



FORMULÁR ZS1

Záverečná správa o riešení projektu

Evidenčné číslo projektu: APVV-0335-06

Názov projektu: Hydrogeologické sucho a jeho vplyv na využiteľné množstvá podzemnej vody

Meno zodpovedného riešiteľa: doc. RNDr. Miriam Fendeková, CSc.

Príjemca: Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave

Začiatok riešenia projektu (MM/RR): 02/07 | Koniec riešenia projektu (MM/RR): 05/10

Rozbor riešenia projektu

Uvedte podľa nasledovnej záväznej osnovy (max. 10 strán):

1. Postup prác pri riešení projektu za posledný rok u príjemcu, ako aj spolupríjemcov podpory APVV vzhľadom na harmonogram riešenia projektu
2. Rozbor výsledkov za celé obdobie riešenia vzhľadom na stanovené ciele
3. Zoznam výstupov a prínosov projektu za posledný rok
– uvedte v prílohe, formulár „VPP“

Potvrdzujeme, že údaje uvedené v správe a jej prílohách sú pravdivé a úplné.

Doc. RNDr. Miriam Fendeková, CSc.

Podpis:.....
zodpovedný riešiteľ

Podpis:.....
štatutárny zástupca

Dátum:29.06.2010

Pečiatka



1. Postup prác pri riešení projektu za posledný rok u príjemcu, ako aj spolupríjemcov podpory APVV vzhľadom na harmonogram riešenia projektu

V roku 2009 boli v zmysle harmonogramu riešenia projektu riešené úlohy v etapách:

5. „Aplikácia charakterizačných parametrov v hodnotení využiteľných množstiev podzemnej vody etapy“;
6. „Analýza vplyvu hydrogeologického sucha na zmenu využiteľných množstiev podzemnej vody“ ;
7. „Zostavenie prognózy vývoja využiteľných množstiev pre hodnotené územie Prešovského kraja“.

Na riešení týchto etáp sa podieľalo riešiteľské pracovisko i obe spoluriešiteľské pracoviská. Z dôvodu odchodu jednej z riešiteľiek z SHMÚ – RNDr. Valérie Slivovej, PhD. na materskú dovolenku, ako aj odchodu člena riešiteľského kolektívu PRIF UK doc. RNDr. Petra Némethyho, CSc. do penzie, a z dôvodu komplexného dopracovania monografie, ktorá bola v návrhu projektu plánovaná ako jej hlavný publikačný výstup, bola podaná žiadosť o predĺženie riešenia projektu o 5 mesiacov. Na základe schválenej žiadosti bolo obdobie 01/2010 – 05/2010 využité na dopracovanie analýzy vplyvu sucha na využiteľné množstvá podzemnej vody (riešiteľské pracoviská: Prírodovedecká fakulta UK a Slovenský hydrometeorologický ústav). Keďže pracovníci Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra oznámili, že v dôsledku problémov s kalibráciou prístrojov na vykonanie analýz izotopov vo vzorkách vôd z odberných miest v povodí horného toku Tople a Torysy boli zistené chybné merania, boli vzorky reanalyzované. Na základe výsledkov nových analýz boli následne v roku 2010 vyhodnotené výsledky izotopových analýz, ktoré pomohli preukázať prebiehajúce procesy pri formovaní podzemného odtoku v hodnotených povodiach. V roku 2009 prebiehali aj práce na monografii „**Hydrogeologické sucho**“. Táto publikácia bola dopracovaná v roku 2010 do finálneho štádia tlačenej plnofarebnej publikácie. Monografia bola hlavným výsledkom riešenia etapy:

8. „Zostavenie, predloženie a oponovanie záverečnej správy“

a podieľali sa na nej všetky tri pracoviská. Všetky práce na projekte boli ukončené v stanovenom termíne – do 31.5.2010 a to oponentským posúdením monografie „**Hydrogeologické sucho**“ dvomi oponentmi: RNDr. Annou Patschovou, PhD. a RNDr. Pavlou Pekárovou, DrSc. RNDr. Anna Patschová, PhD. je odborníčkou v hodnotení využiteľných množstiev podzemných vôd a minimálnych ekologických prietokov, RNDr. Pavla Pekárová, DrSc. je odborníčkou v oblasti hodnotenia extrémnych prietokov.

2. Rozbor výsledkov za celé obdobie riešenia vzhľadom na stanovené ciele

Získané výsledky riešenia projektu možno rozčleniť do nasledujúcich oblastí:

- a) Analýza stavu problematiky poznania sucha
- b) Metodika hodnotenia sucha v povrchových a podzemných vodách
- c) Aplikácia navrhnutých postupov v pilotnom území
- d) Hodnotenie vplyvu sucha na využiteľné množstvá podzemnej vody
- e) Prognóza vývoja využiteľných množstiev pre hodnotené územie Prešovského kraja

a) Analýza stavu problematiky poznania sucha

V rámci analýzy stavu problematiky poznania sucha bola zoštudovaná domáca aj zahraničná literatúra. Výsledky projektu dokumentovali, že dodnes nejestvuje jednotná definícia sucha a je nepravdepodobné, že takáto definícia bude v budúcnosti vytvorená tak, aby mala dostatočne širokú platnosť vo všetkých oblastiach, ktoré môžu byť zasiahnuté jednotlivými druhmi sucha. Najvýznamnejší dopad sucha sa môže prejaviť v najkomplikovanejšej dopadovej oblasti, ktorou je socioekonomická sféra. Riešitelia projektu dokumentovali oprávnenosť použitia nového pojmu hydrogeologické sucho, pokiaľ sa pri analýze príčin a následkov sucha v podzemnej vode opierame o súčasnú analýzu a interpretáciu zmien kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov podzemnej vody.

Ďalším významným záverom bolo potvrdenie poznatku, že minimálne prietoky v povrchových vodách, ktoré patria do skupiny bilančných prietokov, nie je dostačujúce stanovovať iba na báze hydrologických prietokových charakteristík, ale pri ich stanovení je potrebné zohľadniť aj ekologické hľadisko, a to vhodnosť habitatu pre biologické oživenie toku.

b) Metodika hodnotenia sucha v povrchových a podzemných vodách

Navrhnutá a v pilotnom území povodia hornej Torysy aplikovaná metodika hodnotenia hydrogeologického sucha vychádza z poznatkov o základných faktoroch, ktoré vyvolávajú suchu a spôsobujú jeho šírenie sa hydrosférou.



