



Výzkumný ústav
vodohospodářský
T. G. Masaryka
veřejná výzkumná instituce



Činnosti k podpoře výkonu státní správy V Problematicke SUCHO v roce 2017 – úkol 3702

7 Ochranná pásma vodních zdrojů

Závěrečná zpráva

J.V.Datel et al.

Příloha č. 5

Průzkum ochranného pásma vodního zdroje a infiltračního území na pilotní lokalitě Bzenec

Kapitoly 1-4 převzaty ze zprávy Uhlík, J., Zeman, O., Chaloupková M.: Vodní zdroj Bzenec – komplex, modelové hodnocení jímacího území, dokumentace 1. etapy prací, PROGEO, s.r.o. 2015, kap. 5 vytvořena VÚV TGM, v.v.i. (Datel, J.V.).

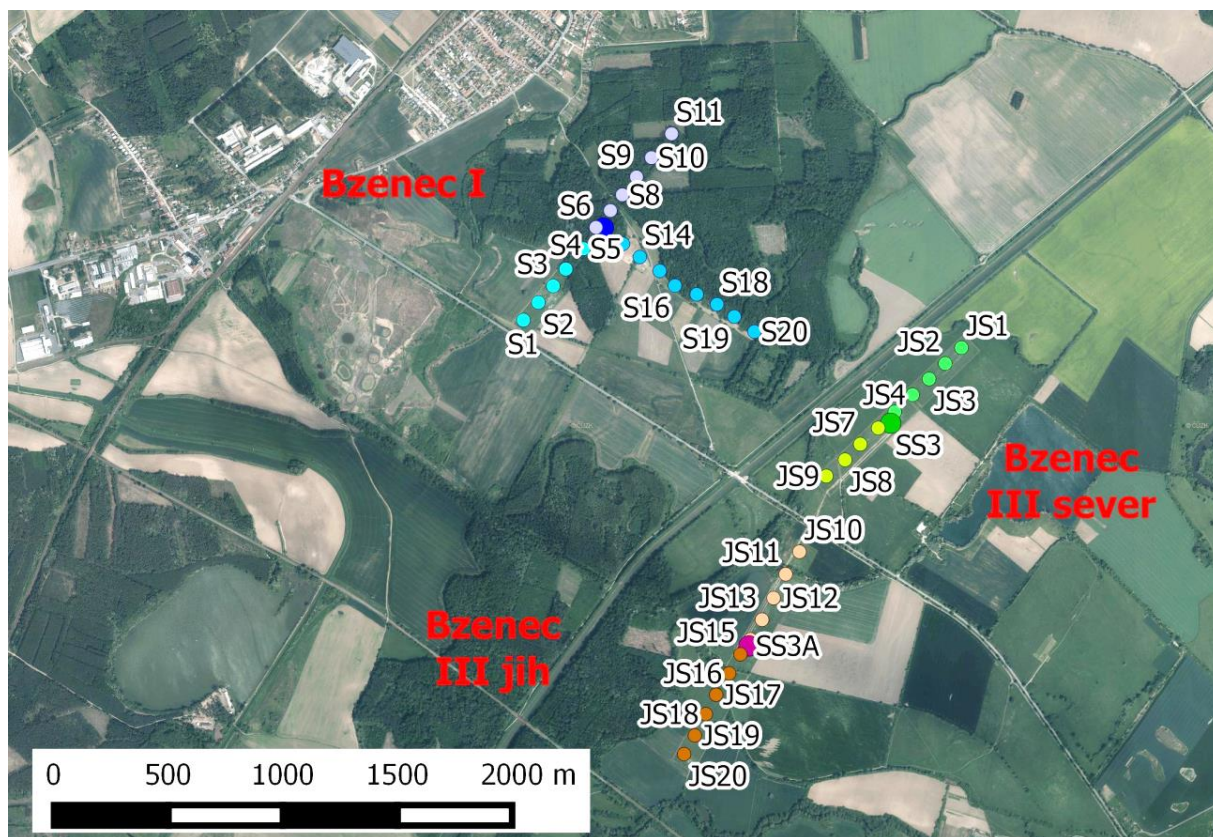
Obsah:

1	Úvod.....	4
2	Metodika modelového hodnocení.....	6
3	Přírodní poměry území	7
3.1	Rešeršní práce	7
3.2	Morfologické poměry	7
3.3	Rozloha modelu.....	8
3.4	Geologické poměry.....	8
3.5	Hydrogeologické poměry	9
3.6	Přírodní zdroje.....	10
3.7	Říční síť	11
3.7.1	Hydrologické údaje	11
3.7.2	Nová Morava.....	12
3.7.3	Nadmořské výšky toků	13
3.7.4	Jezové stupně.....	15
3.8	Odběry podzemní vody.....	16
3.8.1	Vodárenské odběry.....	16
3.8.2	Hydraulika odběrů v jímacím území Bzenec	16
3.8.3	Časové změny odběrů	16
3.8.4	Sanační odběry podzemní vody	17
3.9	Hladiny podzemní vody	18
3.9.1	Plošné rozložení hladiny podzemí vody	18
3.9.1.1	Neovlivněné hladiny	18
3.9.2	Ovlivnění hladin odběry podzemní vody	19
3.9.2.1	Hladiny zastižené k 12.11.2009	19
3.9.2.2	Hladiny zastižené k 15.10.2012	20
3.9.2.3	Prostor projektované štěrkovny Uherský Ostroh	20
3.9.3	Transientní vývoj hladin	21
3.10	Propustnost horninového prostředí	22
3.11	Geochemické údaje	22
3.11.1	Plošné rozložení koncentrací rozpuštěných látek	22
3.11.1.1	Sírany.....	23
3.11.1.2	Dusičnany	24
3.11.1.3	Chloridy	24
3.11.1.4	Železo	25
3.11.1.5	Těkavé organické látky (TOL)	25
4	Hlavní závěry týkající se proudění podzemní vody v zájmovém území	26
5	Ochranná pásma zdrojů Bzenec – komplex.....	27
6	Literatura	30

1 Úvod

Zpráva dokumentuje přírodní poměry a vodohospodářskou situaci širší oblasti vodního zdroje "Bzenec - komplex". Byla zpracována na základě podkladů poskytnutých společností VaK Hodonín, a.s., a na základě zpráv modelového řešení, které pro VaK Hodonín, a.s. zpracovává společnost PROGEO s.r.o. (Ing. Jan Uhlík, Ph.D.).

Vodní zdroj Bzenec – komplex je příkladem kvartérního podzemního zdroje, kde interakce s povrchovou vodou a s povrchem hraje významnou roli při ochraně tohoto vodního zdroje, jednoho z největších v ČR. Je to zároveň příklad vodního zdroje s dostatkem vstupních údajů pro podrobné hodnocení jeho ochrany, které jsou zpracovávány na vysoké odborné úrovni za pomoci matematického modelu proudění (ustálený i tranzientní stav). Nejistoty a neznalosti jsou zde minimalizovány, ochranu vodního zdroje lze proto optimálně plánovat. I zde však existují významné problémy související se zastaralou legislativní situací a nejednoznačným výkladem právních předpisů.



Obr. 1 Situace jímacích řadů vodního zdroje Bzenec - komplex; násosky s jímacími studnami S1 až S11 nejsou z důvodů blízkého výskytu kontaminace těkavými chlorovanými uhlovodíky využívány

Práce podrobného modelového hodnocení zahrnují následující okruhy činností

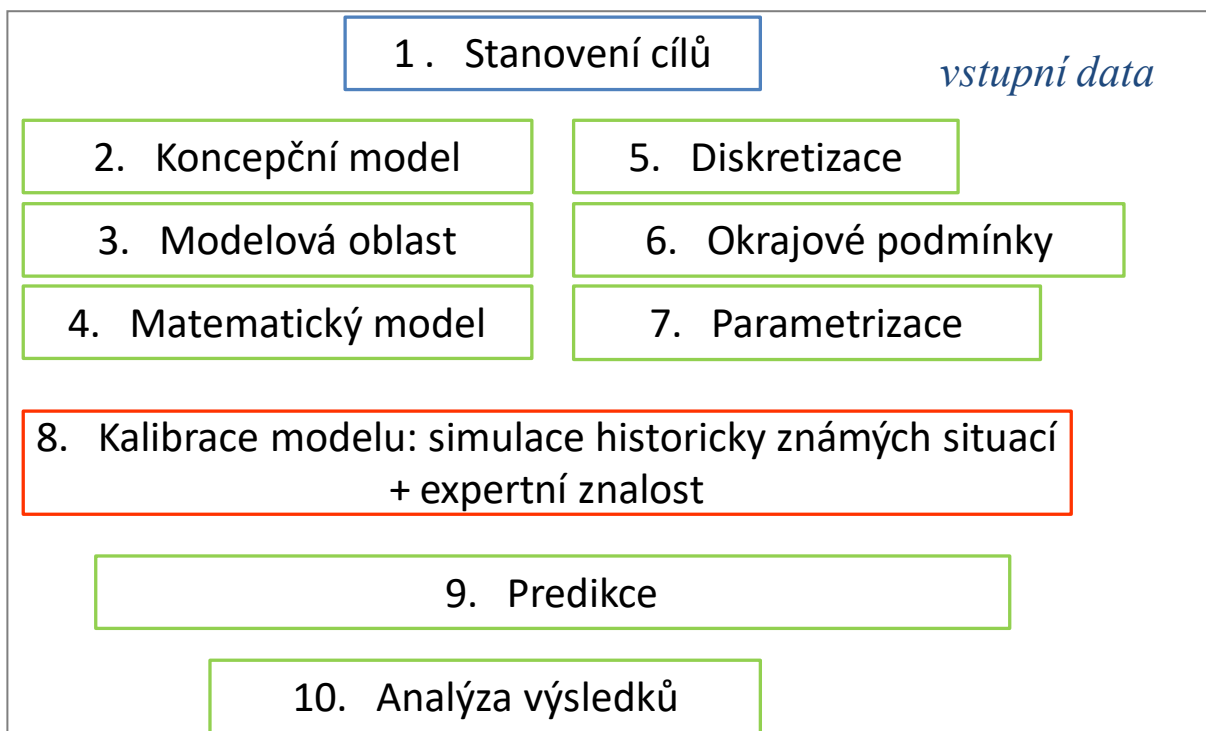
- analyzovat zdroje (původ) podzemní vody jímáné násoskovými řady Bzenec III - sever, Bzenec III - jih a Bzenec III - Moravský Písek,
- vyčíslit velikost proudění podzemní vody (stanovit bilanci) a posoudit možnosti optimalizace odběrů ve vztahu k jímanému množství podzemní vody a její kvalitě,
- analyzovat rychlost, směr a dobu zdržení podzemní vody z oblastí odběru směrem k infiltračním oblastem,

- analyzovat neustálené (transientní) proudění v podmínkách obvyklého jarního doplnění zásob podzemní vody a v podmínkách obvyklého letního a podzimního prázdnění,
- vizualizovat proudový systém,
- systematicky zpracovat a využít existující hydrologická, klimatická, hydrogeologická, hydrochemická a vodárenská data pro stanovení limitů, které umožní jednoznačnější interpretaci hydrogeologických poměrů v zájmovém území,
- identifikovat nepřesná data i data, jejichž doplněním by byly sníženy nejistoty týkající se funkce hydrogeologického systému,
- posuzovat zranitelnost vodního zdroje.

Takto pojatý a zpracovaný matematický model proudění podzemních vod je zásadním podkladem správného a komplexního pojetí ochrany daného vodního zdroje.

2 Metodika modelového hodnocení

Schéma s výčtem aktivit zpracování hydraulického modelu je obsaženo v následujícím obrázku.



Obr. 2 Postup modelového hodnocení

Vstupní data modelu jsou pořizována s ohledem na vymezené cíle. Využití vstupních dat pro účely zpracování modelu má uplatnění při:

- popisu koncepčního modelu (soupis podstatných vlastností a funkce modelovaného systému),
- zadání geometrie modelového prostoru (vymezení plošného a vertikálního rozsahu modelové domény - oblasti s výpočtem proudění podzemní vody),
- volbě matematického aparátu pro popis proudění podzemí vody (matematický model),
- diskretizaci modelového území (vertikální rozdělení modelové domény do vrstev a horizontální rozdělení jednotlivých vrstev do výpočetních buněk),
- stanovení okrajových podmínek (definují množství podzemní vody v území modelu, předurčují směry proudění),
- parametrizaci (zadání hydraulických charakteristik - rozložení koeficientu hydraulické vodivosti a rozložení koeficientů volné a napjaté storativity),
- kalibraci modelu (zadání kontrolních dat se kterými má být modelový výpočet v souladu).

3 Přírodní poměry území

3.1 Rešeršní práce

Území Dolnomoravského úvalu bylo systematicky zkoumáno v rámci hydrogeologických průzkumů k vyhledání zdrojů podzemní vody pro potřeby obyvatelstva a průmyslu. Jímacím územím Bzenec - komplex se dříve především zabývali:

- Taraba, 1971 (Veselí nad Moravou - Zpráva o provedení hydrogeologického průzkumu),
- Vacek, 1983 (Bzenec - komplex, čerpací zkouška),
- Malý, 1990 (Dolnomoravský úval, hydrogeologická syntéza, Regionální hydrogeologický průzkum PITNÁ VODA).

