodV_4016 Murska kotlina	Dolinsko Ravensko	12
	Mursko-Ljutomersko polje	3
	Apaško polje	6
Skupaj		90

Osnovni pogoj za dobro količinsko stanje telesa podzemne vode v letu 2011, da je delež merilnih mest z značilnim upadajočim trendom obdobja 1990-2011 manjši od 25 %, je bil dosežen v vodnem telesu VTPodV_4016 Murska kotlina, v preostalih štirih vodnih telesih podzemnih voda, VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje, VTPodV_1002 Savinjska kotlina, VTPodV_1003 Krška kotlina ter

VTPodV_3012 Dravska kotlina pa osnovni pogoj ni bil dosežen. V tej oceni je bilo skupno 52 % merilnih mest z upadajočim trendom, kar je manj kot pri ocenjevalnem obdobju 1990-2010 (56 %). 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 (19 %).

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	23	2	1	1	7	12	83
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	13	0	2	5	5	1	46
VTPodV_1003 Krška kotlina	17	0	1	6	5	5	59
VTPodV_3012 Dravska kotlina	16	1	2	5	5	3	50
VTPodV_4016 Murska kotlina	21	0	4	13	3	1	19
Skupaj	90	3	10	30	25	22	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 2011 ne odkriva večjih obratov trenda. Največje spremembe značilnosti trendov glede na obdobje 1990-2010 so ugotovljene v telesu podzemne vode VTPodV_1002 Savinjska kotlina in VTPodV_1003 Krška kotlina, kjer spremembe statističnih značilnosti trendov nakazujejo poslabšanje količinskega stanja ter v telesu podzemne vode VTPodV_4016 Murska kotlina, kjer spremembe statističnih značilnosti trendov nakazujejo veliko variabilnost srednjih letnih gladin podzemne vode.

Največ merilnih mest z izraženim trendom zniževanja gladine podzemne vode (slika 3) še vedno ostaja 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 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_1002 Savinjska kotlina se je odstotek merilnih mest s statistično izraženim trendom zniževanja povečal iz 31 odstotkov (1990-2010) na 46 odstotkov (1990-2011), predvsem zaradi merilnih mest V-5072 Latkova vas na Braslovškem polju in 0840 Šempeter na Spodnjėsavinjskem polju, kjer se je neizražen trend gladine podzemne vode spremenil v statistično še neznačilen trend zniževanja. Izmed 6 merilnih mest, ki izkazujejo trend zniževanja izstopa merilno mesto VČ-5272 Žalec s statistično značilnim trendom zniževanja gladine podzemne vode. Na telesu podzemne vode VTPodV_3012 Dravska kotlina pa podobno kot v primerjalnem obdobju 1990-2010 med trendi zniževanja gladin (8) 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. 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 2002 in 2003 ter letu 2011. Statistično značilen trend zniževanja izkazuje tudi deset merilnih mest na telesu podzemne vode VTPodV_1003 Krška kotlina, kar je za 12 odstotkov več kot v ocenjevalnem obdobju 1990-2010. Pet merilnih mest vzdolž Save na Krškem polju (NE-0677 Vihre, NE-0777 Skopice, NE-0877 Skopice, 0152 Skopice) in Čateškem polju (M32 Čatež) 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. Trend zniževanja je v opazovalnem obdobju 1990-2011 izražen le na 4-ih merilnih mestih VTPodV_4016 Murska kotlina in sicer na Apaškem polju (merilna mesta S-0176 Zgornje Konjišče, 0163 Črnci, 0120 Mali Segovci) ter na merilnem mestu Dolinsko Ravenskega, 0473 Kapca. Odstotek merilnih mest s statistično značilnim trendom zniževanja se je od ocenjevalnega obdobja 1990-2010 do ocenjevalnega obdobja 1990-2011 znižal za 29 odstotkov. Šest merilnih mest z do sedaj izraženim statistično značilnim/neznačilnim trendom zniževanja v obdobju 1990-2011 trenda nima izraženega, kar pripisujemo veliki variabilnosti nihanja srednjih letnih gladin podzemne vode s poudarkom na letih 2010 in 2011. Leto 2010 je bilo namreč eno izmed najbolj vodnatih let zadnjih 40 let, 2011 pa eno najbolj sušnih, kar se je odrazilo tudi pri oceni zanesljivost linearne trenda. Negativne trende 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 in 2011.

Zaradi prekoračitve osnovnega vodnobilančnega kriterija analize trendov gladin z več kot 25 odstotki merilnih mest s trendi zniževanja gladine podzemne vode na štirih od 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 2011-2015 z obdobjno kritično gladino podzemne vode (preglednica 4).

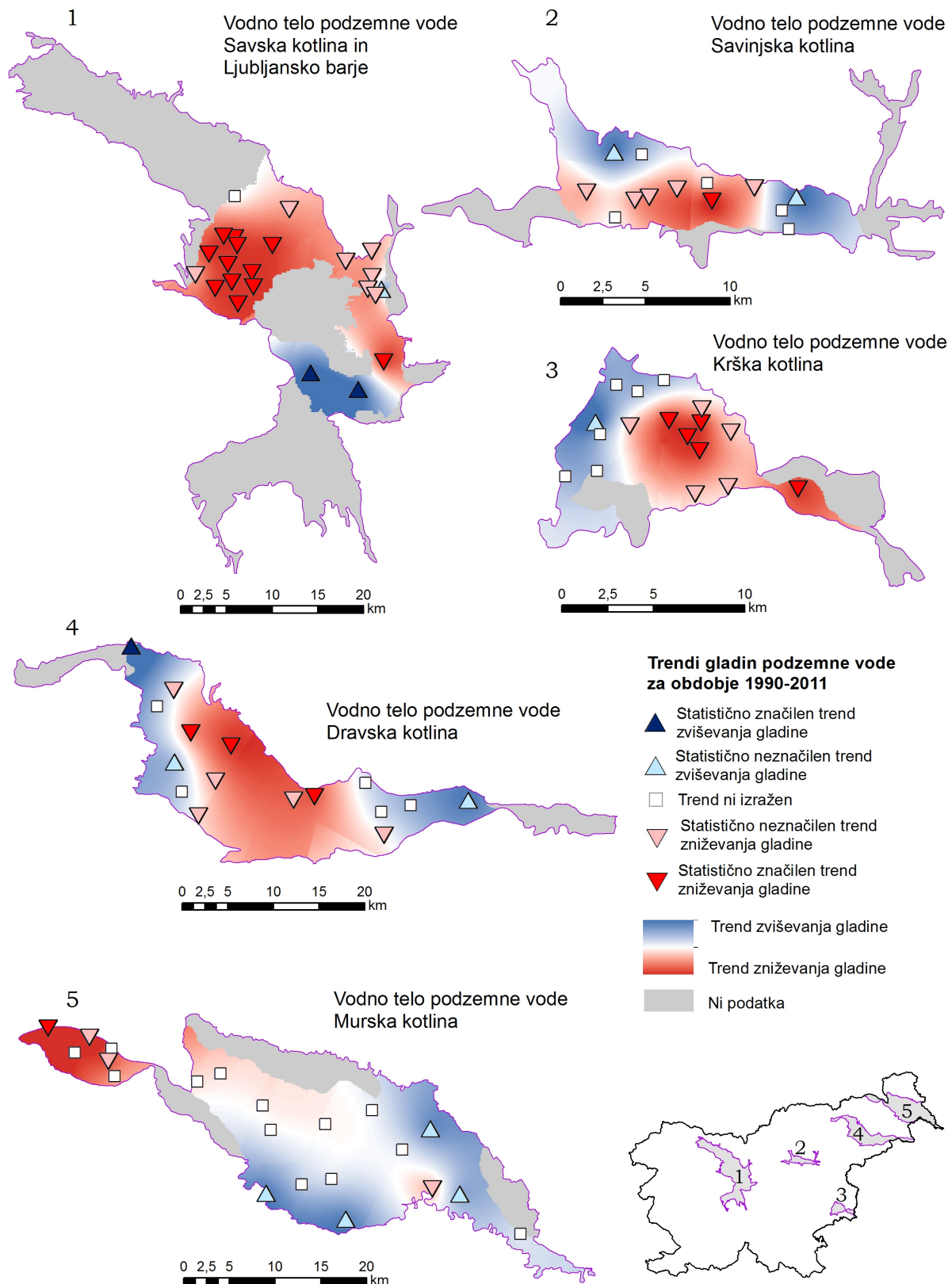
Preglednica 3: Delež merilnih mest v vodnem telesu, kjer je srednja napovedana gladina podzemne vode nižja od obdobjne kritične gladine, ocenjene na podlagi trimesečnega minimuma gladin podzemne vode

Vodno telo podzemne vode	Število merilnih mest	Ali je srednja napovedana gladina podzemne vode do leta 2015 nižja od obdobjne kritične gladine?		(%)
		Da	Ne	
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko	23	1	22	4
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	13	0	13	0
VTPodV_1003 Krška kotlina	17	0	17	0
VTPodV_3012 Dravska kotlina	16	2	14	13
VTPodV_4016 Murska kotlina	21	1	20	5
Skupaj	90	4	86	4

Preglednica 4: Delež merilnih mest v vodnem telesu, kjer regresijska premica v prognoznem obdobju 2011-2015 doseže vrednosti pod kritično gladino

Vodno telo podzemne vode	Število merilnih mest	Ali trendna črta dosega obdobjno kritično gladino do leta 2015?		(%)
		Da	Ne	
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko	23	2	21	9
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	13	0	13	0
VTPodV_1003 Krška kotlina	17	0	17	0
VTPodV_3012 Dravska kotlina	16	2	14	13
VTPodV_4016 Murska kotlina	21	1	20	5
Skupaj	90	5	85	6

Na štirih merilnih mestih je bilo v treh vodnih telesih v letu 2011 ugotovljeno, da je bila srednja napovedana gladina podzemne vode do leta 2015 nižja od obdobjne kritične gladine, na petih merilnih mestih pa so bili v treh vodnih telesih ugotovljeni trendi zniževanja z ekstrapolacijami do leta 2015, ki segajo pod kritične gladine podzemne vode. 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. Ugotovljeno stanje terja dodatne meritve na vodonosnih sistemih omenjenih merilnih mest in podrobnejše analize vzrokov trendov zniževanja gladine podzemne vode. V letu 2011 je bilo napajanje vodonosnikov z infiltracijo padavin ne le podpovprečno, bilo je tudi najmanj vodnato leto v obdobju 1971-2011 z izjemo vodnega telesa VTPodV_4016 Murska kotlina, kjer je najmanj vodnato leto zadnjih 40 let leto 2003. Kljub temu se stanje na vseh obravnavanih telesih podzemne vode z vidika analize trenda gladin podzemnih voda ni bistveno spremenilo in ostaja dobro. Na večini teles podzemne vode s prevladujočo medzrnsko poroznostjo (razen pri vodnem telesu Murska kotlina) je bil sicer delež upadajočih trendov gladin podzemnih voda v letu 2011 večji od mejnih 25 odstotkov, vendar ni bil nikjer presežen dopolnilni pogoj dobrega količinskega stanja. 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: 2012



Slika 3: Trendi gladine podzemne vode v vodonosnikih z medzrnsko poroznostjo v obdobju 1990-2011

4.1.1.2 Analiza trenda gladin podzemnih voda globokih vodonosnikov

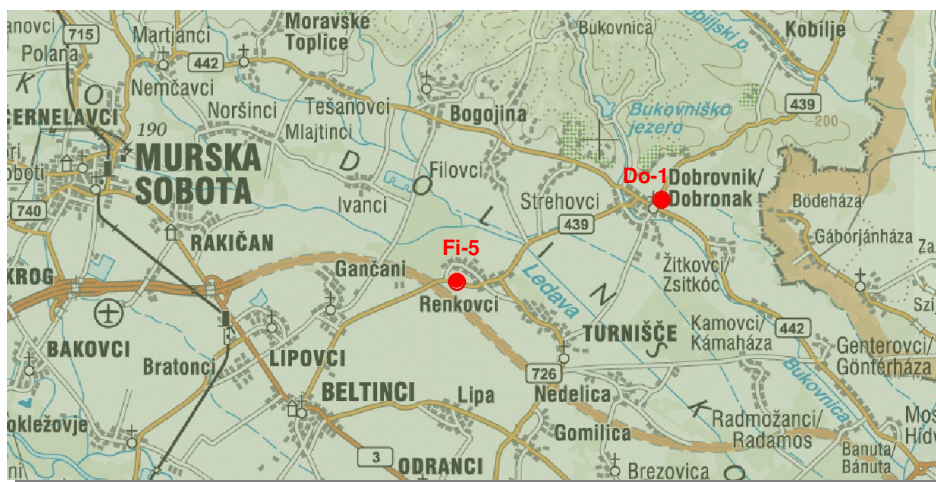
Podzemna voda se pojavlja v različno globokih vodonosnikih ali vodonosnih sistemih. Na 21-ih telesih podzemnih voda je po pravilniku o metodologiji za določanje vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 65/2003) in pravilniku o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/2005) opredeljeno skupno 52 vodonosnikov (preglednica 5), med katerimi je kar 11 globokih termalnih zaprtih vodonosnikov v terciarnih sedimentih in/ali predterciarni karbonatni ali dolomitni podlagi. V prihodnje bo potrebna nova opredelitev globokih termalnih vodnih teles, kar je predpogoj vzpostavitve regionalnega monitoringa in modela za ocenjevanje količinskega stanja globoke geotermalne podzemne vode.

Preglednica 5: Opis zaporedja vodonosnikov po posameznih telesih podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/2005) z označenimi globokimi termalnimi vodonosniki

<i>Vodno telo podzemne vode</i>	<i>Opis zaporedja vodonosnikov</i>
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	1. peščeno-prodni zasipi reke Save in njenih pritokov 2. apnenčasti in dolomitni vodonosniki v podlagi in obrobju kvartarnih naplavin
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	1. peščeno-prodni zasipi reke Savinje in njenih pritokov
VTPodV_1003 Krška kotlina	1. peščeno-prodni zasipi rek Save, Krke in njenih pritokov 2. pleistocenski in terciarni sedimenti pod aluvialnimi nanosi reke Save 3. karbonatne kamnine v podlagi terciarnih plasti - termalni vodonosnik
VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save	1. apnenčasti in dolomitni vodonosniki - večinoma dobro skraseli 2. vodonosniki v produ, grušču in morenah
VTPodV_1005 Karavanke	1. apnenčasti in dolomitni vodonosniki - večinoma dobro skraseli 2. vodonosniki v produ, grušču in morenah
VTPodV_1006 Kamniško-Savinjske Alpe	1. apnenčasti in dolomitni vodonosniki - večinoma dobro skraseli 2. vodonosniki v produ, grušču in morenah
VTPodV_1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko	1. dolomitni vodonosniki in vodonosniki v apnenčastih kamninah 2. vodonosniki v aluvialnih in deluvialnih sedimentih
VTPodV_1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	1. dolomitni vodonosniki in vodonosniki v apnenčastih kamninah 2. vodonosniki v aluvialnih in terciarnih sedimentih 3. globoki termalni vodonosniki v karbonatnih kamninah
VTPodV_1009 Spodnji del Savinje do Sotle	1. dolomitni vodonosniki in vodonosniki v apnenčastih kamninah 2. vodonosniki v aluvialnih in terciarnih sedimentih 3. globoki vodonosniki v karbonatnih kamninah (termalni)
VTPodV_1010 Kraška Ljubljana	1. dolomitni vodonosniki 2. kraški vodonosniki
VTPodV_1011 Dolenjski kras	1. dolomitni vodonosniki 2. kraški vodonosniki 3. globoki vodonosniki v karbonatnih kamninah (termalni)
VTPodV_3012 Dravska kotlina	1. prodnopeščeni zasip Drave - aluvialni vodonosnik 2. vodonosniki v terciarnih sedimentih 3. termalni vodonosniki v globljih terciarnih sedimentih in predterciarni podlagi
VTPodV_3013 Vzhodne Alpe	1. aluvialni vodonosniki ob Dravi, Meži in Mislinji 2. vodonosniki v preperinskem delu in matični kamnini metamorfni in magmatskih plasti Vzhodnih Alp
VTPodV_3014 Haloze in Dravinjske gorice	1. plitvi in globoki karbonatni vodonosniki (tudi termalni) 2. vodonosniki v kvartarnih in terciarnih sedimentih
VTPodV_3015 Zahodne Slovenske gorice	1. vodonosniki v prodnih, peščenih in meljnih plasteh kvartarne in terciarne starosti 2. vodonosniki v vezanih in nevezanih sedimentih terciarne starosti 3. termalni vodonosniki v globljih terciarnih sedimentih in predterciarni podlagi
VTPodV_4016 Murska kotlina	1. prodno peščeni zasip Mure 2. vodonosniki v terciarnih sedimentih 3. termalni vodonosniki v globljih terciarnih sedimentih in predterciarni podlagi
VTPodV_4017 Vzhodne Slovenske gorice	1. vodonosniki v prodnih, peščenih in meljnih plasteh kvartarne in terciarne starosti 2. vodonosniki v vezanih in nevezanih sedimentih terciarne starosti 3. termalni vodonosniki v globljih terciarnih sedimentih in predterciarni podlagi

VTPodV_4018 Goričko	1. vodonosniki v prodnih, peščenih in meljnih plasteh kvartarne in terciarne starosti 2. termalni vodonosniki v globljih terciarnih sedimentih in predterciarni podlagi
VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini	1. kraški vodonosniki 2. vodonosniki v flišnih plasteh 3. prodni zasipi obalnih rek
VTPodV_6020 Julijske Alpe v porečju Soče	1. apnenčasti in dolomitni vodonosniki - večinoma dobro zakraseli 2. vodonosniki v produ, grušču in morenah
VTPodV_6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjska planota	1. kraški vodonosniki Trnovsko Banjske planote 2. dolomitni vodonosniki, vključno z globokim (termalnim) 3. vodonosniki v prodno peščenih zasipih Soče, Vipave in drugih rek 4. vodonosniki v flišnih plasteh

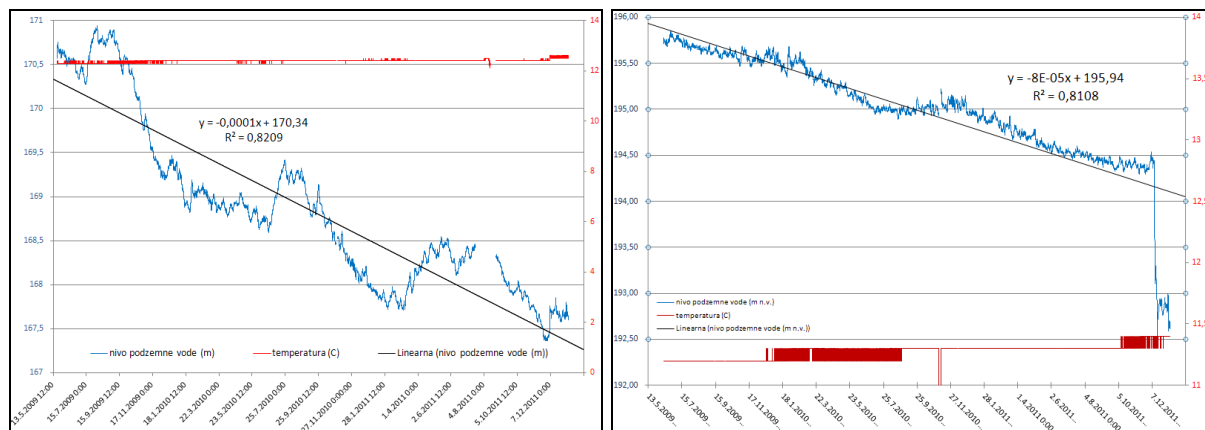
Globoka termalna vodonosnika telesa VTPodV_3012 Dravska kotlina in telesa VTPodV_4016 Murska kotlina po ocenah iz načrtov upravljanja z vodami verjetno do 2015 ne bosta dosegla okoljskih ciljev (MOP, 2009). Na Agenciji RS za okolje se v okviru poročanja o monitoringu podzemne vode na podlagi izdanega vodnega dovoljenja zbirajo nekateri podatki o količinah odvzema in gladini podzemne vode omenjenih dveh vodnih teles. Podatki o gladinah podzemnih voda na dveh neaktivnih geotermalnih vrtinah Do-1 in Fi-5 (slika 4) so podani v poročilih Geološkega zavoda Slovenije (Rman, 2012a; 2012b).



Slika 4: Lokacija geotermalnih vrtin Do-1 in Fi-5 v Murski kotlini

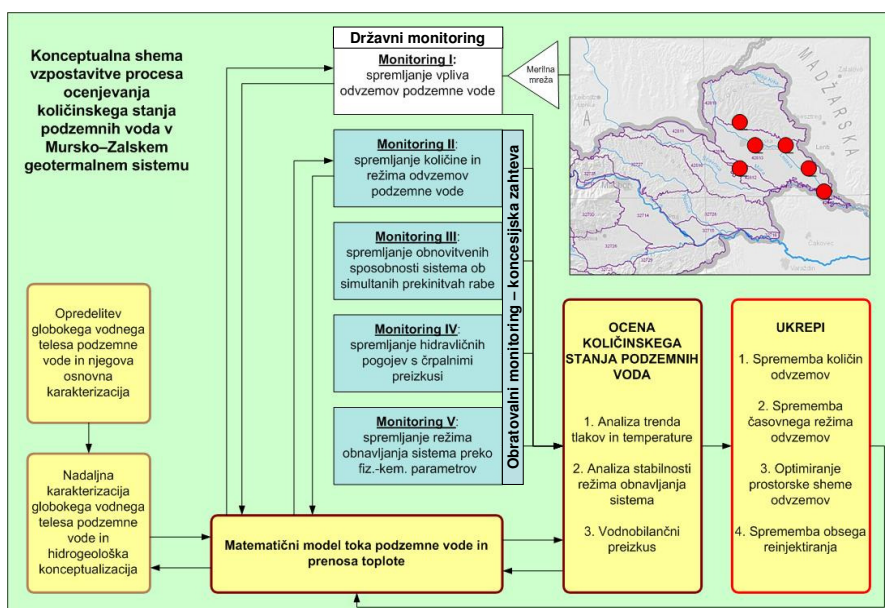
Meritve v neaktivni vrtini Do-1 Dobrovnik, 50 metrov pod njenim ustjem, že nekaj let dokazujejo zniževanje gladine podzemne vode (slika 5). Zniževanje gladine je odvisno od režima črpanja v bližnjih geotermalnih vrtinah, povprečni letni upad gladine podzemne vode je okoli -0,8 m (Rman, 2012a).

Tudi meritve v odprti neaktivni vrtini Fi-5 v Renkovcih, z merilnim senzorjem 50 metrov pod ustjem, že nekaj let dokazujejo zniževanje gladine podzemne vode (slika 5). Na ožjem območju sicer ni evidentirane rabe podzemne vode iz termalnega vodonosnika, vendar pa so domnevno zaznani učinki rabe geotermalne podzemne vode v Moravskih Toplicah, Murski Soboti in Dobrovniku. Zniževanje gladine je zelo odvisno od režima črpanja na omenjenih lokacijah, povprečni letni upad gladine podzemne vode je okoli -0,5 m (Rman, 2012b).