Pre sucho je typické jeho šírenie v hydrologickom cykle. Sucho vždy začína v atmosfére (meteorologické sucho), najčastejšie v dôsledku nedostatku zrážok. V letnom období býva viazané na anticyklonálne situácie, pri ktorých sa kombinuje účinok absencie zrážok, vysokej teploty vzduchu v dôsledku intenzívneho slnečného žiarenia a vetra, ktorý spôsobuje nahrádzanie vlhkých vzduchových hmôt sytených výparom hmotami suchými, ktorých vlhkosť sa permanentne dopĺňa v procese evapotranspirácie. Znížená dostupnosť vody v pôde za takýchto podmienok vedie k znižovaniu pôdnej vlhkosti, pri jej nedostatku vzniká sucho v pôdnom profile. Nedostatočné dopĺňanie podzemných vôd zapríčinené absenciou zrážok a zvýšenou spotrebou vody rastlinami vedie k nižšej dotácii podzemných vôd. Následne dochádza k poklesu hladiny podzemnej vody a výdatnosti prameňov, ktoré sa prejavujú znížením dotácie povrchových tokov v procese podzemného odtoku a dôsledkom je vznik hydrogeologického sucha. Spolu s intenzívnou evaporáciou a absenciou priameho odtoku dopĺňajúceho zásoby vody v povrchovom toku vzniká sucho v povrchových vodách. Nedostatok vody v povodí v kombinácii s jej vysokou spotrebou v horúcich letných dňoch následne vyvoláva socioekonomické sucho. Veľkosť spôsobených škôd závisí na intenzite sucha a jeho trvaní, ako aj na zraniteľnosti konkrétneho prírodného prostredia a spoločnosti voči suchu. V zimnom období je hydrologické sucho, aj napriek dostatku zrážok v území, spôsobované tuhým skupenstvom zrážok a nízkymi teplotami vzduchu, ktoré pri premrznutom zemskom povrchu znemožňujú infiltráciu zrážkovej vody a dopĺňanie zásob povrchovej a podzemnej vody.

Pri hodnotení hydrogeologického sucha je potrebné získať veľa rôznych podkladových údajov, ktoré umožnia nielen vypočítať parametre hydrogeologického sucha, ale aj analyzovať príčiny jeho vzniku, jeho vzťah k meteorologickému a hydrologickému suchu, resp. prognózovať jeho možný výskyt v budúcnosti.

Pri hodnotení meteorologického sucha sa využívajú postupy vychádzajúce buď z údajov o zrážkach alebo indexy založené na kombinovanom vplyve zrážok a teploty vzduchu. Na Slovensku najviac používanou klasifikáciou meteorologického sucha je klasifikácia, ktorú uvádzajú Majerčáková a kol. (2007), založená na hodnotení vodnosti jednotlivých rokov na základe pomeru zrážkového úhrnu konkrétneho roka H_z a dlhodobého zrážkového normálu H_{ZN} . Ďalšiu možnosť definovania meteorologického sucha ponúka štandardizovaný zrážkový index (standard precipitation index SPI), ktorý jeho autori McKee, Doeskeny a Kleist publikovali v roku 1993, metóda výpočtu dažďového faktora D_f podľa Langa, metóda výpočtu priemernej vlhkového istoty α podľa Mináňa alebo výpočet index sucha S_i . Všetky tieto parametre meteorologického sucha boli aplikované v hodnotenom pilotnom povodí hornej časti povodia Torysy po profil Prešov, pričom bolo konštatované, že najrelevantnejšie výsledky pri porovnaní s výskytom hydrologického a hydrogeologického sucha dávajú prvé dve metódy. Preto sa odporúčajú využívať pri analýze prvého podkladového údajového hodnotenia hydrogeologického sucha, ktorým je výskyt meteorologického sucha v území.

Na charakterizovanie malých vodností, ktoré sú najvýznamnejším prejavom hydrologického sucha, sa spravidla používajú parametre patriace k štatistickým, pozičným a pravdepodobnostným charakteristikám využívajúcim časové rady priemerných denných prietokov. Okrem týchto charakteristík sa stanovujú aj objemové a časové charakteristiky sucha. Metodicky boli posúdené prietokové parametre extrémnych prietokov v oblasti extrémneho minima, ako aj neprietokové parametre trvania sucha a nedostatkových objemov. Okrem týchto parametrov boli v skupine vodohospodárskych parametrov sucha hodnotené aj bilančné charakteristiky, ako minimálny bilančný prietok MQ_a ekologický prietok MQ_{EKO} stanovovaný výlučne z hydrologických kvantitatívnych údajov. Bolo dokumentované, že v súlade so stupňom poznania zvyšujúceho sa antropogénneho ovplyvňovania prírodného stavu prietokov povrchových tokov a hladín podzemných vôd, ako aj v súlade so smernicou Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES – Rámcovou smernicou o vode je potrebné dôslednejšie brať do úvahy a kvantifikovať aj prietokové parametre zabezpečujúce vhodnosť habitatu povrchového toku pre jeho biologické oživenie.

Preto ako najvhodnejšie sa pre posudzovanie hydrologického sucha ukazuje kombinované posúdenie výskytu sucha na základe zvolenej prahovej hodnoty ako parametra dlhohodobej čiary prekročenia prietokov za súčasného stanovenia minimálneho prietoku v zmysle metodiky IFIM a následne aplikovaným hydraulickým modelom (napr. PHABSIM, resp. RHABSIM).

Pri hodnotení hydrogeologického sucha je možné využiť tri premenné, a to prítok ku hladine podzemnej vody (I), parametre hladiny podzemnej vody (φ), alebo odtok podzemnej vody (Q). Tieto tri premenné reprezentujú prítok, zásoby a odtok vody z rezervoárov podzemnej vody. Prítok ku hladine podzemnej vody a odtok podzemnej vody (s výnimkou výdatnosti prameňa) nemôžeme merať priamo, ale musia byť odvodené z iných nameraných premenných alebo simulované.

Na hodnotenie hydrogeologického sucha môžu byť použité v podstate identické metódy ako pri hodnotení hydrologického sucha. Sú to hlavne indexy malej vodnosti, pomocou ktorých odvodzujeme



prahové hodnoty. Najčastejšie sa pre odvodenie prahovej hodnoty využívajú čiary prekročenia. Ako prahová hodnota môže byť použitý podzemný odtok, resp. hladina podzemnej vody, ktoré sú prekročené 80 % času. Hodnoty bežných prahových hodnôt sa vyskytujú medzi 50-tým a 95-tým percentilom, najčastejšie sa však používajú 80-ty a 90-ty percentil. Prítok do podzemnej vody má niektoré špecifické črty, ktoré sú dôležité pre definovanie javu (van Lanen a Peters, 2000):

- na rozdiel od zrážok alebo prietoku v povodiach s plytkou hladinou podzemnej vody, môže mať prítok kladnú aj zápornú hodnotu,
- prítok má vysokú sezónnu variabilitu,
- zimný prítok je všeobecne najdôležitejší, pretože najviac determinuje dopĺňanie zásob podzemných vôd a kolísanie hladiny podzemnej vody.

