

DUNAJ – ZDROJ DOPŔĽŇANIA PODZEMNÝCH VÔD

Ján Gavurník, Boris Bodác, Pavol Čaučík, Zuzana Paľušová

Anotácia

Podzemné vody reprezentujú najdôležitejší zdroj zásob pitných vôd na území Slovenska. Predstavujú jednu zo základných zložiek ekosystémov a podmieňujú stupeň hospodárskeho rozvoja spoločnosti a životnej úrovne obyvateľstva v SR.

Odbor Podzemných vôd na SHMÚ v zmysle platných predpisov, v rámci svojich primárnych činností zabezpečuje evidenciu, archiváciu a spracovanie komplexných podkladových materiálov, najmä primárne hydrologické údaje o podzemných vodách.

THE DANUBE – A SOURCE OF GROUNDWATER

Annotation

Groundwater represents the most important source of drinking water in the territory of Slovakia. They also represent one of the basic components of ecosystems and affect the level of economic development and standard of living in Slovakia.

Slovak hydrological institute - Groundwater department according to valid legislation, provides primary activities: collecting, archiving materials, especially primary hydrological data about groundwater.

1. ÚVOD

Podzemná voda je nenahraditeľnou zložkou prírodného prostredia. Je potrebné chrániť ju, a to tým starostlivejšie, čím intenzívnejšie sa využíva. Práve podzemná voda predstavuje neoceniteľný, dostupný a z kvantitatívneho, kvalitatívneho aj ekonomického hľadiska najvhodnejší zdroj pitnej vody. Podmieňuje stupeň hospodárskeho rozvoja spoločnosti a životnej úrovne obyvateľstva. Slovenská republika má veľmi dobré podmienky z hľadiska tvorby a akumulácie prírodných zdrojov a zásob podzemných vôd. Najväčšie množstvo podzemných vôd je viazané na kvartérne sedimenty oblasti Dunaja s vodohospodársky najvýznamnejšou oblasťou v strednej Európe – Žitným ostrovom.

2. MONITOROVACIA SIEŤ PODZEMNÝCH VÔD

Množstvo podzemných vôd využiteľných pre vodné hospodárstvo je priamo závislé od kolísania hladín podzemnej vody a výdatností prameňov, pričom ich hodnotenie je späté s údajovou základňou o dlhodobom pozorovaní podzemných vôd. Od spoľahlivosti a presnosti systematicky pozorovaných údajov a z nich spracovaných hodnôt závisí efektívne vodohospodárske plánovanie, využívanie zdrojov podzemných vôd, ale najmä ochrana podzemných vôd, eliminácia nadmerného využívania podzemných vôd a eliminácia devastácie prírodného prostredia - dodržanie ekologických aspektov využiteľnosti podzemných vôd.

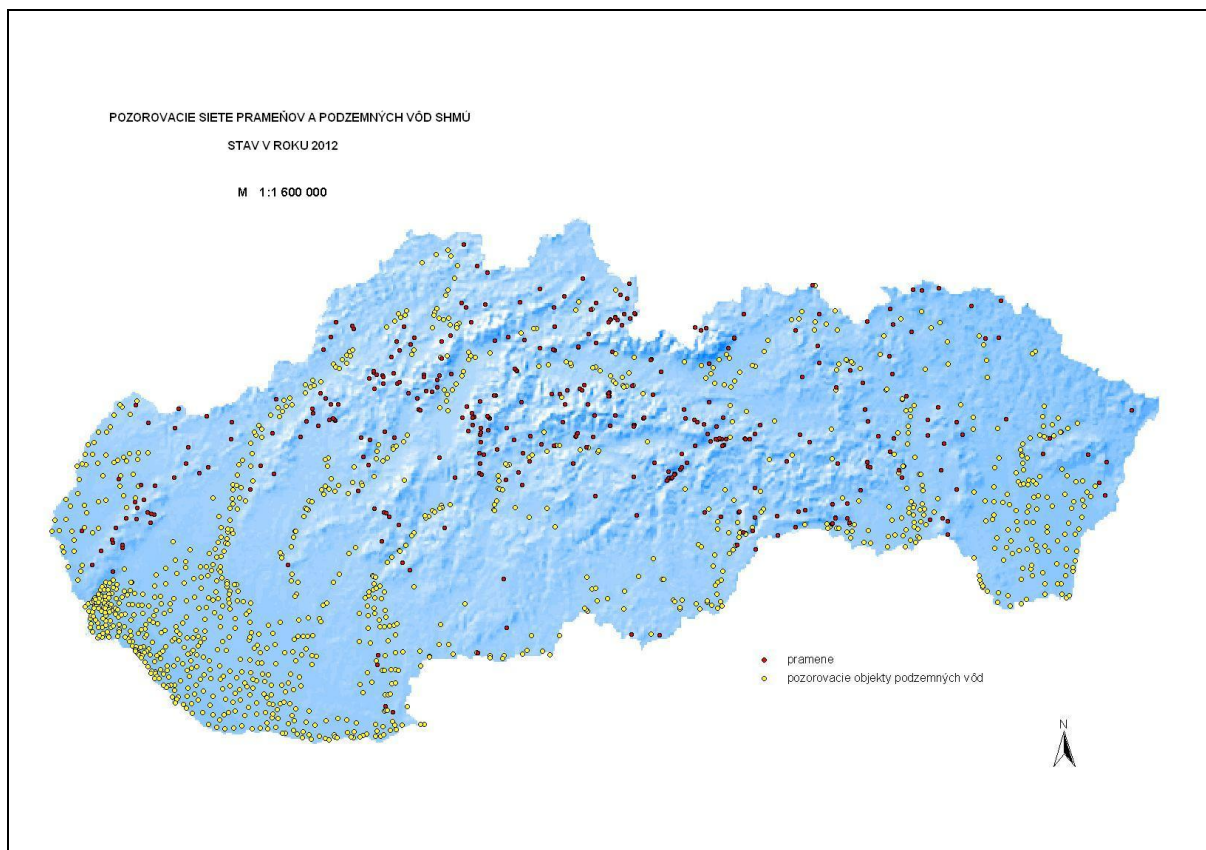
Zisťovanie výskytu a hodnotenie kvantitatívneho a chemického stavu podzemných vôd zabezpečuje Ministerstvo životného prostredia prostredníctvom Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ), ktorý má na plnenie uvedenej činnosti a získanie odpovedajúcich informácií vybudovanú sieť pozorovacích objektov (sond a prameňov) a prevádzkuje na nich dlhodobé režimové pozorovanie kvantity a kvality podzemných vôd – monitorovací program. Jedná sa o jedinou, ucelenú pozorovaciu sieť na hodnotenie stavu podzemných vôd na území Slovenska^[1]

Pozorovacie siete podzemných vôd na území Slovenska možno rozdeliť na základe meraných komponentov na dve skupiny Tab. 1, Obr. 1):

- pozorovacia sieť hladín podzemných vôd (sondy)
- pozorovacia sieť prameňov

Tab. 1 Monitorovacie miesta kvantity podzemných vôd

Povodie	Dunaj	Morava	Váh	Nitra	Hron	Ipeľ	Slaná	Bodva	Hornád	Bodrog	Poprad	Spolu
Sondy	147	58	405	87	99	34	48	21	69	140	26	1134
Pramene	--	22	137	25	50	4	29	13	46	23	12	361
Spolu	147	80	542	112	149	38	77	34	115	163	38	1495