Slika 5: Nivogram podzemne vode v neaktivnih geotermalnih vrtnah Do-1 in Fi-5 (Vir: Rman, 2012a; 2012b)

Do sedaj zaznani negativni trendi gladin geotermalnih podzemnih voda terjajo vzpostavitev sistematičnega spremljanja in ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda globokih termalnih vodonosnikov, prioriteto v telesu podzemne vode VTPodV_4016 Murska kotlina in VTPodV_3012 Dravska kotlina. V letu 2011 je bila izdelana zasnova monitoringa in metodologija ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda v najbolj obremenjenih delih globokih geotermalnih vodonosnikov Slovenije (GeoZS, 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 izvrtanih naftno-plinskih vrtnah ter vzpostavitev matematičnega modela toka podzemne vode in prenosa toplote (slika 6).



Slika 6: Konceptualna shema vzpostavitve procesa ocenjevanja količinskega stanja podzemnih voda v Mursko-Zalskem geotermalnem sistemu

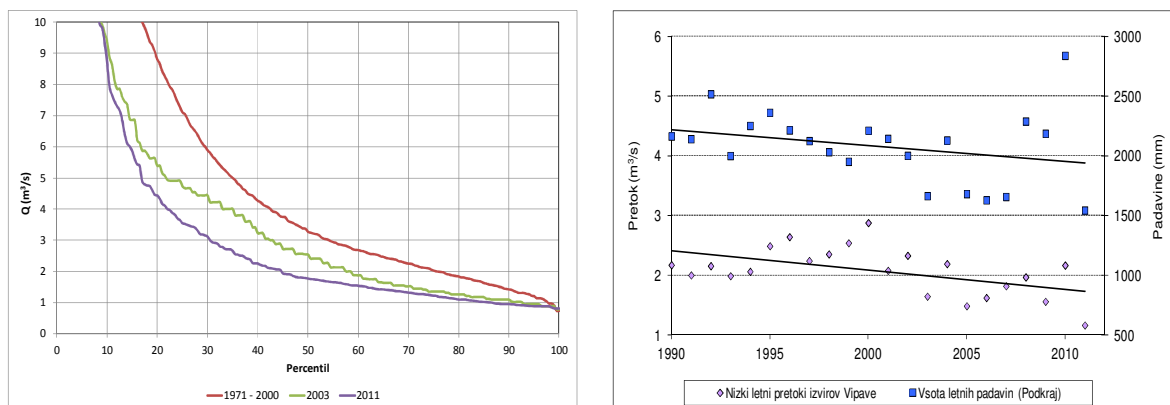
4.1.1.3 Analiza trendov malih pretokov izvirov in vodotokov

Analiza trendov malih pretokov je bila za leto 2011 izvedena na 22 reprezentativnih merilnih mestih površinskih voda in izvirov za podatke od leta 1990. Kriterij za izbor merilnega mesta je temeljil na dolžini časovnega niza opazovanj in na reprezentativnosti lokacije merilnega mesta. Izbrana so bila tista merilna mesta, pri katerih večji del prispevnega zaledja merskega profila sega v območje ocenjevalnega vodnega telesa podzemne vode. Izvedbo analize trendov malih pretokov smo izvajali na tistih merilnih mestih, pri katerih v prispevnem zaledju nismo pričakovali umetnih posegov v naravni režim vodotoka. Male letne pretoke smo določili z izračunom srednjih letnih obnovljivih količin po metodi Wundt-a (Holler, 2004). Zanesljivost linearne trendne linije smo statistično ocenili s Spearmanovim koeficientom korelacije rangov in Studentovim testom s statistično značilnostjo na ravni 95 odstotkov ($\alpha=0,05$).

Izmed 22 izbranih reprezentativnih merilnih mest, je bil kar na 15 merilnih postajah v letu 2011 zabeležen najnižji mali letni pretok celotnega niza opazovanj. V primerjavi z analizo trendov malih pretokov v letu 2010 so se trendi v obdobju vključujoč leto 2011 na več kot tretjini reprezentativnih merilnih postaj prevesili v smeri zmanjševanja količin podzemnih vod.

V letu 2011 je povsod po državi prevladoval primanjkljaj padavin. Najmanjši delež padavin so v primerjavi z dolgoletnim povprečjem zabeležili na Obali (62%), na Bizeljskem (63%), v Lendavi (66%), v Kočevju in Žagi (67%) ter v Postojni, Sevnem, Kobaridu in Biljah (68%).

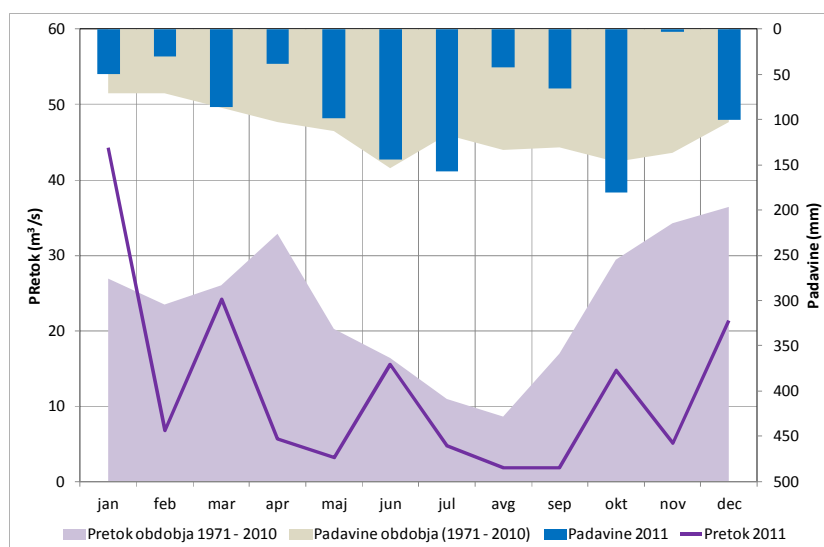
Na območju izvirov Vipave v Vipavi se je statistično neznačilni trend zmanjševanja nizkih letnih pretokov, ocenjen za nabor podatkov časovnega niza med leti 1990 in 2010, v obdobju 1990 – 2011 prevesil v trend zmanjševanja pretoka s statistično značilnostjo na ravni zaupanja 95%. Obnovljiva količina podzemne vode v zaledju izvirov Vipave, ki je v letu 2011 znašala 1,158 m³/s, se je v primerjavi z obnovljivo količino v letu 2010, ko je znašala 2,161 m³/s, zmanjšala za 54%. Odvzemi podzemne vode so se leta 2011 v primerjavi z letom 2010 sicer povečali, vendar je bila količina vode zanemarljiva glede na obnovljive količine podzemne vode tega vodonosnika. V letu 2011 je delež odvzemov podzemne vode v zaledju izvirov znašal 370.336 m³/leto, kar je okoli 0,012 m³/s, v letu 2010 pa je ta količina znašala 186.966 m³ oz. 0,006 m³/s. Glede na omenjene ugotovitve trend zmanjševanja obnovljivih količin podzemnih voda v vodonosniku izvirov Vipave pripisujemo zmanjšanju obnavljanja podzemne vode z infiltracijo padavin, saj se skladno z zmanjševanjem izdatnosti izvirov zmanjšuje tudi letna količina napajanja vodonosnika v prispevnem zaledju izvirov (slika 7).



Slika 7: Krivulja trajanja pretoka izvirov Vipave obdobja 1971 – 2010, leta 2003 in 2011 (levo) in trend nizkih pretokov izvirov Vipave v odvisnosti od letne vsote padavin v prispevnem zaledju izvirov (desno)

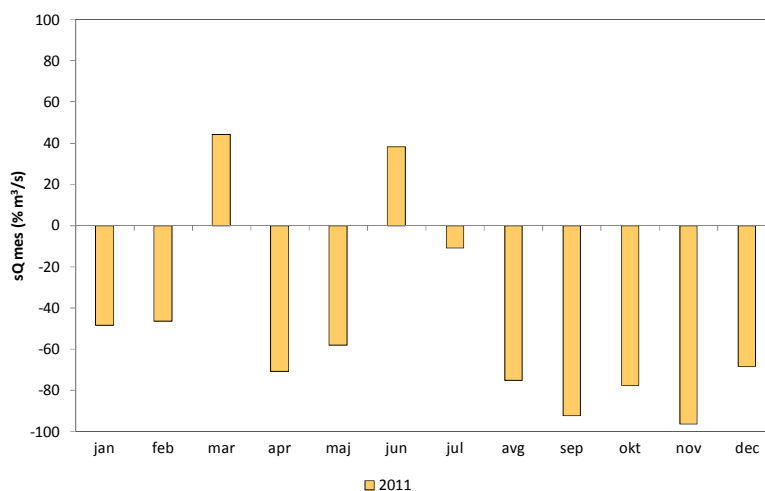
Na sedmih merilnih mestih večletnega obdobja smo spremljali statistično neznačilni trend zmanjševanja nizkih pretokov ($0,05 < \alpha < 0,5$). Ugotovljen je bil na merilnih postajah izvirov Ljubljanice na Vrhniki, Težke vode v Stopičah in Rižane v Kubedu ter na vodotokih Lučnice v Lučah, Sore v Suhi, Prečne v Prečni in Idrijce v Hotešku. Vzroka zmanjševanja malih pretokov na teh merilnih mestih ne pripisujemo povečani rabi vode, ampak že omenjeni zmanjšani letni količini obnavljanja podzemnih voda, saj z izjemo izvirov Ljubljanice v teh kraško razpoklinskih vodonosnikih med letoma 2010 in 2011 ni bilo bistvene razlike v rabi podzemne vode.

Izvir Ljubljanice predstavlja enega izmed največjih kraških izvirov v Sloveniji z dolgoletnim povprečjem malih pretokov med leti 1990 in 2011 na merilnem mestu na Vrhniki 8,220 m³/s. V kraškem zaledju izvirov Ljubljanice se je količina odvzemov v letu 2011 (4.500.387 m³) v primerjavi z odvzemi v letu 2010 (2.057.346 m³) povečala za 244.3041 m³, kar znaša okrog 0,077 m³/s vode. Količina odvzema podzemne vode predstavlja zanemarljiv delež malih pretokov izvirov Ljubljanice. Zmanjševanje malih pretokov teh izvirov je posledica podpovprečnega napajanja vodonosnika z infiltracijo padavin, kar potrjuje tudi primerjava pretokov izvirov Ljubljanice in padavin v njihovem zaledju leta 2011 z dolgoletnimi statistikami (slika 8).



Slika 8: Primerjava srednjih mesečnih padavin in pretokov Ljubljanice na Vrhniki v letu 2011 s srednjimi mesečnimi padavinami in pretoki v obdobju 1971 - 2010

Največja poraba vode je bila v letu 2011 na izvira Rižane, ki je glavni vodni vir za obalno regijo. Poraba vode tega izvira se v 15 letih bistveno ni spremenila in letno znaša okrog 6.000.000 m³. Povečanje porabe na Rižanskem vodovodu beležijo le v poletnih mesecih, ko se poraba vode skoraj podvoji (vir: http://www.rvk-jp.si/poraba_vode). V času nizkih voda in povečanih potreb po pitni vodi vodovodnemu sistemu obalne regije dodajajo podzemno vodo iz Istrskega in Kraškega vodovoda ter iz vodnih virov Bužini in Gabrijeli. V letu 2011 je bila izdatnost izvira Rižane podpovprečna, vzrok za nizke zaloge podzemne vode je bil primanjkljaj padavin v zaledju izvira (slika 9). Kljub prevladujočemu primanjkljaju padavin predvsem v drugi polovici leta oskrba s pitno vodo iz izvira v letu 2011 ni bila motena.



Slika 9: Odstopanje srednjega mesečnega pretoka izvira Rižane v Kubedu (sQ) od vrednosti sQ primerjalnega obdobja 1966 - 2010

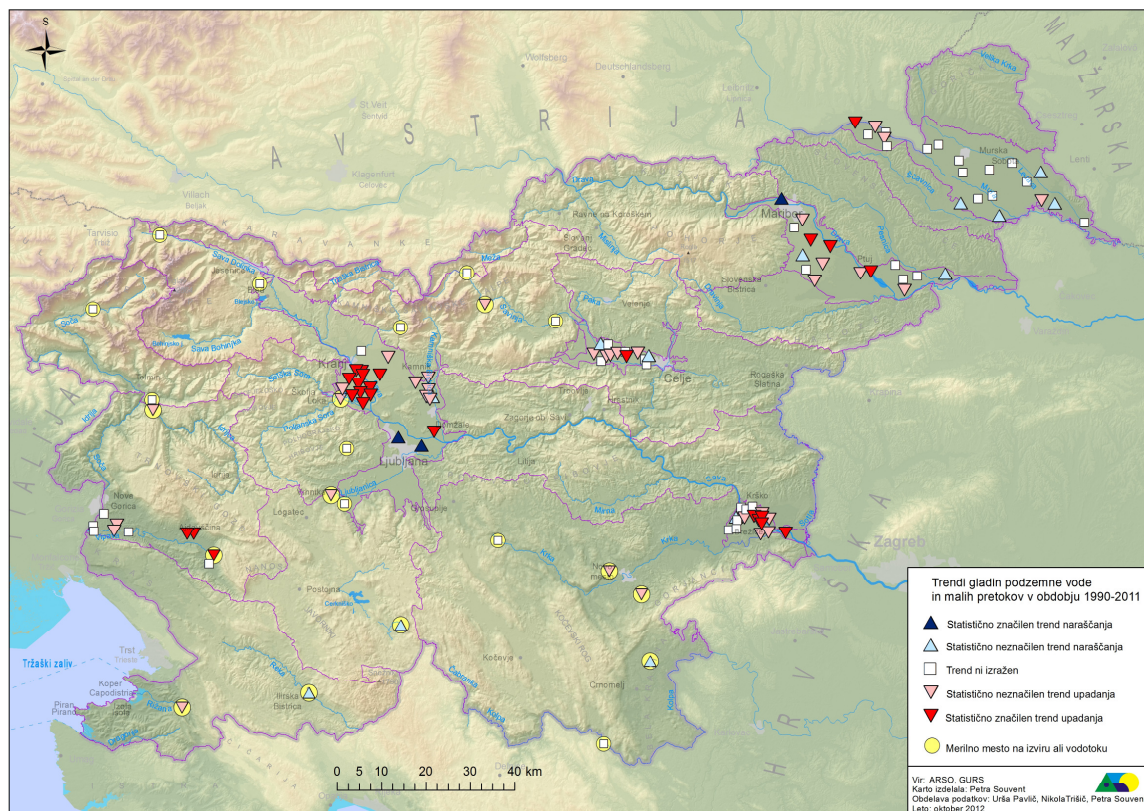
Na enajstih merilnih postajah trend srednjih letnih obnovljivih količin podzemnih voda v razpoložljivem nizu meritev od leta 1990 dalje ni bil izražen (preglednica 6 in slika 10). Verjetni pozitivni trend ($0,05 < \alpha < 0,5$) je bil ugotovljen na vodotokih Velikega Obrha v Vrhniku pri Ložu, Krupe v Dolencih in Bistrice v Ilirski Bistrici. Statistično značilnih pozitivnih trendov malih pretokov izbranih izvirov in vodotokov nismo beležili.

Analiza trendov malih pretokov vodotokov in izvirov je pokazala, da vzrok za statistično značilen trend zmanjševanja malih pretokov izvirov Vipave in statistično neznačilnih trendov vodotokov Rižane v Kubedu, Idrijce v Hotešku, Sore v Suhi, Ljublanice na Vrhniku, Prečne v Prečni, Težke vode v Stopičah in Lučnice v Lučah v letu 2011 niso posledica povečane rabe vode v vodonosnikih, ampak naravnega hidrološkega režima v tem letu s primanjkljajem padavin.

Preglednica 6: Rezultati analize trendov malih pretokov

Merilno mesto Šifra Ime - Vodotok	Vodno telo podzemne vode	Prispevno zaledje (km ²)	Dolžina časovnega niza (let)	Trend
3180 Podhom - Radovna	VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save	167	22	O
3015 Kranjska Gora – Sava Dolinka	VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save	45	21	O
4120 Kokra – Kokra	VTPodV_1005 Karavanke	112	22	O
6020 Solčava – Savinja	VTPodV_1005 Karavanke	64	22	O
6060 Nazarje - Savinja	VTPodV_1006 Kamniško-Savinjske Alpe	457	22	O
6220 Luče - Lučnica	VTPodV_1006 Kamniško-Savinjske Alpe	58	22	(-)
4200 Suha – Sora	VTPodV_1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje	566	21	(-)
5500 Dvor – Gradaščica	VTPodV_1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje	79	22	O
5030 Vrhnika II – Ljubljana	VTPodV_1010 Kraška Ljubljana	*	22	(-)
5580 Vrhnika – Veliki Obrh	VTPodV_1010 Kraška Ljubljana	*	8	(+)
5270 Bistra – Bistra	VTPodV_1010 Kraška Ljubljana	*	22	O
4850 Radenci – Kolpa	VTPodV_1011 Dolenjski kras	1191	22	O
7030 Podbukovje – Krka	VTPodV_1011 Dolenjski kras	321	22	O
7340 Prečna - Prečna	VTPodV_1011 Dolenjski kras	294	22	(-)
4985 Dolence I – Krupa	VTPodV_1011 Dolenjski kras	94	7	(+)
7350 Stopiče – Težka voda	VTPodV_1011 Dolenjski kras	*	7	(-)
9100 Ilirska Bistrica – Bistrica	VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini	96	22	(+)
9210 Kubed - Rižana	VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini	205	22	(-)
8031 Kršovec - Soča	VTPodV_6020 Julijske Alpe v porečju Soče	158	22	O
8500 Bača pri Modreju - Bača	VTPodV_6020 Julijske Alpe v porečju Soče	142	22	O
8450 Hotešk – Idrijca	VTPodV_6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjska planota	443	22	(-)
8560 Vipava - Vipava	VTPodV_6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjska planota	149	22	-

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 ($\alpha > 0,5$)
 * Velikosti kraškega zaledja ni mogoče oceniti



Slika 10: Trendi gladin podzemnih voda in malih pretokov v obdobju 1990-2011

4.1.2 Napajanje vodnih teles podzemnih voda

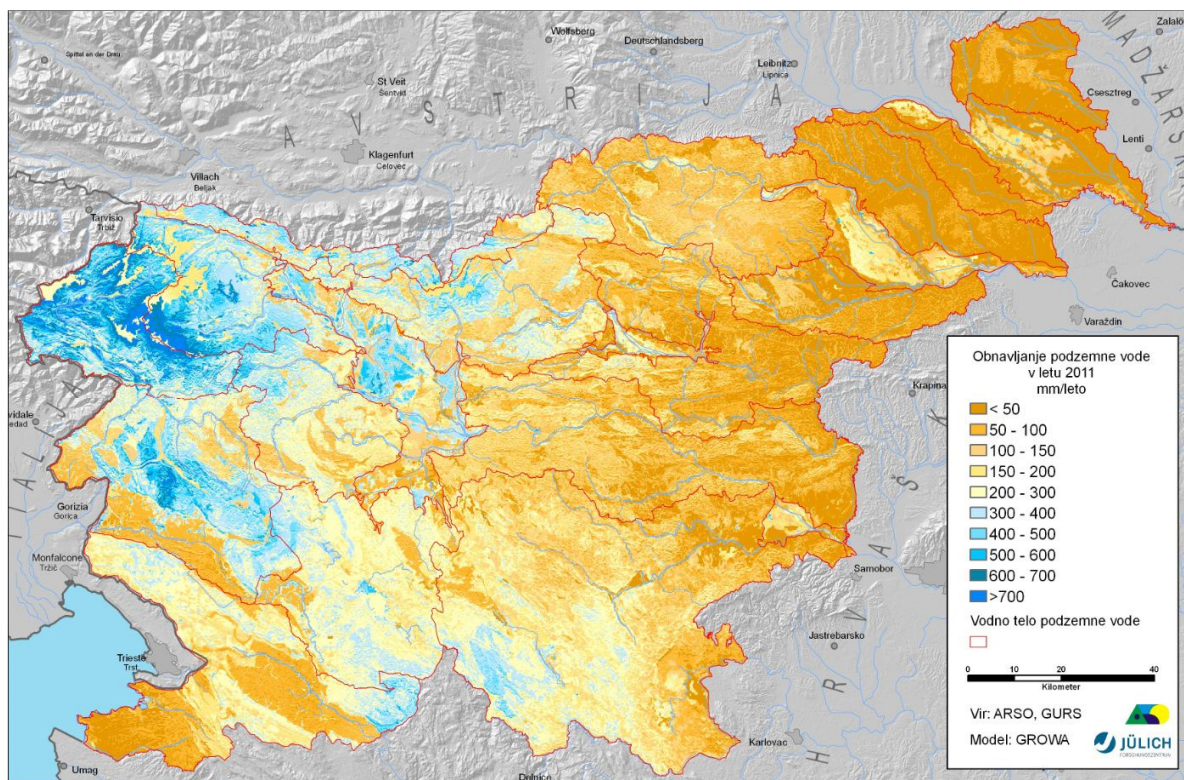
Količina napajanja teles podzemnih voda v Sloveniji (slika 11) je na podlagi podatkov o količini padavin ocenjena z regionalnim vodnobilančnim modelom GROWA-SI (Andjelov in sod., 2011), ki ob upoštevanju klimatskih pogojev, geološke zgradbe, vrste tal, rabe prostora, naklona površja in globine do podzemne vode temelji na Renger-Wessolek-ovi metodi (Renger in Wessolek, 1996) izračuna celokupnega odtoka preko ocene realne evapotranspiracije in 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. prepustnosti. Največjo prepustnost imajo vodna telesa s prevladujočo medzrnsko poroznostjo (9,9 % ozemlja Slovenije) in telesa s prevladujočo kraško poroznostjo (53,3 %), manjšo prepustnost pa imajo vodna telesa s prevladujočo razpoklinsko (26,2 %) in mešano poroznostjo (10,6 %).