Špecifikom hodnotenia hydrogeologického sucha je analýza zmien fyzikálnych parametrov a chemických vlastností podzemnej vody počas obdobia sucha, ktorá nemá ekvivalent pri hodnotení kvantitatívnych parametrov. Hydrogeologické sucho z pohľadu kvalitatívnych parametrov je možné hodnotiť iba na základe kvalitných hydrogeochemických dát z viacročných radov pozorovaní. Musí ísť o súbor kompletných chemických analýz, s možnosťou overiť si správnosť chemickej analýzy. Tomuto hodnoteniu by malo predchádzať zhodnotenie meteorologického, hydrologického sucha a hydrogeologického sucha z hľadiska kvantitatívnych parametrov. Hodnotenie zmien chemického zloženia a kvality podzemnej vody v podmienkach hydrogeologického sucha je možné hlavne pomocou základných kationov (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) a základných aniónov (Cl^- , NO_3^- , HCO_3^- , SO_4^{2-}), resp. celkovej mineralizácie vody. Najvhodnejším prostriedkom hodnotenia zmien chemického zloženia a kvality podzemnej vody v podmienkach hydrogeologického sucha sú štatistické hodnotenia a analýzy. Významným príspevkom k hodnoteniu chemického zloženia a kvality podzemnej vody je hodnotenie izotopového zloženia povrchových a podzemných vôd a ich vzájomnej interakcie na základe izotopov vodíka a kyslíka.

Na hodnotenie hydrogeologického sucha navrhujeme pri parametri podzemného odtoku a hladine podzemnej vody využiť metódu prahovej hodnoty, pričom jej odvodenie z čiary prekročenia denných hodnôt podzemného odtoku, resp. týždenných hodnôt úrovne hladiny podzemnej vody je možné vykonať buď mechanicky, alebo využiť automatizované postupy navrhnuté a do programového balíka HydroOffice zapracované M. Gregorom (2008). Veľkosť priemerného podzemného odtoku je potrebné porovnávať s hodnotou získanou nezávislou metódou, ktorou je Killeho metóda vychádzajúca z hodnôt najmenších priemerných denných prietokov v mesiaci. V prípade ďalších premenných, ktorými sú prítok ku hladine podzemnej vody, dopĺňanie zásob, resp. veľkosť zásob podzemnej vody odporúčame využiť modelové riešenia, napr. pomocou sústredeného hydrologického modelu BILAN v dennom časovom kroku.

Navrhovaný časový krok hodnotenia meteorologického sucha je jeden mesiac, u hydrologického a hydrogeologického sucha je to jeden deň s výnimkou kvalitatívneho hodnotenia, kde je potrebné porovnávať výsledky chemických analýz vody v normálnom a suchom období.

c) Aplikácia navrhnutých postupov v pilotnom území

Hydrogeologické sucho bolo hodnotené v pilotnom území hornej časti povodia Torysy po profil Prešov. Plocha povodia po profil Prešov je 673,89 km². Súbežne bolo skúmané aj povodie horného toku Tople po profil Bardejov, chýbali však dostačujúce údaje o zmenách kvality podzemnej vody. Na povodí Torysy sa teda podstatne lepšie demonštrujú získané výsledky z pohľadu ovplyvnenia prírodných pomerov vodohospodárskou činnosťou.

Pri hodnotení teplotných pomerov územia bolo možné vychádzať z údajov meteorologickej stanice SHMÚ Sabinov – Jakubovany (nadmorská výška 402 m n. m.). Do hodnotenia bolo zahrnuté obdobie rokov 1975 – 2005 (31 úplných rokov). Najnižšie priemerné teploty vzduchu v jednotlivých mesiacoch hodnoteného obdobia sa vyskytujú v zimných mesiacoch roka od decembra do februára, kedy je priemerná mesačná teplota vzduchu pod bodom mrazu. Najvyššie priemerné denné teploty vzduchu sú charakteristické pre letné mesiace od mája do augusta s vrcholom v júli. Pre hodnotenie zrážkových pomerov bola použitá najvyššie položená zrážkomerná stanica v povodí, ktorou je stanica Torysky (813 m n. m.). Zrážky, ktoré padnú v tejto časti povodia, sú transformované povodím na povrchový a podzemný odtok v neovplyvnenej časti povodia toku a následne aj antropogénnymi aktivitami v povodí.

Podľa Atlasu Krajiny SR (2002) v študovanej oblasti je priemerný ročný úhrn zrážok 550 – 600 mm. Levočské vrchy ležia v zrážkovom tieni Vysokých Tatier, pričom na vrcholoch okolitých pohorí Čergovské vrchy a Busov dosahujú zrážky 900 – 1 000 mm. Priemerné mesačné maximá zrážok sú



v mesiacoch máj – august s hodnotami prevyšujúcimi 80 mm, najsuchšími sú mesiace január – marec s priemernými mesačnými úhrnmi nižšími ako 40 mm.

Rieka Torysa pramení pod kótou Škapová (1 232 m n. m.) v nadmorskej výške približne 1 140 m n. m. Plocha povodia po vodomernú stanicu v Brezovici nad Torysou (pod sútokom so Slavkovským potokom) je 228,3 km², po profil Sabinov je to 495,73 km² a po profil Prešov 673,89 km². Rieka Torysa tvorí miestnu eróznú bázu, ktorá sa aj v súčasnosti podieľa na formovaní reliéfu priľahlých častí územia. Významným pravostranným prítokom Torysa je Slavkovský potok, ktorý sa formuje na severnom omedzení jadrového pohoria Branisko a údolie, ktorým preteká, je tektonicky predisponované. Z hľadiska režimu odtoku patrí Torysa do oblasti stredohorskej, typ režimu odtoku je dažďovo-snehový. Maximá prietokov sa vyskytujú v mesiacoch marec – máj, minimá v septembri – októbri, resp. januári – februári. Podružné zvýšenie vodnosti koncom jesene – začiatkom zimy je mierne výrazné.

Z pohľadu geologicko-tektonickej stavby a hydrogeologických pomerov najstaršie geologické útvary vystupujú v JV časti povodia Slavkovského potoka, v pohorí Branisko, ktoré patrí k jadrovým pohoriam Západných Karpát. Povodie však budujú hlavne horniny paleogénneho veku patriace do vonkajšieho flyšového pásma a do podtatranskej skupiny vnútrokarpatského paleogénu, ktoré sa vyskytujú v celom povodí Torysy až po Prešov. Pokryvné útvary sú tvorené sedimentmi kvartérneho veku. Vzhľadom na výskyt a odbery podzemnej vody predstavujú najvýznamnejší celok kvartérne sedimenty, pričom ich hydrogeologický význam nie je rovnaký a závisí od litologického zloženia, úložných a hydrogeologických pomerov. Základným činiteľom, ktorý ovplyvňuje režim podzemných vôd, je rieka Torysa, ktorá je v hydraulickej spojitosti s podzemnou vodou. Pri doplňovaní podzemných vôd hrajú dôležitú úlohu zrážky. Z hľadiska primárnych podmienok tvorby chemického zloženia je možné rozlíšiť na hodnotenom území dva základné typy podzemných vôd, a to podzemné vody s **petrogénnou mineralizáciou**, ktorých chemické zloženie je v úzkom vzťahu k mineralogicko-petrografickému zloženiu horninového prostredia (k tejto skupine patrí voda vodárenského zdroja vo Vyšnom Slavkove – Hlavný prameň) a s **potamogénnou mineralizáciou**, ktorých chemické zloženie je v úzkom vzťahu k chemickému zloženiu povrchovej vody. K tejto skupine patria vody fluvialných sedimentov, ktoré predstavujú infiltrované vody povrchových tokov. Na doplňovanie vôd aluviálnych náplavov sa obvykle okrem infiltrovanej vody z toku podieľajú aj ďalšie vody (zrážkové vody, prestupy z iných komplexov, rozptýly hlbinných vôd a pod.). Pomer zastúpenia jednotlivých vôd sa mení nielen v jednotlivých úsekoch toku, ale aj v čase, napr. v závislosti od stavu hladiny v povrchovom toku.