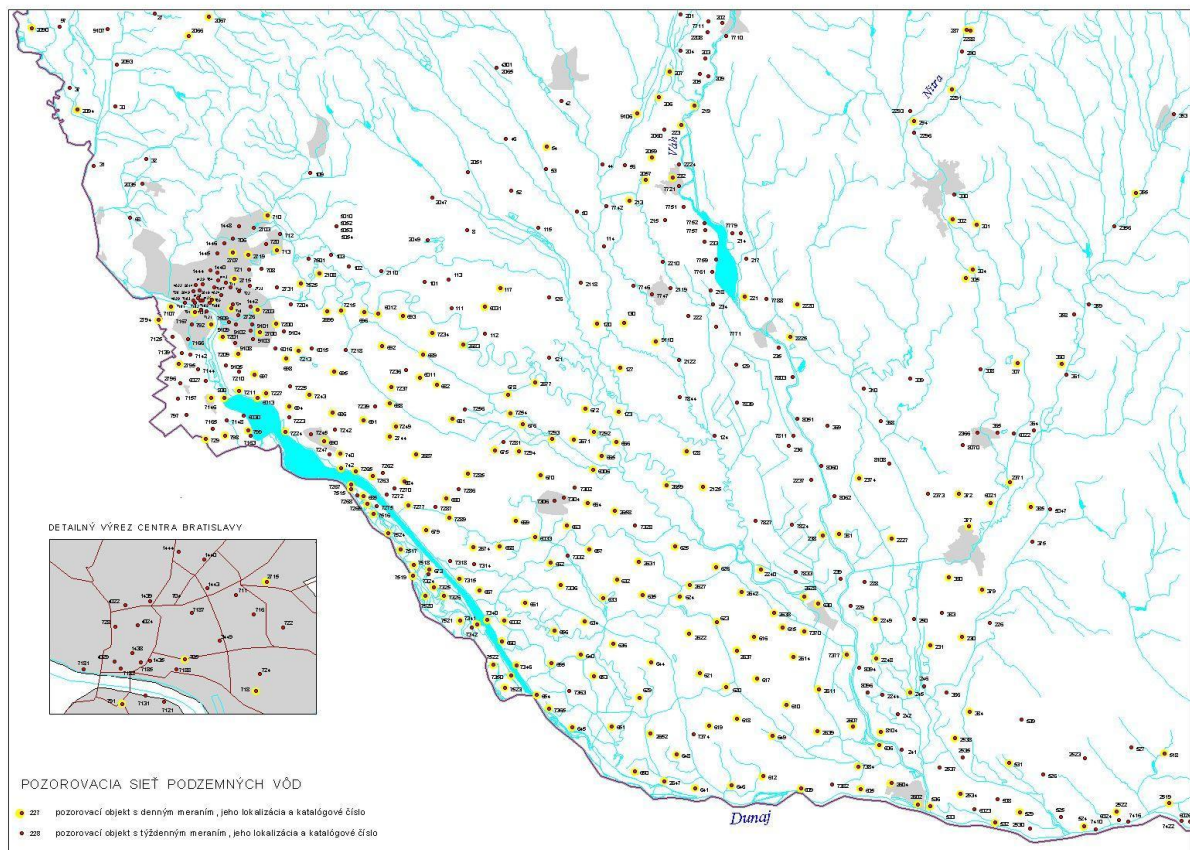


Obr. 1 Pozorovacie siete prameňov a podzemných vôd SHMÚ – stav v roku 2012

V roku 2012 bolo v oblasti Dunaja (pravá aj ľavá strana po Komárno) monitorovaných 251 objektov štátnej hydrologickej siete podzemných vôd (Tab. 2, Obr. 2). Všetky monitorovacie objekty sú situované v kvartérnych sedimentoch.

Tab. 2 Prehľad počtu objektov monitorovaných v roku 2012

Úsek	Interval monitorovania		Spolu
	Hodinový	Týždenný	
Žitný ostrov	150	41	191
- z toho ramenná sústava	16	6	22
Pravá strana Dunaja	10	16	26
Ľavá strana Malého Dunaja	14	20	34
Spolu	174	77	251



Obr. 2 Pozorovacia sieť podzemných vôd – 2012

3. CHARAKTERISTIKA ŽITNÉHO OSTROVA A PRILÁHLÝCH OBLASTÍ

Žitný ostrov (plocha = 1200 km²) predstavuje územie ohraničené Malým Dunajom, ktorý sa odčleňuje od Dunaja pod Bratislavou, do ktorého ústi Čierna Voda a je prítokom Váhu, ktorý opäťovne ústi do Dunaja pri Komárne. V tejto oblasti je vybudovaná špecifická sieť kanálov. Prietoky do Malého Dunaja sú regulované zátvorným objektom na ľavom brehu Dunaja.

Ľavá strana Dunaja - Podkarpatská oblasť sa delí na prechodnú podoblasť (od svahov Malých Karpát s prechodom do Podunajskej nížiny) a Bratislavsko-Vajnorskú podoblasť (Dunaj - južné úpätie M. Karpát - Vajnory - Ivanka pri Dunaji - koryto M. Dunaja). Bernolákovsko-Šúrska oblasť je ohraničená ľavou stranou M. Dunaja a pravou stranou Čiernej Vody. Mocnosť kvartérnych štrkov a pieskov od Bernolákova (10-12 m) smerom k Jelke stúpa až na 100 m. Gabčíkovskú priehľbeň ohraničujú na severe Sládkovičovská a na juhovýchode zlomová línia Kližskej Nemej (v oblasti vystupujú na povrch neogénne íly: 10-12 m pod terénom). Územie v oblasti Kolárova, sútoku Váhu a Malého Dunaja tvorí Kolárovskú depresiu (vytvára vodnú nádrž, ktorá je spojená s Gabčíkovskou priehľbňou, ako aj s malodunajským a vážskym kvartérom). Kvartérne zvodnené štrky a piesky sa usadili priamo na Kolárovských vrstvách. V podoblasti pri riečnej zóne Dunaja od Kližskej Nemej až po Kravianske územie sa taktiež striedajú tektonické priehľbne. V podloží 8-20 m kvartéru sa vyskytujú íly, prípadne piesky [2].

Na pravej strane Dunaja sa vyčleňujú dve oblasti. Petržalská podoblasť je budovaná 10-20 m vrstvou fluvialných štrkov a pieskov, ktoré sú uložené na ílovito-piesčitých vrstvách vrchného pliocénu. Zásoby vôd v štrkoch a pieskoch sa dopĺňajú z povrchových vôd Dunaja a prítokom podzemných vôd z Pečenského lesa. Čunovská oblasť je narušená systémom zlomov. Kvartérne fluvialne sedimenty Dunaja v oblasti Rusoviec - Ostrovných Lúčok akumulujú značné množstvo vôd.