V pracích prvních dvou autorů jsou pro zájmové území Bzenec - komplex vykresleny izoliny hladiny podzemní vody pro stav před zahájením skupinových čerpacích zkoušek a pro jejich jednotlivé fáze (Taraba - třífázová čerpací zkouška; Vacek - čtyřfázová čerpací zkouška).

Malý dokumentuje stav izolinií hladin podzemní vody k 9.12.1987 a 9.11.1988. Zastihl stav, kdy jímací území Bzenec III (sever i jih) byly připravovány pro exploataci a nebyly využívány. Čerpány byly pouze násoskové řady Bzenec I (Moravský písek), z nichž bylo čerpáno přibližně 120 l.s⁻¹. Přínosem práce Malého je komplexní přístup a uvážení odběrů v dalších jímacích územích, které v období maximálních odběrů mohly formovat okrajové podmínky pro vodní zdroj Bzenec - komplex.

3.2 Morfologické poměry

Dolnomoravský úval se nachází na jižní Moravě při dolním toku řeky Moravy mezi Napajedelskou bránou a soutokem Moravy a Dyje. Tvoří jej tektonická sníženina o rozloze cca 965 km² o střední výšce 183 m n. m. Dolnomoravský úval má rovinný až pahorkatinný povrch s nadmořskou výškou od 150 do cca 200 metrů. Osu tvoří řeky Morava a Dyje. Tato spojená niva je lemována terasami a nížinnými pahorkatinami. Nivní část Dolnomoravského úvalu se vyznačuje říčními terasami a povrchy na proluviálních, deluviálních a eolických sedimentech. Mezi Bzencem a Hodonínem a na Břeclavsko-Valticku se vyskytují váte pisky.

Nivní oblast je řazena do:

- geomorfologické provincie: Západopanonská pánev,
- subprovincie: Vídeňská pánev,
- geomorfologické oblasti: Jihomoravská pánev,
- geomorfologického celku: Dolnomoravský Úval.

Přilehlé terénní elevace podél nivy Moravy jsou řazeny do:

- geomorfologické provincie: Západní Karpaty,
- subprovincie: Vnější Západní Karpaty,
- geomorfologických oblastí: Středomoravské Karpaty a Slovensko-moravské Karpaty
- geomorfologických celků: Kyjovská Pahorkatina, Chříby (pravostranné úbočí údolní nivy) a Bílé Karpaty (levobřežní oblast).

Nejnižší místo se v projektované oblasti modelu nachází v lokalitě výtoku Moravy (cca 164 m n. m.). Nejvyšší místa se nachází v oblasti orografické rozvodnice v pravostranném úbočí údolní nivy (elevace Divoška a Újezdy s výškou cca 360 m n. m.). Terén údolní nivy je přibližně v úrovni 166 m n. m. na jihu (u obce Rohatec) po 178 m n. m. na severu (oblast Uherského Hradiště).

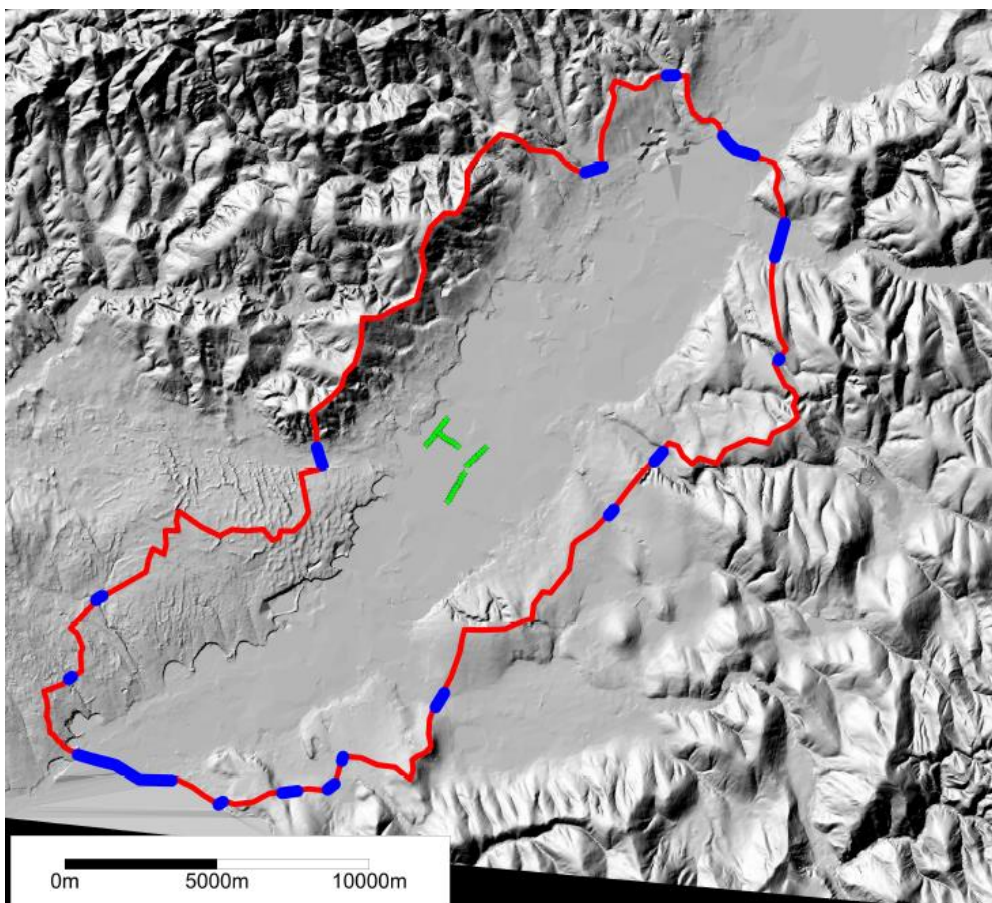
Největší mocnost (nejnižší úroveň báze) mají propustné sedimenty kvartéru a terciéru v pásu (příkopu) z oblasti mezi Nedakonicemi a Ostrožskou Novou Vsí a jímacími řady Bzenec I (geologická struktura tzv. hradištského příkopu).

3.3 Rozloha modelu

Potřebná rozloha modelu proudění podzemí vody je ovlivněna následujícími faktory a požadavky:

- geologické, hydrogeologické a morfologické poměry,
- má umožnit optimální a zdůvodnitelné stanovení polohy, typu a parametrů okrajových podmínek,
- hydraulické ovlivnění z lokalit odběrů by nemělo ovlivňovat okrajové partie modelu - zejména ne, pokud je modelový okraj zadán pomocí okrajové podmínky prvního typu,
- rozloha modelu nemá dopředu vyloučit možnost simulace potenciálně významných fenoménů zájmového území (regionální přítoky podzemní vody, odlišnou intenzitu tvorby přírodních zdrojů podzemí vody, proudění mezi oblastmi jímání a místy tvorby indukovaných zdrojů podzemní vody).

Rozloha modelového území je na Obr. 3. Plocha pro výpočet proudění podzemní vody zaujímá 265 km². Hranice modelové oblasti je cíleně situována do oblasti orografických i hydrogeologických rozvodnic. Místa potenciálního přetoku modelové hranice proudem podzemní vody (boční údolí i niva Moravy – modré úseky) jsou identifikována a je předpokládáno zde zadat okrajovou podmínku druhého, nebo třetího typu.

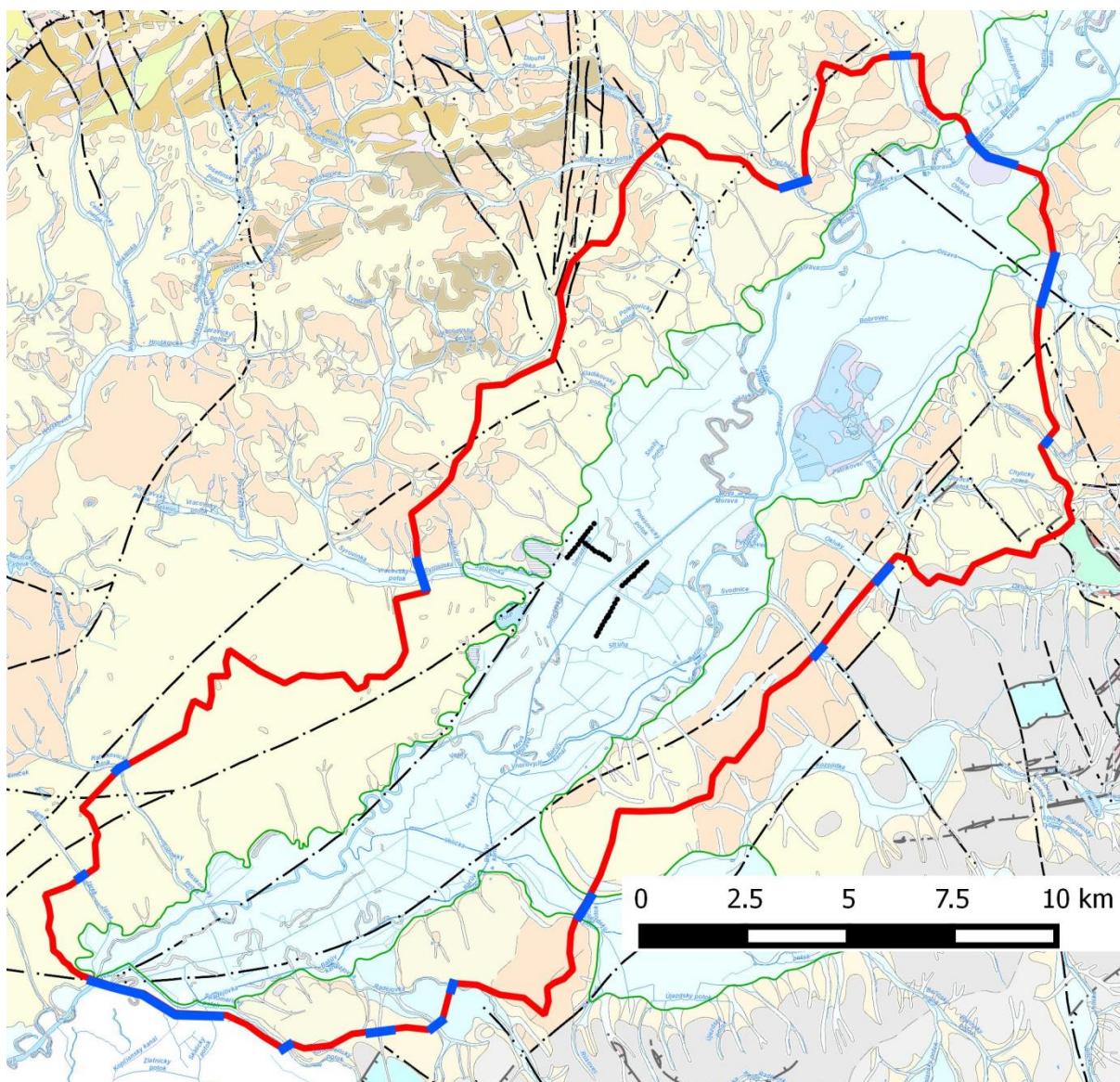


Obr. 3 Rozloha hydraulického modelu; červeně rozvodnice (orografické i hydrogeologické), modře potenciální místa přetoku modelové hranice; zeleně jímací studny násoskových řadů Bzenec I, Bzenec III sever a Bzenec III jih

3.4 Geologické poměry

Horninový masiv v oblasti Dolnomoravského úvalu tvoří flyšové sedimenty karpatské jednotky s charakteristickým střídáním hrubozrnných (slepence, pískovce) a jemnozrnných poloh (jílovce).

Vnější Karpaty zde mají příkrovovou stavbu. V centrální části projektovaného modelového území (Obr. 4) flyšové horniny karpatské jednotky nejsou zastoupeny ve výchozech a jsou kryty mladšími sedimenty Vídeňské pánve a kvartéru.



Obr. 4 Geologická situace modelové oblasti; podklad mapový server ČGS (1:50 tis); červeně okraj hydraulického modelu; zeleně hranice kvartérního rajonu 1651 - Kvartér Dolnomoravského úvalu

Terciární sedimenty Dolnomoravského úvalu náleží do Vídeňské pánve. Zastoupeny jsou především prach, jíly písky, štěrky.

Kvartérní sedimenty jsou tvořeny převážně štěrky, písky a hlínami. Dvě prvně jmenované horniny jsou využívány a těženy jako stavební surovina. Písky i hlíny byly v oblasti rozsahu modelu deponovány především v důsledku činnosti vody, ale i větru.

Povrch údolní nivy je budován povodňovými hlínami v mocnosti 2 - 5 m. Na okrajích nivy povodňové hlíny chybí a vyskytují se propustné písky. Vyvinuty jsou říční terasy.

3.5 Hydrogeologické poměry

V oblasti modelového území jsou vymezeny tři hydrogeologické rajony:

- svrchní rajon 1651 - Kvartér Dolnomoravského úvalu (oblast s jímacími řady Bzenec - komplex),
- základní rajon 2250 - Dolnomoravský úval (převážná část rozlohy modelu),
- základní rajon 3222 - Flyš v povodí Moravy (pouze východní cíp oblasti modelu).