Hodnotené územie je z vodohospodárskeho hľadiska pomerne intenzívne využívané. Odborné miesta podzemnej vody sú sústredené v okolí obce Brezovica nad Torysou (VZ Brezovička, Brezovica I, IA, II, III, IV, ČS-1 a ČS-2), ďalšie zdroje sú v obciach Krivany, Lipany, Rožkovany, Sabinov I, Sabinov II – Pečovská Nová Ves, Ostrovany, Šarišské Michaľany a Šariš Hrad. V území je využívaná aj povrchová voda z Torysy odoberaná v Blažove (Úpravňa). Lokálne a občasne sú využívané aj pramene Breziny, u Gerčáka a Bujačiareň, ich výdatnosti sú však v porovnaní s odbermi podzemných vôd zanedbateľné. Najvýznamnejším využívaným prameňom je Hlavný prameň vo Vyšnom Slavkove. Celkový odber z územia dosiahol maximum v roku 1991, a to 21 106 288 m³ za rok, minimálne odborné množstvo bolo zaznamenané v roku 2006 a to 6 875 334 m³ za rok, čo predstavuje pokles na menej ako jednu tretinu z pôvodných odborných množstiev.

Pri hodnotení výskytu hydrogeologického sucha v povodí je dôležité poznanie hydrologického režimu toku. Tento môžeme hodnotiť na základe:

1. charakteristík hydrologickej bilancie,
2. charakteristík priemerného odtokového režimu,
3. charakteristík extrémneho odtokového režimu.

Bilančné charakteristiky predmetného územia boli hodnotené pre jestvujúce vodomerné profily, ako aj pre bilančné profily vyčlenené v predmetnom území, bilancia bola vykonaná pre štyridsaťročné obdobie rokov 1961 – 2000. Bilancia povodia hornej Torysy bola kvantifikovaná priemerným odtokom z plochy povodia a zrážkami, ktorý tento odtok spôsobili, ale aj ďalšími charakteristikami, ktoré širšie interpretujú odtok. Sú to: odtokový koeficient – podiel výšky odtoku vody a výšky príslušných zrážok spôsobujúcich tento odtok a špecifický odtok – objem odtoku vody z jednotky plochy povodia za jednotku času. Táto charakteristika dovoľuje porovnať vodnosť rôznych území nezávisle od veľkosti územia. Priemerný prietok udáva celkový potenciál povrchového odtoku.

V hornom povodí Torysy po sútok so Sekčovom sa merný povrchový odtok na hlavnom toku z hodnoty okolo nad 12 l·s⁻¹·km⁻² v hornej časti povodia znižuje s pribúdajúcou plochou na hodnotu okolo 7 l·s⁻¹·km⁻². Veľkosť prietoku so zväčšovaním sa plochy povodia narastá. Zo zrážok spadnutých na povodie odtečie 27 – 52 %. Za rok spadnuté zrážky na uvedené povodia dosahujú hodnotu 657 –



758 mm. Ročné úhrny odtoku majú oveľa väčší gradient a pohybujú sa medzi hodnotami 218 – 396 mm. Celkový hydrologický potenciál tohto územia je $6,187 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Hydrologický režim bol hodnotený aj pomocou ďalších parametrov, ako napr. dlhodobých priemerných a extrémnych hodnôt, pričom ťažisko pozornosti bolo venované extrému sucha.

Na hodnotenie sucha v povodí Torysy po profil Prešov boli použité vstupné dáta pre kvantitatívne i kvalitatívne hodnotenie. Použité boli kvantitatívne dáta, a to:

- údaje o denných úhrnoch zrážok v zrážkomerných staniciach Torysky (813 m n. m.), pre porovnanie vývoja zrážkových úhrnov s nadmorskou výškou boli použité aj údaje zo zrážkomerných staníc Vyšný Slavkov a Brezovica nad Torysou,
- údaje o priemerných denných teplotách vzduchu v meteorologickej stanici Sabinov–Jakubovany (nadmorská výška 402 m n. m.),
- údaje o priemerných denných prietokoch vo vodomerných staniciach 8710 Torysa-Nižné Repaše (plocha povodia $21,44 \text{ km}^2$), 8740 Slavkovský potok-Brezovica (plocha povodia $83,5 \text{ km}^2$), 8750 Torysa-Brezovica (plocha povodia $228,3 \text{ km}^2$), 8768 Ľutinka- Ľutina (plocha povodia $49,2 \text{ km}^2$), 8770 Torysa-Sabinov (plocha povodia $495,73 \text{ km}^2$), Sekčov-Demjata (plocha povodia $123,17 \text{ km}^2$), Sekčov-Prešov (plocha povodia $352,80 \text{ km}^2$) a Torysa-Prešov (plocha povodia $673,89 \text{ km}^2$). Pre výpočet špecifických charakteristík malých vodností boli použité aj odvodené údaje ďalších profilov na toku Torysy,
- údaje o úrovniach hladiny podzemnej vody v objektoch 1054 Šarišské Michaľany, 1056 Šarišské Michaľany, 1064 Dačov-Budzín, 1065 Dačov, 1066 Krivany, 1069 Krivany, 1070 Brezovička, 3070 Brezovička, 1110 Prešov, 1111 Veľký Šariš, 1116 Prešov-Nižná Šebastová, 1118 Prešov, 1112 Veľký Šariš a 3112 Veľký Šariš.