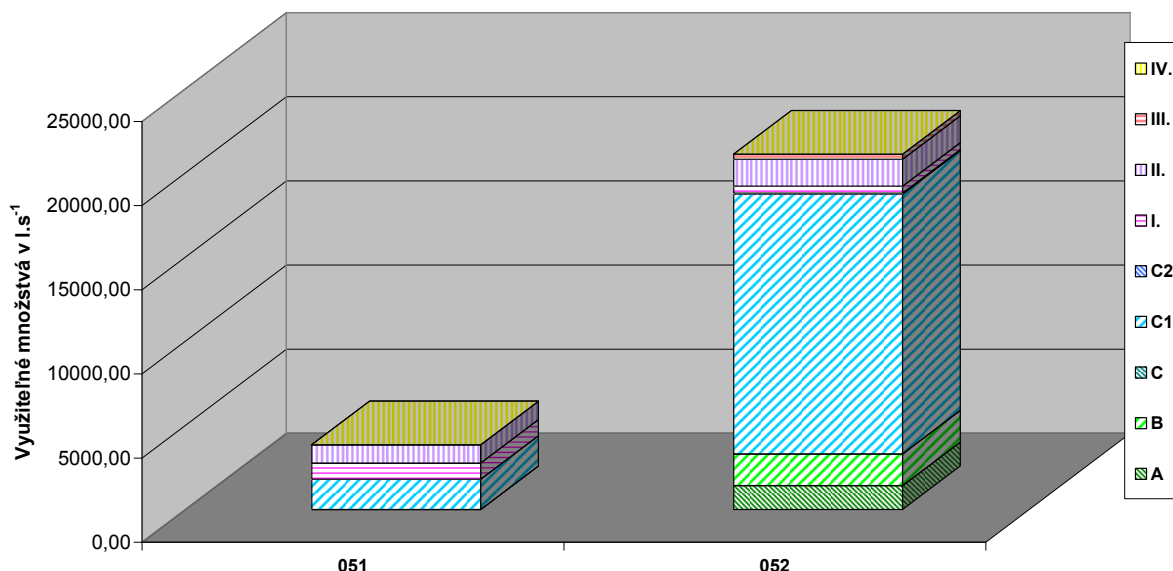
Hydrogeologické pomery sú ovplyvnené veľkými mocnosťami zvodnených štrkopiesčitých sedimentov kvartéru. Dunaj vytvoril v záujmovom území mohutný náplavový štrkopiesčitý kužel extrémnej hrúbky a s extrémne vysokou priepustnosťou. Litologické zloženie podmieňuje dobré hydrogeologické pomery. Litologické zloženie sedimentov sa vyznačuje zrnitosťou nehomogenitou, čo sa prejavuje aj na rôznych hodnotách koeficienta filtrácie v horizontálnom i vertikálnom smere.

V závislosti od zrnitostného zloženia a podielu piesčitej frakcie sa koeficienty filtrácie pohybujú v rozpätí rádovo od 10^{-2} do 10^{-6} $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Prietoknosť zvodnených kolektorov je veľmi vysoká, priepustnosť medzizrnová s voľnou hladinou podzemnej vody. Dunaj tečie vo svojom náplavovom kuželi po jeho hrebeni, taktiež terén sa od Dunaja skláňa smerom k Malému Dunaju a Mošonskému Dunaju. Rieka Dunaj je tak zdrojom neustáleho dopĺňania zásob podzemnej vody, voda infiltruje do horninového prostredia celoročne, za všetkých vodných stavov, mení sa len jej množstvo [3].

4. VYUŽITELNÉ MNOŽSTVÁ PODZEMNEJ VODY ŽITNÉHO OSTROVA

V roku 2012 bolo v oblasti Dunaja evidované sumárne využiteľné množstvo podzemných vôd $24\,967 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (z toho vyše $20\,500 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ s vysokým stupňom zabezpečenia – schválené v kategóriách A, B, C, C₁, C₂), čo predstavuje takmer jednu tretinu celkových využiteľných množstiev podzemnej vody v Slovenskej republike. Podstatná časť využiteľných množstiev podzemnej vody v oblasti Dunaja sa nachádza v okolí Bratislavy a na Žitnom ostrove (hydrogeologické rajóny Q 051 – Kvartér západného okraja Podunajskej roviny a Q 052 – Kvartér juhozápadnej časti Podunajskej roviny) (obr. č. 3)

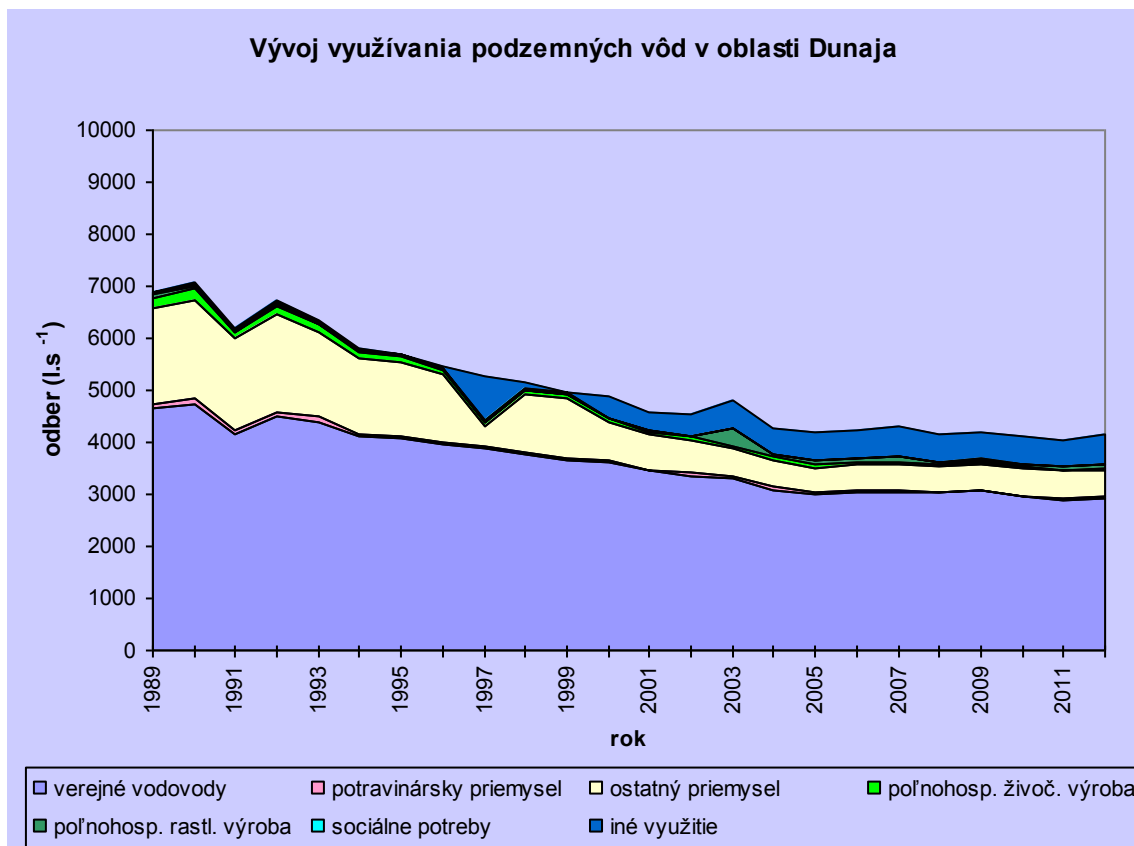
Obr. č. 3 Využiteľné množstvá podzemných vôd v hydrogeologických rajónoch v oblasti Dunaja rozdelené podľa kategórií



V roku 2012 sa v oblasti Dunaja využívalo a odoberalo $4038,6 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ podzemnej vody, čo predstavuje 16 % dokumentovaných využiteľných množstiev.

Hlavná časť odberov (viac ako 71 %) sa využíva pre zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou formou verejných vodovodov (Obr. 4).