Území ve vertikálním směru zahrnuje sedimenty kvartéru (rajon 1651) a podložní propustné terciérní sedimenty (Vídeňská pánev). Jílové polohy Vídeňské pánve tvoří vzhledem k uvažované zanedbatelné propustnosti izolační bázi území.

Mimo kvartérní nivu bude proudění podzemní vody simulováno v pásmu připovrchového zvětrání zpevněných hornin karpatské soustavy a v prostoru nadložních nezpevněných hornin terciérního a kvartérního stáří.

Regionální drenážní bázi je v území údolní niva Moravy se soustavou kanálů, jezových stupňů a regulovaného koryta Moravy. Lokálně k drenáži podzemní vody dochází do bočních přítoků (Zlechovský potok, Olšava, Petříkovec, Dlouhá řeka, Nová Morava, Okluky, Svodnice, Baťuv kanál, Syrovinka, Polešovický potok).

Podle Taraby (1971) je z hydrogeologického hlediska nejvýznamnější jednotka kvartérních fluvialních sedimentů nivy Moravy. Ta je dělena na svrchní a spodní polohu.

Svrchní poloha je vyvinuta ve facii nivních náplavů (povodňových hlín). Jejich mocnost se nejčastěji pohybuje v rozmezí 2 - 5 m, povodňové hlíny charakterizuje velmi nízká propustnost. Za neovlivněných poměrů proudění je proto hladina v podložní poloze propustných písků a štěrkopísků napjatá - báze povodňových hlín vytváří strop. Povodňové hlíny brání doplňování podložní kvartérní zvodně (v době srážek i záplav). K doplňování zásob podzemní vody do podložního kolektoru tak dochází při okrajích údolní nivy a v místech hydraulického kontaktu říční sítě s podložním kolektorem fluvialních kvartérních sedimentů.

Spodní poloha fluvialních kvartérních sedimentů je budována dominantně psamity (štěrky, štěrkopísky, jemně až hrubě zrnité písky). Výšková úroveň Moravy a odlehčovacího kanálu Nová Morava v kombinaci s rozložením propustné polohy sedimentů vytváří podmínky pro tvorbu indukovaných zdrojů podzemní vody (trvalou dotaci podzemních vod vcezem říční vody z Moravy). Propustné sedimenty byly ukládány při neustálé změně polohy říčního koryta (divočící tok). Vyskytují se značné rozdíly v zrnitosti a tedy i propustnosti sedimentů. Mohou se vyskytovat preferenční kanály proudění podzemní vody. Důsledkem jsou rozdílné vydatnosti jednotlivých studní jímacích řadů.

3.6 Přírodní zdroje

Podle mapy odtoku podzemní vody z území ČSSR (Krásný et al., 1982) se zdroje podzemní vody v území Dolnomoravského úvalu pohybují v rozmezí 1 - 2 l.s⁻¹.km⁻². Dle databáze HEIS (VÚV TGM, v.v.i.) je zájmové území (kvartérní útvar i okolní území) kategorizováno mezi oblasti se specifickým podzemního odtoku 0.5 - 1.0 l.s⁻¹.km⁻².

	Spytihněv	Strážnice	Lanžhot
staničení (km)	169.2	133.5	79
plocha povodí (km²)	7890.3	9144.8	9721.8
průměrný průtok (m³/s)	55.6	59.3	61.1
nárůst plochy povodí (km²)		1254.5	577.0
nárůst prům. průtoku (m³/s)		3.7	1.8
nárůst prům. průtoku (l/s/km²)		2.95	3.12

Tab. 1 Příron v mezipovodí Moravy na území Dolnomoravského úvalu

Celkový příron v mezipovodí vodoměrných stanic Spytihněv - Strážnice - Lanžhot vychází cca 3 l.s⁻¹.km⁻². Z toho příron podzemní vody je pouze část uvedené hodnoty. Dotace podzemní vody

srážkovou infiltrací je zřejmě nerovnoměrná - k infiltraci na hladinu podzemní vody dochází především v územích bez výskytu povodňových hlín (okraje údolní nivy).

Velikost přírodních zdrojů podzemní vody lze v modelovém území v závislosti na geologických poměrech a vegetačním krytu odhadnout v rozmezí $0.5 - 3.5 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$.

Realizovaný odběr z vodního zdroje Bzenec - komplex se v posledních letech ustálil okolo hodnoty 150 l.s^{-1} . Za předpokladu velikosti přírodních zdrojů $1 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ by současnými odběry byla „zčerpávána“ plocha Dolnomoravského úvalu o rozloze 150 km^2 . Hydraulický vliv jímacího území je ale omezen na podstatně menší území (kap. 3.9.2).

Významné nalepšení množství zdrojů podzemní vody v nivě Moravy je způsobeno vcezem povrchové vody v místech jezových zdrží a umělých kanálů (indukované zdroje podzemní vody).

3.7 Říční síť

Poměry říční sítě zásadním způsobem ovlivňují proudění podzemní vody v přilehlé nivě Moravy. V hydraulickém modelu je říční síť obvykle zadána pomocí okrajové podmínky třetího typu (s parametry: úroveň hladiny, úroveň říčního dna, propustnosti říčního dna, a rozlohy toku v jednotlivých výpočetních buňkách). Znalost parametrů říční sítě podmiňuje výsledky hydraulického modelu.

3.7.1 Hydrologické údaje

Povrchové vody zájmového území odvádí říční síť Moravy. Vlivem antropogenní činnosti došlo v zájmovém území k napřímení toku (odříznutí meandrů) a k vybudování umělých kanálů za účelem:

- plavby (Baťův plavební kanál),
- převedení části povodňových průtoků (odlehčovací kanál Nová Morava).

Splavnění toku je zajištěno zdymadly. U některých jezů je spád hladiny využíván k výrobě elektrické energie.

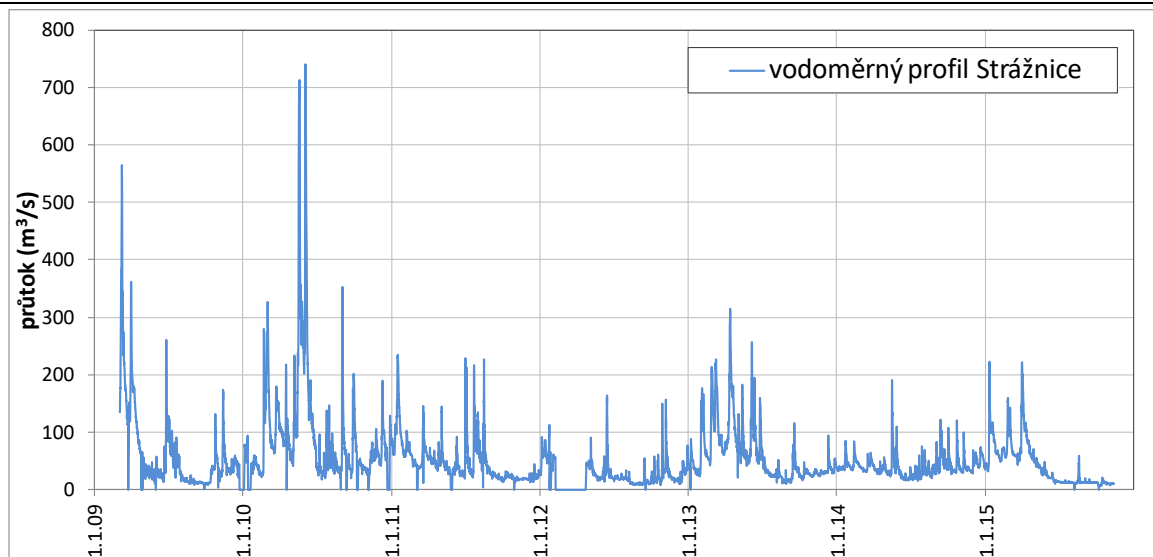
Systematické měření průtoků Moravy zajišťuje ČHMÚ. V zájmové oblasti Dolnomoravského úvalu jsou situovány vodoměrné profily:

- Spytihněv,
- Strážnice,
- Lanžhot.

Mezipovodím profilů Spytihněv – Strážnice zahrnuje i část území Dolnomoravského úvalu pro kterou je projektován hydraulický model. Průměrný odtok v mezipovodí vzrůstá z 55.6 na $59.3 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$. Jednoletá povodeň má průtok přibližně $370 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$.

	Spytihněv	Strážnice	Lanžhot
staničení (km)	169.2	133.5	79
plocha povodí (km^2)	7890.3	9144.8	9721.8
Q_1 (m^3/s)	363	375	375
průměrný průtok (m^3/s)	55.6	59.3	61.1
průměrné specifilum průtoku ($\text{l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$)	7.05	6.48	6.28
průměrný stav (cm)	155	208	110

Tab. 2 Základní charakteristiky vodoměrných profilů dle údajů ČHMÚ



Obr. 5 Průtoky v profilu Strážnice, období 2009 - 2015

Jednoletá povodeň byla v profilu Strážnice překročena v letech 2009 a 2010. Období 2011 – 2015 bylo z hlediska výskytu povodní klidné.

Na podzim roku 2015 se vyskytly extrémně nízké průtoky Moravy (pozorovaný odtok v profilu Strážnice jen mezi $10 - 11 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; Obr. 5).



Obr. 6 Povodeň 1997, Veselí nad Moravou, Průtoky v profilu Strážnice, období 2009 – 2015; v pravém horním rohu jezero Černý, v horní části obrázku vzduť způsobené náspem železniční trati Bzenec - Veselí nad Moravou

Při katastrofálních povodních z počátku července 2007 protékalo Strážnicí vlivem rozlivů proti proudu (a transformace povodňové vlny) přibližně $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. To přibližně odpovídá průtoku Q_{100} (Čarvaš, 2009). Po protřetí železničního násypu trati Bzenec – Veselí došlo ke zvýšení průtoku ve Strážnici na přibližně $900 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

3.7.2 Nová Morava

Plánování odlehčovacího kanálu Nová Morava je doloženo již v roce 1913 s dvojím cílem:

- převod části povodňových průtoků Moravy mimo lidská sídla podél původního toku,

- základ pro melioraci rozsáhlých bažin.

Vlastní realizace odlehčovacího kanálu byla započata ve 30 letech dvacátého století a protáhla se cca do roku 1950. Stavba byla zahájena od Vnorov a pokračovala směrem k Uherskému Ostrohu.

Odlehčovací funkce (převod části povodňového průtoku z Moravy) začíná od průtoku $80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

3.7.3 Nadmořské výšky toků

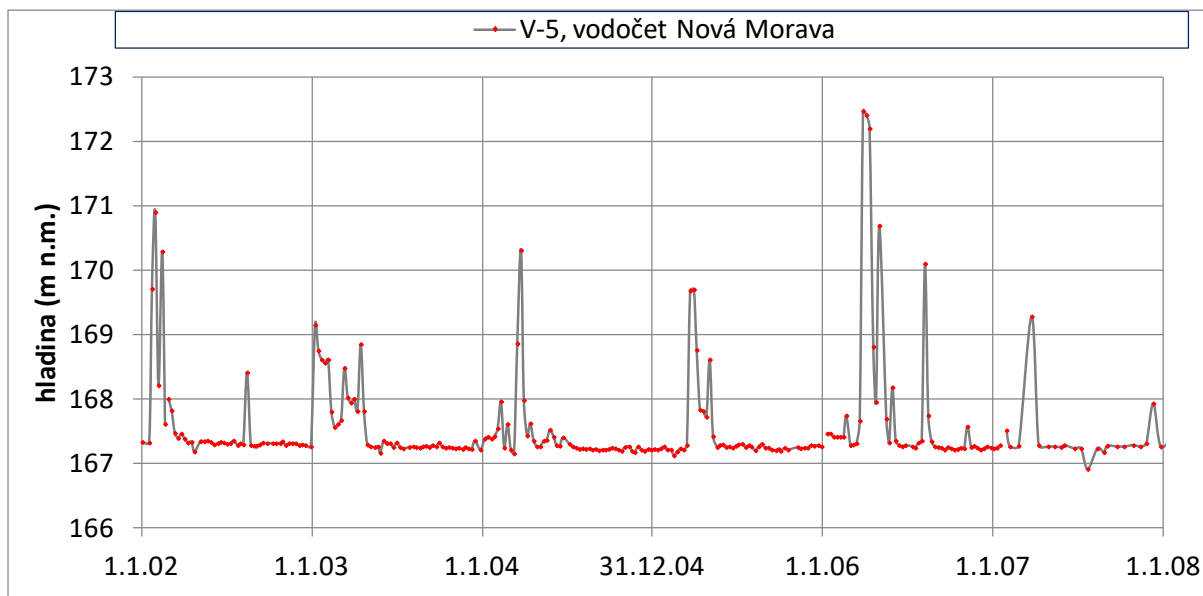
Nadmořská výška hladiny Nové Moravy a hladina v upraveném korytě („staré“) Moravy jsou určující pro velikost a rychlost neovlivněného proudění podzemní vody v oblasti vodního zdroje Bzenec – komplex. Rozdíly hladin mezi odlehčovacím kanálem a regulovaným korytem Moravy vytváří za poměrů bez odběrů usměrněné proudění podzemí vody k linii odlehčovacího kanálu. Za situace bez odběrů má v oblasti vodního zdroje koryto Nové Moravy výhradně drenážní funkci.