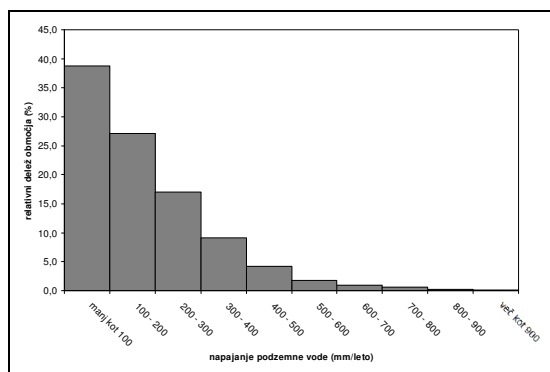
V letu 2011 je bilo skupno napajanje vseh 21-tih vodnih teles v Sloveniji $111,9 \text{ m}^3/\text{s}$ (preglednica 7). Največje količine podzemne vode so bile ocenjene v osmih vodnih telesih s prevladujočo kraško poroznostjo ($80,5 \text{ m}^3/\text{s}$). Druge največje količine so bile ocenjene v štirih telesih s prevladujočo razpoklinsko poroznostjo ($19,6 \text{ m}^3/\text{s}$), sledile

pa so količine v petih vodnih telesih s prevladujočo medzrnsko poroznostjo ($9,3 \text{ m}^3/\text{s}$), najmanjše količine pa so bile ocenjene v štirih telesih z mešano poroznostjo ($2,6 \text{ m}^3/\text{s}$).

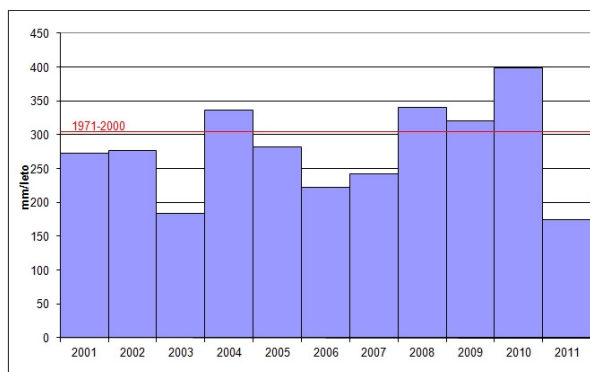
Povprečno specifično napajanje teles podzemne vode je bilo v letu 2011 ocenjeno za celotno ozemlje Slovenije na $5,5 \text{ l/s/km}^2$ (preglednica 7). Razlike v specifičnem napajanju teles podzemne vode so bile v razponu od $0,9$ do $15,6 \text{ l/s/km}^2$. Največje napajanje na enoto površine je bilo na vodnih telesih s kraško razpoklinsko poroznostjo v severozahodni Sloveniji (Julijske Alpe v porečju Soče, 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 11: Napajanje vodnih teles podzemnih voda v letu 2011



Slika 12: Frekvenčna porazdelitev izračunanih vrednosti obnovljivih količin podzemne vode na ozemlju Slovenije v letu 2011



Slika 13: Spreminjanje letnih obnovljivih količin podzemne vode na območju Slovenije glede na povprečje obdobja 1971 do 2000

Napajanje vodonosnikov je bilo v letu 2011 prostorsko zelo neenakomerno od manj kot 50 mm do več kot 700 mm letno (slika 11). Na več kot eni tretjini ozemlja Slovenije je bilo napajanje manjše kot 100 mm/leto, več kot 500 mm/leto napajanja pa je bilo na 3,6 % ozemlja (slika 12).

Skupna letna količina napajanja za celotno ozemlje Slovenije v letu 2011 je bila z GROWA-SI modelom ocenjena na 174 mm (preglednica 7), kar je izrazito pod povprečjem obdobja 1971-2000 (304 mm) in najmanj v zadnjem desetletju (slika 13), najmanj celo izmed vseh vodnobilančnih izračunov zadnjih petdesetih let. Količinsko obnavljanje podzemne vode je bilo v letu 2011 v vseh vodnih telesih pod obdobjnim povprečjem 1971-2000. Indeks letnega povprečja obnavljanja podzemne vode za celo Slovenijo je znašal 57 (preglednica 7), kar je komaj dobra polovica obdobjnega povprečja. V vodnih telesih je bil indeks med 32 in 76, to je od ene tretjine do treh četrtin obdobjnega povprečja. Indeksi letnega povprečja obnavljanja podzemne vode so bili v letu 2011 najmanjši v vodnih telesih vzhodnega dela države: Krška (VTPodV_1003), Dravska (VTPodV_3012) in Murska kotlina (VTPodV_4016), ter v vodnih telesih Vzhodne Slovenske gorice (VTPodV_4017) in Zahodne Slovenske gorice (VTPodV_3015).

Preglednica 7: Obnovljiva količina podzemne vode v letu 2011

Vodno telo podzemne vode	Prevladujoči tip poroznosti	Površina km ²	Obnovljive količine podzemne vode ⁽¹⁾ 2011		Specifično napajanje ⁽²⁾ l/s/km ²	Indeks ⁽³⁾
			mm	m ³ /s		
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	medzrska	774	248	6,09	7,9	62
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	medzrska	109	130	0,45	4,1	47
VTPodV_1003 Krška kotlina	medzrska	97	104	0,32	3,3	33
VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save	kraška	783	378	9,39	12,0	64
VTPodV_1005 Karavanke	kraška	404	286	3,65	9,0	76
VTPodV_1006 Kamniško-Savinjske Alpe	kraška	1112	212	7,47	6,7	72
VTPodV_1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko	razpoklinska	850	239	6,43	7,6	64
VTPodV_1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	razpoklinska	1792	97	5,48	3,1	50
VTPodV_1009 Spodnji del Savinje do Sotle	razpoklinska	1397	82	3,61	2,6	52
VTPodV_1010 Kraška Ljubljana	kraška	1307	237	9,82	7,5	51
VTPodV_1011 Dolenjski kras	kraška	3355	158	16,80	5,0	53
VTPodV_3012 Dravska kotlina	medzrska	429	103	1,40	3,3	36
VTPodV_3013 Vzhodne Alpe	razpoklinska	1269	101	4,06	3,2	60
VTPodV_3014 Haloze in Dravinjske gorice	mešana	597	57	1,08	1,8	41
VTPodV_3015 Zahodne Slovenske gorice	mešana	756	32	0,77	1,0	32
VTPodV_4016 Murska kotlina	medzrska	591	54	1,02	1,7	39
VTPodV_4017 Vzhodne Slovenske gorice	mešana	308	29	0,28	0,9	34
VTPodV_4018 Goričko	mešana	494	28	0,44	0,9	45
VTPodV_5019 Obala in Kras z Brkini	kraška	1589	166	8,32	5,2	56
VTPodV_6020 Julijske Alpe v porečju Soče	kraška	818	493	12,77	15,6	65
VTPodV_6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjška planota	kraška	1443	269	12,29	8,5	62
Slovenija		20273	174	111,94	5,5	57

Opomba: (1) Obnovljive količine podzemne vode = rezultati regionalnega vodnobilančnega modela GROWA-SI

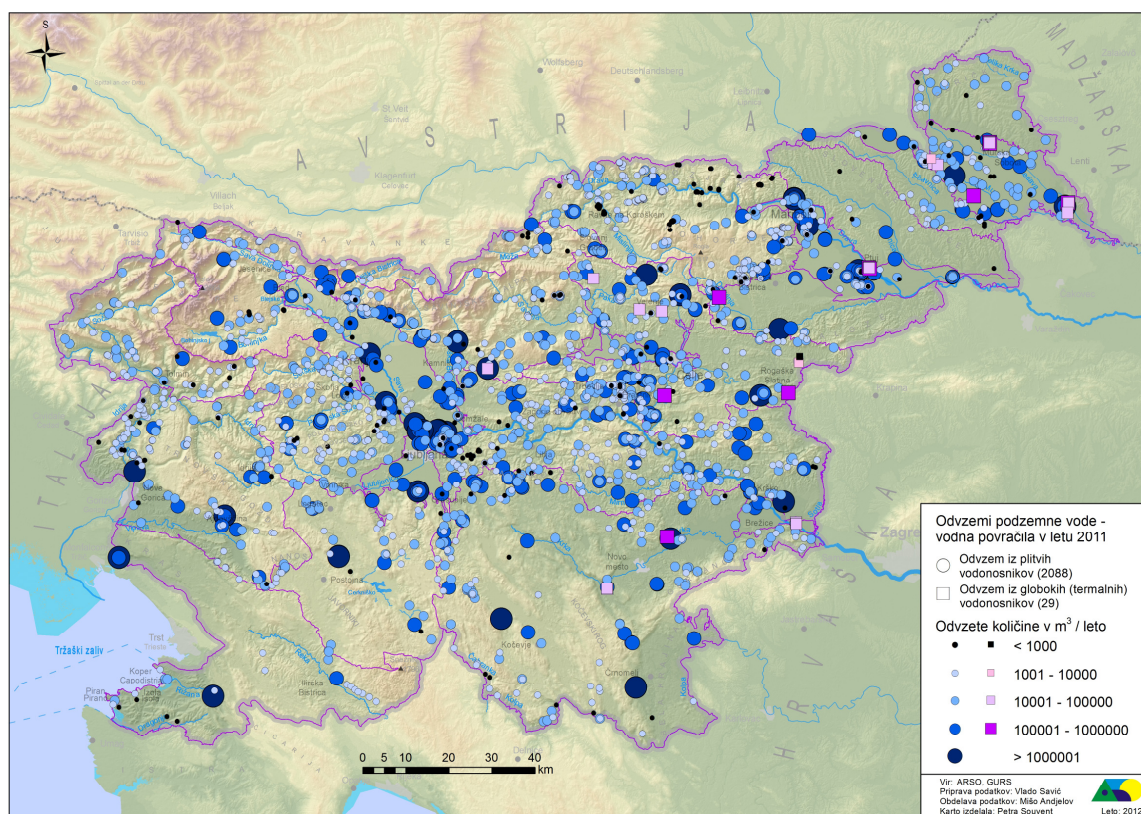
(2) Specifično napajanje = napajanje na enoto površine telesa podzemne vode (l/s/km²)

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

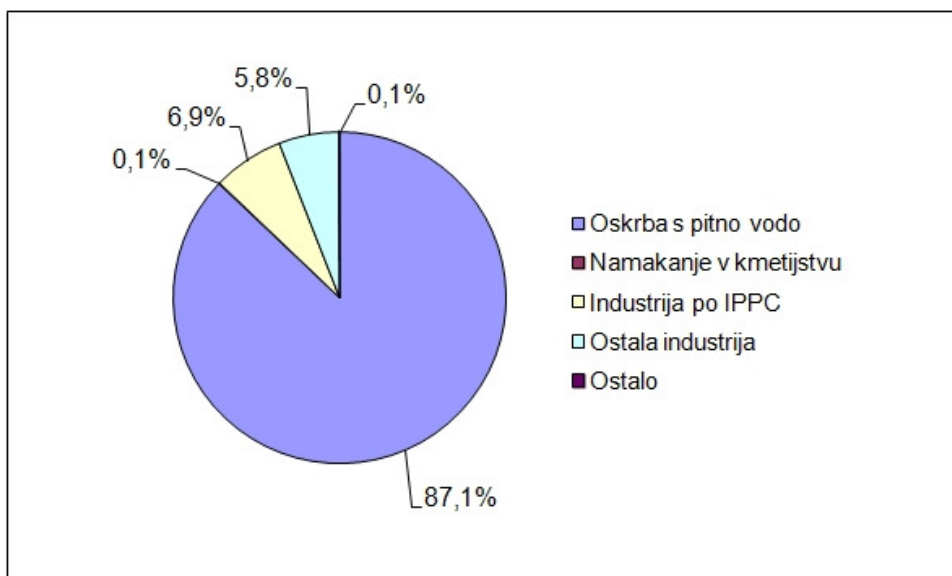
4.1.3 Količina odvzete podzemne vode in umetnega napajanja vodonosnikov

4.1.3.1 Odvzemi podzemne vode

V letu 2011 je bilo po podatkih iz evidence vodnih povračil iz 2117 izvirov, vodnjakov, vrtin, drenažnih zajetij in prodnih jam odvzeto 192.537.975 m³ podzemne vode (slika 14). Največ odvzete podzemne vode je bilo v letu 2011 namenjeno oskrbi prebivalstva (163.147.895 m³ oz. 87,1 %), sledila pa je raba za tehnološke namene v industriji z obvezo poročanja po direktivi o celovitem preprečevanju in nadzoru onesnaževanja (IPPC) (13.065.395 m³ oz. 6,9 %) in v ostali industriji (11.009.213 m³ oz. 5,8 %) (slika 15). Po ARSO evidenci vodnih povračil je bilo za namakanje v kmetijstvu porabljeno 134.253 m³ vode iz plitvih vodonosnikov. V letu 2011 je bilo po evidenci o vodnih povračilih načrpano še 3.519.909 m³ vode iz globokih termalnih vodonosnikov.



Slika 14: Lokacije in količine odvzemov podzemne vode po evidenci vodnih povračil v letu 2011



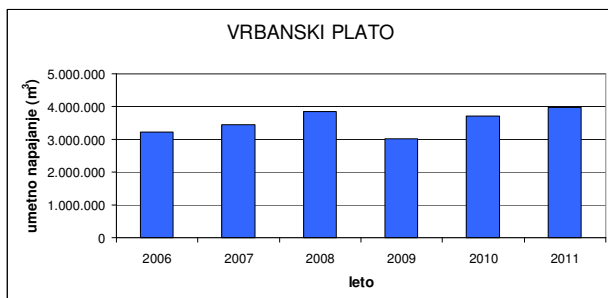
Slika 15: Vrsta rabe odvzete podzemne vode v letu 2011 (ARSO evidenca o vodnih povračilih)

Preglednica 8: Odvzete količine podzemne vode v letu 2010 in 2011 po podatkih iz ARSO evidenc o vodnih povračilih (brez vode iz globokih termalnih vodonosnikov)

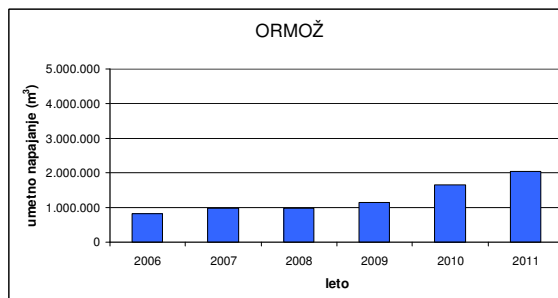
<i>Vodno telo podzemne vode</i>	<i>Odvzete količine podzemne vode v letu 2010 (m³/leto)</i>	<i>Odvzete količine podzemne vode v letu 2011 (m³/leto)</i>
VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	49.777.763	48.412.587
VTPodV_1002 Savinjska kotlina	1.778.650	1.922.266
VTPodV_1003 Krška kotlina	981.514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

4.1.3.2 Umetno napajanje

V letu 2011 so vodna telesa 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 3.974.788 m³ vode, črpane iz Mariborskega otoka (slika 16). V Ormožu pa so v letu 2011 v napajalno ponikovalno jezero prečrpali 2.044.980 m³ vode iz energetskega kanala HE Formin (slika 17). V letu 2011 so vodonosnike umetno napajali s skupno količino 6.019.768 m³ vode, kar je za 12 odstotkov več kot v letu 2010.



Slika 16: Letne količine umetnega napajanja vodonosnika na Vrbanjskem platoju v obdobju 2006-2011 (Vir podatkov: Mariborski vodovod, Maribor)

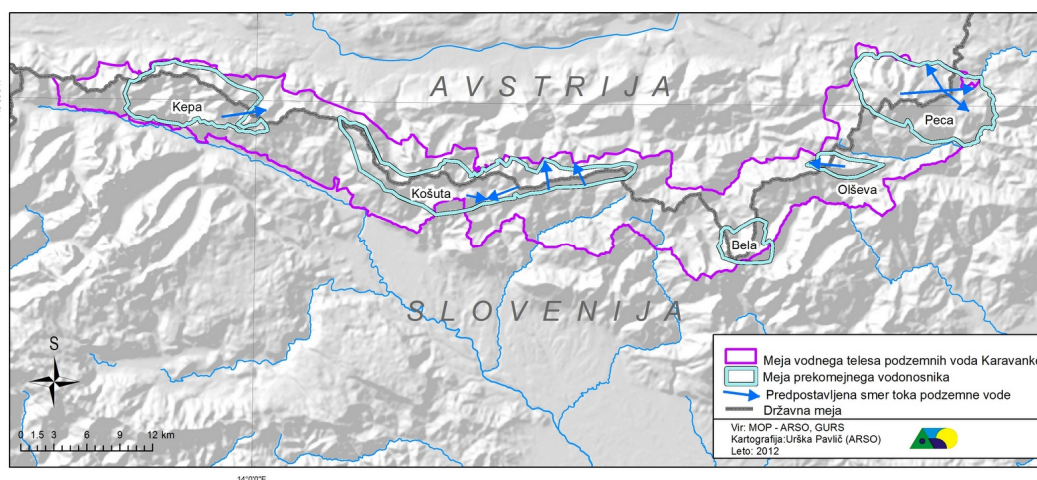


Slika 17: Letne količine umetnega napajanja vodonosnika v Ormožu v obdobju 2006-2011 (Vir podatkov: Komunalno podjetje Ormož)

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 treba upoštevati obnovljive količine in odvzeme podzemne vode ter oceniti vpliv odzemov na spremembo dinamike toka podzemne vode preko državne meje.

Znotraj območja vodnega telesa VTPodV_1005 Karavanke je bilo določenih pet čezmejnih vodonosnikov. Skrajno zahodno je vodonosnik Kepe, iz katerega se napajajo vodni viri v cestnem predoru skozi Karavanke. Temu vodonosniku proti vzhodu sledi 60 km dolg, a ozek vodonosnik Košute, ki poteka od Javornika na zahodu do Korškega potoka na vzhodu. Proti vzhodu sledi vodonosnik Bele, ki obsega manjše območje nad Belsko Kočno. Iz vodonosnika Olševa se celoten odtok podzemne vode drenira na območje izvirov na avstrijski strani. Skrajno vzhodni vodonosnik je masiv Pece, iz katerega se podzemne vode drenirajo na obe strani državne meje, napajalna zaledja posameznih izvirov pa se znotraj njega prepletajo (Brenčič in Poltnig, 2008) (slika 18).



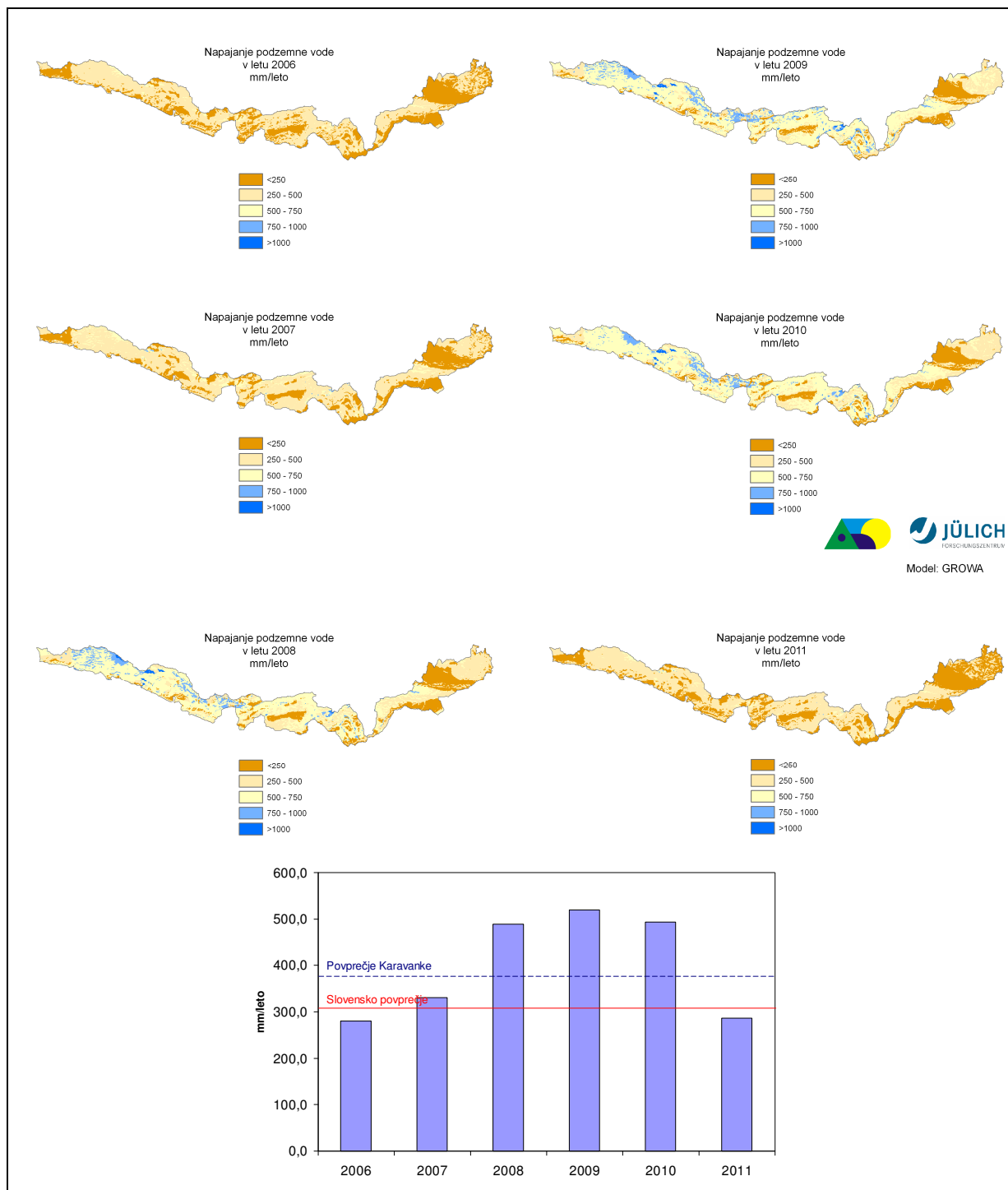
Slika 18: Predpostavljene smeri toka podzemne vode v čezmejnem vodnem telesu Karavanke (Povzeto po: Brenčič in Poltnig, 2008)

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 največjim napajanjem v Sloveniji. Letno napajanje vodonosnikov Karavank je bilo v letu 2011 s 286 mm med najmanjšimi v zadnjih petih letih. Najmanjša napajanja so bila znotraj VTPodV_1005 Karavanke ocenjena na vodonosnem sistemu 32722 Peca-Koprivna na vzhodnem delu vodnega telesa (slika 19).

V državno hidrološko merilno mrežo za spremljanje dinamike toka podzemnih voda v vodnem telesu VTPodV_1005 Karavanke, so bila v letu 2011 vključena štiri merilna mesta: iztok iz cestnega predora Karavanke, Javorniški potok, Završnica in Mošenik. Hidrološke meritve na merilnih postajah so se pričele jeseni 2011, na izviri Završnice pa se pretok meri od leta 2006. Izviri Završnice so zajeti za potrebe oskrbe s pitno vodo Jesenic in okoliških krajev. Iz izvirov Završnice je bilo v letu 2011 odvzete 899.517 m³ oz. 0,029 m³/s vode, kar je okoli 8,7 % srednjega pretoka izvira v letu 2011 (0,333 m³/s).