Najväčšie odbery pre pitné účely sú z veľkozdrojov Karlova Ves – Sihot' ($477,7 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$), Petržalka – Pečniansky les ($197,2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$), Rusovce – Ostrovné lúčky ($734,6 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$), Gabčíkovo ($418,7 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$), Šamorín ($331,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$), Jelka ($389,9 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$).



Obr. 4 Vývoj využívania podzemných vôd v oblasti Dunaja

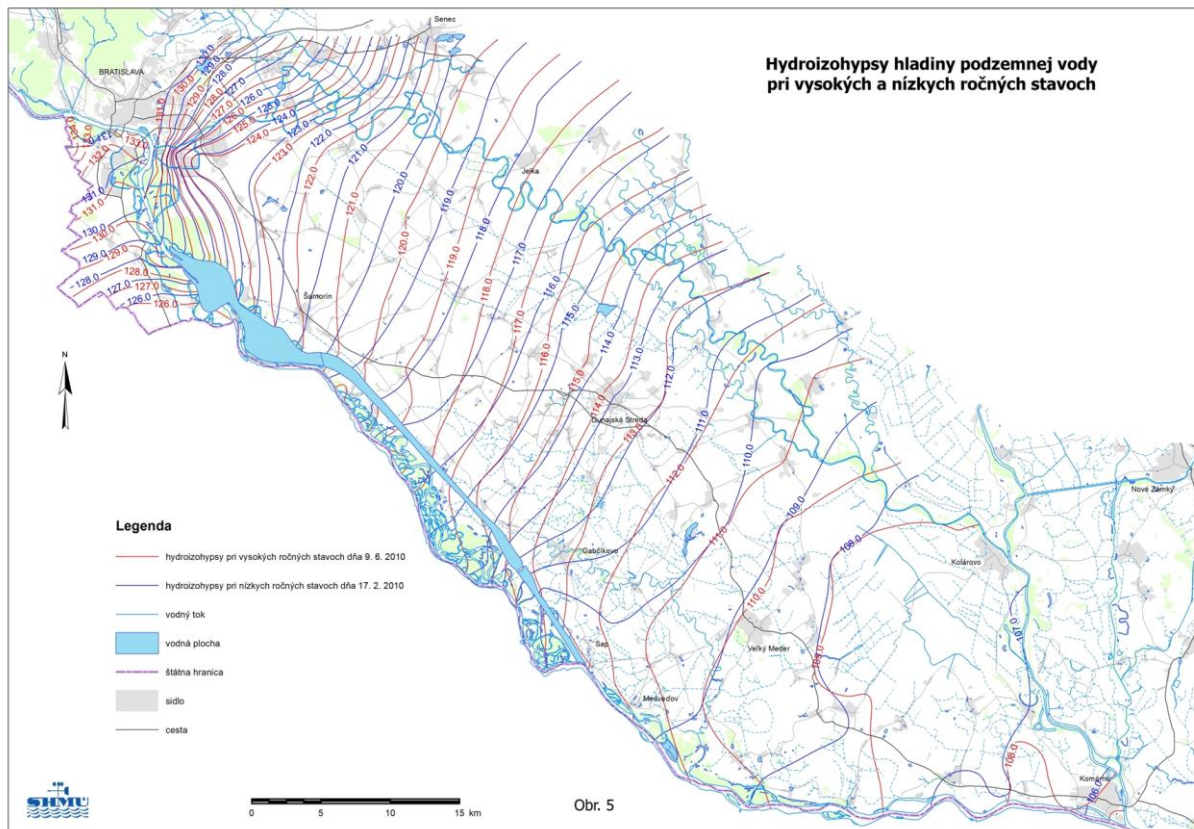
5. ZHODNOTENIE REŽIMU HLADINY PODZEMNEJ VODY

Dominantným činiteľom ovplyvňujúcim režim hladiny podzemných vôd v záujmovom území je rieka Dunaj. Hladina podzemnej vody v priľahlom území je v priamej hydraulikej závislosti od prietokov v Dunaji. Ďalším významným činiteľom sú zrážkové úhrny. Nezanedbateľným faktorom je hladina vody v zdrži, ktorá sa väčšinou drží na kóte 130,8-131,2 m n. m. Len ojedinele poklesla na kótu 130,5 m n. m.

V druhej polovici minulého storočia (približne od 60. rokov) najmä v hornej časti Žitného ostrova poklesávala hladina podzemnej vody, čo bolo spôsobené hlavne poklesávaním dna a hladín v Dunaji (zarezávaním Dunaja do svojich vlastných náplavov, najmä vplyvom bagrovania), čiastočne aj obmedzovaním prúdenia v ramennej sústave.

Trend poklesávania dna Dunaja sa zastavilo až sprevádzkovaním vodného diela Gabčíkovo (VDG). Hladina podzemnej vody po uvedení VDG do prevádzky najmä v hornej časti Žitného ostrova výraznejšie stúpala. Následne nastal opäť postupný trend poklesu úrovne hladiny podzemnej vody, najmä v okolí zdrže Hrušov. Príčiny poklesu sú však iné, ako pred uvedením VDG do prevádzky. V okolí zdrže v dôsledku regulovania hladinového režimu v zdrži a kolmatácie dna zdrže dochádzalo v období po napustení zdrže k miernemu poklesu hladiny podzemnej vody.

Pre ilustráciu sú znázornené hydroizohypsy hladiny podzemnej vody pri vysokých a nízkych stavoch v zrážkovo extrémne nadnormálnom roku 2010. Na Obr. 5 je zreteľné, že výškový rozdiel hladiny podzemnej vody v predmetnom území predstavuje na Žitnom ostrove 23 m.