Bolo tiež použité nasledovné **kvalitatívne dáta**:

- kompletne chemické analýzy podzemných vôd z monitorovacej siete SHMÚ použité na hodnotenie dlhodobých a sezónnych zmien kvality podzemných vôd a výber kvalitatívnych parametrov pre hodnotenie hydrogeologického sucha,
- chemické analýzy vôd z prevádzkovej kontroly vodárenských zdrojov využité v hodnotení vzťahu využiteľných množstiev a kvality vody vo vzťahu k hydrogeologickému suchu,
- chemické analýzy podzemných vôd z Geochemického atlasu (Rapant a kol., 1996) na charakteristiku plošnej distribúcie kvalitatívnych parametrov podzemných vôd (z obdobia rokov 1992 – 1993),
- kompletne chemické analýzy povrchových vôd z monitorovacej siete SHMÚ, kde povrchové vody sú zdrojové vody v prípade vôd s potamogénnou mineralizáciou. Údaje boli použité na hodnotenie kvalitatívnych parametrov povrchových vôd v suchých obdobiach a v obdobiach bez výskytu sucha vo vzťahu k chemickému zloženiu a kvalite podzemnej vody,
- vlastné chemické analýzy podzemných a povrchových vôd, ktoré boli použité na doplnenie aktuálnych informácií o chemickom zložení vody, s cieľom vybrať monitorovacie miesta s dostatočnou hustotou, kde monitoring SHMÚ nemusí postačovať, a ktoré sú dôležité aj pre modelovanie hydrogeochemických procesov v procese infiltrácie povrchových vôd. Vlastné chemické analýzy povrchových a podzemných vôd boli použité aj na špeciálne a inverzné modelovanie,
- izotopové analýzy kyslíka a vodíka, ktoré umožnili spresniť pôvod vodnej zložky, hlavne vo vzťahu povrchových a podzemných vôd,
- chemické analýzy zrážkových vôd z monitorovacej siete SHMÚ, ktoré sú zdrojovými vodami v tomto hydrogeologickom systéme,
- chemické analýzy snehov z dlhodobého monitoringu ŠGÚDŠ, ktoré predstavujú dôležitý vstup do hydrogeologického systému, pričom jarné topenie snehov výrazne ovplyvňuje kvalitu povrchových a podzemných vôd. Chemické analýzy snehov sú dôležité pre hodnotenie pôvodu chemických látok vo vodách vo flyšových oblastiach, v kvartérnych sedimentoch, v krasových oblastiach.

Výsledky hodnotenia meteorologického sucha v zrážkomernej stanici Torysky dokumentovali, že podľa *SPI* klasifikácie patrili hydrologické roky 1976 a 1986 medzi mierne suché roky, hydrologické roky 1982 a 2003 patrili medzi veľmi suché roky a hydrologický rok 1993 bol extrémne suchý rok. Väčšina hodnotených rokov patrila medzi roky, ktoré sa nachádzajú blízko normálu (21 hydrologických rokov). Podobné výsledky boli získané aj metódou klasifikácie rokov podľa vlhkosti. Veľmi odlišné výsledky dávala metóda indexu sucha.



Hodnotenie hydrologického sucha bolo vykonané na základe priemerných minimálnych ako aj absolútnych minimálnych hodnôt prietokov a ukázalo, že tieto sa vyskytujú buď na konci zimy – v mesiaci marec, alebo na konci letného polroka – v mesiacoch september a október. Pre tok Torysa je charakteristický výskyt zimných, pre tok Sekčov výskyt letných absolútnych miním. Z pohľadu regionálnej typizácie sezónnosti minimálnych prietokov bol na základe Burnovho vektora sezónnosti vyhodnotený najčastejší výskyt prietokov pod hranicou zabezpečenia Q_{95} pre profily Torysa-Nižné Repaše i Torysa-Sabinov v mesiaci december. Na toku Sekčov v Prešove je najčastejší výskyt minimálnych prietokov v októbri.

Pre vybrané profily bola vykonaná aj trendová analýza hodnôt Q_{355} , čo predstavuje prietok s dobou prekročenia 90 % roka, t.j. Q_{90} . Jej výsledky dokumentovali, že na trendovej čiare Torysy v Nižných Repašoch sa neprejavuje žiadny štatisticky významný trend, čo je diametrálne odlišné od trendovej čiary Q_{355} na Slavkovskom potoku v Brezovici, kde sa výrazne prejavuje vplyv odberov z vodných zdrojov v povodí Slavkovského potoka. Aj trend vývoja Q_{355} na Toryse v Brezovici n. Torysou je ovplyvnený odbermi v povodí, tento vplyv sa po profil v Sabinove začína viditeľne stierať. Veľmi podobné trendy dokumentovala aj trendová analýza minimálnych ročných prietokov.

Vyhodnotenie hydrologického sucha ukázalo, že historickým hydrologickým suchom v povodí Torysy po profil Sabinov bolo hydrologické sucho v období rokov 1986 – 1987. Toto sucho sa v profiloch Torysa-Brezovica nad Torysou a Torysa-Sabinov prejavilo už 21.8.1986 a trvalo 215/213 dní do 23.3.1987. V najvyššej časti povodia v profile Torysa-Nižné Repaše sa prejavilo až 2.10.1986, trvalo 172 dní do 23.3.1987. Toto sucho sa v zahraničnej literatúre označuje ako multiyear drought – viacročné sucho. Na toku Sekčov sa historické sucho vyskytlo v rokoch 1996, resp. 1965, jeho dĺžka však bola kratšia ako 100 dní.

Hydrogeologické sucho bolo hodnotené na základe hodnôt podzemného odtoku, úrovně hladiny podzemnej vody a pre profil Torysa-Prešov aj hodnoty zásob podzemnej vody. Podzemný odtok bol stanovený v troch vodomerných profiloch, v blízkosti ktorých sa nachádzali monitorované objekty podzemných vôd, a to Brezovica nad Torysou, Sabinov a Prešov. Na stanovenie podzemného odtoku bol použitý model BFI v dennom časovom kroku za obdobie hydrologických rokov 1961 – 2006. Pozorovacie objekty podľa ich miesta výskytu boli priradené k jednotlivým vodomerným profilom nasledovne: pozorovacie objekty 1070 a 3070 (Brezovička), 1066 (Krivany), 1069 (Krivany), 1064 (Dačov-Budzín) a 1065 (Dačov) prislúchajú k vodomernému profilu Torysa-Brezovica (8770), pozorovacie objekty 1054 (Šarišské Michaľany) a 1056 (Šarišské Michaľany) prislúchajú k vodomernému profilu Torysa-Sabinov (8750) a pozorovacie objekty 1110 (Prešov), 1111 (Veľký Šariš), 1116 (Prešov-Nižná Šebastová) 1118 (Prešov) 1112 (Veľký Šariš) a 3112 (Veľký Šariš) prislúchajú vodomernému profilu Torysa-Prešov (8780). Suché obdobia stanovené v pozorovaciích objektoch boli následne porovnávané so suchými obdobiami stanovenými v jednotlivých vodomerných profiloch. Hydrogeologické sucho bolo stanovené dvomi metódami, a to metódou prahovej hodnoty a metódou Sequent Peaks Algorithm (SPA). Metóda prahovej hodnoty bola použitá pri hodnotení sucha na základe analýzy úrovně hladiny podzemnej vody a metóda SPA bola použitá pri podzemnom odtoku. Na hodnotenie hydrogeologického sucha boli použité štyri prahové hodnoty stanovené pre podzemný odtok ($QZ_{300(1961-2000)}$, $QZ_{330(1961-2000)}$, $QZ_{355(1961-2000)}$, $QZ_{364(1961-2000)}$) a pre úrovně hladiny podzemnej vody (φ_{300} , φ_{330} , φ_{355} a φ_{364}). Keďže jestvujúce pozorovacie obdobie úrovně hladiny podzemnej vody nepokrývalo rovnaké časové obdobia ako údaje pre stanovenie podzemného odtoku, prahové hodnoty pre hladiny podzemnej vody boli určené za obdobie, ktoré bolo najbližšie k normálovému obdobiu rokov 1961 – 2000. Pre objekty 1066 a 1069 to bolo obdobie 1969 – 2000, pre objekty 1054, 1056, 1064, 1065 a 3070 (zahŕňajúci aj objekt 1070) obdobie 1962 – 2000 a pre objekty 1110, 1111, 1116, 1118 a 3112 (zahŕňajúci aj objekt 1112) to bolo obdobie 1970 – 2000.