V letu 2011 je bilo iz vodnega telesa VTPodV_1005 Karavanke z namenom oskrbe s pitno vodo odvzetih skupno 2.507.974 m³ oz. 0,080 m³/s podzemne vode. Največ, okoli 86 odstotkov, je bilo odvzete iz naravnih iztokov podzemnih voda, ostale pa so bile odvzete s črpanjem zahodno od vodonosnika Kepe, kjer ni evidentiranih čezmejnih tokov podzemne vode večjih razsežnosti. V primerjavi z letom 2010 se skupna količina odvzemov iz vodnega telesa VTPodV_1005 Karavanke v letu 2011 ni bistveno spremenila, zmanjšalo pa se je napajanje vodonosnikov. Delež odvzemov podzemne vode glede na obnovljive količine podzemne vode se je zato iz 1,3 % v letu 2010 zvišal na 2,2 % v letu 2011.

Agencija RS za okolje je v letu 2011 sodelovala tudi pri raziskavah evropskega projekta Alp-Water-Scarce - AWS (Pomanjkanje vode v Alpah) z usmeritvijo v razvoj strategij upravljanja z vodnimi viri in razvoj sistema zgodnjega opozarjanja na pomanjkanje vode v Alpah. V sodelovanju z Inštitutom za raziskavo krasa iz Postojne je bil leta 2011 izveden tudi sledilni poskus s fluorescentnim sledilom v prispevnem zaledju iztoka podzemne vode iz južnega dela cestnega predora Karavanke – vodonosnik Kepe, ki pa ni potrdil povezave med potokom Presušnik in pričakovanimi iztoki podzemne vode iz vodonosnika Kepa. S poskusom je bila nakazana bolj zapletena hidrogeološka zgradba in dinamika toka znotraj vodonosnika Kepa, kot se je predvidevalo do sedaj (Inštitut za raziskavo krasa, 2011).



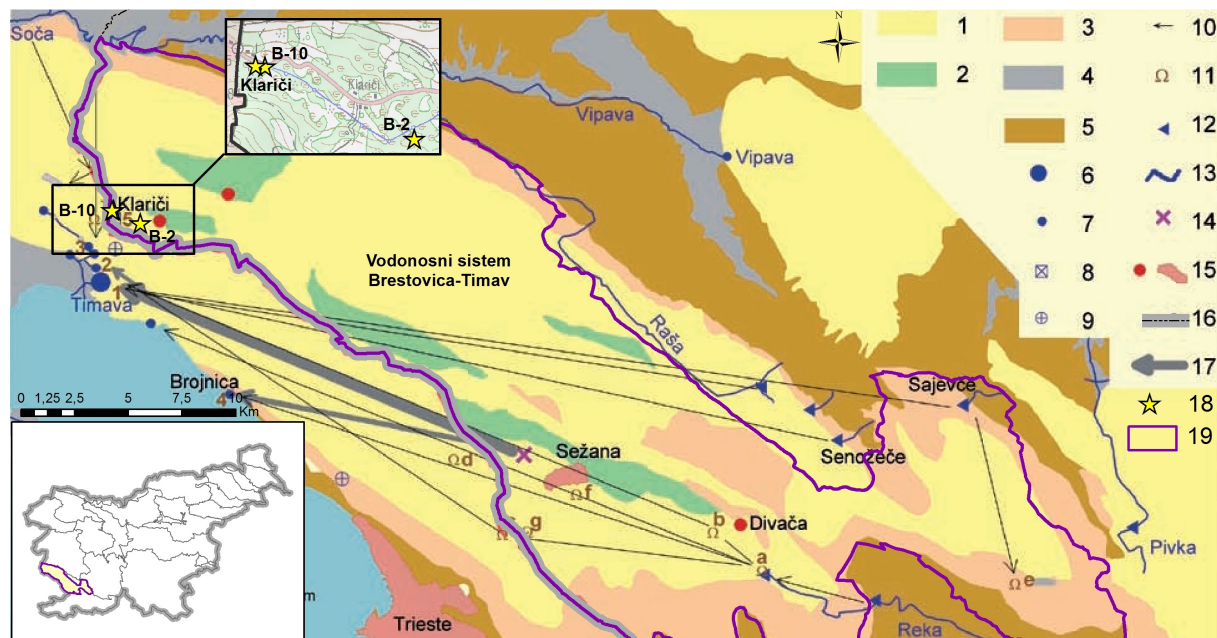
Slika 19: Obnovljive količine podzemne vode v telesu podzemne vode VTPodV_1005 Karavanke v letih od 2006 do 2011 in primerjava s povprečno vrednostjo obdobja 1971-2000

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-Timav, ki je od obale

Tržaškega zaliva ločen s tri do sedem km širokim pasom italijanskega ozemlja med Trstom in Tržičem.

Vodonosni sistem 50621 Brestovica-Timav 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.



Slika 20: Vodonosni sistem 50621 Brestovica-Timav 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 vodonosnega sistema Brestovica-Timav.

Vodonosni sistem na območju Krasa (slika 20) napajajo poleg padavin tudi vode ponikalnic Reke, Senožeškega in Sajevskega 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).

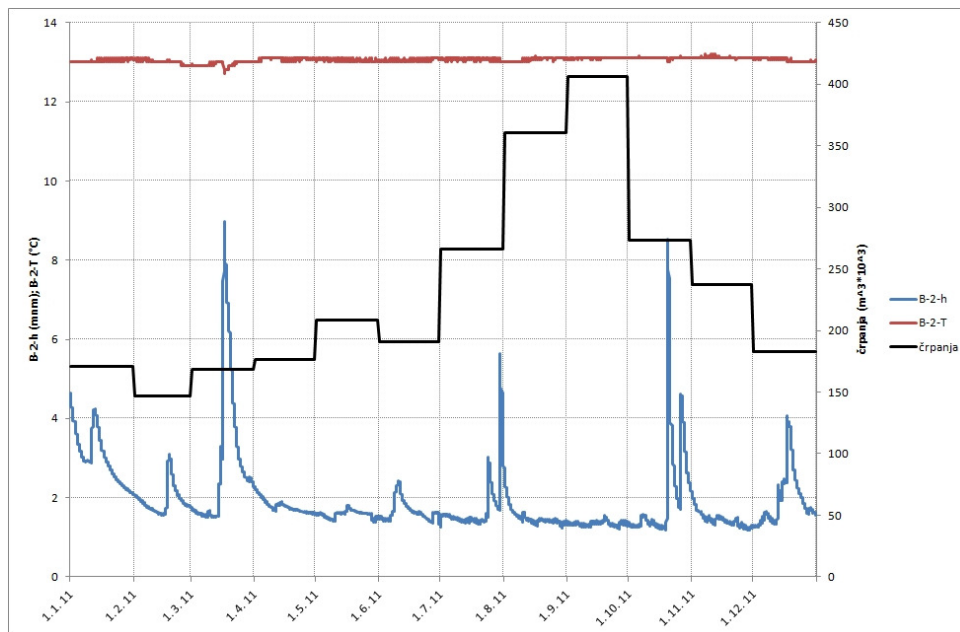
V zaledju teh izvirov je ob meji z Italijo v zaselku Klariči črpališče za regionalno vodooskrbo južne Primorske. Zmogljivost črpalk je 200 l/s, dnevno pa načrpajo med 5.000 in 16.500 m³ pitne vode. Črpališče je od najbližjih izvirov Timave oddaljeno le 1,7 km, od morske obale pa manj kot 4 km. Gladina kraške podzemne vode v depresijskem lijaku se ob črpanju zniža tudi pod gladino morja. Po podatkih iz ARSO evidence o vodnih povračilih so leta 2011 v Klaričih načrpali 2.807.850 m³ podzemne vode, kar je 406.400 m³ več kot leto pred tem.

Nihanja gladin in temperature podzemne vode se zvezno spremlja v vodnjaku B-2, ki je od črpališča oddaljen 1,6 km (slika 21, slika 22). Plimovanje morja se ob nizkih vodostajih podzemne vode v vodnjaku, ko so ti le dober meter nad morsk gladino, opazi na nivogramu, visoki vodostaji pa lahko dosežejo tudi 10 metrsko amplitudo.

Temperatura podzemne vode je ustaljena pri 13 °C in se rahlo zniža le ob dotoku sveže vode po intenzivnih padavinah.



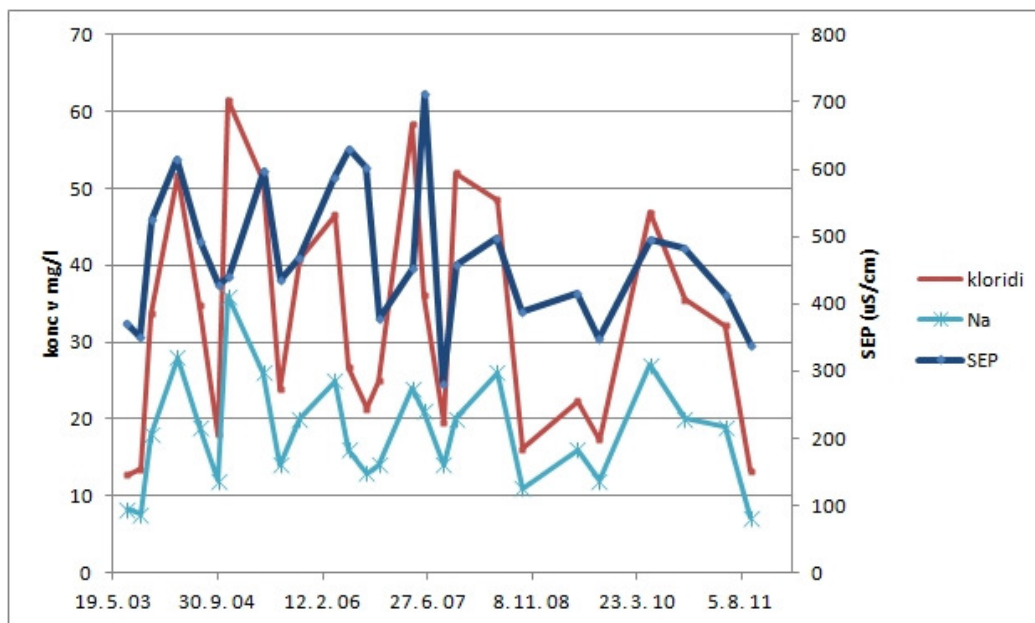
Slika 21: Vodnjak B-10, vodnjak B-2, črpališče Klariči in izviri Timave pri Štivanu



Slika 22: Gladina (h) in temperatura (T) podzemne vode v vodnjaku B-2 Brestovica ter količina črpanja v črpališču Klariči v letu 2011

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 23). Mejne vrednosti specifične električne prevodnosti za

pitno vodo so 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, v morski vodi pa vrednosti tega parametra dosežajo 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 natrija in kloridov pa so v zadnjih letih zaznani trendi zmanjševanja (slika 23).



Slika 23: Vrednosti specifične električne prevodnosti vode SEP ($\mu\text{S}/\text{cm}$), kloridov (Cl^-) in natrija (Na) v črpališču Klariči

Preglednica 9: Rezultati ARSO vzorčenj podzemne vode v črpališču Klariči v letu 2011

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 $\text{mg K}^+/\text{l}$
15.9.2011	339	8,27	13,3	55	8,8	7,2	1,1
19.5.2011	412	10,6	32,1	65	12	19	1,4

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. To potrjujejo tudi rezultati hidrogeoloških raziskav v preteklosti.

V avgustu 2008 je bil na vodnem viru Brestovica – Klariči opravljen črpalni poizkus, katerega namen je bil ugotoviti kapaciteto in kemijsko sestavo vodnega vira ob intenzivnem črpanju v kritičnem poletnem času. Intenzivno črpanje iz vodonosnika je trajalo 30 dni, skupna količina 470 l/s je bila črpana iz obstoječih vodnjakov črpališča Klariči ter iz novega vodnjaka B-10/06. Ob črpanju 265 l/s iz vodnjaka B-10/06 se je gladina podzemne vode v vodnjaku znižala le za 17 cm. Intenzivno črpanje iz vodonosnika se je odrazilo v spremembah kemijske in izotopske sestave podzemne vode, ki so nastale zaradi večjega deleža podzemne vode iz prodnega zasipa reke Soče (Urbanc, 2012).

4.3 Preizkus vpliva rabe podzemnih voda na stanje površinskih voda

Preizkus vpliva podzemne vode na stanje površinskih voda je bil izveden na štirih telesih površinske vode s slabim ekološkim stanjem: SI3VT359 Drava Dravograd - Maribor, SI3VT930 Drava Ptuj – Ormož, SI6VT330 Soške elektrarne in SI16VT17 Savinja povirje - Letuš. Vzroki za oceno slabega ekološkega stanja so bili v hidromorfološki spremenjenosti in splošni degradiranosti vodotokov. Preučili smo, ali so odvzemi podzemnih voda vplivali na hidrološko stanje obravnavanih odsekov rek, oziroma zaježitvenih jezer.

V vplivnem območju močno preoblikovanega vodnega telesa Drave nad Mariborom (SI3VT359 Drava Dravograd - Maribor) pri Rušah, kjer je bilo ugotovljeno slabo ekološko stanje ob zaježitvenem jezeru HE Mariborski otok, je bilo v letu 2011 za 815.907 m³ odvzemov podzemne vode oz. 25,87 l/s (0,026 m³/s). Pretok skozi turbine v času polnega delovanja HE Mariborski otok je 550 m³/s. Nad območjem slabega ekološkega stanja je veriga zaježitvenih jezer na katerih obratujejo HE Fala, HE Ožbalt, HE Vuhred, HE Vuzenica, HE Dravograd in veriga gorvodnih hidroelektrarn v Avstriji. Pod obravnavanim območjem obratujejo HE Mariborski otok, HE Zlatoličje, HE Formin in veriga dolvodnih hidroelektrarn na Hrvaškem. Celotna veriga hidroelektrarn deluje sinhronizirano v taktu, pri čemer se urno spreminjata gladina in volumen zelo počasi tekoče vode v zaježitvenem jezeru. V hipotetičnem primeru, ko bi ne bilo dotoka v zaježitveno jezero iz gorvodnih elektrarn, se bi ob polnem obratovanju HE Mariborski otok jezero izpraznilo v približno šestih urah in pol. Izpad dotoka podzemne vode v jezero zaradi črpanja, bi v istem času znašal 0,005 % volumna zaježitvenega jezera 13,1x10⁶ m³. Ocenjujemo, da raba podzemne vode ne vpliva zaznavno na gladino in volumen zaježitvenega jezera, oziroma na pretočne razmere Drave.

V napajalnem območju močno preoblikovanega vodnega telesa Drave pri Ptuj (SI3VT930 Drava Ptuj - Ormož), kjer je bilo ugotovljeno slabo ekološko stanje ob zaježitvenem Ptujskem jezeru, je črpališče Skorba za oskrbo mesta Ptuj s pitno vodo. Na črpališču ptujskega vodovoda in manjših zajemih ostalih uporabnikov je bilo v letu 2011 zajetih skupaj 2.815.269 m³ podzemne vode oz. 89,27 l/s (0,089 m³/s). Pretok skozi turbine HE Formin, ki rabi vodo iz Ptujskega jezera, znaša 500 m³/s. Gladina in volumen Ptujskega jezera se spreminjata urno glede na obratovanje verige elektrarn na Dravi kot že zgoraj opisano za območje močno preoblikovanega vodnega telesa nad Mariborom. V hipotetičnem primeru, ko bi ne bilo dotoka v zaježitveno jezero iz gorvodnih elektrarn, se bi ob polnem obratovanju HE Formin Ptujsko jezero izpraznilo v približno devetih urah in pol. Izpad dotoka podzemne vode v jezero zaradi črpanja, bi v istem času znašal 0,02 % volumna zaježitvenega jezera 17,1x10⁶ m³. Ocenjujemo, da raba podzemne vode ne vpliva zaznavno na gladino in volumen zaježitvenega jezera, oziroma na pretočne razmere Drave.

V vplivnem območju močno preoblikovanega vodnega telesa Soče pri Plavah (SI6VT330 Soške elektrarne) je bilo v letu 2011 vsega skupaj za 164.725 m³ odvzemov podzemne vode oz. 5,19 l/s (0,005 m³/s). Odvzemno mesto se nahaja pod Plavami v strženu zaježitvenega jezera HE Solkan. Polni pretok skozi turbine HE Solkan znaša 180 m³/s. Nad obravnavanim odsekom površinske vode zaježitvenega jezera se nahajata HE Plave in HE Dobljar z zaježitvenimi jezери, ter črpalna hidroelektrarna Avče, pod Plavami pa HE Solkan. Veriga hidroelektrarn obratuje v

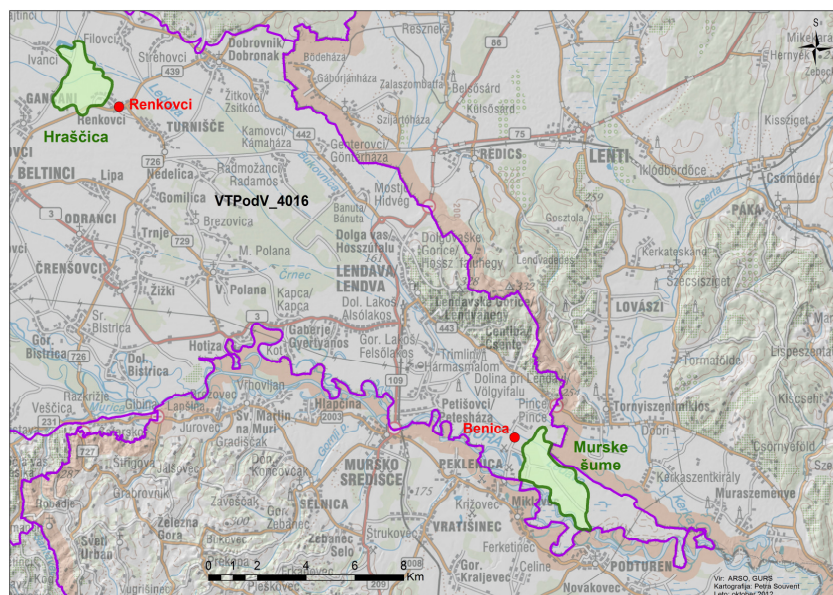
taktu, pri čemer se gladina, hitrost toka in volumen vode v zajezitvenih jezerih spreminjajo tekom dneva urno. V hipotetičnem primeru, ko bi ne bilo dotoka v zajezitveno jezero iz gorvodnih elektrarn, se bi ob polnem obratovanju HE Solkan jezero izpraznilo v približno dveh urah. Izpad dotoka podzemne vode v jezero zaradi črpanja, bi v istem času znašal 0,003 % volumna zajezitvenega jezera $1,15 \times 10^6 \text{ m}^3$. Ocenjujemo, da raba podzemne vode ne vpliva zaznavno na hidrološko stanje površinske vode.

V vplivnem območju vodnega telesa Savinje v zgornjem toku (SI16VT17 Savinja povirje - Letuš) nad Lučami, kjer je bilo ugotovljeno slabo ekološko stanje, je bilo v letu 2011 za 32.351 m^3 odvzemov podzemne vode oz. $1,03 \text{ l/s}$ ($0,001 \text{ m}^3/\text{s}$). To je hidrološko zanemarljiva količina vode. Srednji letni pretok Savinje na tem odseku v letu 2011 je bil ocenjen iz podatka gor vodne merske postaje Solčava ($1,43 \text{ m}^3/\text{s}$) in je znašal $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$. Delež odvzemov podzemne vode je bil manjši od 0,05 % pretoka reke. Preizkus vpliva rabe podzemne vode na stanje površinskih voda Savinje v zgornjem toku ne odkriva vzrokov za slabo ekološko stanje, ki bi bili povezani z odvzemi podzemne vode iz vodonosnikov v njihovem vplivnem območju. Gor vodno nad lokacijo vzorčenja je bil zgrajen novi cestni most čez Savinjo. Domnevamo, da je ob gradnji mostu prišlo tudi do posegov v samo korito reke.

V vseh štirih obravnavanih primerih vzroki slabega ekološkega stanja površinskih voda niso v rabi podzemne vode na vplivnih območjih. Vzroke je treba iskati v umetnih posegih v same vodotoke.

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

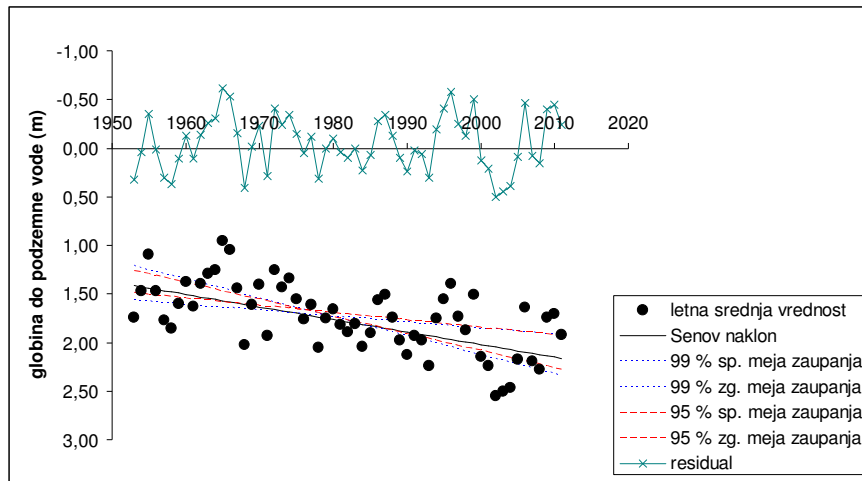
Preizkus vpliva odvzema podzemne vode na stanje kopenskih ekosistemov, odvisnih od podzemne vode (KEOPV), smo na izbranem delu varstvenih območij Natura 2000 (Geološki zavod Slovenije, 2005) izvedli s primerjavo letnih količin odvzema podzemne vode in letnih ocen napajanja plitvih vodonosnikov z regionalnim vodnobilančnim modelom GROWA-SI. Odvzemi znotraj Nature 2000 so bili največji na območju Ljubljanskega Barja, Krasa in Mure. Za območje Ljubljanskega Barja in Krasa ocenjujemo, da kopenski ekosistemi zaradi odvzemov podzemnih voda niso ogroženi, saj gre za vodonosnike z razmeroma veliko globino do podzemne vode. Pri teh globinah podzemne vode ni pomembnega vpliva na kopenske živalske in rastlinske vrste. Na območju Mure znotraj vodnega telesa VTPodV_4016 Murska kotlina pa so rezultati fitopatoloških raziskav (Smolej in Hager, 1995; Batič, 1997; Čater, 2002; Čater in Batič, 2006) opozorili na tveganje za propadanje gozdnega ekosistema (slika 24). Domnevni vzrok, predvsem na območju Hraščice pri Renkovcih, naj bi bil tudi zniževanje gladine podzemne vode (slika 25).