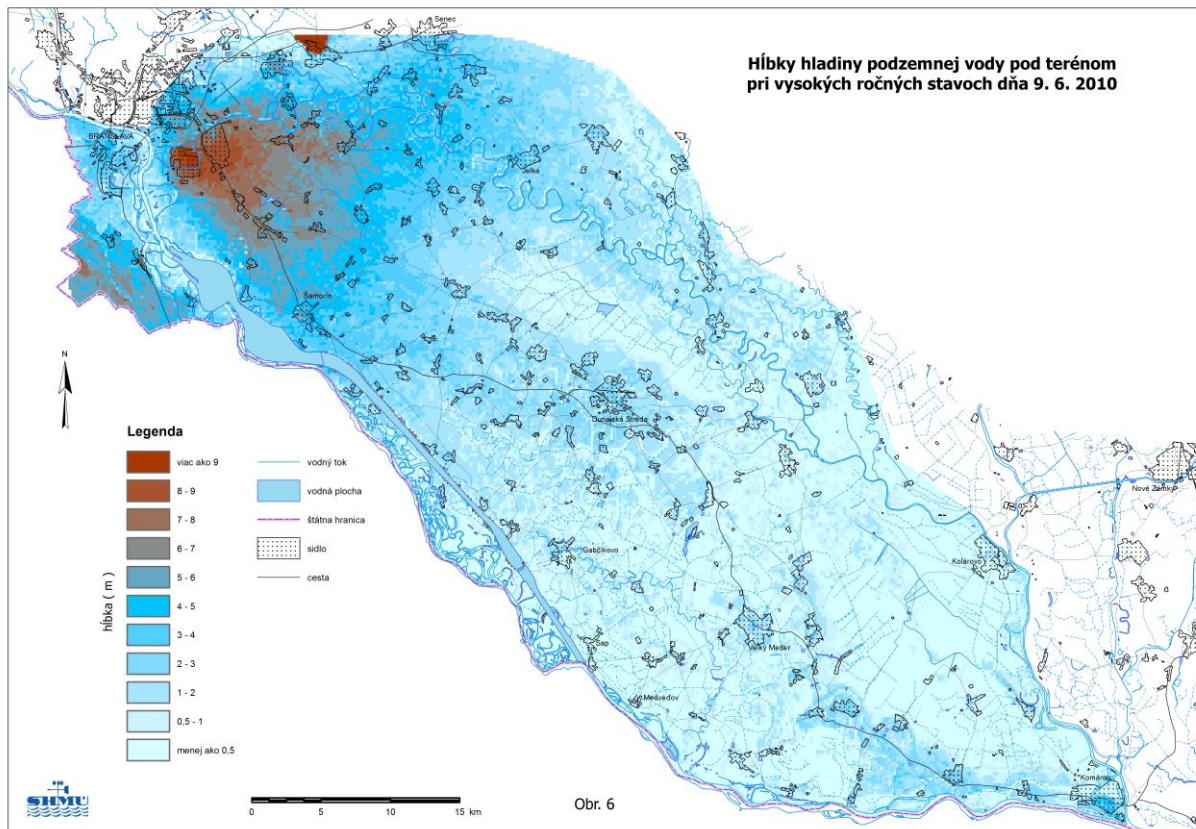


Obr. 5 Hydroizohypsy hladiny podzemnej vody pri vysokých a nízkych ročných stavoch

Iný obraz o hladine podzemnej vody v tomto území nám poskytne znázornenie hĺbok hladiny podzemnej vody pod terénom (Obr. 6), opäť v zrážkovo extrémne nadnormálnom roku 2010.

Hĺbky hladiny podzemnej vody pri maximálnych stavoch dosahujú v strednej a dolnej časti Žitného Ostrova od 1 do 3 m s výnimkou územia Nová Stráž – Komárno, kde hĺbka podzemnej vody dosahuje 4 až 4,5 m a územia ramennej sústavy, ktoré býva počas povodní zaplavované.

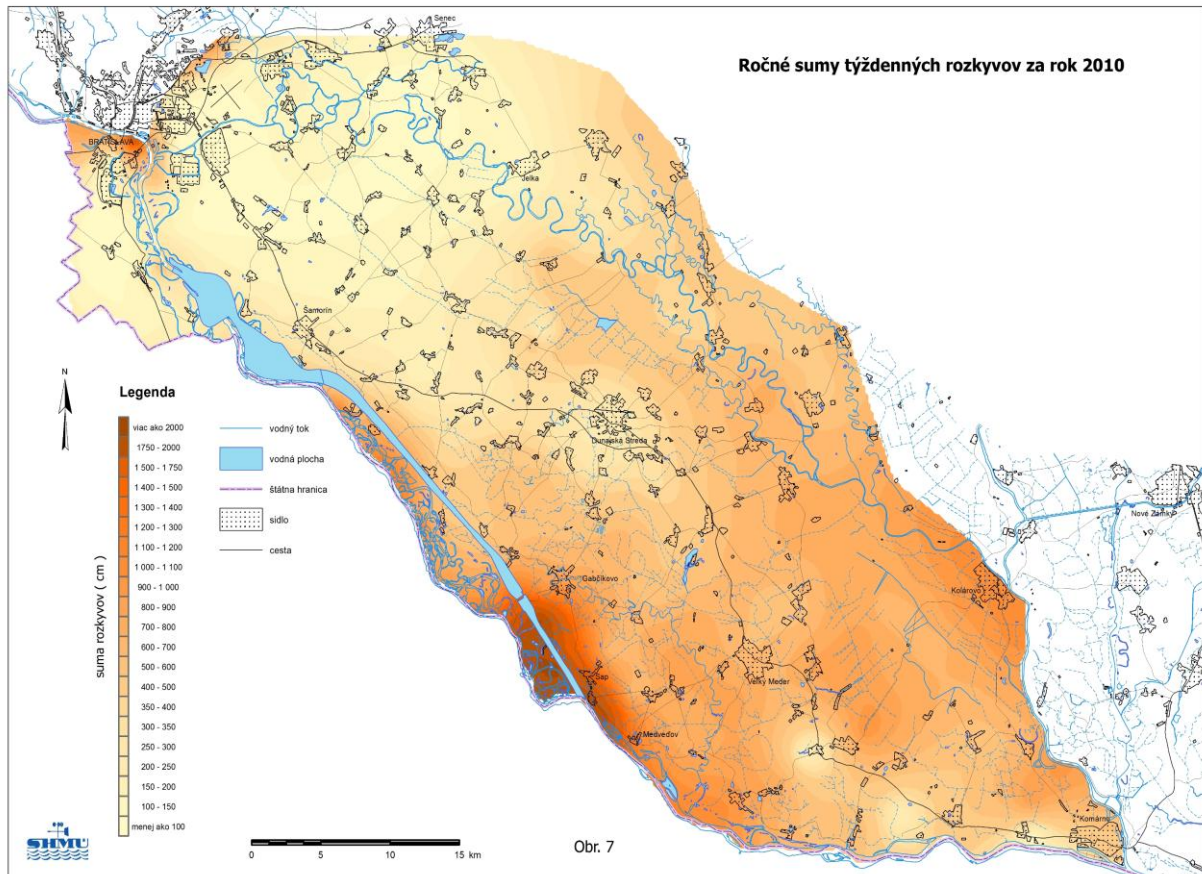
Na hornom Žitnom Ostrove hladina kónicky klesá od 3,5 m pod terénom z oblasti vymedzenej líniou Ivanka pri Dunaji – Zlaté Klasy – Šamorín – Kalinkovo – Biskupické rameno smerom k Podunajským Biskupiciam, kde býva zameraná najväčšia hĺbka, takmer 9,0 m.



Obr. 6 Hĺbky hladiny podzemnej vody pri vysokých ročných stavoch dňa 9. 6. 2010

Vzájomný vzťah toku Dunaja a hladiny podzemnej vody najvýstižnejšie dokumentuje rozkvyv hladiny podzemnej vody (Obr. 7). Ročná suma týždenných rozkvyvov je suma absolútnych hodnôt týždenných rozkvyvov. Ich suma za rok znázorňuje oblasti so zvýšeným, resp. so zníženým pohybom hladiny podzemnej vody. K utlmeniu rozkvyvu hladiny podzemnej vody došlo pozdĺž Dunaja, prakticky od Bratislavy až po Trstenú na Ostrove a do vnútrozemia od Podunajských Biskupíc cez Rovinku až po Šuľany. Na druhej strane, k zväčšeniu rozkolísanosti došlo pozdĺž odpadového kanála a popri Dunaji prakticky po Čičov, pričom plocha územia s útlmom hladín je väčšia ako plocha územia s nárastom rozkvyvov.

Na ostatnom území sú vzostupy alebo poklesy priemerných ročných súm málo výrazné a nemožno ich jednoznačne pripísať vplyvu vodného diela.