Vzhledem k dobrému hydraulickému propojení s polohou fluviálních propustných sedimentů jsou úrovně hladiny Nové Moravy určující i pro hladiny podzemní vody v kvartérní zvodni.



Obr. 7 Most přes Novou Moravu – silnice z Moravského Písku do Veselí nad Moravou; místo pravidelného záměru hladiny Nové Moravy (vodočet V-5)

Dlouhodobě (v souvislosti se sanací a hodnocením stavu indikačního systému vodního zdroje Bzenec - komplex: Kahuda et al., 2009; Prinz, 2014) jsou monitorovány stavy hladiny Nové Moravy na vodočtu V-5.



Obr. 8 Hladiny Nové Moravy - vodočet V-5, období 2002 - 2008; týdenní četnost měření

V místě vodočtu je za běžné hydrologické situace hladina Nové Moravy přibližně v úrovni 167.29 m n. m. (medián měřených údajů). Při povodních se hladina Nové Moravy zvyšuje až o několik metrů (v roce 2006 přibližně o 5 m). Povodeň v roce 2006 dosáhla v profilu Strážnice mezi prvním a třetím dubnem průtok $700 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a byla obdobně ničivá jako povodeň v roce 1997.



Obr. 9 Rozlivy Moravy a Nové Moravy k 31.3.2006, letecký snímek z oblasti Uherského Ostrohu v místech oddělení koryta Nové Moravy; v levé horní části obrázku rozlivy podél silnice z Ostrohu do Moravského Písku

Ve starších pracích (Taraba, 1971; Vacek, 1983) se vyskytují údaje o nadmořské výšce říční sítě. Někdy jsou údaje špatně čitelné. S odstupem desetiletí se na ně není možné plně spoléhat.

Z novějších prací záměry hladin povrchové vody pro 12 vodočtů uvádí Prinz (2014). Měření byla pořízena v období 2003 - 2014 v rámci indikačního systému vodního zdroje Bzenec - komplex

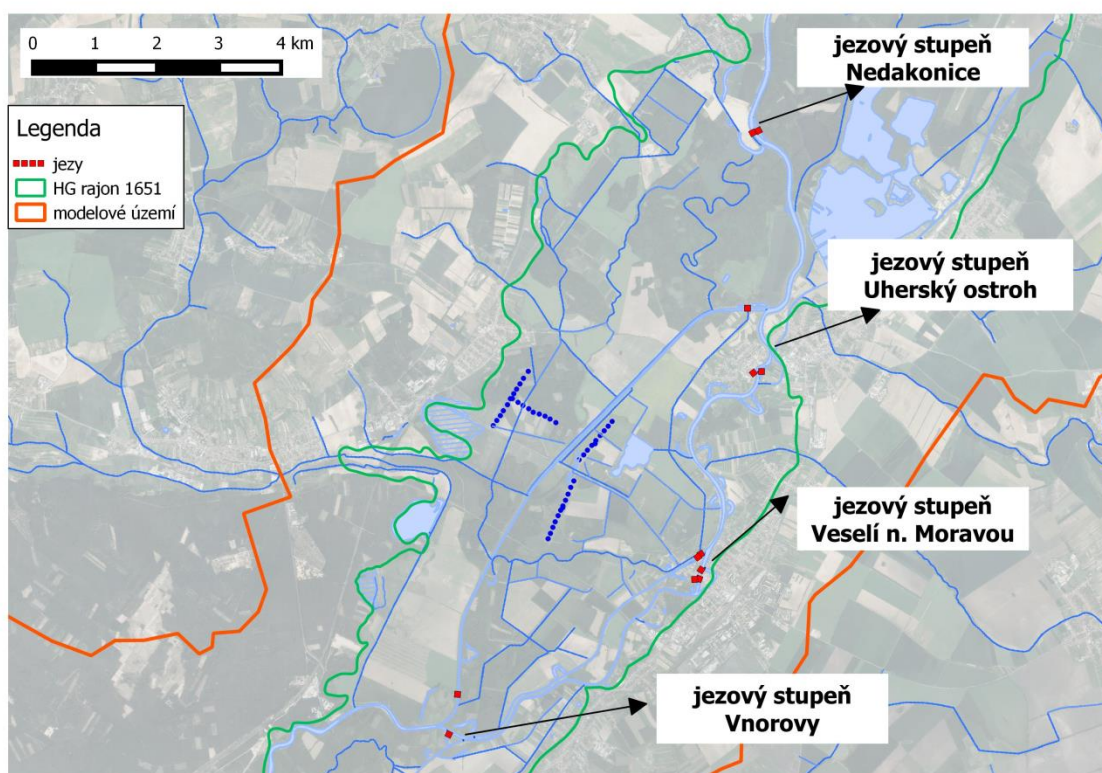
s četností jednou až dvakrát ročně. Naměřené hodnoty vodních stavů ale zůstávají nezpracovány v relativní formě (vzdálenost od odměrného bodu) a nejsou převedeny na absolutní úrovně hladin.

Dva dílčí záměry hladin říční sítě (Nová Morava, Morava) k datům 12.11.2009 a 15.10.2012 uvádí Koppová (2010, 2012). V době záměrů byla hladina vody v Nové Moravě v místě vodočtu V-5 na úrovních:

- 168.70 m n. m.(2009),
- 167.22 m n. m. (2012).

Záměr hladin k 12.11.2009 proběhl v době výskytu menší povodně (průtok Moravy ve Strážnici $157 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Průtok převáděný odlehčovací kanálem Nová Morava zdvihl hladinu oproti normálu o cca 1.5 m. Naopak záměr realizovaný v roce 2012 zastihl poměry bez převodu průtoku odlehčovací kanálem (průtok Moravy ve Strážnici byl pouze $14.8 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

3.7.4 Jezové stupně



Obr. 10 Poloha jezových stupňů v oblasti vodního zdroje Bzenec - komplex

V širší oblasti se vyskytují následující jezové stupně ovlivňující proudění mělkých podzemních vod:

- Hodonín (ř. km.: 115.1),
- Vnorovy I (ř. km.: 135.7),
- Veselí nad Moravou (ř. km.: 141.6),
- Uherský Ostroh (ř. km.: 145.7),
- Nedakonice (ř. km.: 150.4),
- Kunovský les (ř. km.: 156.9),
- Spytihněv (ř. km.: 169.7).

Spádové poměry hladiny podzemní vody (a indukci zdrojů podzemní vody) v oblasti vodního zdroje ovlivňují jezové stupně. Jezové zdrže jsou místem zvýšeného nátoky říční vody do horninového prostředí a místem vzniku indukovaných zdrojů podzemní vody.

3.8 Odběry podzemní vody

3.8.1 Vodárenské odběry

Bilančně významné vodárenské odběry jsou realizovány ze dvou lokalit:

- Vodní zdroj Bzenec - komplex:
 - ✓ VHB520114: VaK Hodonín, a.s. - Bzenec III (sever+jih) 111 l.s⁻¹,
 - ✓ VHB520239: VaK Hodonín, a.s. - Bzenec I (Moravský Písek) 33 l.s⁻¹,
- jímací území Ostrožská Nová Ves:
 - ✓ VHB52046: SVK Uherské Hradiště - Ostrožská N, Ves, VZ Les 40 l.s⁻¹,
 - ✓ VHB520316: SVK Uherské Hradiště - Ostrožská N, Ves, vrt HVN-9 19 l.s⁻¹,
 - ✓ VHB523691: SVK Uherské Hradiště - Ostrožská N, Ves, šterk 45 l.s⁻¹,

Poslední jmenovaný odběr je evidován jako jímání povrchové vody. Vodárenské jezero ale nemá povrchový přítok - odebíraná voda má původ v proudění podzemní vody. Je třeba tuto skutečnost zohlednit.

Ostatní odběry podzemní vody (s velikostí do 5 l.s⁻¹) nemají regionální význam a přímý dopad na posuzovanou oblast vodního zdroje Bzenec - komplex.

3.8.2 Hydraulika odběrů v jímacím území Bzenec

Jímací území Bzenec - komplex sestává z několika linií jímacích vrtů. Celkem bylo vybudováno pět jímacích linií (Bzenec I až Bzenec V). V posledních letech jsou využívány pouze jímací linie Bzenec I, Bzenec III jih a Bzenec III sever (Obr. 1).

Jímací území Bzenec I skládá:

- jižní větev se studnami S-1 až S-5 (vzhledem k existenci kontaminačního mraku chlorovaných uhlovodíků mezi jímacím řadem a Moravským pískem není přibližně od roku 1995 využívána),
- severní větev se studnami S-6 až S-11 (vzhledem k existenci kontaminačního mraku chlorovaných uhlovodíků mezi jímacím řadem a Moravským pískem není přibližně od roku 1995 preventivně využívána, k zapojení dochází výjimečně),
- východní větev se studnami S-13 až S-20.

Násoskové řady všech tří větví jsou svedeny do sběrné study SS1.

Jímací území Bzenec III sever je složeno ze:

- severní větve se studnami JS-1 až JS-5,
- jižní větve se studnami JS-6 až JS-9.

Násoskové řady obou jímacích větví jsou zaústěny do sběrné study SS3.

Jímací území Bzenec III jih je složeno ze:

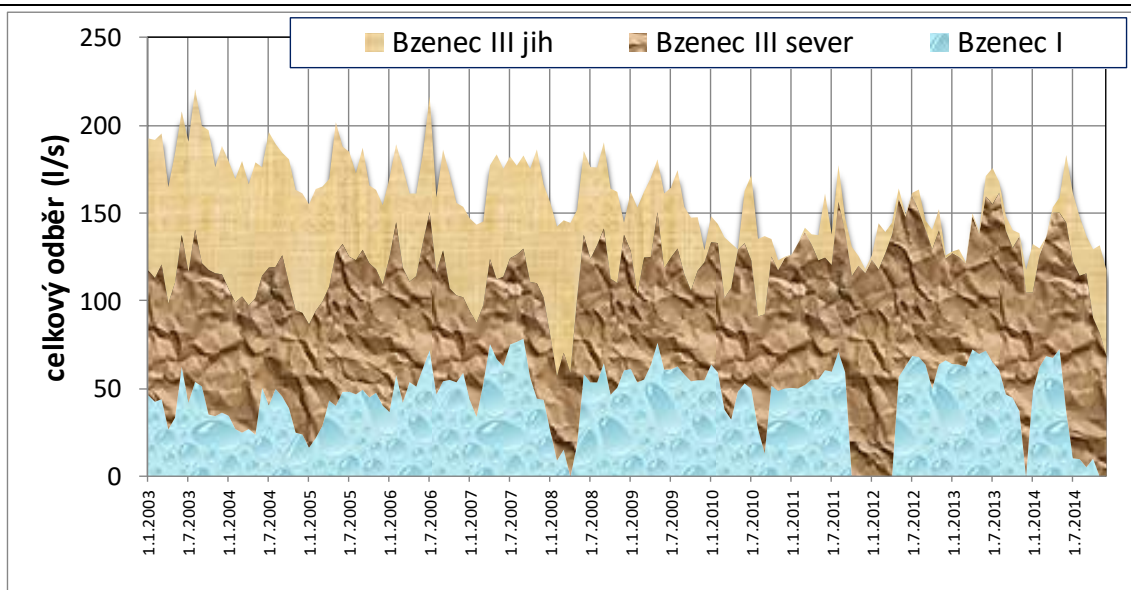
- severní větve se studnami JS-10 až JS-14,
- jižní větve se studnami JS-15 až JS-20.

Násoskové řady obou jímacích větví jsou zaústěny do sběrné study SS3A.

Velikost odběru podzemní vody z násoskových řadů je ovlivňována snížením hladiny ve sběrné studni. Mírně zvýšená hladina podzemní vody (kvůli tlakovým ztrátám třením při proudění) oproti sběrné studni je v závislosti na vzdálenosti a průtoku vyvozována i v dalších studnách propojených do násoskového jímacího řadu.

3.8.3 Časové změny odběrů

Elektronická databáze měsíčních hodnot velikosti odběrů z jednotlivých jímacích řadů je dostupná od roku 2003. Průběh odběrů je vykreslen v následujícím obrázku.



Obr. 11 Měsíční hodnoty odběrů v oblasti vodního zdroje Bzenec - komplex, období 2003 - 2014

V roce 2003 celkový odběr průměrně dosahoval 192.3 l.s^{-1} . Do roku 2010 je patrný trend mírného poklesu celkového odběru podzemní vody. Přibližně od roku 2011 velikost odběru kolísá okolo průměrné hodnoty 143 l.s^{-1} .