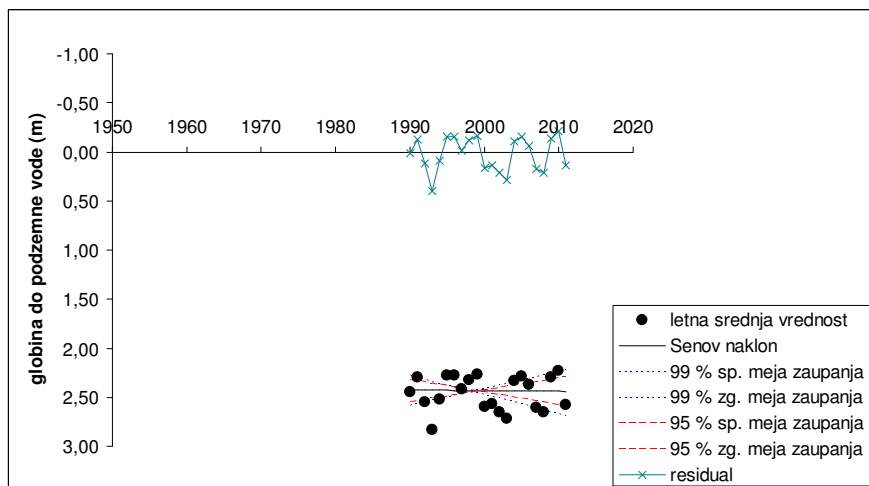
Slika 24: Lokacija gozdnih območij Hraščice in Murskih šum ter ARSO merilnih mest gladine podzemne vode 0850 Renkovci in 0111 Benica na vodnem telesu podzemne vode VTPodV_4016 Murska kotlina

Zaradi omenjenih rezultatov fitopatoloških raziskav smo podrobneje analizirali trend podatkov o gladinah podzemne vode v Renkovcih in Benici, kot reprezentativnih merilnih mestih za oceno hidroloških razmer na gozdnih območjih Hraščica in Murska šuma (slika 24). Gladina podzemne vode je na omenjenih območjih plitvo pod površjem: 1,7 m v Renkovcih in 2,5 m v Benici. Analizirani so bili trendi letnih in mesečnih povprečnih gladin podzemne vode. Letna povprečja gladine podzemne vode v Renkovcih od leta 1953 (slika 25) imajo statistično značilen trend zniževanja ($\alpha=0,001$). Letna povprečja gladine podzemne vode v Benici (slika 26) pa nimajo statistično značilnega trenda, vendar je v tem primeru podatkovni niz krajši (1990-2011) in časovno neprimerljiv z nizom iz merilnega mesta v Renkovcih. Šibek statistično značilen trend naraščajočih vrednosti ($\alpha=0,1$) se nakazuje le pri mesečnih povprečjih v januarju, februarju in marcu.

Opravljenе analize trenda v prihodnje terjajo podrobnejšo simulacijo z modelom, da bi podrobneje ugotovili vpliv odvzemov podzemne vode na znižanje gladine. Učinke odvzemov na vplivnem območju ekosistema, v skupni količini okoli 2.500.000 m³, bo potrebno preizkusiti z uporabo numeričnega modela toka podzemne vode, ki se ga na Agenciji RS za okolje vzpostavlja v okviru projekta BOBER – ENS.



Slika 25: Trend srednjih letnih gladin podzemne vode na merilnem mestu Renkovci na Prekmurskem polju v obdobju 1953 – 2011



Slika 26: Trend srednjih letnih gladin podzemne vode na merilnem mestu Benica na Prekmurskem polju v obdobju 1990 – 2011

5 Kazalci količinskega stanja podzemnih voda v letu 2011

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 količina podzemne vode na prebivalca v letu 2011 (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. Količina padavin je bila v letu 2011 izmerjena v razponu od preko 2.100 mm v Kamniško-Savinjskih Alpah do 614 mm na Obali (Cegnar, 2011). Obnovljive količine podzemne vode po posameznih vodnih telesih podzemnih voda odkrivajo največje vrednosti v vodnem telesu VTPodV_6020 Julijske Alpe v porečju Soče (493 mm) in VTPodV_1004 Julijske Alpe v porečju Save (378 mm), najmanjše pa v vodnem telesu VTPodV_4018 Goričko (28 mm) in VTPodV_4017 Vzhodne Slovenske gorice (29 mm) ter VTPodV_3015 Zahodne Slovenske gorice (32 mm). Po simulacijah vodno-bilančnega modela so bile obnovljive količine podzemne vode oz. napajanje vodonosnikov v letu 2011 za celotno Slovenijo ocenjene na 174 mm oz. $3.529 \cdot 10^6$ m³ (preglednica 10). Ob upoštevanju števila prebivalstva, ki je ob koncu leta 2011 doseglo 2.044.683 (MNZ-CRP, 2012), je bilo v Sloveniji 1.726 m³ 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. Obnovljiva količina podzemne vode je bila v letu 2011 za 130 mm (43 %) nižja od povprečja obdobja 1971-2000.

Preglednica 10: Obnovljiva količina podzemne vode na prebivalca v letu 2011 (UNESCO Groundwater Indicator 1: Renewable groundwater resources per capita - m³/year)

Vodno telo podzemne vode	Stalno prebivalstvo (dec. 2011)	Obnovljive količine podzemne vode*		Obnovljive količine podzemne vode na prebivalca (m ³ /leto)
		mm	m ³ /leto	
1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	475.029	248	192.060.088	404
1002 Savinjska kotlina	60.441	130	14.132.378	234
1003 Krška kotlina	10.516	104	10.006.284	952
1004 Julijske Alpe v porečju Save	35.286	378	296.153.978	8.393
1005 Karavanke	8.406	286	115.251.239	13.711
1006 Kamniško-Savinjske Alpe	42.598	212	235.658.271	5.532
1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko	67.792	239	202.774.023	2.991
1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	163.416	97	172.927.418	1.058
1009 Spodnji del Savinje do Sotle	155.354	82	113.825.908	733
1010 Kraška Ljubljana	61.815	237	309.734.618	5.011
1011 Dolenjski kras	191.488	158	529.886.808	2.767
3012 Dravska kotlina	161.942	103	44.028.586	272
3013 Vzhodne Alpe	94.116	101	128.146.901	1.362
3014 Haloze in Dravinjske gorice	60.238	57	33.976.091	564
3015 Zahodne Slovenske gorice	85.686	32	24.341.180	284
4016 Murska kotlina	76.446	54	32.024.773	419
4017 Vzhodne Slovenske gorice	29.736	29	8.803.893	296
4018 Goričko	22.115	28	13.757.200	622
5019 Obala in Kras z Brkini	124.931	166	262.333.060	2.100
6020 Julijske Alpe v porečju Soče	16.537	493	402.592.037	24.345
6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjska planota	100.795	269	387.460.332	3.844
Slovenija	2.044.683	174	3.529.875.064	1.726

Opomba: Obnovljive količine podzemne vode* = rezultati regionalnega vodnobilančnega modela GROWA-SI za leto 2011

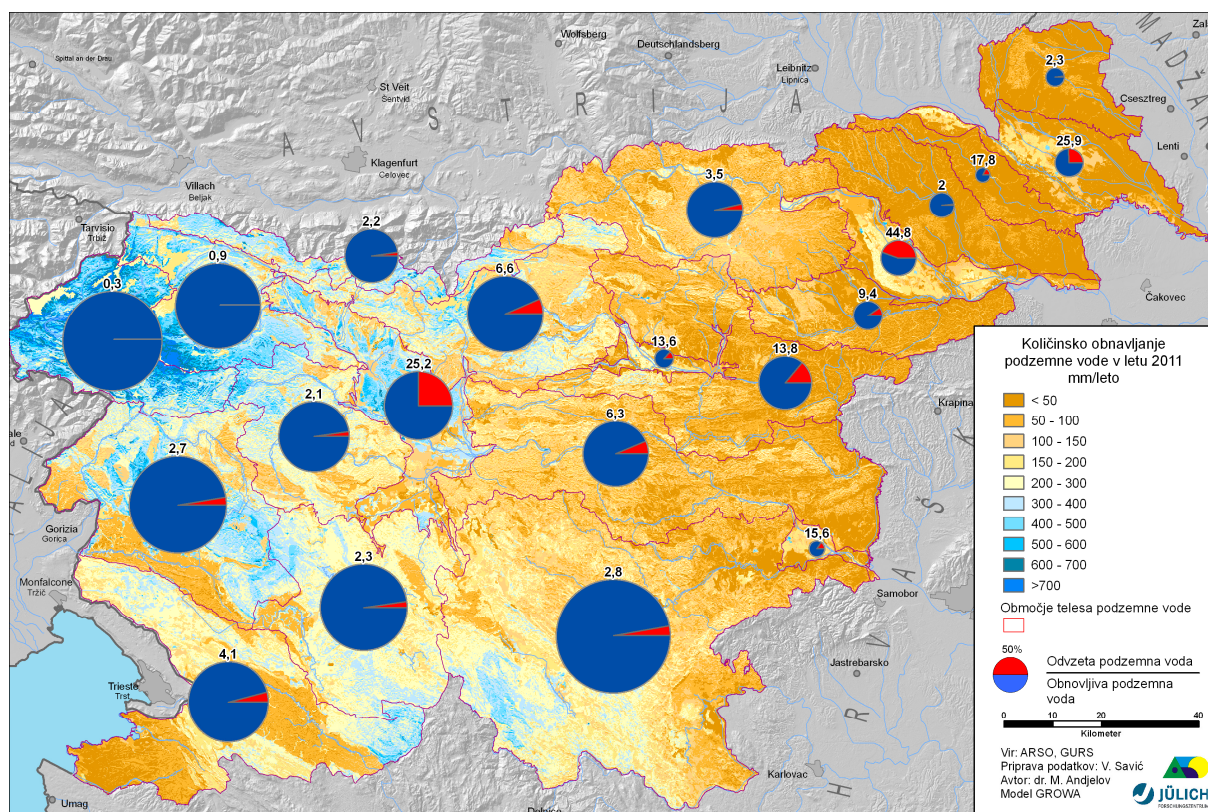
5.2 Kazalec 2: Razmerje med odvzemom podzemne vode in količino napajanja vodonosnikov v letu 2011 (UNESCO Groundwater Indicator 2)

Stopnjo porabe celotne obnovljive količine podzemne vode podaja razmerje med odvzemom podzemne vode in količino napajanja vodonosnikov. Delež odvzemov podzemne vode po ARSO evidenci vodnih povračil je bil glede na rezultate modela napajanja vodonosnikov GROWA-SI v letu 2011 največji na območjih treh aluvialnih vodnih teles: VTPodV_3012 Dravska kotlina (50,9 %), VTPodV_4016 Murska kotlina (25,9 %) ter VTPodV_1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje (25,2 %) (preglednica 11). Vodno telo VTPodV_3012 Dravska kotlina v letu 2011 že presega mejno vrednost 40%, ki jo EEA uporablja kot opozorilo velikega količinskega pritiska na vodno telo podzemne vode (EEA, 2005).

Preglednica 11: Razmerje med odvzemom podzemne vode in količino napajanja vodonosnikov v letu 2011 (UNESCO Groundwater Indicator 2: Total groundwater abstraction / Groundwater recharge - %)

Vodno telo podzemne vode	Odvzemi podzemne vode (m ³ /leto)	Količine napajanja vodonosnikov*		Odvzemi podzemne vode / količine napajanja vodonosnikov (%)
		(mm)	(m ³ /leto)	
1001 Savska kotlina in Ljubljansko Barje	48.412.587	248	192.060.088	25,2
1002 Savinjska kotlina	1.922.266	130	14.132.378	13,6
1003 Krška kotlina	1.561.421	104	10.006.284	15,6
1004 Julijske Alpe v porečju Save	2.532.317	378	296.153.978	0,9
1005 Karavanke	2.507.974	286	115.251.239	2,2
1006 Kamniško-Savinjske Alpe	15.624.094	212	235.658.271	6,6
1007 Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko	4.336.753	239	202.774.023	2,1
1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle	10.971.156	97	172.927.418	6,3
1009 Spodnji del Savinje do Sotle	15.730.553	82	113.825.908	13,8
1010 Kraška Ljubljana	7.161.451	237	309.734.618	2,3
1011 Dolenjski kras	15.005.023	158	529.886.808	2,8
3012 Dravska kotlina	22.396.896	103	44.028.586	50,9
3013 Vzhodne Alpe	4.491.259	101	128.146.901	3,5
3014 Haloze in Dravinjske gorice	3.188.606	57	33.976.091	9,4
3015 Zahodne Slovenske gorice	498.118	32	24.341.180	2,0
4016 Murska kotlina	8.292.646	54	32.024.773	25,9
4017 Vzhodne Slovenske gorice	1.570.407	29	8.803.893	17,8
4018 Goričko	313.340	28	13.757.200	2,3
5019 Obala in Kras z Brkini	10.660.116	166	262.333.060	4,1
6020 Julijske Alpe v porečju Soče	1.258.365	493	402.592.037	0,3
6021 Goriška brda in Trnovsko-Banjška planota	10.459.424	269	387.460.332	2,7
Slovenija	188.894.772	174	3.529.875.064	5,4

Opomba: Količine napajanja vodonosnikov* = rezultati regionalnega vodnobilančnega modela GROWA-SI za leto 2011



Slika 27: Razmerje med odvzemom podzemne vode in količino obnovljene podzemne vode v letu 2011

6 Viri

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

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.), 2011, Naše okolje - Bilten Agencije RS za okolje, december 2011, letnik XVIII, št. 12, 136 str.

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 (*Guercus 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.

EEA, 2005: The European Environment. State and outlook 2005. Europea Environment Agency, Copenhagen, 570 str.

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

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 unzureichenader Datenlage. Gem. EU-WRRL, 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.

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

Kunkel, R., Wendland, F, 2002, The GROWA98 model for water balance analysis in large river basins – the river Elbe case study. Journal o 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_upravljajja_voda.pdf

Rman, N., 2012a: Poročilo o monitoringu termalne vrtine Do-1 v letu 2011. Poročilo Geološkega zavoda Slovenije, 4 str.

Rman, N., 2012b: Poročilo o monitoringu termalne vrtine Fi-5 v letu 2011. Poročilo Geološkega zavoda Slovenije, 4 str.

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

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

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

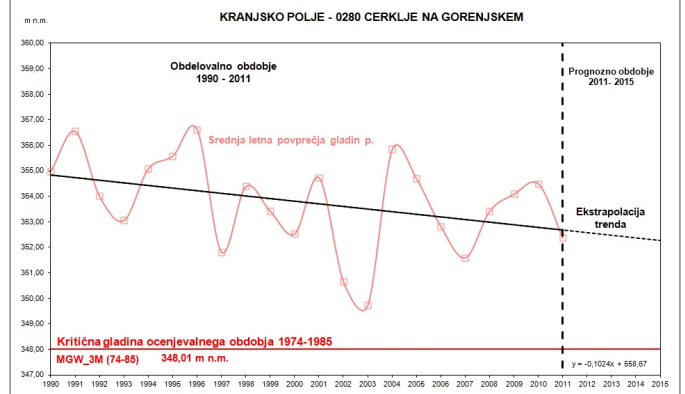
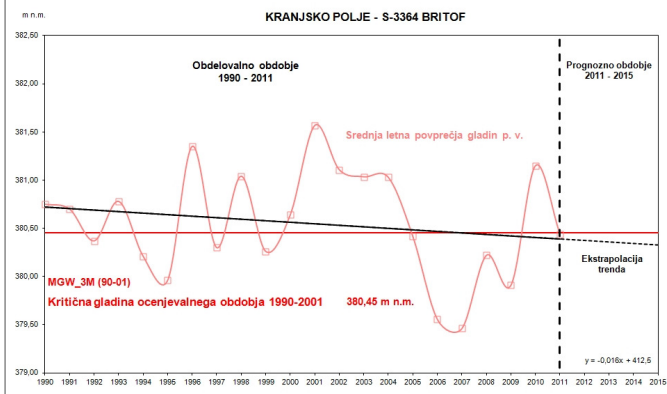
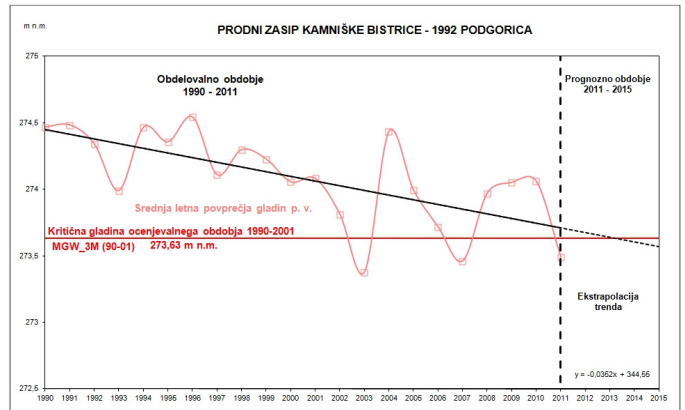
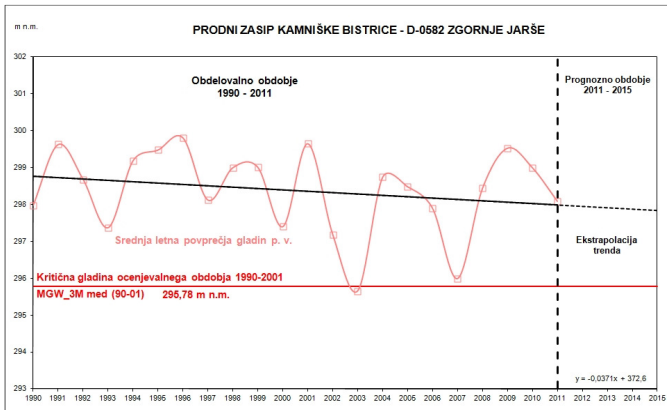
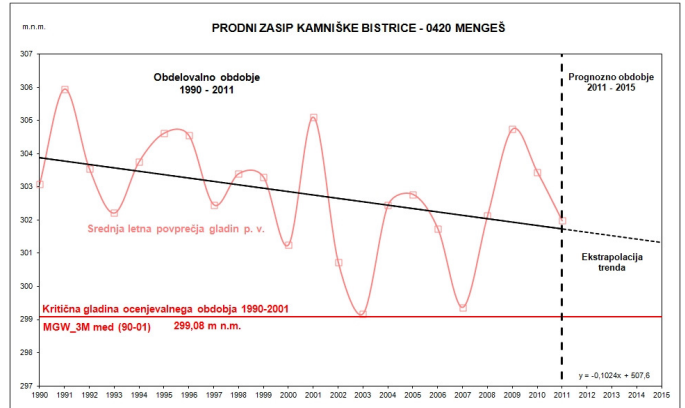
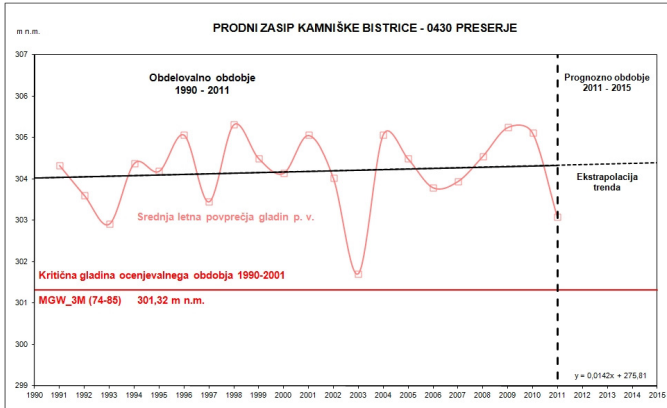
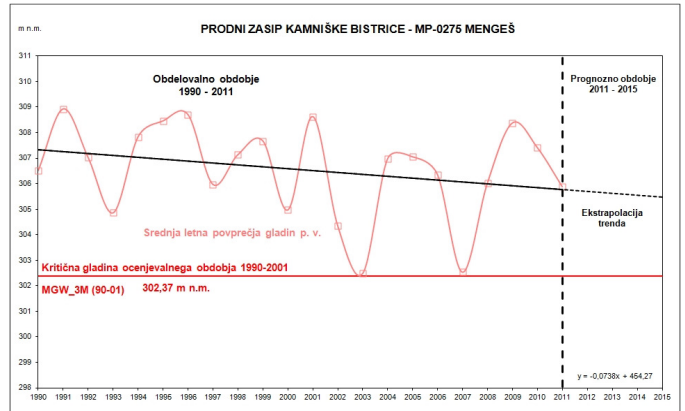
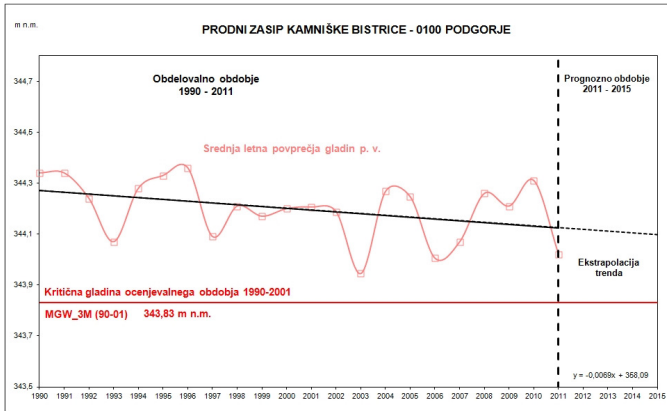
Prostorski podatkovni sloji Geodetske uprave RS