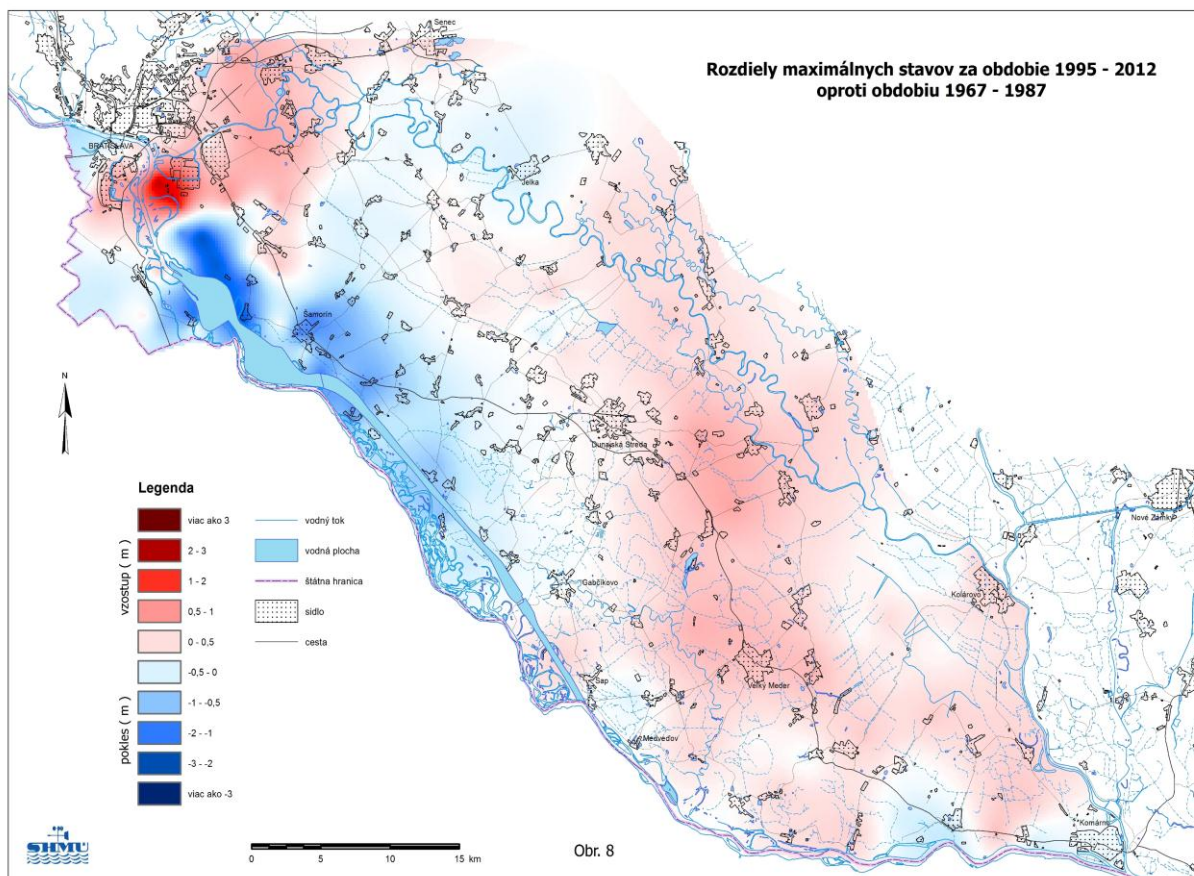
Obr. 7 Ročné sumy týždenných rozkyvov za rok .2010

Koncom minulého roka uplynulo 20 rokov od prehradenia toku Dunaja a spustenia prevádzky VDG.

Na porovnanie súčasnosti s obdobím pred napustením VDG sme použili maximálne, minimálne a priemerné úrovne hladiny podzemnej vody. Pri hodnotení zmien režimu hladiny podzemnej vody sme vychádzali z porovnania obdobia 1995-2012 po napustení VDG a ustálení hladiny PzV s obdobím 1967-1987, ktoré charakterizuje neovplyvnené obdobie pred napustením VDG.

5.1 Rozdiely maximálnych stavov

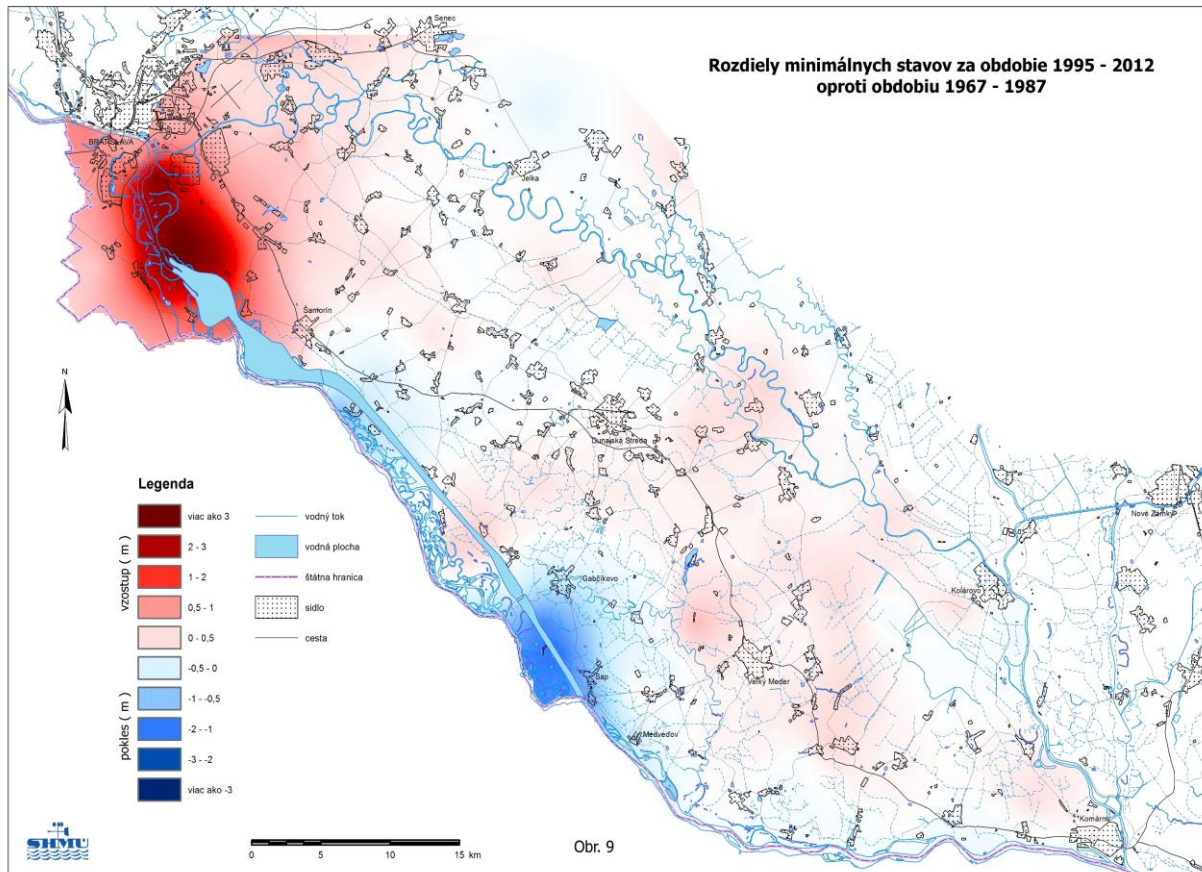
Maximálna hladina podzemnej vody počas obdobia 1995-2012 na prevažnej väčšine záujmového územia prekonal maximálne hodnoty namerané počas obdobia 1967-1987 (maximálne +255 cm). Výnimku predstavuje oblasť popri prívodnom kanáli a na pravej strane Dunaja v oblasti Rusoviec a Čunova. Na pravej strane Dunaja prevažoval pokles do 100 cm, ojedinele v Čunove aj viac. Najväčšie poklesy maximálnych stavov môžeme sledovať v blízkosti zdrže, prívodného kanála a ramennej sústavy, kde poklesy dosiahli až 260 cm. Na ostatnom území pokles resp. vzostup neprekročil 50 cm (Obr. 8).