Rozložení odběrů na jednotlivé jímací řady je časově proměnlivé, podíl jednotlivých jímacích řadů je patrný z Obr. 11.

	měsíční odběr (l/s)			
	průměr	medián	maximum	minimum
Bzenec I	45.48	50.32	78.69	0.00
Bzenec III sever	74.56	73.26	137.81	43.01
Bzenec III jih	39.90	44.67	84.97	0.01

Tab. 3 Základní statistické charakteristiky měsíčních hodnot odběrů z vodního zdroje Bzenec - komplex, období 2003 - 2014

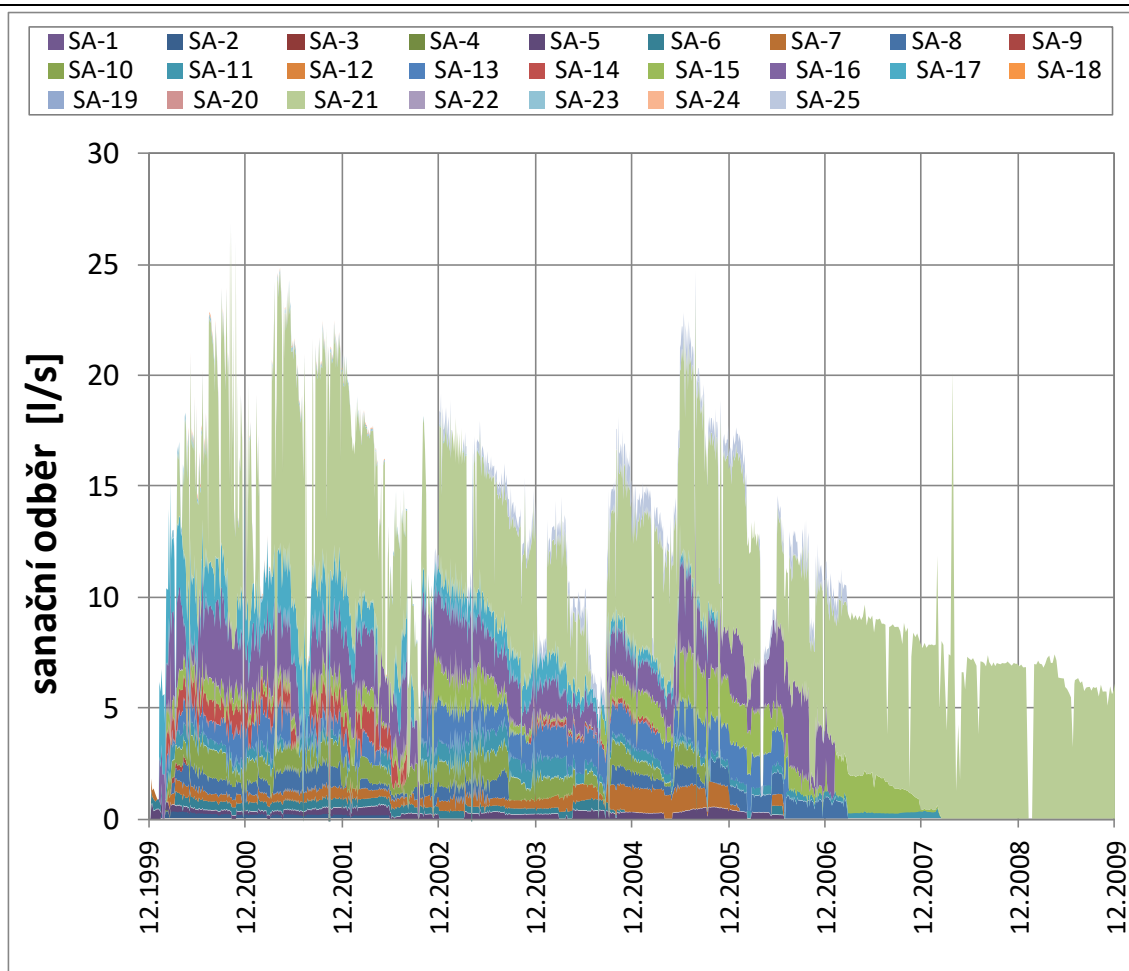
Nejstabilněji je podzemní voda odebírána z jímacího řadu Bzenec III sever. Na přelomu let 2011 a 2012 byl z jímacího řadu kryt prakticky celý odběr z vodního zdroje. Řady Bzenec I a Bzenec III jih jsou využívány nerovnoměrně. V maximech bylo z každého řadu jímáno přibližně 80 l.s^{-1} . V minimech ale odběry klesly k 0 l.s^{-1} .

Aktuálně povolené odebírané množství podzemní vody v oblasti vodního zdroje Bzenec - komplex je $60 + 200 = 260 \text{ l.s}^{-1}$ (Bzenec I a Bzenec III sever a jih; roční průměr). Měsíční maximum odběru je stanoveno na $85 + 220 = 305 \text{ l.s}^{-1}$.

3.8.4 Sanační odběry podzemní vody

Z oblasti Moravského Písku (bývalé průmyslové areály DESTA Bzenec, KOVO Bzenec a VELPRUM) se směrem k jímacímu území Bzenec rozšířil kontaminační mrak těkavých chlorovaných uhlovodíků (ethyleny). Na základě vyhodnocení průzkumných prací byla v obdobích do června 1997 a v období 2004 až 2009 realizována sanace v oblasti saturované i nesaturované zóny. Přerušení sanačních prací v mezidobí 1997 – 2004 bylo způsobeno extrémní povodní.

Pro sanační účely a monitoring byla vyhloubena řada vrtů "SA" a monitorovací vrtů "MV". Detailní chronologický přehled vedení sanačních prací uvádí Střemcha (2009). Průběh sanačních odběrů obsahuje následující obrázek.



Obr. 12 Sanační odběry v oblasti kontaminačního mraku chlorovaných ethylenů

V maximech úhrn všech sanačních odběrů dosáhl přibližně 20 l.s^{-1} . Nejvydatnější vrt (SA-21) je situován nejhlouběji v údolní nivě. V průběhu sanace je patrný pozvolný trend poklesu celkového odběru. V roce 2009 byl čerpán již pouze vrt SA-21. Na konci roku 2009 bylo sanační čerpání ukončeno.

Kašpar (2015) uvádí, že kvůli vývoji koncentrací chlorovaných ethylenů (především u vrtů HP-31, HP-32 a SA-13) bylo nutné od května 2013 do září 2015 přistoupit k obnovení sanačních odběrů z vrtu SA-15 (rezervní sanační zásah).

3.9 Hladiny podzemní vody

3.9.1 Plošné rozložení hladiny podzemí vody

3.9.1.1 Neovlivněné hladiny

Izolinie hladiny podzemní vody pro stav bez odběrů podzemní vody ze současných jímacích řadů Bzenec I, Bzenec III jih a Bzenec III sever vykreslili:

- Taraba (1971) - vybraný záměr hladiny podzemní vody 16.11.1970,
- Vacek (1983) - vybraný záměr hladiny 25.9.1980.

Podstatným rysem vykreslené dokumentace průběhu hladiny podzemní vody (v obou variantách izolinií) je drenážní funkce koryta Nové Moravy, která je s kvartérní zvodní v dobré hydraulické spojitosti. Hladina v Moravě je podél celého úseku odlehčovacího kanálu (až po jezy ve Vnorovech) výš až o několik metrů. Rozdíl hladin vytváří podmínky pro proudění podzemní vody z oblasti linie toku Moravy (kde dochází k indukci zdrojů podzemní vody vcezem vody povrchové do horninového

prostředí) k odlehčovacímu kanálu. Velikost proudění k Nové Moravě i podílu indukovaných zdrojů z koryta Moravy úzce souvisí s mírou kolmatace dna Moravy a s propustností kolektoru vyvinutého v sedimentech štěrkopísků.

Vykreslené izoliny hladin mají oporu v měřených vrtech především v oblasti mezi dvěma liniemi vrtů "HV" situovanými kolmo na údolní nivu. V horním úseku kanálu Nové Moravy a v území podél toku Moravy jsou izoliny vykresleny empiricky - s uvážením omezení daných změřenými hladinami v říční síti. Taraba (1971) uvádí, že vykreslené izoliny k 16.11.1970 byly získány při značném poklesu hladin v říční síti (a předchozí dotaci zvodně).

Určité rozdíly mezi izoliniemi neovlivněného průběhu hladiny podzemní vody zpracovanými Tarabou a Vackem jsou dány množstvím měřených údajů, zastiženou hydrologickou situací a způsobem interpretace hladin v rozsáhlejších oblastech bez měření hladin. Pro získání komplexní informace o průběhu neovlivněné hladiny by bylo třeba analyzovat i další měření hladin.

3.9.2 Ovlivnění hladin odběry podzemní vody

Vícestupňová čerpací zkouška (4 fáze) proběhla v období 16.6.1981 - 15.12.1981 (Vacek, 1983). Je uvedeno, že kvaziustálené poměry proudění podzemní vody byly docíleny na konci třetí fáze čerpání. V oblasti jímacího řádu Bzenec II byla hladina podzemní vody udržována v úrovni 165 m n. m., v oblasti jímacích řadů Bzenec III v úrovni 164.5 m n. m. Čerpány byly studny JS-1 až JS-28 (jímací řady Bzenec III sever, Bzenec III jih a Bzenec II) a studny S-16 až S-20 (jímací řad Bzenec I). Úhrnné čerpané množství podzemní vody se pohybovalo v rozmezí 540 - 560 l.s⁻¹. Pro tento odběr byl hydrometrováním stanoven vce z Nové Moravy v přibližné výši 82 l.s⁻¹ (cca 15% čerpaného množství).

V linii jímacích řadů došlo ke snížení:

- Bzenec III jih - cca o 3.3 m (ze 167.8 na 164.5 m n. m.),
- Bzenec III sever - cca o 3.5 m (ze 168 na 164.5 m n. m.),
- Bzenec I - cca o 3m v oblasti studny S-23 (měřená hladina 165.05 m n. m.)

Plošný dosah vzniklé hydraulické deprese vyzníval:

- v oblastech jezů u Vnorov (soutoková oblast Moravy a odlehčovacího kanálu Nová Morava),
- na levém břehu "staré" Moravy (snížení hladiny v oblasti toku vyvolává zvýšení indukce zdrojů podzemní vody),
- v pravostranném úbočí údolní nivy (za linií železniční trati z Uherského Hradiště přes Moravský Písek do Hodonína),
- přibližně na spojnici sídel Moravský Písek - Uherský Ostroh.

3.9.2.1 Hladiny zastižené k 12.11.2009

Záměr hladin podzemní vody, analyzovaný Koppovou (2010), zastihl zájmové území v podmínkách zvýšeného doplňování zvodně a v podmínkách neustáleného režimu proudění podzemní vody. V důsledku menší (méně než jednoleté) povodně přechodně vzrostly hladiny v říční síti. Hladina v Nové Moravě byla oproti běžnému stavu (vodočet V-5) zvýšena přibližně o 1.5 m. Vodočet Moravy ve Strážnici vzrostl z cca 130 cm (vodní stav k 8.11.2009) na 357 cm (údaj k desáté hodině ranní 12.11.2009).

V ploše vodního zdroje Bzenec - komplex se v okolí jímacích řadů vyskytovala deprese hladiny podzemní vody. Hydraulická funkce koryta Nové Moravy byla dotační v celém úseku mezi křížením toku s železniční tratí Bzenec - Veselí (OB-4) a Uherským Ostrohem.

Odběry podzemní vody z jímacích řadů v daném období (průměr za září až listopad) dosahovaly:

- 56 l.s⁻¹ (Bzenec I),
- 57 l.s⁻¹ (Bzenec III sever),
- 37 l.s⁻¹ (Bzenec III jih).

Úhrnný odběr z komplexu vodního zdroje Bzenec byl 150 l.s^{-1} . Odběr z posledního provozovaného sanačního vrtu SA-21 byl přibližně 6 l.s^{-1} .

Nejnižší hladiny se vyskytovaly v oblasti jímacích studní řadů Bzenec III jih a Bzenec III sever. Sklon hladiny podzemní vody mezi jímacími objekty by měl směřovat od sběrné studny proti směru proudění v násoskovém řadu.

O míře hydraulické spojitosti mezi odlehčovací kanálem Nová Morava a zvodní vypovídají rozdíly mezi hladinami ve vrtech PV-3: (167.36 m n. m.), PV-1: (167.80 m n. m.) a hladinou v toku (OB-3: 168.70 m n. m. a OB-2: 169.04 m n. m.). V oblasti vrtů v době měření byly rozdíly hladiny podzemní vody a hladiny Nové Moravy 1.34 m (PV-3) a 1.24 m (PV-1).

Oproti běžné úrovni (měření Koppové z 15.10.2012) hladiny podzemí vody ve vrtech podél Nové Moravy:

- HV-112/2 (ze 167.26 na 167.32 m n. m.),
- PV-3 (ze 167.19 na 167.36 m n. m.),
- PV-1 (ze 167.53 na 167.80 m n. m.)

při povodni stouply pouze do 30 cm. Přitom hladina Nové Moravy stoupla o cca 1.5 m. Hydraulická spojitost Nové Moravy a zvodně není dokonalá. Další podrobnější informace lze získat systematickou analýzou hladiny v Nové Moravě a ve vrtech podél toku (vrtů PV-1/J, PV-11, PV-10, MV-5, PV-3, PV-1, HV-217/2, HV-211).