Prostorski podatkovni sloji Gozdarskega inštituta Slovenije

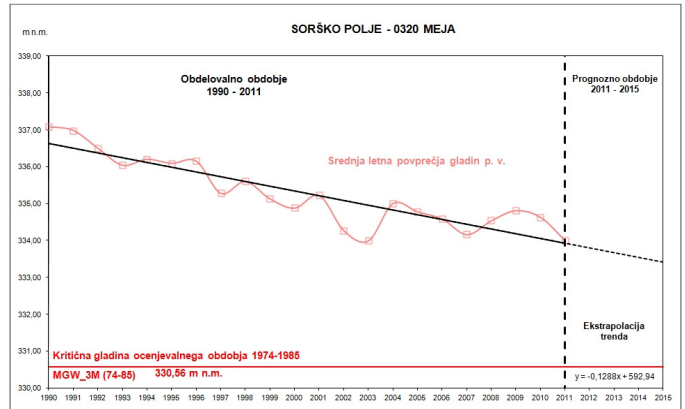
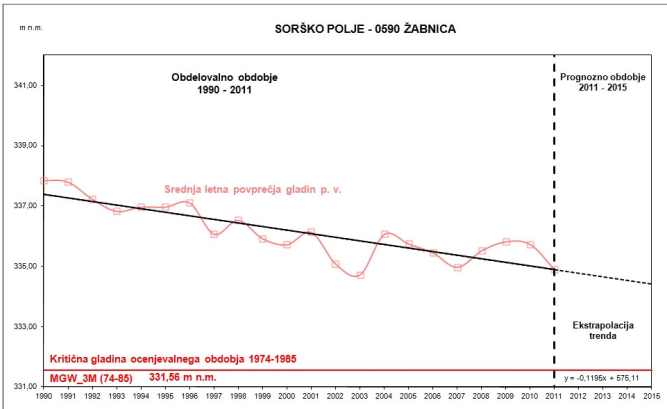
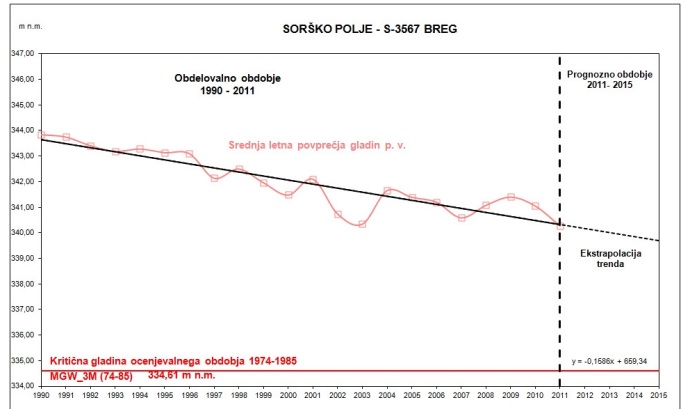
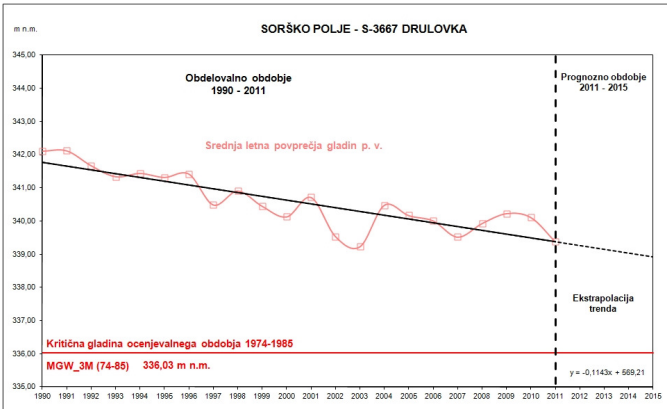
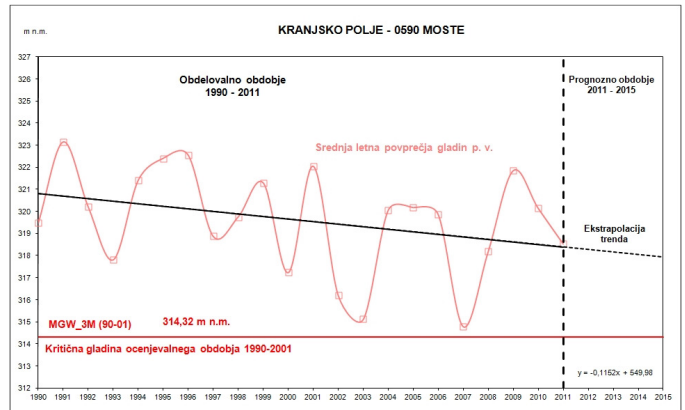
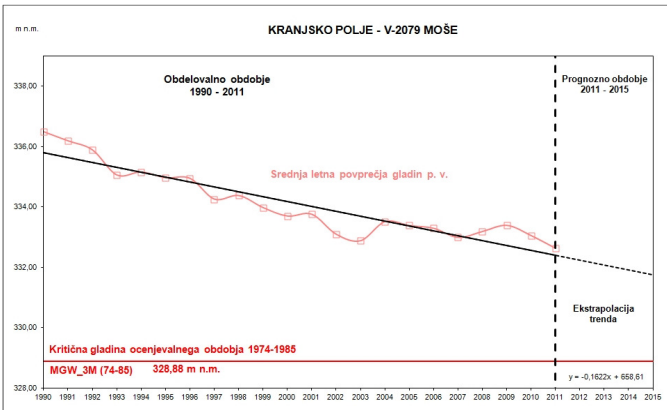
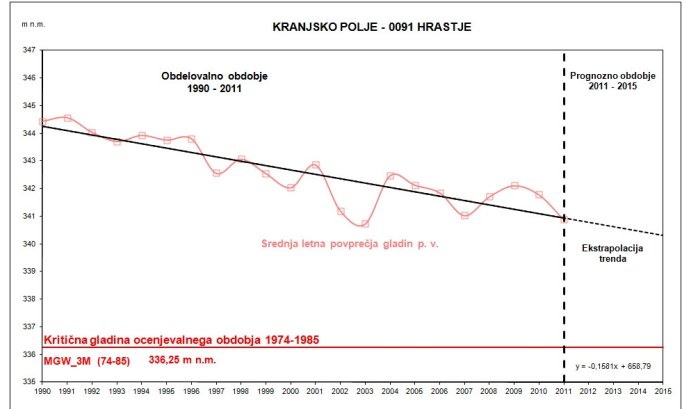
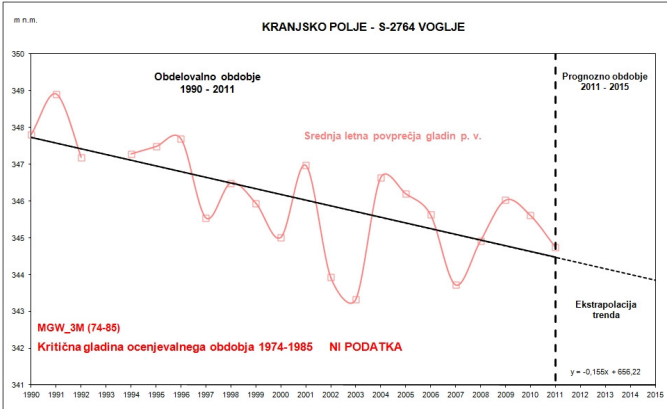
Prostorski podatkovni sloji Ministrstva za notranje zadeve (Centralni register prebivalstva)

7 Priloge

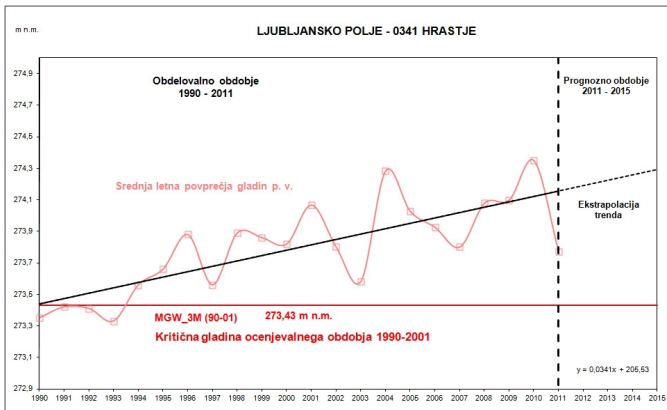
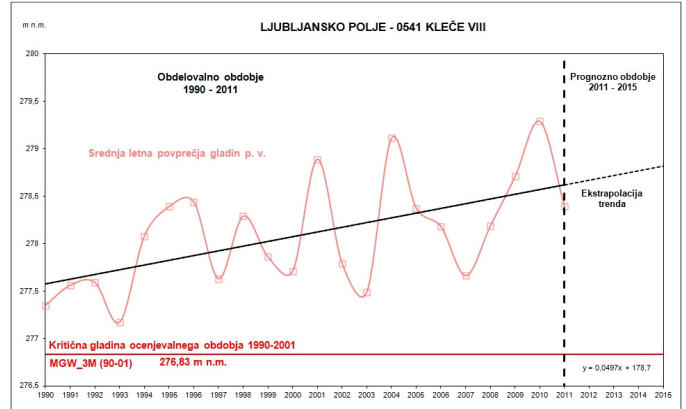
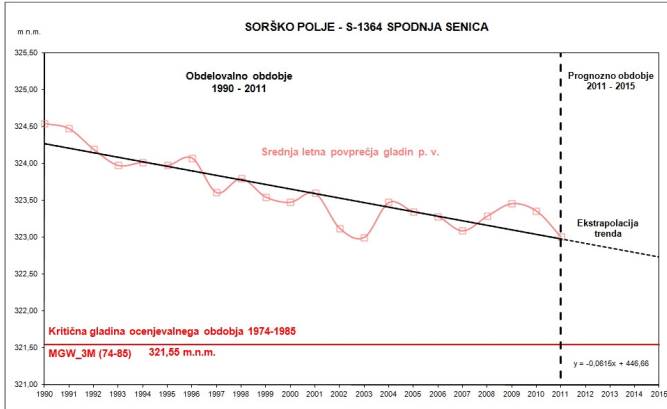
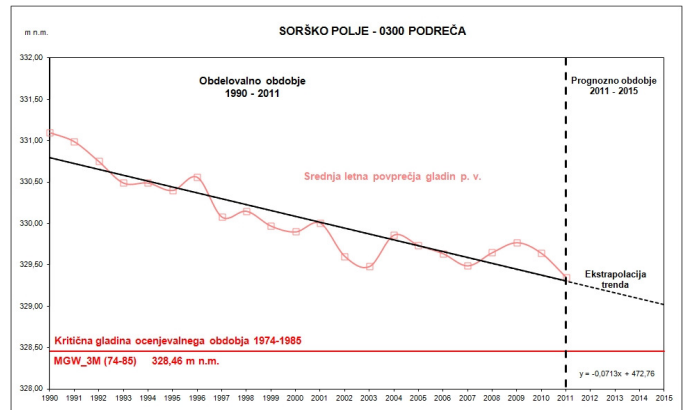
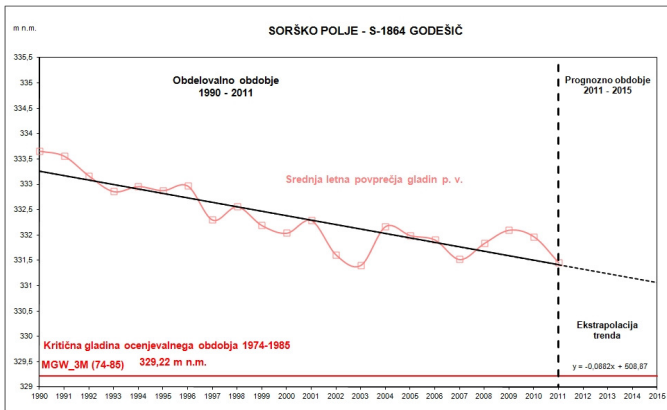
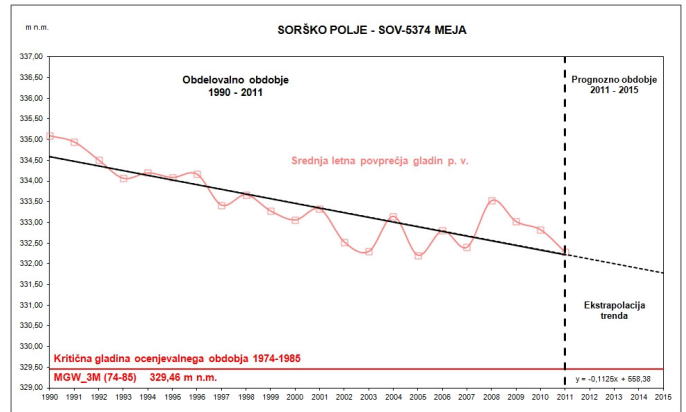
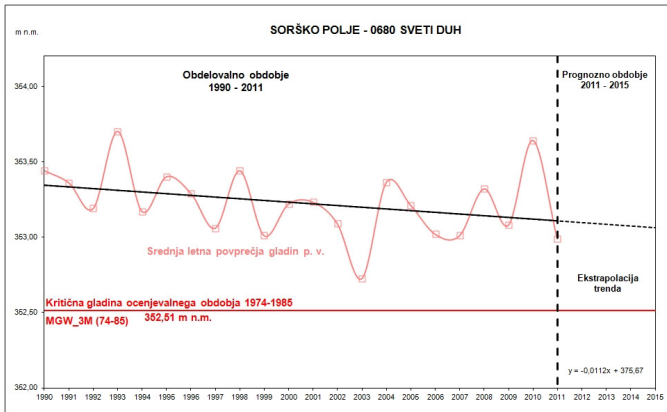
Priloga 7.1: Trendi gladine podzemne vode - 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje



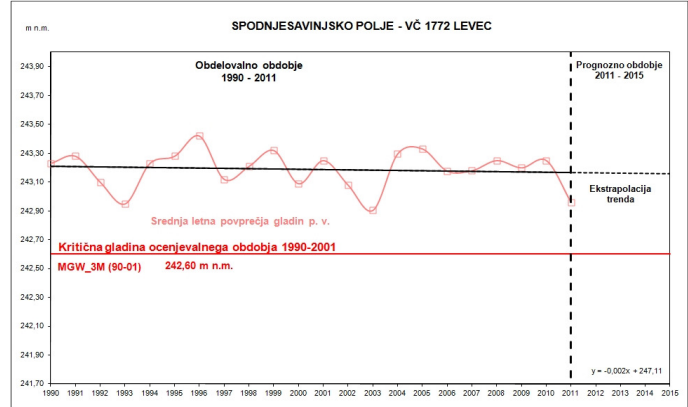
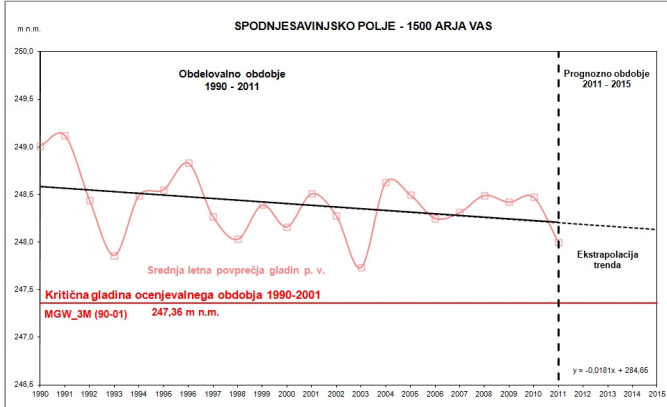
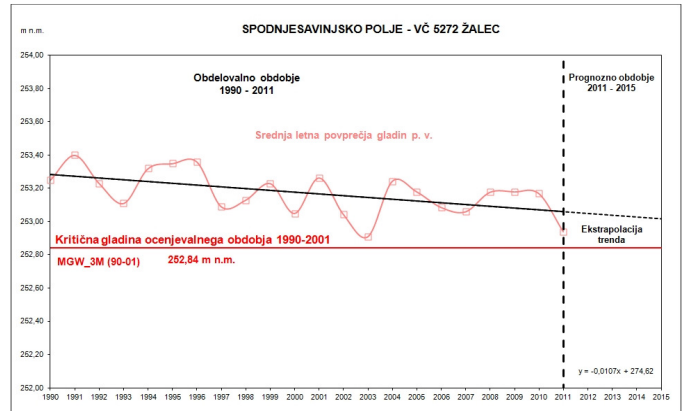
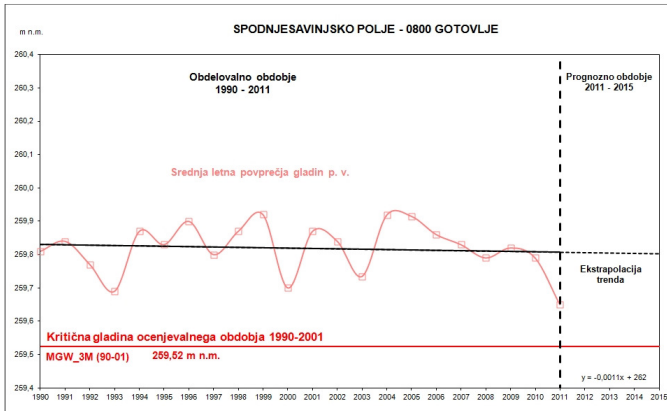
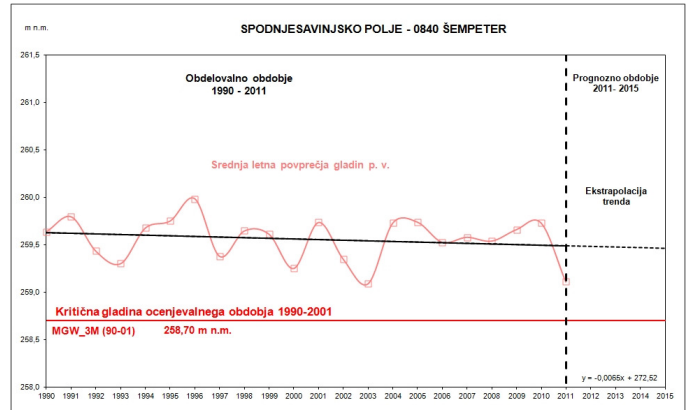
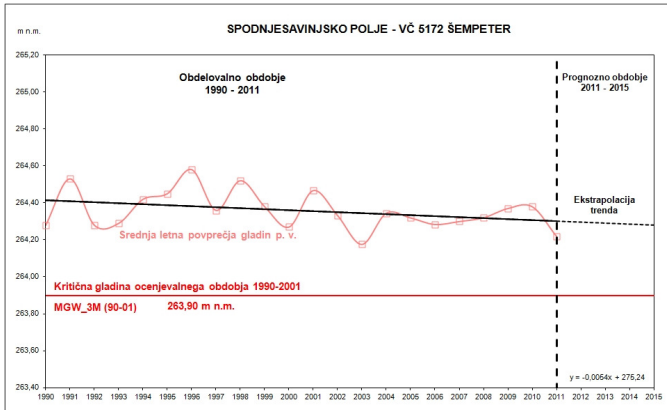
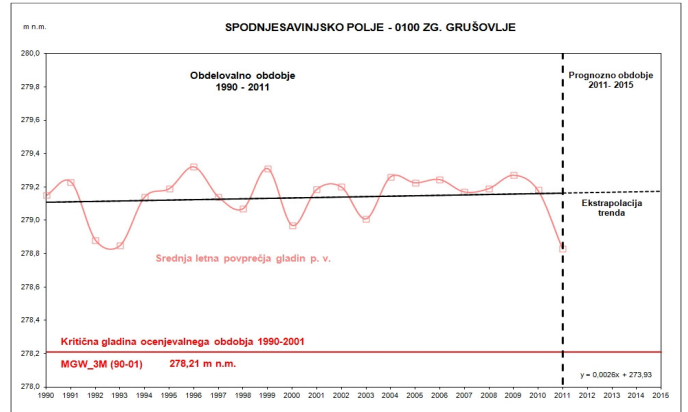
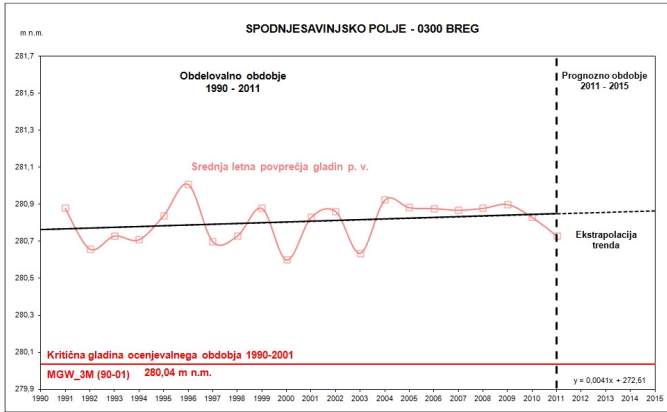
Priloga 7.1: Trendi gladine podzemne vode - 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje (nadaljevanje)



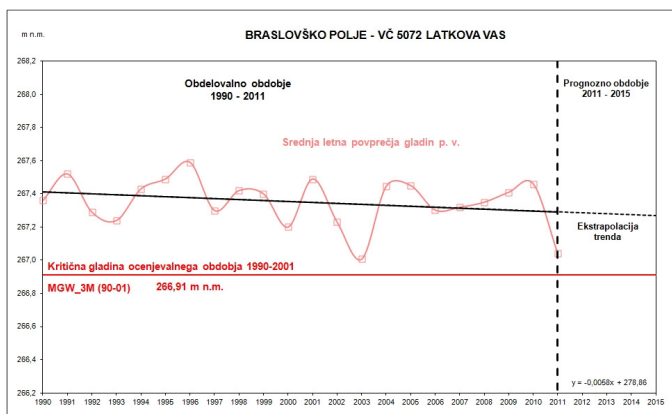
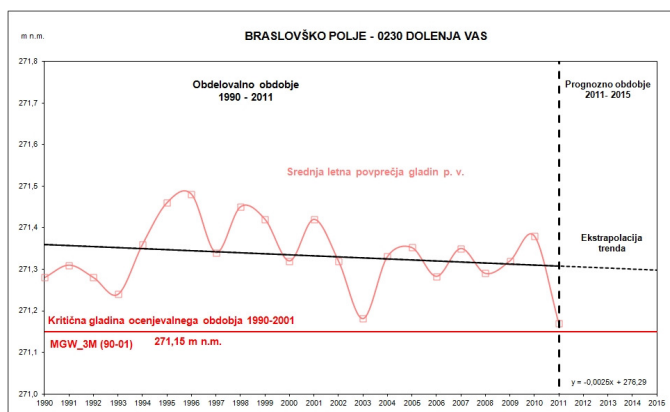
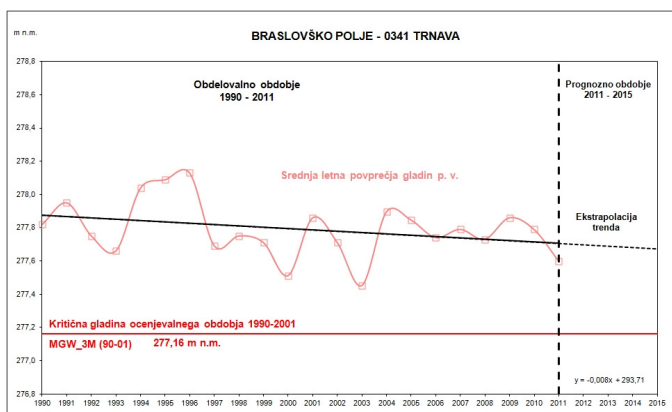
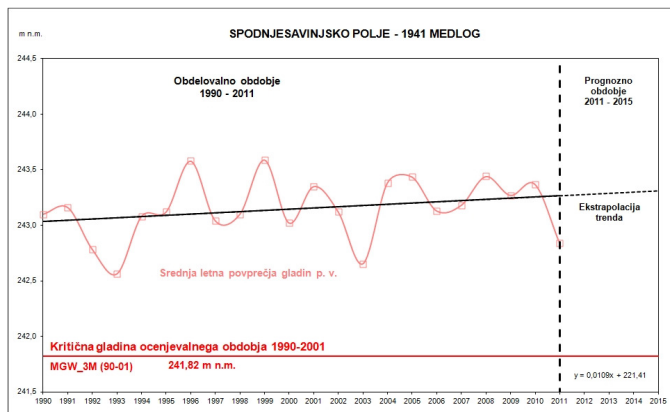
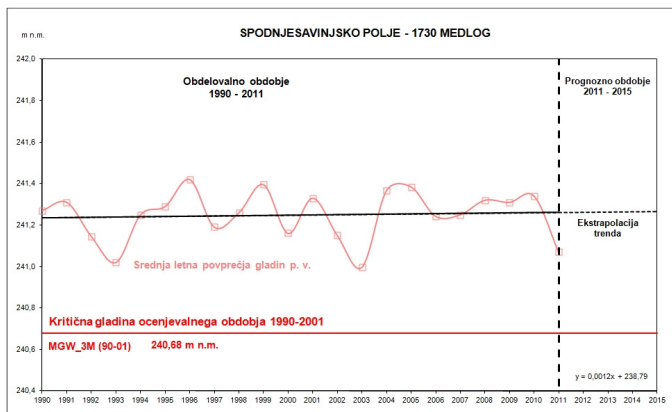
Priloga 7.1: Trendi gladine podzemne vode - 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje (nadaljevanje)