Obr. 8 Rozdiely maximálnych stavov za obdobie 1995 – 2012 oproti obdobiu 1967 - 1987

5.2 Rozdiely minimálnych stavov

Na pravej strane Dunaja a v oblasti horného Žitného Ostrova boli vplyvom prehradenia toku Dunaja výrazne vyššie minimálne stavy za obdobie 1995-2012 oproti hodnotám nameraným počas obdobia 1967-1987 (o 100 až 200 cm, ojedinele až 360 cm). Vzostup minimálnych stavov, s výnimkou oblasti od Gabčíkova po Komárno, predstavoval na zvyšnom území Žitného Ostrova do + 50 cm. V oblasti dolného Žitného Ostrova pri Dunaji prevažoval pokles do 30 cm, v oblasti odpadového kanála takmer 200 cm.

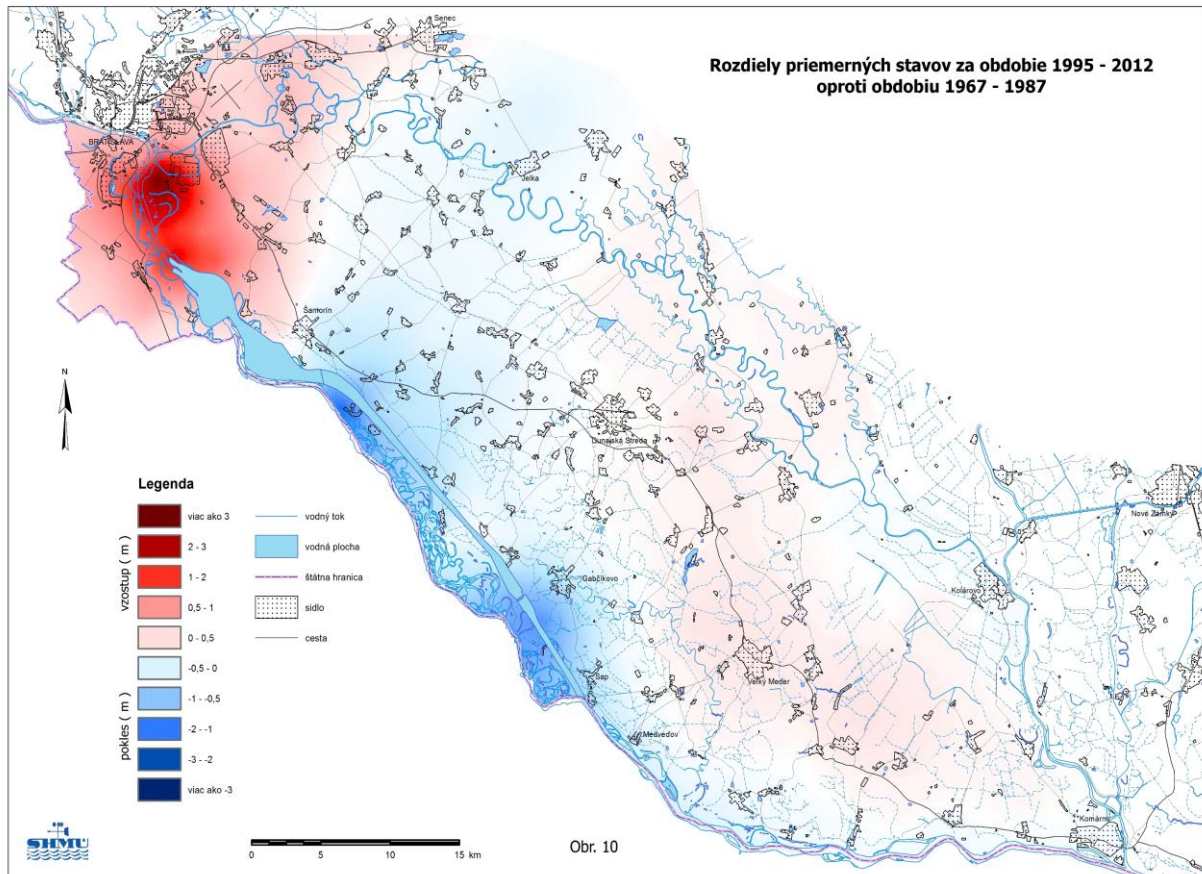


Obr. 9 Rozdiely minimálnych stavov za obdobie 1995 – 2012 oproti obdobiu 1967 - 1987

5.3. Priemerné stavy

Čo sa týka priemerných stavov hladiny podzemnej vody v hornej časti Žitného ostrova a na pravej strane Dunaja sú zreteľné vzostupy priemerných stavov za obdobie 1995-2012 (Obr. 10). Vzostupy sledujeme od Bratislavy – vrátane celej pravej strany Dunaja – po Šamorín a do vnútrozemia horného Žitného Ostrova po Most na Ostrove – Tomášov – Kvetoslavov (najviac 338 cm v území pod Slovnaftom) a tiež nevýznamné vzostupy v strednej časti Žitného Ostrova v páse od Dunajskej Stredy po Kameničnú (do 50 cm). Poklesy od Šamorína v úzkom páse na ľavej strane prírodného a odpadového kanála a popri Dunaji po Čičov (najväčší pokles v oblasti Dobrohošte 207 cm).

Od Horného Baru po Medveďov sú stavy podzemných vôd vyššie vo východiskovom období, pričom najvyššie rozdiely sú v okolí Dobrohošte (vplyvom odvedenia vody zo starého koryta) a Gabčíkova (zahĺbenie odpadového kanála), popri Medveďove sa už rozdiely vytrácajú.

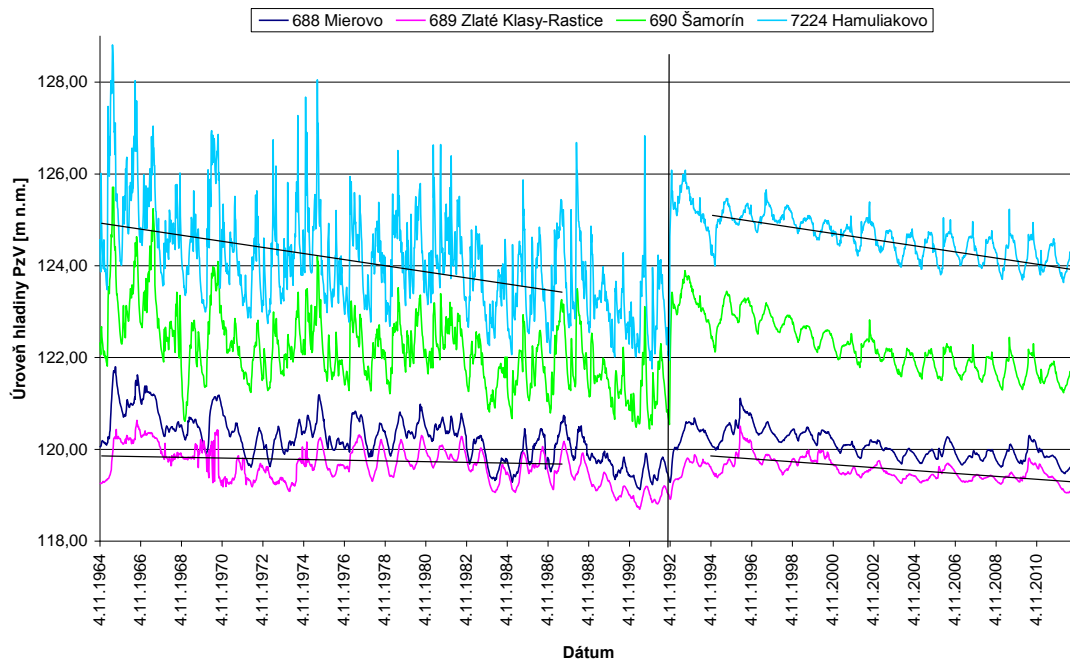


Obr. 10 Rozdiely priemerných stavov za obdobie 1995 – 2012 oproti obdobiu 1967 - 1987