3.9.2.2 Hladiny zastižené k 15.10.2012

Záměr hladin podzemní vody, analyzovaný Koppovou (2012), zastihl zájmové území v podmínkách kvaziustáleného proudění podzemní vody. Hladina vodočtu ve Strážnici byla mezi 7:00 a 19:00 na úrovni cca 109 cm. Průtok Moravy byl minimální - pouze cca $15 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$.

Odběry podzemí vody z jímacích řadů v daném období (průměr za září a říjen) dosahovaly:

- 57 l.s^{-1} (Bzenec I),
- 78 l.s^{-1} (Bzenec III sever),
- 8 l.s^{-1} (Bzenec III jih).

Úhrnný odběr z komplexu vodního zdroje Bzenec byl 143 l.s^{-1} (obdobný jako v roce 2010), ale rozložení odběrů mezi jímací řady Bzenec III sever a jih bylo podstatně jiné.

Vykreslená izolinie hladiny podzemní vody v úrovni 167.5 m n. m. v oblasti jímacích řadů Bzenec I nemá oporu v měřených datech v oblasti mezi Novou Moravou a jímacími řady. Nejnižší hladiny podzemní vody (menší než 167 m n. m.) byly zjištěny v oblasti násoskových řadů Bzenec III sever.

V místě vodočtu OB-3 byla měřena hladina Nové Moravy 167.22 m n. m. Shodná hladina podzemní vody byla měřena i ve vrtu MP-33. Hladina při okraji jímacího řadu (MP-38: 167.34 m n. m.) je nad úrovní hladiny Nové Moravy. Při uvážení dalších měřených hladin v okolí jímacích řadů Bzenec I se jeví jako pravděpodobné, že v dané hydraulické situaci k dotaci zdroje Bzenec I povrchovou vodou z Nové Moravy vůbec nedocházelo, nebo se jednalo o zcela marginální záležitost. Zdroje podzemní vody jímáné násoskovými řady Bzenec I byly alokovány pouze z pravobřežní oblasti odlehčovacího kanálu Nová Morava.

Odlišná situace panovala v oblasti jímacího území Bzenec III sever - naměřené hladiny umožňují zčásti zdůvodňovat jímáné množství podzemní vody influkcí z Nové Moravy.

3.9.2.3 Prostor projektované šterkovny Uherský Ostroh

V izoliniích k 12.11.2009 byl zachycen stav, kdy proud podzemní vody z oblasti projektovaného šterkoviště směřuje výhradně k jímáným studním Bzenec I. Vlivem zvýšených vodních stavů měla Nová Morava výhradně dotační funkci - docházelo ke vcezu povrchové vody do horninového prostředí v celé délce úseku s monitoringem.

Při záměru hladin k 15.10.2012 jsou hladiny podzemní vody v lokalitě projektovaného šterkoviště na pravém (HV-225/1: 168.33; HV-217: 168.32 m n. m.) i levém břehu Nové Moravy (HV-217/2: 168.29;

HV-211: 168.83 m n. m.) nad úrovní hladiny v odlehčovacím kanálu (OB-1: 167.80 m n. m.). V daném úseku Nové Moravy podél štěrkoviště pravděpodobně docházelo v závislosti na míře kolmatace dna a břehů k drenáži podzemní vody do Nové Moravy. Značný rozdíl zaměřených údajů hladin ve vrtu HV-211 (168.81 m n. m.) a v Nové Moravě (OB-1: 167.80 m n. m.) nasvědčuje skutečnosti, že v daném úseku je hydraulická spojitost mezi Novou Moravou a zvodní ve fluvialních štěrkopiscích nedokonalá.

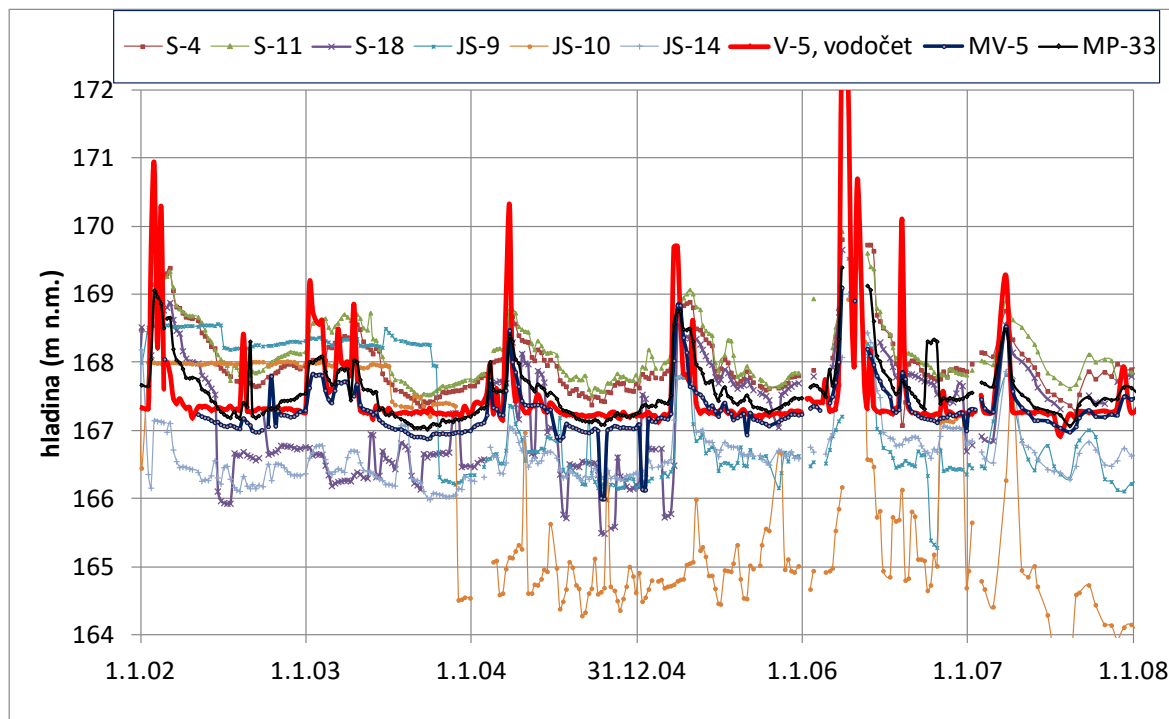
Směr proudění podzemí v oblasti projektované štěrkovny se mění v závislosti na rozložení odběrů v oblasti vodního zdroje Bzenec - komplex a v závislosti na aktuální hydrologické situaci.

3.9.3 Transientní vývoj hladin

Vhodný zdroj kalibračních informací pro transientní simulaci proudění podzemní vody jsou měření hladin podzemní vody (pořízené pro účely sanace těžkých chlorovaných uhlovodíků; Střemcha, 2010) z období 2001 – 2008. V maximální četnosti byly úrovně hladin podzemní vody zaznamenávány 1 krát týdně. Získaná data umožňují analyzovat vývoj hladin podzemní vody v závislosti na:

- změnách odběrů podzemní vody,
- doplňování zásob podzemní vody vlivem srážek a změn hladin v říční síti

Vybrané časové řady hladin obsahuje následující obrázek.



Obr. 13 Neustálený režim hladin v oblasti jímacích řadů Bzenec I a Bzenec III sever a jih

Z měření vyplývají následující skutečnosti:

- obvyklá hladina v Nové Moravě (místo vodočtu V-5) je 167.29 m n. m.; hladina významněji kolísá jen při převodu povodňových průtoků odlehčovacím kanálem,
- hladiny v nevyužívaných násoskových řadách Bzenec I (jižní a severní větev) se studnami S-4 a S-11 jsou trvale nad úrovní hladiny Nové Moravy reprezentované vodočtem V-5,
- vrt MV-5 je situován v těsné blízkosti kanálu Nová Morava; hladina ve vrtu má obdobný průběh a úroveň jako hladina v Nové Moravě – nedochází k výraznějšímu zaklesnutí pod úroveň vodočtu V-5; přitom hladina ve studni JS-14 (násoskový řad Bzenec III jih, severní část) je obvykle až 1 m pod úrovní hladiny MV-5, obdobný vývoj hladin Nové Moravy a vrtu MV-5 nasvědčuje možné dotaci řadu Bzenec III jih vodou z Nové Moravy.

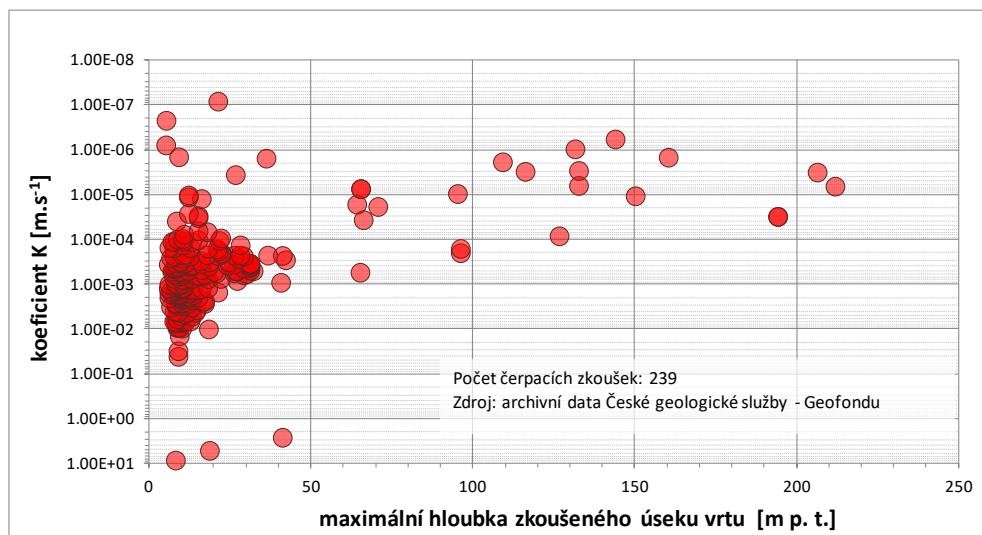
Vykreslená data vykazují i určitou nekonzistenci. Jímací studny JS-10 a JS-14 jsou situovány na shodné násoskové větvi (Bzenec III jih - severní větev). Rozdíly v hladinách obou objektů jsou ale extrémní. Vzhledem k časovému odstupe zřejmě nebude možné některé rozpory v měřených datech uspokojivě objasnit. Potřebná jsou i data nová, pořízená při detailní znalosti režimu odběrů.

Dalším zdrojem informací o časovém vývoji hladin podzemní vody (četnost záměru 1 až 2. do roka) je měření na indikačním systému vrtů vodního zdroje. Data hladin podzemní vody z vybraných vrtů jsou rovněž obsažena v přílohách řady 4.2 a 4.3. Pro zpracování a kalibraci transientní simulace proudění podzemí vody v zájmovém území je ale četnost měření nedostatečná.

Pro detailní studium hydraulických jevů v oblasti násoskových řadů bylo zahájeno i automatické měření (užití dataloggerů) úrovní hladin podzemní vody. Současně je třeba věnovat zvýšenou pozornost aktuálním odběrům z jednotlivých větví násoskových řadů.

3.10 Propustnost horninového prostředí

V hydraulickém modelu je propustnost horninového prostředí reprezentována pomocí koeficientu hydraulické vodivosti. Proudění podzemní vody je popsáno na základě Darcyho zákona a rovnice kontinuity (transformovaná verze zákona zachování hmoty). Prostorová interpretace koeficientu hydraulické vodivosti byla zajištěna pomocí zón s konstantní hodnotou hydraulické vodivosti.



Obr. 14 Závislost koeficientu hydraulické vodivosti K na hloubce zkoušeného úseku vrtu

Střední hodnota (medián) hydraulické vodivosti kvartérních sedimentů je $5.48 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$. 80 % hodnot hydraulické vodivosti leží v intervalu $2.42 \cdot 10^{-5} - 4.17 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$. Propustnost kvartérních sedimentů v projektovaném modelovém území je heterogenní s rozmezím 3 řády.

3.11 Geochemické údaje

3.11.1 Plošné rozložení koncentrací rozpuštěných látek

Rozpuštěné látky antropogenního původu lze využít jako přirozené stopovače, pokud je znám (nebo zvolen) jejich zdroj. Prostorové rozložení koncentrací rozpuštěných látek je ovlivněno:

- časem vstupu stopovače do horninového prostředí,
- velikostí a směrem proudění podzemní vody,
- interakcí s horninovým prostředím,
- reakcemi uvnitř kapalné fáze.

V případě vodního zdroje Bzenec - komplex lze studiem koncentrací vybraných rozpuštěných látek získat zpřesňující informace o míře dotace podzemních vod kvartérního kolektoru povrchovými vodami z odlehčovacího kanálu Nová Morava a z toku Moravy (po zavedení chemismu těchto vodoteční do databáze údajů).

3.11.1.1 Sírany

Đurďová (2005) identifikuje 3 faktory nárůstu koncentrací síranů v podzemí vodě v Pomoraví:

- zdrojem síranů jsou horniny v podloží kvartérních sedimentů,
- klimatické změny (srážkový úhrn a výpar se vyrovnává; dochází k přetěžování vodních zdrojů - zvyšuje se podíl podzemní vody z hlubších horizontů s vyšším obsahem rozpuštěných látek),
- vlivem mikrobiologických procesů dochází k produkci síranů.