Z výsledkov hodnotenia sucha v podzemnom odtoku vyplýva, že počet suchých období sa znižuje so zvyšujúcou sa hodnotou percenta prekročenia, najvyšší je pri $QZ_{300(1961-2000)}$ a najnižší pri $QZ_{364(1961-2000)}$. So zvyšujúcou sa prahovou hodnotou z hľadiska prekročenia je klasifikovaná kvalitatívne vyššia úroveň sucha, t.j. zvyšuje sa intenzita sucha z hľadiska dopadov na prírodné prostredie. Ak porovnáme výskyt suchých období po toku Torysy od Brezovice nad Torysou po Prešov, potom najvyšší počet výskytov hydrogeologického sucha charakterizovaného suchom v podzemnom odtoku bol zaznamenaný v profile Sabinov, najnižší v profile Prešov. Pri hodnotení výskytu sucha pri prahovej hodnote QZ_{355} , t.j. Q_{90} bolo v profile Torysa-Sabinov zaznamenaných 6 výskytov sucha s dĺžkou trvania viac ako 200 dní. Pri tejto prahovej hodnote bolo vo všetkých hodnotených profiloch zaznamenané sucho v rokoch 1986/1987 a 2003/2004. Najdlhšie trvajúcim suchom bolo sucho v profile Torysa-Sabinov, ktoré pri prahovej hodnote QZ_{355} , t.j. Q_{90} trvalo 512 dní od 30.7.1992 do 23.12.1993.



Najzávažnejšie suché obdobia sa vyskytovali v letno-jesenom a zimnom období, najdlhšie suché obdobia trvali nepretržite od leta až do zimy či skorej jari nasledujúceho kalendárneho roka. Záverom môžeme zhrnúť, že pri prahovej hodnote QZ_{300} a φ_{300} sa na celom hodnotenom povodí suché obdobia vyskytli v rokoch 1986/1987, 1988/1989, 1993/1994 a 2003/2004. Medzi suché roky, ktoré sa prejavili v celom hodnotenom povodí pri prahovej hodnote QZ_{330} a φ_{330} patria roky 1986/1987 a 1993/1994. Pri prahových hodnotách QZ_{355} , φ_{355} , QZ_{364} a φ_{364} môžeme za suché obdobie považovať iba roky 1986/1987. Extrémne dlho trvalo sucho v objekte podzemnej vody 3112 (prislúchajúcemu k profilu Torysa-Prešov) s dĺžkou trvania 729 dní od 2.11.2005 do 31.10.2007. Keďže 31.10.2007 bol posledným dňom hodnoteného obdobia u tohto objektu, je predpoklad, že hydrogeologické sucho v tomto objekte trvalo ešte dlhšie.

Pri hodnotení hydrogeologického sucha v kvalitatívnych parametroch podzemnej vody boli hodnotené základné zložky chemického zloženia vody, a to základné kationy (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), základné anióny (Cl^- , NO_3^- , HCO_3^- , SO_4^{2-}) a celková mineralizácia vody. Na základe vyčlenených období sucha v podzemnej vode (bez rozlíšenia kategórií sucha) boli vybrané chemické analýzy podzemnej vody v rámci vyčlenených suchých období a tiež chemické analýzy podzemnej vody v obdobiach bez sucha v podzemnej vode. V obdobiach s výskytom sucha a v obdobiach bez výskytu sucha boli vypočítané základné štatistické parametre, a to minimum, maximum, priemer, medián a smerodajná odchýlka. Na základe dosiahnutých výsledkov možno konštatovať, že v obdobiach sucha sú v podzemnej vode vyššie obsahy Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} a HCO_3^- . V obdobiach bez výskytu sucha sú vyššie obsahy Cl^- a SO_4^{2-} . Obsahy NO_3^- sú maximálne v období bez výskytu sucha.

Inverzným modelovaním pre vodárenské zdroje Brezovica I a Brezovica 1A bolo zistené, že hlavnou reakciou formovania chemického zloženia podzemnej vody je rozpúšťanie kalcitu, pri ktorom sa spotrebovávajú CO_2 . Dochádza tiež k rozpúšťaniu dolomitu, sadrovca a ku precipitácii malých množstiev limonitu a manganitu. Podľa saturačných indexov limonitu a manganitu je v podzemnej vode dostatok rozpusteného kyslíka, ktorý udržuje ióny železa a mangánu v nepohyblivej forme. V priebehu infiltrácie sa vplyvom oxidačných, resp. sorpčných, procesov znížil obsah amónnych iónov o 70 %, dusitanov o 83 %, hydrogénfosforečanov o 22 %, draslíka o 8 %, sodíka o 3 % a organických látok ($ChSK_{Mn}$) o 51 %. V porovnaní s povrchovou vodou vzrástla celková mineralizácia podzemnej vody o 22 %, tiež obsah vápnika, horčíka a hydrogénuhličitanov.

Na modelovanie minimálneho bilančného prietoku MQ bola použitá prírastková metodika prúdenia v toku (IFIM) a simulačný systém RHABSIM. Vzťah abiotických a biotických charakteristík je reprezentovaný vhodnosťmi krivkami jednotlivých druhov rýb, ktoré sú vyhodnocované pre uvedené najdôležitejšie abiotické charakteristiky mikrohabitatu, a to pre rýchlosť a hĺbku toku. Určenie vhodnostných kriviek je najprácejšou časťou v modeli IFIM a kvalita ich vyhodnotenia determinuje mieru spoľahlivosti určenia MQ . Pre stanovenie vplyvu jednotlivých parametrov na vhodnostné krivky a vyhodnotenie MQ na vybranom referenčnom úseku bol zvolený postup zahŕňajúci vytýčenie konkrétneho referenčného úseku, ktorý charakterizuje záujmovú oblasť toku, zameranie topografických parametrov referenčného úseku, ichtyologické a hydraulické merania zamerané na vyhodnotenie vhodnostných kriviek jednotlivých druhov rýb, vyhodnotenie vhodnostných kriviek a vyhodnotenie MQ . Referenčný úsek Torysy pri obci Pečovská Nová Ves bol vybraný tak, aby reprezentoval charakteristické spektrum mikrohabitatov – brody, medzibrody, lavice, úkryty atď. Vybraný bol na základe terénnej rekognoskácie vodohospodárov a ichtyológov, následne boli určené jeho hranice. Spresnenie hraníc sa uskutočnilo po tachymetrickom zameraní a vykreslení priečnych a pozdĺžnych profilov.