5.4. Hodnotenie trendov

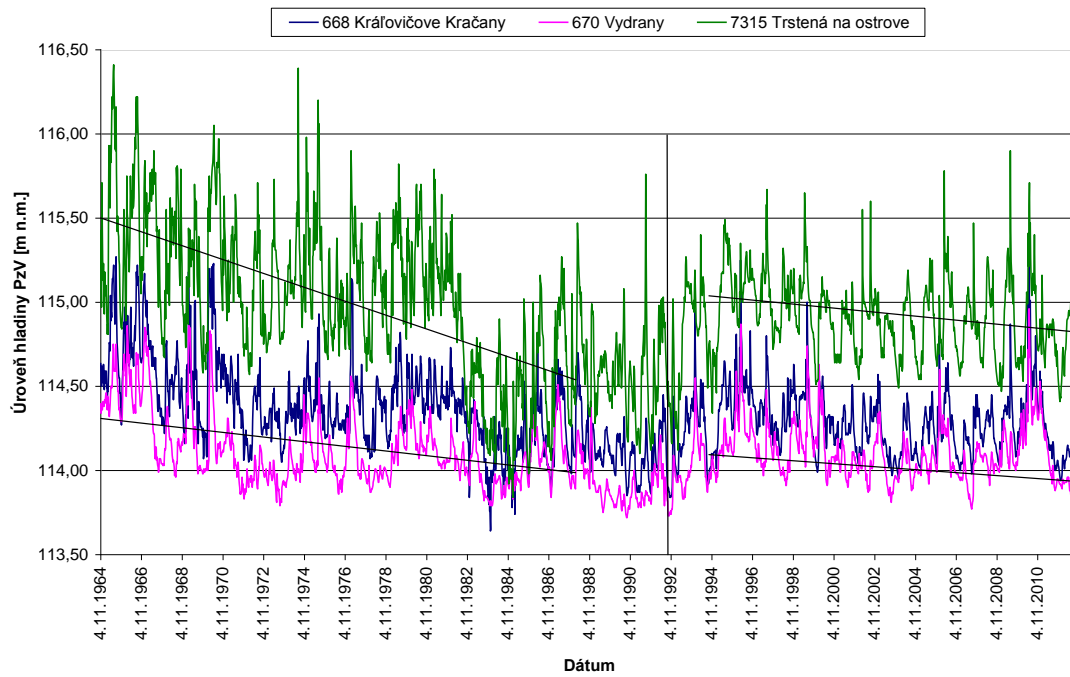
Trendy hladiny podzemnej vody sú spracované z objektov v dvoch profiloch (Obr. 11, Obr. 12) jednak za obdobie 1965 - 1987 a za 18 ročné obdobie prevádzky (1995-2012). Pred vybudovaním VDG pretrvávali klesajúce trendy na všetkých objektoch: najvýraznejšie v hornej časti záujmového územia popri Dunaji – pravá strana, Podunajské Biskupice, Kalinkovo; smerom po toku Dunaja sa pokles zmenšoval, v okolí Sapu a Medveďova boli poklesy už len mierne. Po začatí prevádzky sa charakter trendov zmenil na vzostupný; tento vzostup bol prvých päť rokov najvýraznejší práve v hornej časti VD nad zdržou a popri nej, iba v okolí odpadového kanála pokles pokračoval naďalej, v okolí Sapu sa dokonca zväčšil. Postupom času sa charakter trendov začal meniť na už klesajúci trend. Na hornom Žitnom Ostrove sa tiež zmenil vzostupný trend na klesajúci. Zaujímavý je pokles hladiny v Šamoríne, kde sa hladina po výraznom vzostupe na začiatku prevádzky VDG dostáva neustálym poklesom (1,0-1,5 m) už takmer na úroveň hladiny pred začiatkom prevádzky, resp. už priamo na úroveň hladiny v polovici 80. rokov.

ČASOVÝ PRIEBEH A TRENDY HLADINY PODZEMNEJ VODY 1965 - 2012



Obr. 11

ČASOVÝ PRIEBEH A TRENDY HLADINY PODZEMNEJ VODY 1965 - 2012



Obr. 12

6. ZÁVER

Vďaka vhodným prírodným podmienkam má Slovensko jednu z najväčších prirodzených zásobární podzemnej vody v strednej Európe. Je ňou Žitný ostrov, ktorý predstavuje nádrž statických podzemných vôd s akumuláciou vyše $15 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ pomerne kvalitnej vody^[4].

Dunaj ako dominantný fenomén tejto oblasti podmieňuje výšku hladiny podzemnej vody, a tým zároveň aj zásoby podzemných vôd v tejto oblasti. Ich ochrana je prvoradou úlohou do budúcnosti. Na základe zmien hladín podzemných vôd môžeme považovať vybudovanie vodného diela Gabčíkovo za prínos z pohľadu kvantitatívneho hodnotenia podzemných vôd.

Monitorovanie hladiny podzemnej vody v danej oblasti prebieha prevažne prostredníctvom automatických prístrojov, v menšej miere dobrovoľnými pozorovateľmi. Počet a rozmiestnenie pozorovacích objektov v záujmovom území je z nášho pohľadu optimálne.

7. LITERATÚRA

^[1] Čaučík P., Leitmann Š., Sopková M., Možiešiková K., Molnár Ľ., Bodác B., Lehotová D., 2012: Vodohospodárska bilancia SR, Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2011, SHMÚ, Bratislava, 322 str.

^[2] Ľuptáková A., Lehotová D., Molnárová A., Jančovičová A., Molnár Ľ., Gavurník J., Mrafková L., 2011: Kvalita podzemných vôd žitného ostrova 2009 – 2010, SHMÚ, Bratislava, 72 str.

^[3] Mucha I., Kocinger D., Hlavatý Z., Rodák D., Banský Ľ., Lakatošová E., Kučarová K., 2004: Vodné dielo Gabčíkovo a prírodné prostredie, Súhrnné spracovanie výsledkov slovenského a maďarského monitoringu v oblasti vplyvu VD Gabčíkovo. Splnomocnenec vlády SR pre výstavbu a prevádzku sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros.

^[4] Mikita M., Bôžiková J., 2004: Zásobovanie obyvateľstva Slovenskej republiky pitnou vodou z hľadiska aktuálnych problémov vodárenstva, Podzemná voda, X/2004 č.1. 43 – 49 str.

RNDr. Ján Gavurník
Mgr. Boris Bodác
Mgr. Pavol Čaučík
RNDr. Zuzana Paľušová

Slovenský hydrometeorologický ústav

jan.gavurnik@shmu.sk, boris.bodacz@shmu.sk, pavol.caucik@shmu.sk, zuzana.palusova@shmu.sk