Současně autorka navrhuje i opatření nutné ke zvrácení nepříznivého trendu (umělá infiltrace, čištění a regenerace vrtů, případně omezení velikosti odběrů).

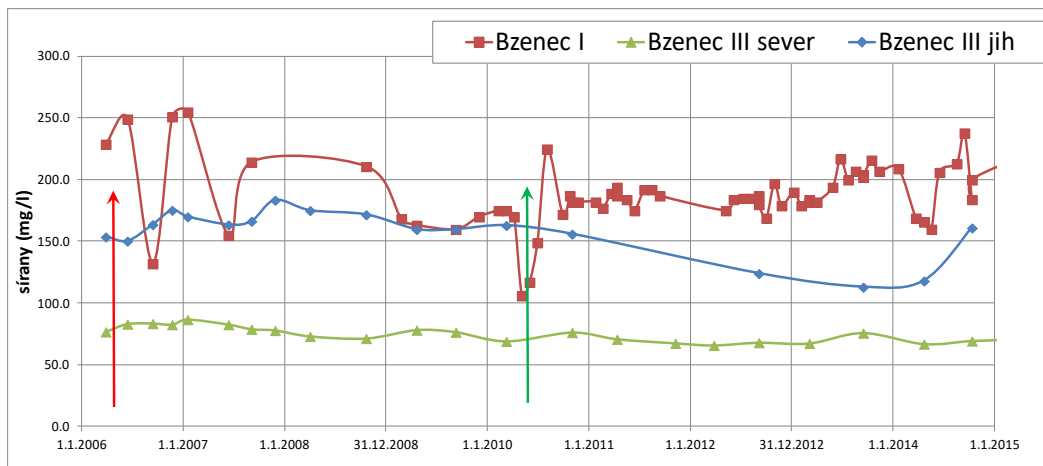
Plošné rozložení koncentrací síranů (průměrné hodnoty pro období 2002-2014) je výrazně nerovnoměrné. Relativně nízké koncentrace převládají na levém břehu Nové Moravy. Podzemní voda indukovaná z toku Moravy má po vzezu nízké koncentrace síranů.

Naopak nejvyšší koncentrace jsou zjištěny podél okraje údolní nivy u Moravského písku. Proud podzemní vody přitékající z pravostranného úbočí údolní nivy zřejmě obsahuje zvýšené hodnoty koncentrací síranů. Ke zvýšenému přítoku do oblasti jímacího území Bzenec dochází zejména v ose bočního údolí Syrovinky. Vyšší měřené koncentrace síranů v oblasti násoskových řadů Bzenec III jih signalizují, že v závislosti na velikosti odběrů jsou jímány i podzemní vody z pravého břehu Nové Moravy - tok může být proudem podzemní vody podtékán v závislosti na velikosti odběrů.

Nejvyšší koncentrace síranů (v rozmezí 150 - 250 mg.l⁻¹; Obr. 15) má průběžně podzemní voda z násoskových řadů Bzenec I. Výsledné koncentrace v jímáné podzemní vodě jsou dány naředěním přítoků s vysokými koncentracemi od západu (vrty HV-106, HV-111, HV-112), od severu (vrty PI-38, PI-40, HV-214) a z okraje údolní nivy a z východu (linie vrtů HV-217 až HV-224).

Jen mírně nižší koncentrace (v rozmezí 110 - 180 mg.l⁻¹) má podzemní voda z násoskových řadů Bzenec III jih. U tohoto řadu se projevuje dlouhodobý trend. S poklesem odběrů klesají koncentrace síranů. S nárůstem odběrů (a zřejmě větším podtékáním Nové Moravy více mineralizovanou vodou z oblastí na pravém břehu) jsou koncentrace vyšší.

Dlouhodobě nejnižší koncentrace síranů má podzemní voda z násoskových řadů Bzenec III sever (rozpětí 60 - 85 mg.l⁻¹). Tyto jímací řady napájí proud podzemní vody indukovaný z toku Moravy. Koncentrace ve vrtech v oblasti přítoku HV-117, HV-205, HV-203/3 a HV-217/2 odpovídají koncentracím jímáné podzemní vody.



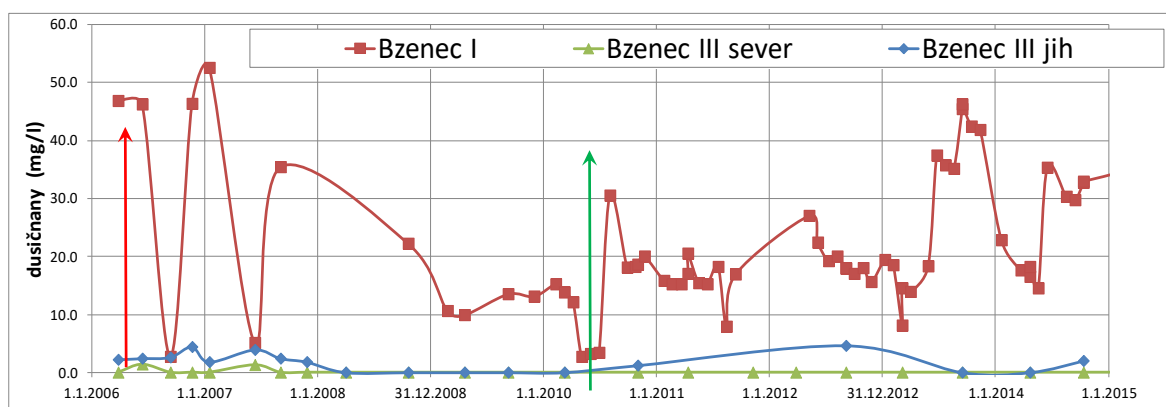
Obr. 15 Vývoj koncentrací síranů v násoskových řadech

Zelená šipka (i v následujících grafech vývoje koncentrací rozpuštěných látek v podzemní vodě) vymezuje povodně mezi 17.5.2010 - 4.6.2010. Červená šipka označuje výskyt povodně mezi 21.3.2006 - 10.4.2006.

3.11.1.2 Dusičnany

Koncentrace dusičnanů v podzemních vodách v monitorovacím systému vodního zdroje Bzenec - komplex je vyhodnocena v průměrných hodnotách za období 2002-2014.

Koncentrace dusičnanů jsou v oblasti vodního zdroje Bzenec - komplex velmi nízké. Vymyká se pouze oblast vrtu PI-38 (průměrně 99 mg.l⁻¹) a S-4 (průměrně 28 mg.l⁻¹; studna násoskového řadu) v nátokové oblasti k řadům Bzenec I.



Obr. 16 Vývoj koncentrací dusičnanů v násoskových řadech

Podzemní voda z násoskového řadu Bzenec III sever je téměř bez koncentrací dusičnanů. V násoskových řadech Bzenec III jih jsou dusičnany (jednotky mg.l⁻¹) přítomny v závislosti na velikosti odběrů. Generelně platí, že při nižších odběrech jsou koncentrace dusičnanů nižší.

Koncentrace dusičnanů v oblasti násoskových řadů Bzenec I jsou oproti zbylým dvěma řadům podstatně vyšší. Z analýzy plošného rozložení koncentrací je zřejmé, že v širší oblasti indikačního vrtu PI-38 se vyskytuje významný zdroj (pravděpodobně obec Moravský Písek).

3.11.1.3 Chloridy

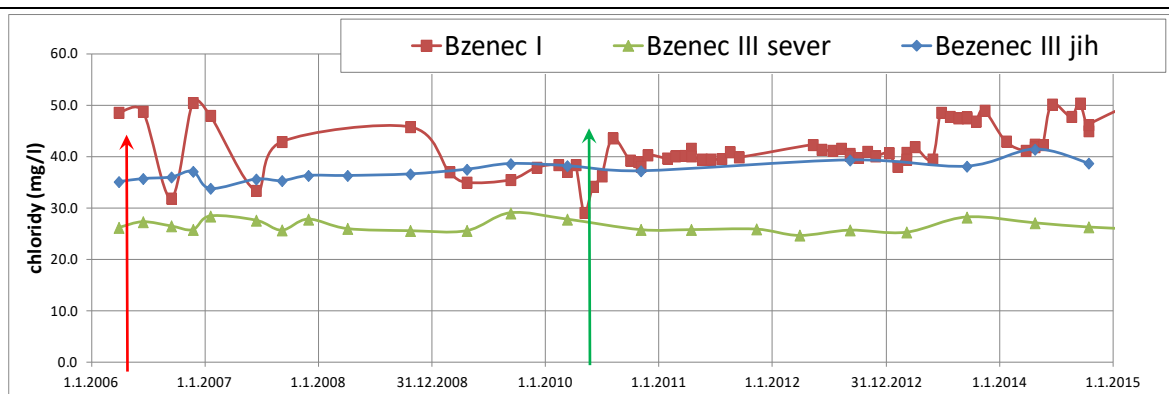
Chloridy (chloridové anionty Cl⁻) jsou běžnou součástí životního prostředí. Jejich zdrojem v podzemní vodě je srážková infiltrace a interakce s horninovým prostředím. Obvyklé koncentrace v ČR, v prostředí neovlivněném člověkem, se pohybují v jednotkách mg.l⁻¹. Vyšší koncentrace jsou obvykle antropogenního původu. V zájmovém území ale dochází k výstupu silně mineralizovaných podzemních vod podél tektonických linií. Známé jsou například "Sirnaté lázně" v Ostrožské Nové Vsi. Mineralizované podzemní vody obsahují i zvýšené koncentrace chloridů.

Chloridy jsou dobře rozpustné ve vodě a velmi málo se sorbují na půdy a horninové prostředí. Snadno se šíří s proudem podzemní vody.

Koncentrace chloridů v podzemních vodách ve vrtech indikačního systému vodního zdroje Bzenec - komplex jsou vyhodnoceny v průměrných hodnotách za období 2002-2014. Rozložení koncentrací chloridů poměrně koreluje s rozložením koncentrací síranů.

Nejvyšší koncentrace chloridů se vyskytují podél jižního okraje jímacího území Bzenec I. Zřejmě do této oblasti přitéká proud podzemní vody se zvýšenými koncentracemi z údolí Syrovinky. Generelně jsou koncentrace měřené na pravém břehu Nové Moravy vyšší než koncentrace na levém břehu. Nejnížší koncentrace se vyskytují v širší oblasti Uherského Ostrohu.

Koncentrace chloridů zvyšují v zájmovém území pravděpodobně také blíže neurčené zdroje z komunikací a ze sídel při okraji nivy (Moravský Písek, Veselí nad Moravou, Uherský Ostroh i další).



Obr. 17 Vývoj koncentrací chloridů v násoskových řadech

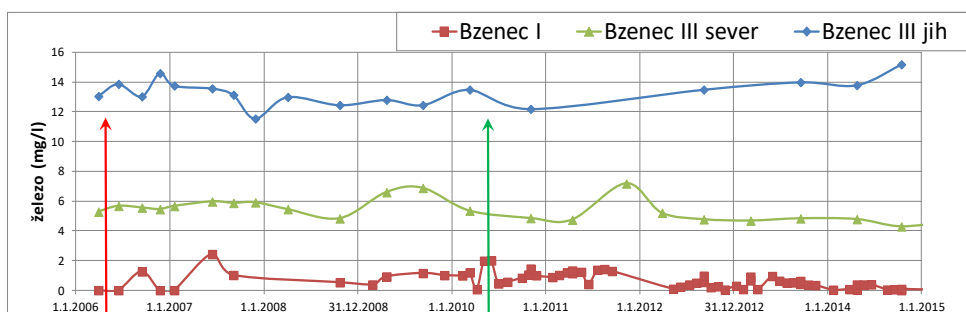
Koncentrace chloridů z násoskových řadů Bzenec III sever jsou nejnižší. Dlouhodobě vyrovnané koncentrace okolo hodnoty 28 mg.l^{-1} odpovídají koncentracím měřeným na okolních vrtech indikačního systému.

Největší koncentrace chloridů (rozpětí $30 - 50 \text{ mg.l}^{-1}$) jsou měřeny v podzemní vodě z násoskových řadů Bzenec I. Průměrná hodnota koncentrací (cca 40 mg.l^{-1}) vzniká ředěním větších koncentrací z okraje nivy a z povodí Syrovinky s proudem podzemní vody protékajícím linií vrtů HV-217/2 až HV-216.

3.11.1.4 Železo

Koncentrace železa v podzemních vodách ve vrtech indikačního systému vodního zdroje Bzenec - komplex jsou vyhodnoceny v průměrných hodnotách v období 2002-2014.

Nejvyšší koncentrace železa se vyskytují v oblasti násoskových řadů Bzenec III jih a sever. Nejnižší (až nulové) jsou koncentrace železa v podzemní vodě se zvýšenými koncentracemi dusičnanů (řady Bzenec I).



Obr. 18 Vývoj koncentrací železa v násoskových řadech

Plošné rozložení koncentrací železa v indikačních vrtech pro řady Bzenec I velmi dobře odpovídá koncentracím analyzovaným v podzemní vodě z těchto řadů.