Ako výsledok hodnotenia bol vypočítaný optimálny prietok v toku pre druhy mrena škrvnitá a pstruh potočný s hodnotou $1,11 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a hodnota minimálneho bilančného prietoku $0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Minimálny bilančný prietok MQ bol vyhodnotený na základe poznatkov o vplyve prietoku na biologické prostredie toku, ktoré bolo charakterizované vzťahom medzi populáciou rýb a habitatom. Takýto postup je objektívny, ale zároveň obsahuje široké spektrum možných vplyvov, preto konkrétne hodnoty minimálneho bilančného prietoku by sa mali určiť na základe výsledkov diskusie rozhodovacej komisie, zostavenej z odborníkov z oblasti vodohospodárskej a hydrobiologickej. Uvedené výsledky MQ možno považovať za vstupný materiál pre rozhodovaciu komisiu, ktorá by výsledky potvrdila, spresnila, prípadne požiadala o ďalšie konkrétne výsledky a analýzy pre spresnenie hodnoty MQ .

d) Hodnotenie vplyvu sucha na využiteľné množstvá podzemnej vody

Hodnotenú povodie horného toku Torysy leží v území, v ktorom sa na formovaní množstiev podzemných vôd negatívne podpisujú tri významné faktory, a to poloha hodnoteného územia v zrážkovom tieni Vysokých Tatier, ktorá spôsobuje zníženie dotáciu územia zrážkami, nepriaznivé



hydrogeologické pomery z pohľadu akumulácie vody v predkvartérnych útvaroch podzemnej vody a intenzívne vodohospodárske využívanie územia.

Jedným z hlavných hydrogeologických ukazovateľov limitujúcich využiteľné množstvá podzemnej vody v území je podzemný odtok. Aby bolo možné stanoviť jeho veľkosť vo vzťahu k minimálnemu bilančnému prietoku, resp. minimálnemu ekologickému prietoku, bola na jeho určenie použitá Killeho metóda. Vyhodnotené boli hodnoty podzemného odtoku v profiloch Slavkovský potok-Brezovica n. Torysou, Torysa-Sabinov a Torysa-Prešov samostatne v desaťročiach 1974 – 1984, 1984 – 1994 a 1994 – 2004, a následne aj obdobie 1983 – 2006, z ktorého boli k dispozícii odberné množstvá v jednotlivých vodárenských zdrojoch. Vo všetkých hodnotených dekádach bol zistený výskyt suchých rokov, pričom z pohľadu podzemného odtoku bola najsuchšou dekáda rokov 1984 – 1994, v ktorej sa skumulovali suché roky 1986 – 1987 a 1992 – 1994. Z analýzy tejto dekády vyplýva, že v profile Torysa-Nižné Repaše boli minimálne mesačné prietoky tohto desaťročia tvorené zmiešaným priamym a základným odtokom, podiel priameho odtoku v profiloch Slavkovský potok-Brezovica n. Torysou a Torysa-Sabinov bol podstatne nižší a minimálne prietoky v povrchovom toku, hlavne v profile Torysa-Sabinov boli dotované takmer výlučne z podzemného odtoku. V profile Torysa-Prešov sa opäť podiel zmiešaného odtoku zvyšuje. Vyhodnotenie podzemného odtoku v jednotlivých profiloch za obdobie 1983 – 2006 ukázalo, že priemerný podzemný odtok vo vzťahu k dlhodobému priemernému mesačnému prietoku predstavuje v profile Torysa-Nižné Repaše 35,9 %, v profile Slavkovský potok-Brezovica n. Torysou 33,3 %, v profile Torysa-Sabinov 39,7 % a v profile Torysa-Prešov 44,2 %. Ak porovnáme hodnoty priemerného dlhoročného odberu s hodnotami priemerného podzemného odtoku potom môžeme konštatovať, že všetky priemerné dlhodobé hodnoty odberov sú nižšie ako hodnoty podzemného odtoku s výnimkou maximálnych odberov k profilu Slavkovský potok-Brezovica nad Torysou, ktorých nezabezpečenosť vzniká z dôvodu nižšieho podzemného odtoku. Od roku 1984 až do roku 1995, s výnimkou kratších období v rokoch 1985 a 1986, boli odbery vyššie ako prahová hodnota podzemného odtoku. Po roku 1995 došlo k výraznému poklesu odberov, ktoré sú od tohto obdobia menšie ako priemerná dlhodobá hodnota podzemného odtoku.

Vzťahy medzi hlavnými činiteľmi formovania podzemného odtoku, a to zrážkami, prietokom a hladinou podzemnej vody boli riešené metódami matematickej štatistiky. Pretože všetky tieto premenné sa vyznačujú významnými odchýlkami od normálneho rozdelenia početnosti, bola na analýzu použitá korelačná matica s výpočtom Spearmanovho korelačného koeficienta poradovej korelácie. Do matice boli zahrnuté aj sumárne odberné množstvá k profilom Brezovica nad Torysou, Sabinov a Prešov. Prekvapujúco vysoké korelačné koeficienty boli dosiahnuté medzi prietokmi vo všetkých profiloch a zrážkami v Toryskách s hodnotami od 0,47 do 0,51, ktoré dokumentujú podiel zrážok na formovaní prietoku v povrchových tokoch, ako aj vzťah medzi zrážkami a úrovňami hladiny podzemnej vody s hodnotami korelačného koeficienta 0,21 – 0,29. Štatisticky významný vzťah bol dokumentovaný aj medzi odbermi a úrovňami hladiny podzemnej vody, kde záporné znamienka u korelačných koeficientov odberov vo vzťahu k hladinám dokumentujú vplyv odberov na zmenu hladiny, ktorý ukazuje, že pri zvyšovaní odberných množstiev klesajú úrovne hladiny podzemnej vody, a to vo všetkých prípadoch štatisticky významne na hladine významnosti $\alpha = 0,05$, okrem vzťahu hladiny podzemnej vody v objekte 1111 a odbermi k profilu Prešov. Najtesnejší vzťah, a teda aj najvýraznejší vplyv sa prejavuje v Sabinove. Medzi odbermi podzemnej vody a prietokom nebol dokumentovaný žiadny vzťah v žiadnom z hodnotených profilov.