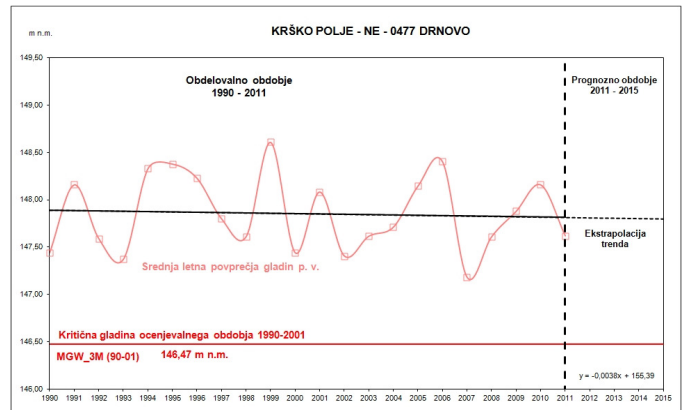
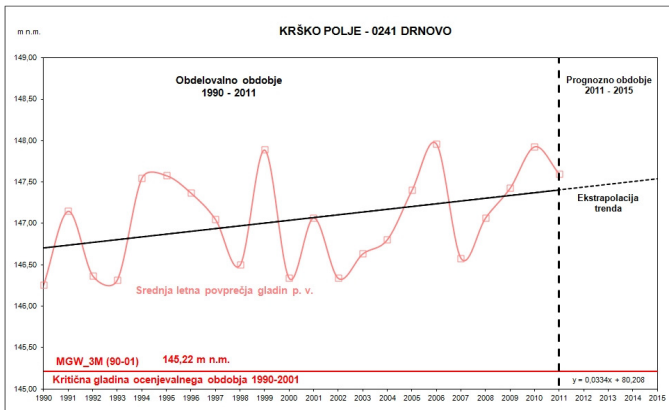
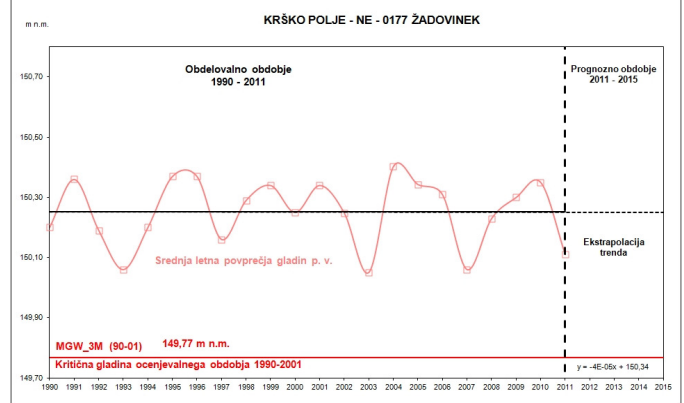
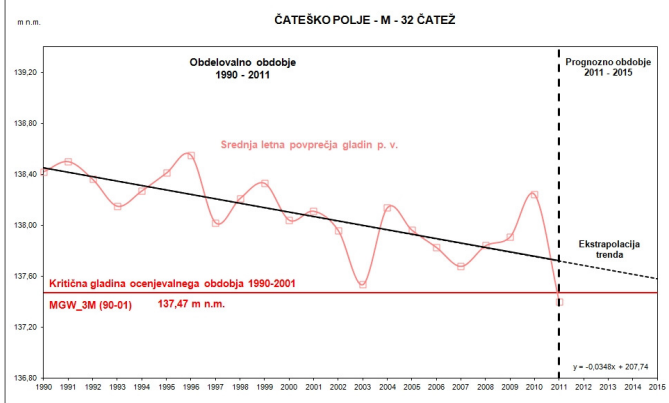
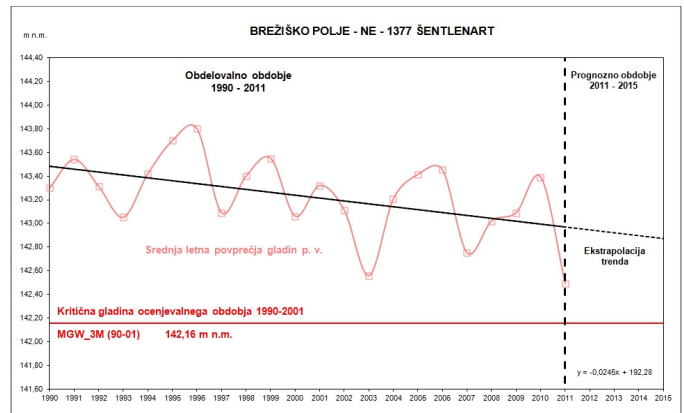
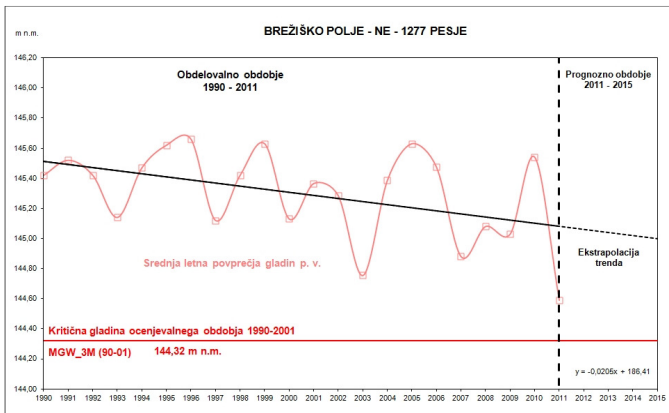
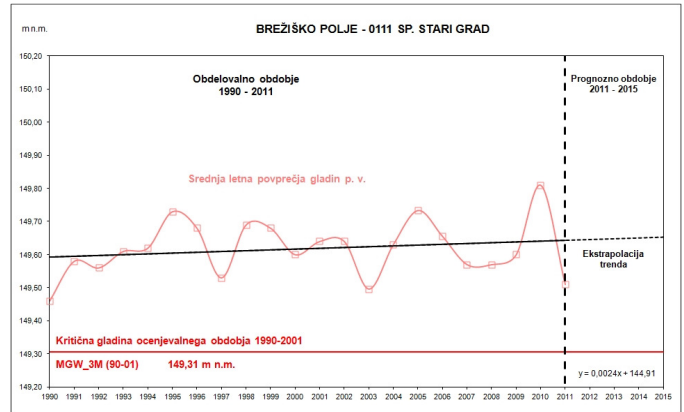
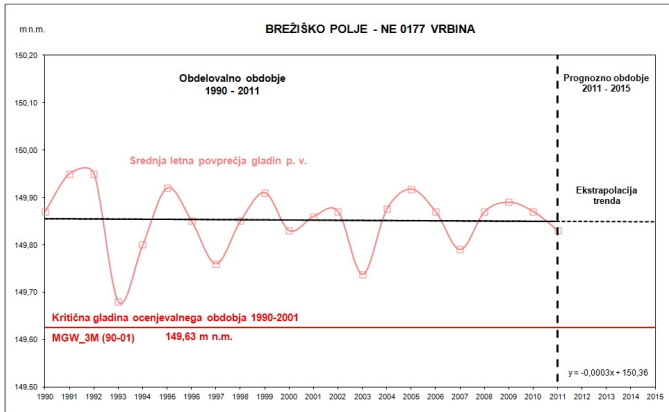
Priloga 7.2: Trendi gladine podzemne vode – 1002 Savinjska kotlina



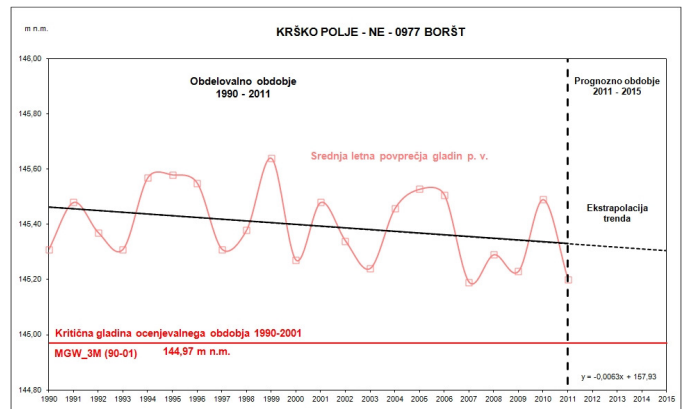
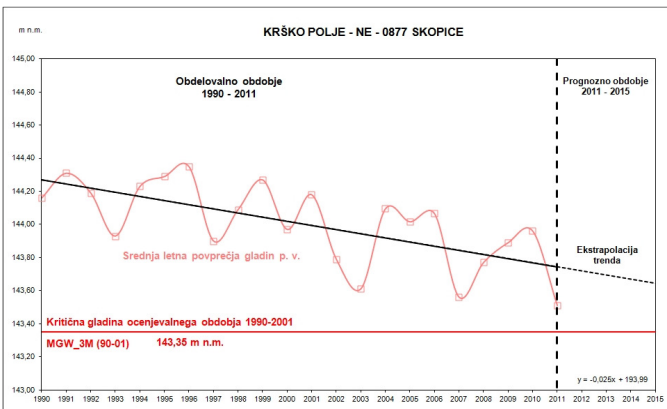
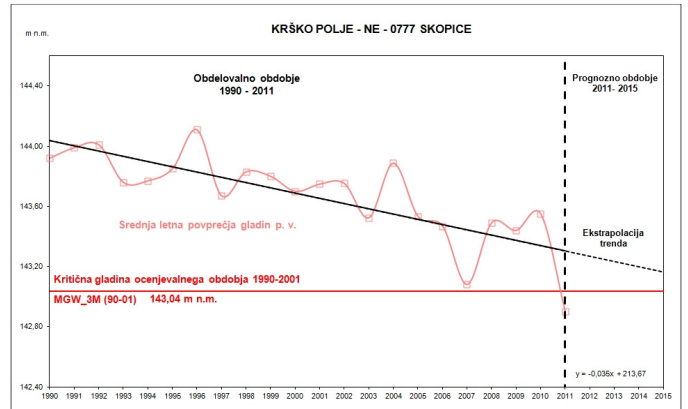
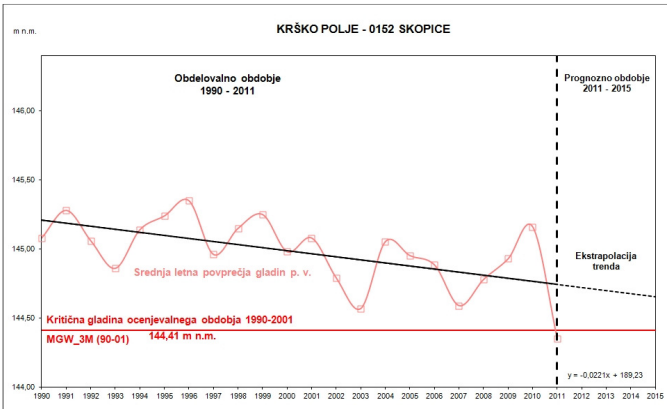
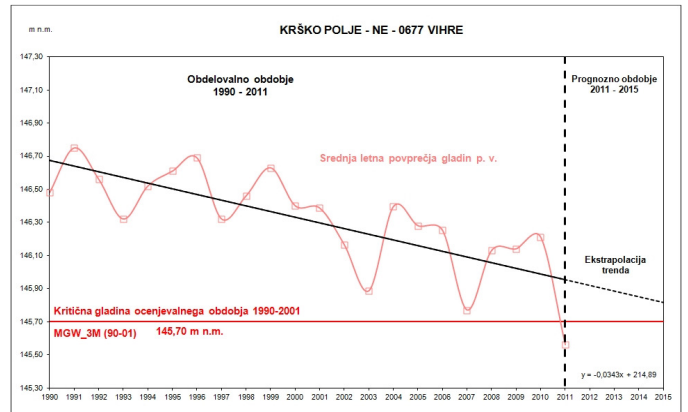
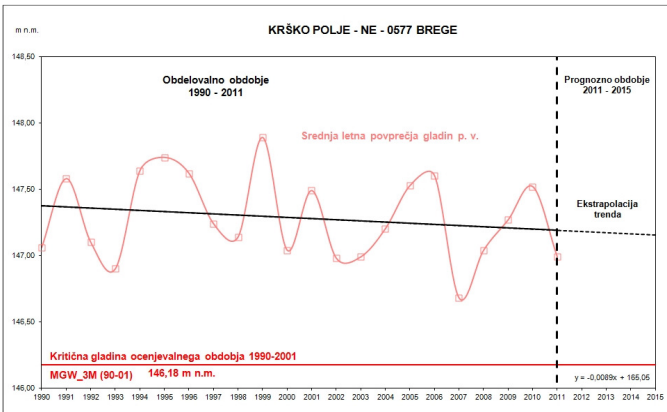
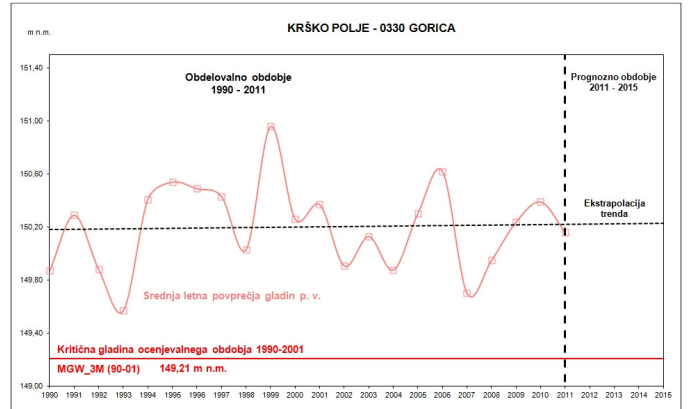
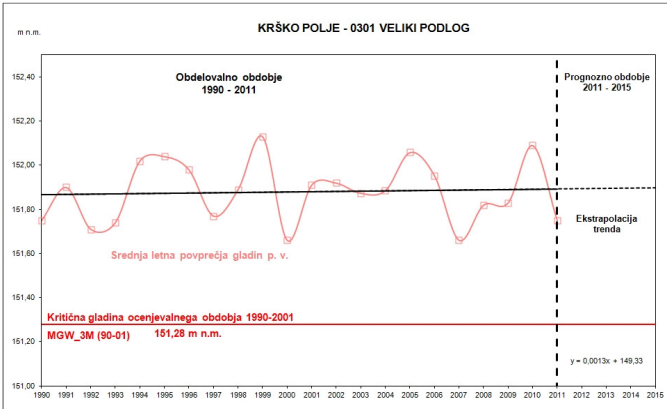
Priloga 7.2: Trendi gladine podzemne vode – 1002 Savinjska kotlina (nadaljevanje)



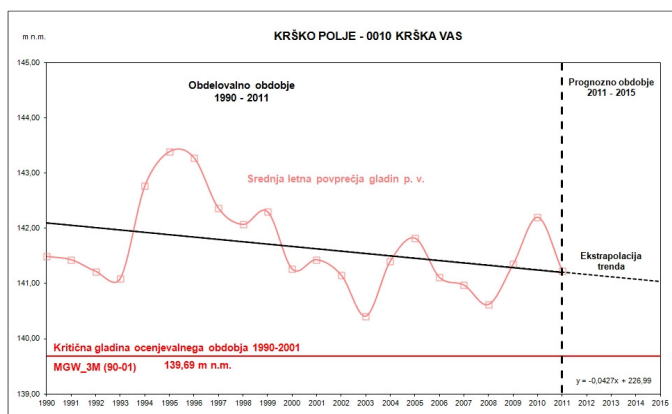
Priloga 7.3: Trendi gladine podzemne vode – 1003 Krška kotlina



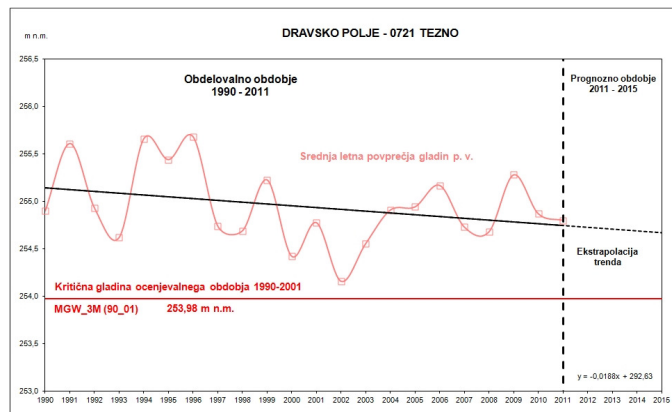
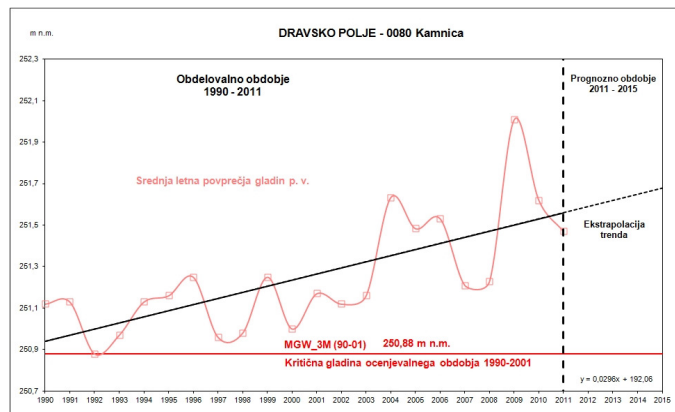
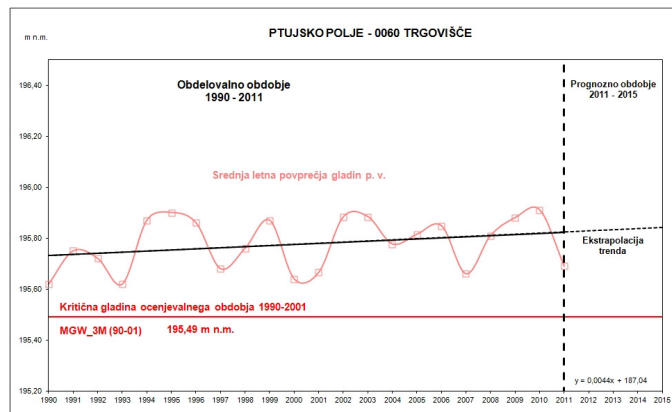
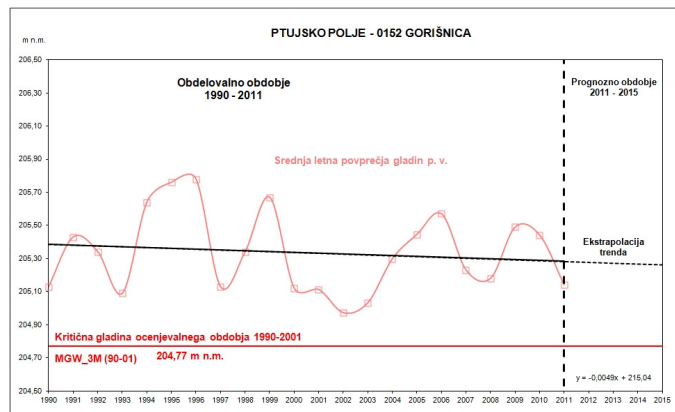
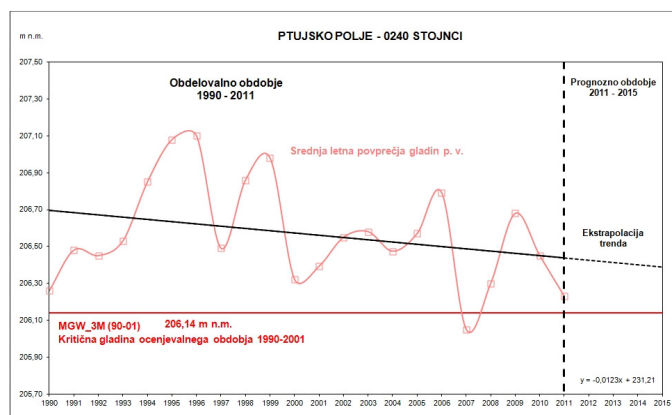
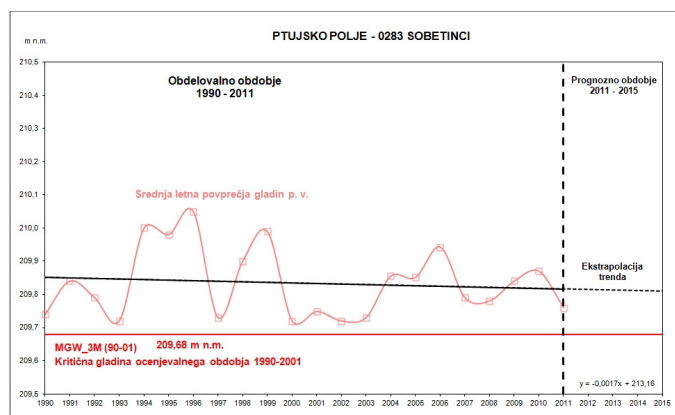
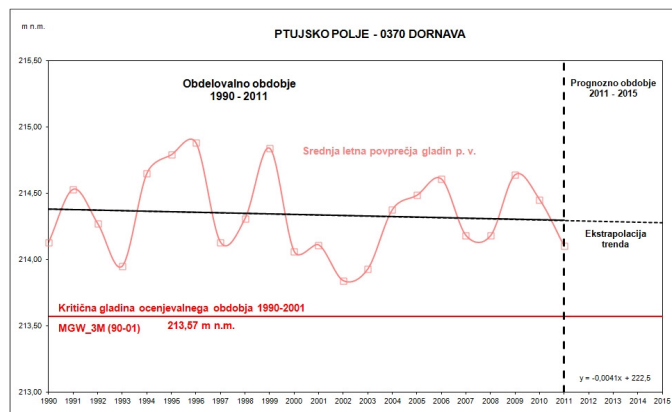
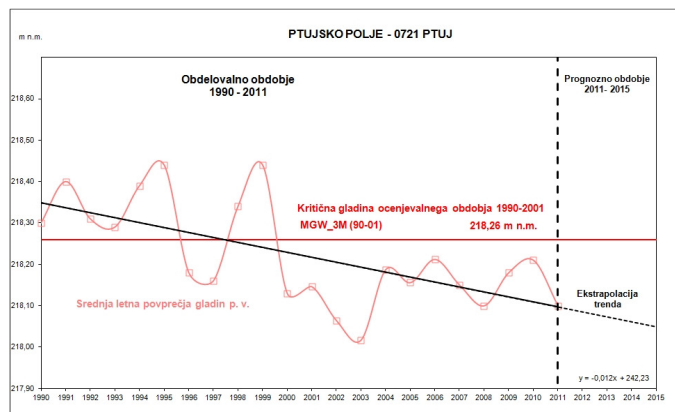
Priloga 7.3: Trendi gladine podzemne vode – 1003 Krška kotlina (nadaljevanje)