Výsledky dokumentujúce vplyv odberov na úroveň hladiny podzemnej vody boli podkladom zostavenia numerického modelu okolia vodárenského zdroja Brezovička. Model riešil stanovenie maximálneho možného čerpaného množstva pri minimálnom vodnom stave v Slavkovskom potoku. Na základe vytvoreného koncepčného modelu bol následne zostavený hydraulický model povodia Slavkovského potoka a potom aj lokálny model okolia vodárenského zdroja Brezovička. Ako modelovací balík bol použitý program Groundwater Vistas v.5 (GWV) (Rumbaugh a Rumbaugh, 2007). Po nakalibrovaní modelu bola riešená optimalizácia. Ako optimalizačné body boli vybrané body pri rieke, kde sa zadalo maximálne povolené zníženie hladiny podzemnej vody. Táto hodnota bola stanovená ako minimálna ekologická hladina pre pozorovací objekt SHMÚ 1070 (3070), ktorý sa nachádza severne od vodárenského zdroja. Ekologická hladina podzemnej vody bola vypočítaná na 452,83 m n. m., čo zodpovedá stavu hladiny 5,94 m pod terénom. Táto hodnota bola prepočítaná pre vybrané body v blízkosti čerpacích studní. Pri optimalizácii sa zisťovalo maximálne možné čerpané množstvo vody zo studní tak, aby zníženie nebolo väčšie než bola zadaná hodnota hladiny podzemnej vody v optimalizačných bodoch. Z výsledkov optimalizácie vyplynulo, že pri minimálnom vodnom stave je možné čerpať zo studní TH-8 až TH-11 sumárne $14,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ vody pri splnení podmienky, že v optimalizačných bodoch neklesne hladina podzemnej vody na viac ako 5,5 m pod



terénom (podľa mapy hydroizohýps sa hladiny podzemnej vody nachádza v hĺbke zhruba 3,3 m pod terénom). Odbery pre jednotlivé studne boli vypočítané nasledovne: TH-8 = 6,5 l.s⁻¹, TH-9 = 1 l.s⁻¹, TH-10 = 1 l.s⁻¹ a TH-11 = 6 l.s⁻¹.

Na základe získaných poznatkov boli prehodnotené využiteľné množstvá podzemnej vody v území nasledovne:

- Do kategórie C odporúčame zaradiť využiteľné množstvá stanovené ako dlhodobý priemerný podzemný odtok určený Killeho metódou za obdobie 1983 – 2006. Pre profil Slavkovský potok-Brezovica n. Torysou je to 141,0 l.s⁻¹, pre profil Torysa-Sabinov 1 272,0 l.s⁻¹ a pre profil Torysa-Prešov 1 826,0 l.s⁻¹.
- Do kategórie B odporúčame zaradiť využiteľné množstvá určené ako sumárne dlhodobé priemerné odberné množstvá za obdobie 1983 – 2006 pre jednotlivé profily, a to 126,520 l.s⁻¹ pre profil Slavkovský potok-Brezovica n. Torysou, 436,577 l.s⁻¹ pre profil Torysa-Sabinov a 466,569 l.s⁻¹ pre profil Torysa-Prešov.

e) Prognóza vývoja využiteľných množstiev pre hodnotené územie Prešovského kraja

Prognóza vplyvu hydrogeologického sucha na využiteľné množstvá podzemnej vody v oblasti horného povodia Torysy po Prešov je jednoznačne negatívna. Situácia sa od roku 1990 zlepšila len vďaka tomu, že poklesla hospodárska aktivita v území a vzhľadom na stále stúpajúcu cenu vody sa obyvatelia odpájali od verejného vodovodu. Odberné množstvá v okolí Brezovice nad Torysou bude potrebné redukovat'. Smerom po toku Torysy sa zväčšuje plocha povodia, odbery sú menšie, Torysu dotujú prítoky, takže by bolo možné krátkodobo zvyšovať odbery z vodárenských zdrojov. Ak ale hydrogeologické sucho bude trvať viac ako pol roka, potrebné množstvo vody na zásobovanie Prešovského skupinového vodovodu sa získa len za cenu nedodržania ekologického hľadiska.

Pri návrhu opatrení na elimináciu následkov sucha v hodnotenom území je potrebné brať do úvahy nasledujúce skutočnosti:

- Od roku 1990 sústavne klesala potreba vody, takže boli odstavované zdroje orientované na podzemnú vodu a v prevádzke bol priamy odber vody z Torysy a úpravňa vody v Brezovici nad Torysou.
- Vzhľadom na stúpajúcu cenu dodávky vody a odkanalizovania, mnohí spotrebitelia sa odpájajú od verejného vodovodu a zásobujú sa vlastnými studňami.
- Kvalita vody však v niektorých prípadoch nespĺňa požiadavky Nariadenia vlády č. 354/2006 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu. Vplyv odberov vody na prítok v povrchových tokoch a hĺbku hladiny podzemnej vody sa podstatne zmenšil, takže sa môže zdať, že všetko je v poriadku.

Niektoré okresy na východnom Slovensku veľmi zaostávajú v podiele zásobovaných obyvateľov z verejných vodovodov. Okresy Vranov nad Topľou, Sabinov a Košice-okolie majú iba okolo 60 % zásobovaných obyvateľov. Ak sa má dostať zásobovanie obyvateľov východného Slovenska na úroveň Európskej únie, bude potrebné znova uviesť do prevádzky v súčasnosti odstavené vodárenské zdroje. Znova môže dôjsť k opakovaniu situácie z rokov 1986 – 1987.

Mala by sa preveriť a porovnať ekonomická náročnosť privedenia vody z územia, kde je vody dostatok a vybudovania vodárenskej nádrže, ktorá dokáže vykryť aj viacročný deficit vody, ktorý môže byť spôsobený hydrogeologickým suchom.

Viaceré vodárenské zdroje sú využívané len podmienene vzhľadom na kvalitu vody a hygienici ich pri zhoršení kvality odstavujú. Znamená to, že je reálny predpoklad zvyšovania odberov z ostatných zdrojov, pričom nebude dodržané ekologické hľadisko.

Pri prevádzke vodárenských zdrojov s odberom podzemnej vody z vrtov alebo studní musia byť dodržiavané požiadavky na meranie hladín v odberných objektoch, ale aj vo vybraných pozorovacích objektoch. Odbery vody musia byť evidované z každého objektu, nielen ako suma za celý zdroj. V blízkosti významných zdrojov alebo skupiny zdrojov by mali byť zrážkomerné a vodomerné stanice a odbery by mali byť regulované podľa veľkosti prítokov a tendencie zmien hladiny podzemnej vody.

3. Zoznam výstupov a prínosov projektu za posledný rok

Tento je uvedený v samostatnej prílohe VPP.