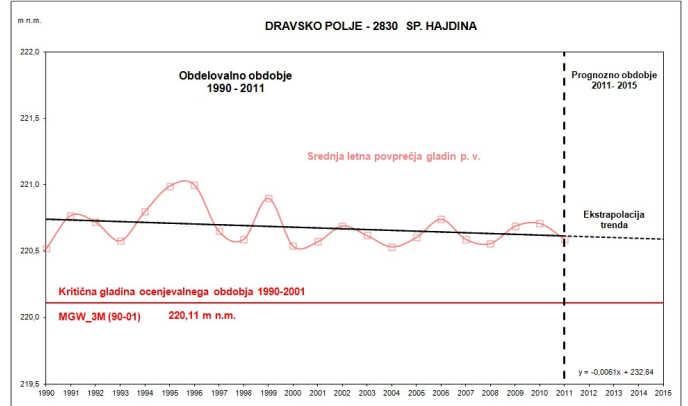
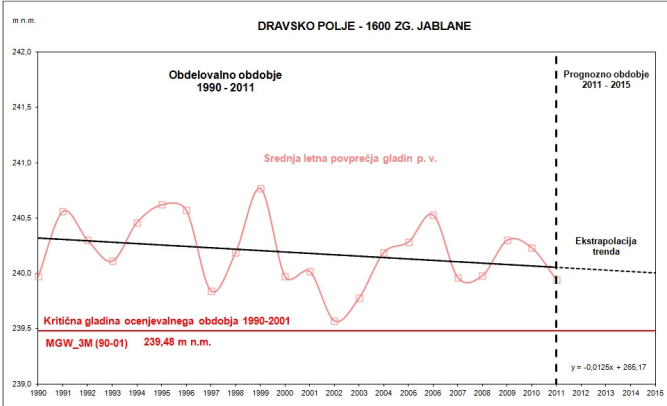
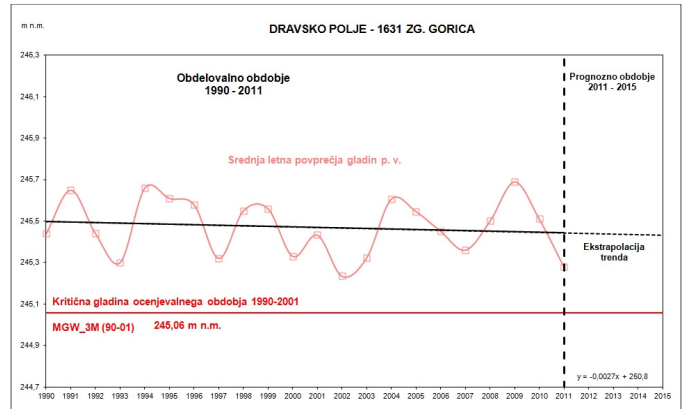
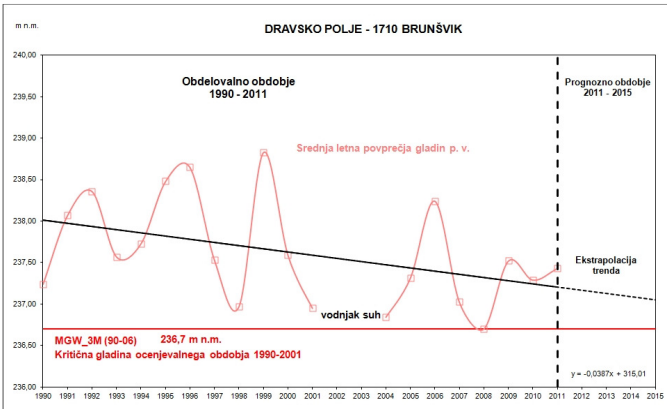
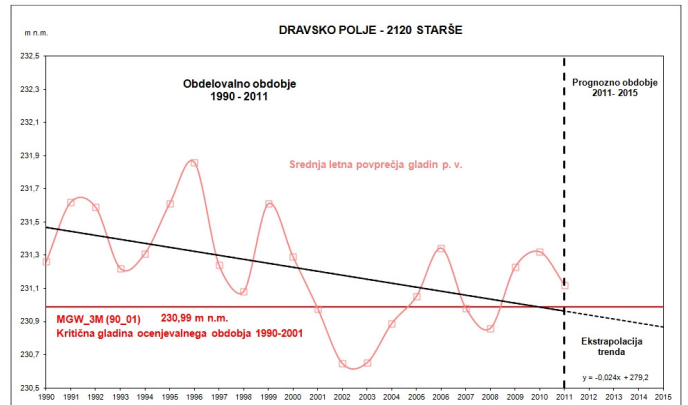
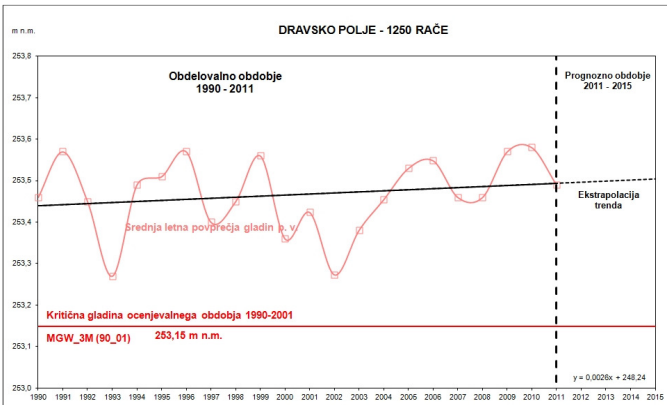
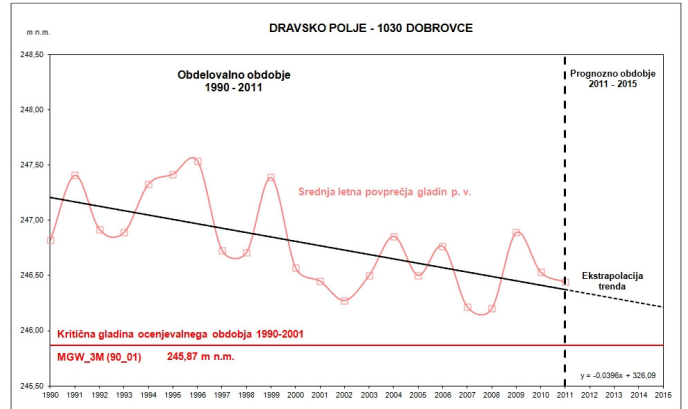
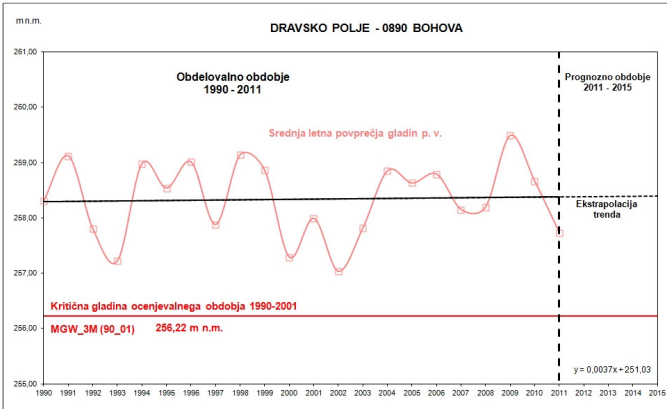
Priloga 7.3: Trendi gladine podzemne vode – 1003 Krška kotlina (nadaljevanje)



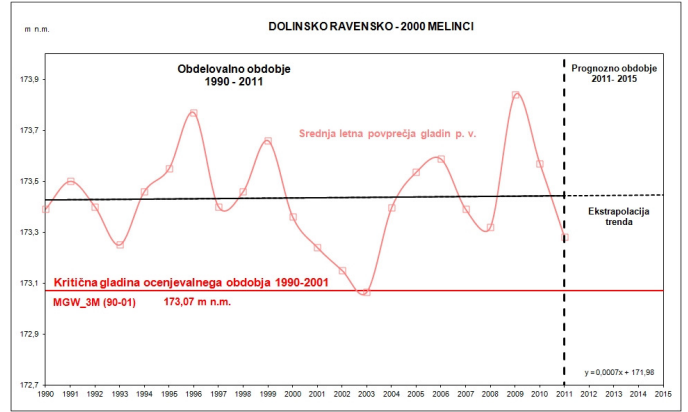
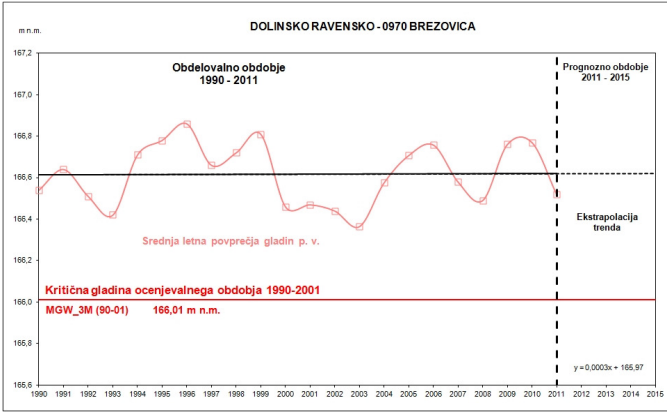
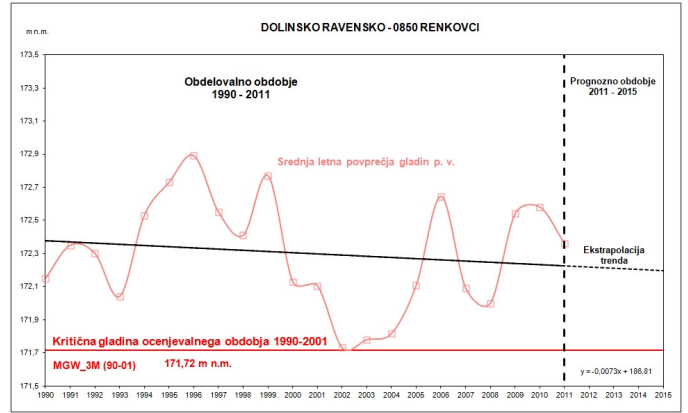
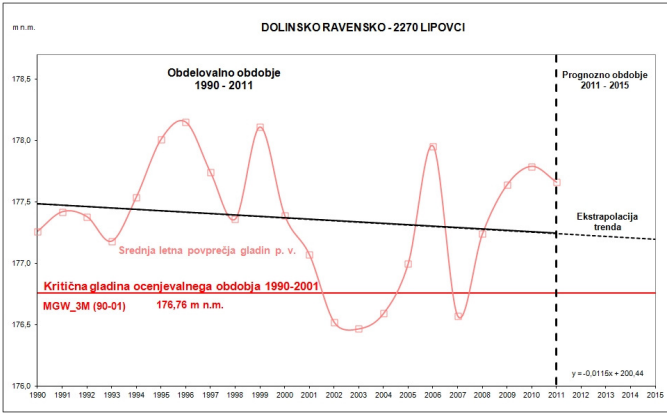
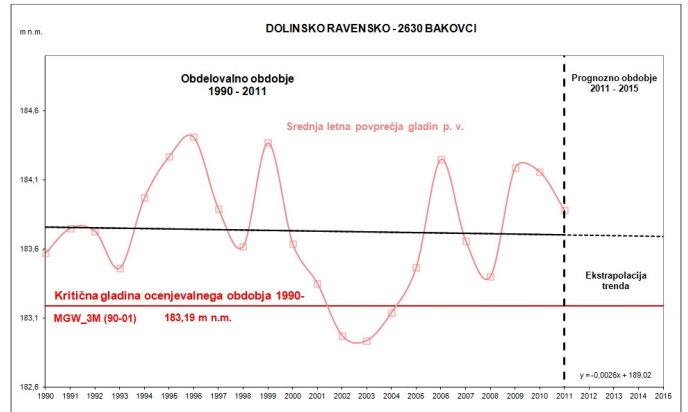
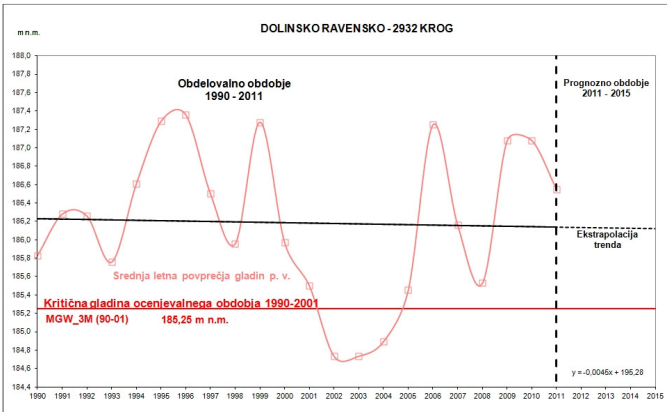
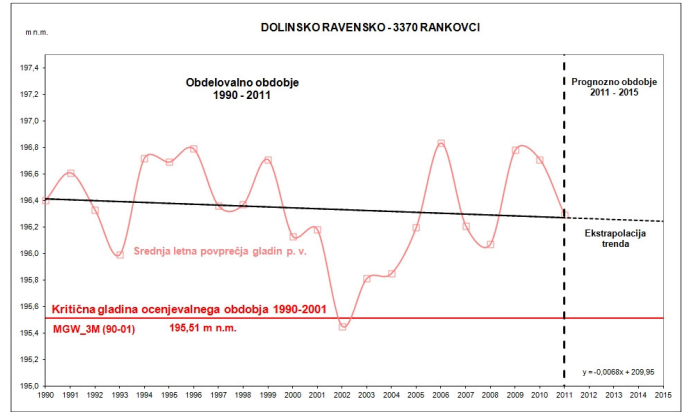
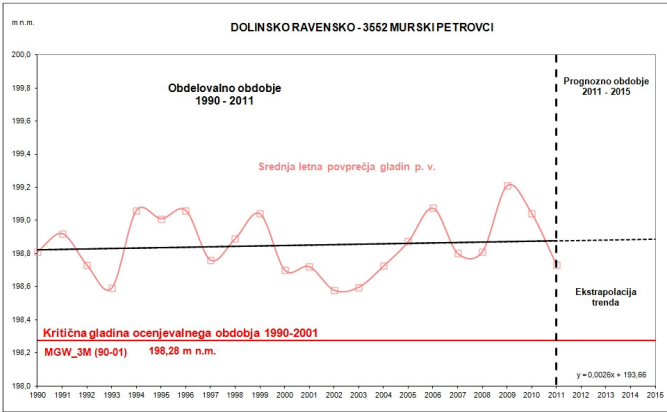
Priloga 7.4: Trendi gladine podzemne vode – 3012 Dravska kotlina



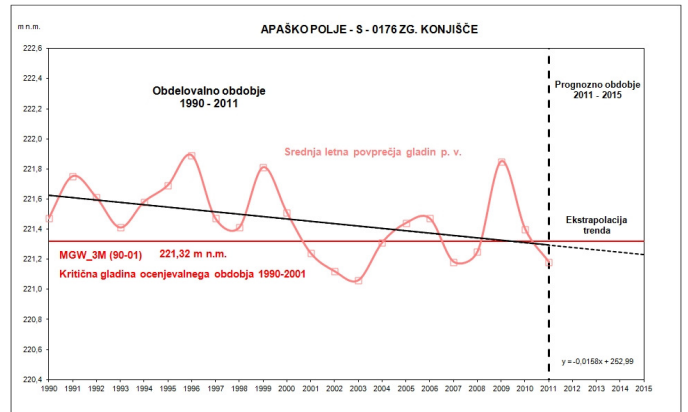
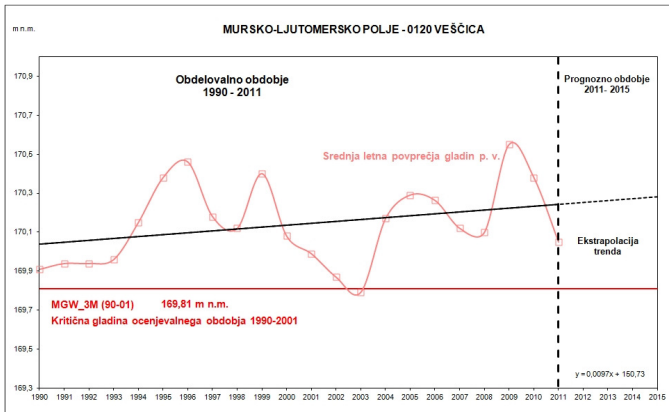
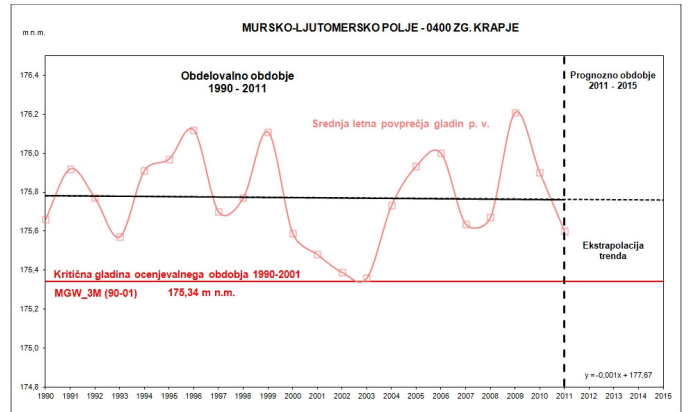
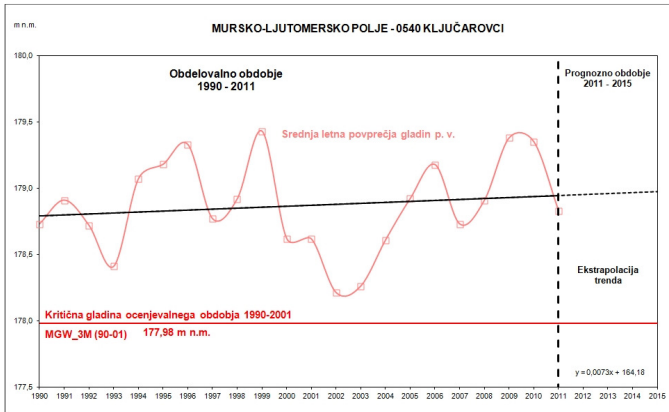
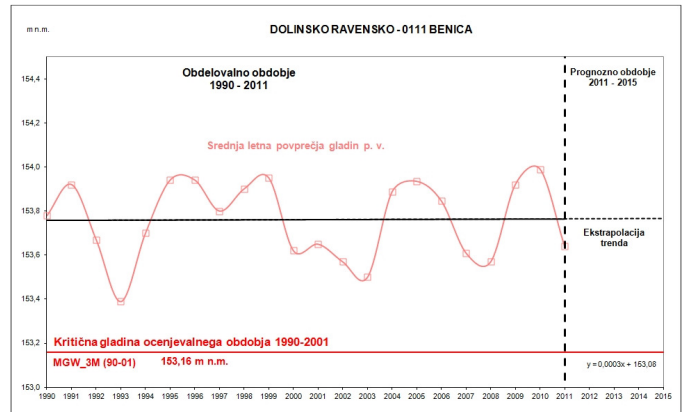
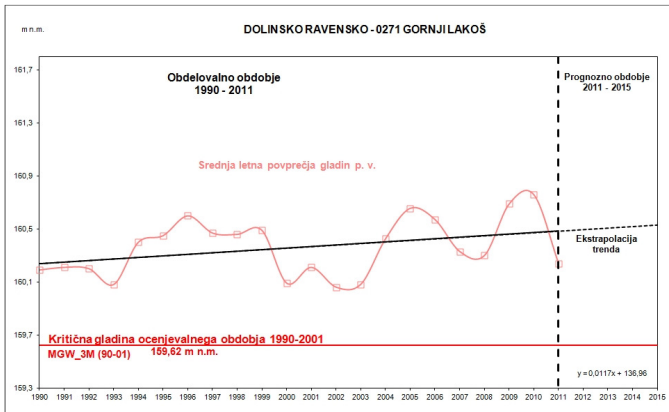
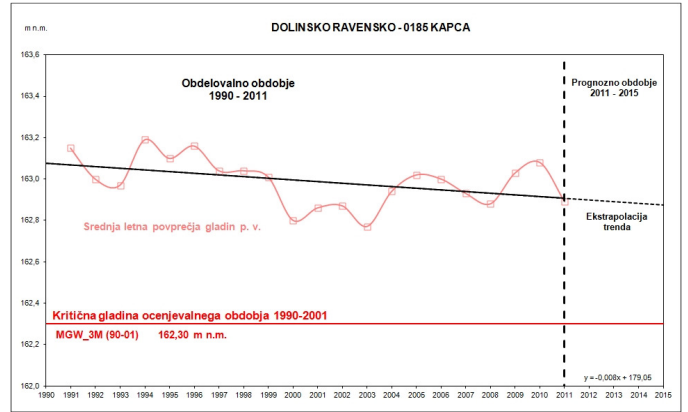
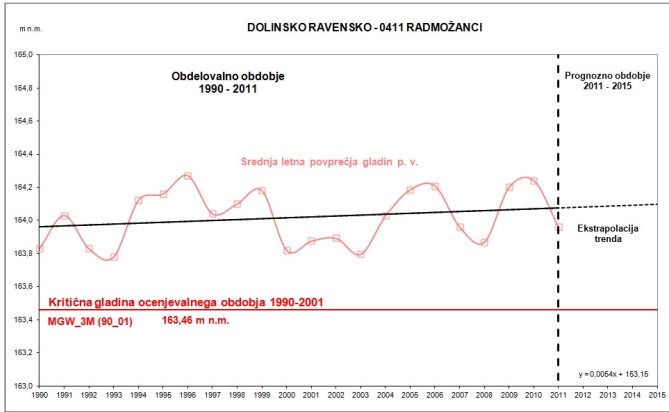
Priloga 7.4: Trendi gladine podzemne vode – 3012 Dravska kotlina (nadaljevanje)



Priloga 7.5: Trendi gladine podzemne vode – 4016 Murska kotlina



Priloga 7.5: Trendi gladine podzemne vode – 4016 Murska kotlina (nadaljevanje)



Priloga 7.5: Trendi gladine podzemne vode – 4016 Murska kotlina (nadaljevanje)