Vyskytuje se určitá disproporce mezi koncentracemi železa v podzemní vodě z násoskových řadů Bzenec III (Obr. 18) a měřených koncentrací zjišťovaných v objektech indikačního systému. Koncentrace z jednotlivých vrtů indikačního systému (PV-13, HV-202, HV-203/3) jsou vyšší než koncentrace směsných vzorků z celých jímacích řadů.

3.11.1.5 Těkavé organické látky (TOL)

Podrobnou dokumentaci postsanačního monitoringu zpracoval Kašpar (2015).

V rámci indikačního systému vodního zdroje byly nejvyšší koncentrace TOL zjištěny ve vrtech HV-127, HV-111, HV-128, HV-112 a ve vrtu MV-5 (JZ od jímacího území Bzenec I). Nová Morava nemůže být uvažována jako úplná hydraulická bariéra - v minimálních koncentracích jsou TOL měřeny i v lokalitě jímací linie Bzenec III jih (HV-202; 2 µg.l^{-1}). Kontaminovaný proud podzemní vody Novou Moravu podtéká.

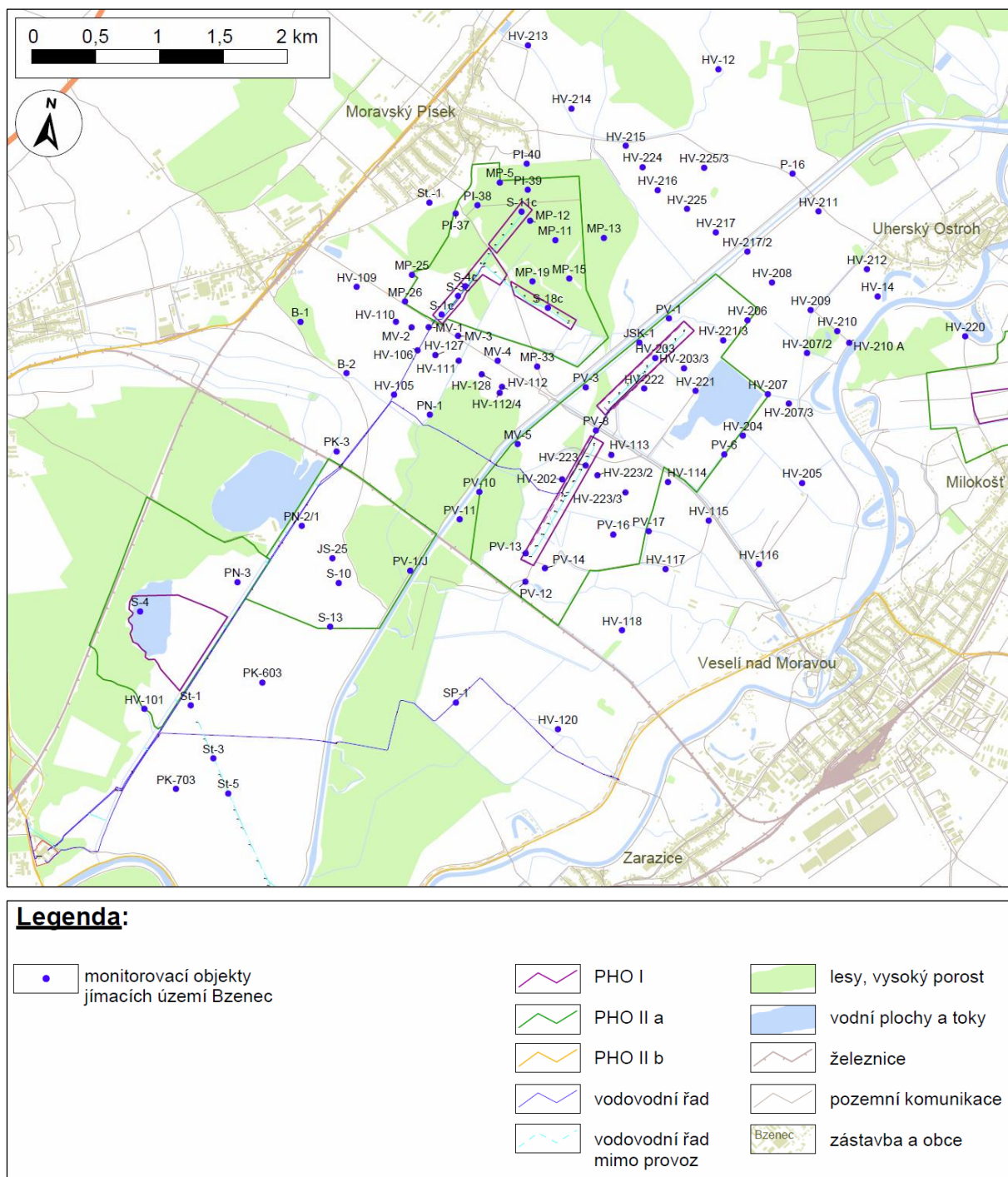
4 Hlavní závěry týkající se proudění podzemní vody v zájmovém území

- a) Podzemní voda do oblasti vodního zdroje Bzenec komplex (k Nové Moravě) přirozeně přitéká v důsledku:
- vcezu z Baťova kanálu,
 - vcezu z jezové zdrže Veselí nad Moravou,
 - vcezu z jezové zdrže Uherský Ostroh,
 - vcezu z jezové zdrže Nedakonice,
 - infiltrace v ploše údolní nivy a na přilehlých svazích.
- b) Odlehčovací kanál Nová Morava je vzhledem ke spádovým poměrům v říční síti v podmínkách bez odběrů podzemní vody regionální drenážní bází. Přispívá k tomu i tzv. Hradištský příkop, kdy vzhledem k nárůstu mocnosti propustných sedimentů (a transmisivity) je zdrž Uherský Ostroh za přirozených podmínek proudem podzemní vody podtékána a k drenáži dochází až do Nové Moravy.
- c) Až v důsledku existence odběrů z vodního zdroje Ostrožská Nová Ves vzniká v linii jezové zdrže Uherský Ostroh rozvodí, kdy levobřežní oblasti Moravy jsou odvodněny ve vodním zdroji Ostrožská Nová Ves, pravobřežní oblasti v horním úseku Nové Moravy a ve vodním zdroji Bzenec komplex.
- d) Odběry z vodního zdroje Bzenec komplex je přednostně jímán proud podzemní vody, který by byl za přirozených podmínek drénován do Nové Moravy. Odběry snižují drenáž podzemní vody do odlehčovacího kanálu. Dochází k částečnému přesměrování proudu podzemní vody z oblasti drenáže (horní úsek Nové Moravy) k jímacím studnám.
- e) K posílení proudu podzemní vody vcezem z Nové Moravy může dojít až při takových odběrech, které jsou srovnatelné s aktuálně dostupnými zdroji podzemní vody. Dochází k odtržení hladiny podzemní vody od hladiny povrchové vody a lokálně k vcezu z odlehčovacího kanálu. Část úseku původně drenážního toku se stává úsekem dotačním. Dostupné množství podzemní vody směřující do oblasti vodního zdroje Bzenec komplex se v průběhu roku výrazněji mění. V jarním období je možné odběry realizovat obecně při vyšších hladinách a při menším kolísání hladin ve sběrných studnách.
- f) Vzhledem k malé vzdálenosti Nové Moravy a jímacích vrtů je Nová Morava primárním zdrojem, ze kterého je nárůst odběrů nad přirozeně přitékající množství podzemní vody kryt. Teprve po vyčerpání dotační schopnosti Nové Moravy může vlivem odběrů dojít i k poklesům hladiny podzemní vody v blízkosti jezových zdrží a k posílení přítoků ze vzdálenějších oblastí.

5 Ochranná pásma zdrojů Bzenec – komplex

Ochranná pásma kolem vodního zdroje Bzenec-komplex byla vyhlášena 1.3.1989 rozhodnutím ONV Hodonín, odbor vodního a lesního hospodářství, pod č.j. Vod-1299-1985/1989/Ku-235. Rozhodnutí bylo vydáno v režimu zákona č. 20/1966 Sb. o péči o zdraví lidu, na základě závazného posudku okresního hygienika, aplikace Směrnice Ministerstva zdravotnictví ČSR č. 51/1979 pro stanovení, vymezení a užívání ochranných pásem vodních zdrojů určených k zásobování pitnou a užitkovou vodou, a pro zřizování vodárenských nádrží (ve svazku 44/1979 hygienických předpisů, registrovaných v částce 29/1979 Sb.), a dále výsledků provedeného vodoprávního řízení.

Kopie rozhodnutí je uvedena v příloze 6, vedení hranic ochranných pásem zobrazuje obr. 19.



Obr. 19 Situace ochranných pásem a monitoringu kolem vodního zdroje Bzenec-komplex

V rozhodnutí byla vymezena ochranná pásma (PHO – pásma hygienické ochrany) týkající se následujících zdrojů:

- Bzenec I (k.ú. Moravský Písek, 11 studní, povolený odběr 50 l/s)
- Bzenec II (k.ú. Bzenec, výhledové JÚ, 50 l/s)
- Bzenec III (k.ú. Moravský Písek, ve výstavbě, 150 l/s)
- Bzenec IV (k.ú. Bzenec, výhledové JÚ)
- Bzenec V (k.ú. Bzenec, 10 studní, 20 l/s)
- Milokošť (k.ú. Veselí nad Moravou-Milokošť, 10 studní, 50 l/s)

V další části rozhodnutí jsou popsána ochranná pásma 1. stupně, jejich rozlohy, využití pozemků, a dotčení uživatelé pozemků. Ve výhledových JÚ Bzenec II a IV se PHO I. stupně nevyhlašují. Uvedený požadavek na vynětí pozemků PHO 1. stupně ze ZPF.

V další části rozhodnutí jsou popsána území vnitřní části PHO 2. stupně (rozlohy, využití, uživatelé). Podrobně je popsáno vedení hranic PHO, primárně jsou voleny hranice pozemků.

Dále jsou uvedeny informace o vnější hranici PHO 2. stupně. Uvedeno, že PHO 2. stupně vnější je navrženo jako jednotné pro všechna jímací území na základě průzkumu provedeného Vodními zdroji Holešov (1981-83). Popsané hranice vnější části PHO 2. stupně sledují významné linie v krajině a respektují také hranice CHOPAV Kvartér Moravy.

V rozhodnutí je dále nařízení asanace zjištěných zdrojů znečištění (farma Starý dvůr, skládka odpadků Šafrance) včetně termínu splnění (3-6 let).

Další část rozhodnutí obsahuje ochranná opatření v OPVZ. Na zemědělských a lesních pozemcích je požadováno dodržení metodických „Zásad hospodaření v PHO vodních zdrojů“.

Opatření v PHO 1. i 2. stupně se přednostně týkají ochrany před zemědělským znečištěním (zákazy a úprava používání hnojiv, chemických přípravků na ochranu rostlin, pohonných hmot pro zemědělské stroje a jejich opravy). Upravuje se dále přístup a oplocení pozemků (PHO 1. stupně), těžba zemin a zemních hmot (PHO 2. stupně vnitřní), skladování chemických přípravků ochrany rostlin a pohonných hmot (PHO 2. stupně vnější), výkon práva myslivosti apod.

Je třeba konstatovat, že uvedená ochranná opatření jsou nutně poplatná své době, což se projevuje na dobově platném výčtu používaných chemických hnojiv, řešení dnes obecně nepřipustných činností kdekoliv (zahrabávání pozůstatků zvířat, parkování motorových vozidel na loukách a polích apod. K těmto činnostem a jejich kontrole jsou navíc zavázány konkrétní podniky a státní orgány, které dnes vesměs prakticky neexistují, a zvláště u provozních organizací není ani jistota, že existuje jejich právní nástupce.

Ohromující je dlouhý výčet povinností, kterými toto rozhodnutí zavazuje různé podniky – nařizuje sanaci skládek, výstavbu monitorovacích systémů kolem potenciálních zdrojů znečištění, výstavbu ČOV a kanalizace pro některé obce, zpracování havarijních plánů pro úseky železničních tratí uvnitř PHO, ukončení stávající těžby šterkopísku uvnitř PHO, kontrola stavu úložišť pohonných hmot podniků i domácností a jejich uvedení do souladu s příslušnou technickou normou.

Ve vyjádřeních dotčených organizací se setkáváme s výhradami, které se kupodivu objevují i dnes, a které byly evidentně problémem i tehdy (úprava zákazu používání pesticidů, nevyřešené dopady provozu PHO na zemědělskou produkci a hospodaření příslušných zemědělských podniků, nakládání s odpady z živočišné výroby apod.), v podmínkách centrálně řízené socialistické ekonomiky to však nebyly nepřekonatelné problémy, a mnohé z nich se vyřešily direktivně. Z textu rozhodnutí však vyplývá, že již tehdy v podmínkách socialistického zřízení bylo vodoprávní řízení zdoluhavé z důvodu velkého počtu dotčených účastníků.

Součástí rozhodnutí je výčet dotčených pozemků, s čísly, katastry a uživateli (nikoliv vlastníky).

Ochranná pásma jsou poplatná své době i z hlediska řešení problematiky sucha. Tato problematika není nijak zmiňována. Z obecného pohledu je v návrhu ochranných pásem podceněna celá problematika ochrany množství vod, a jak bylo v dřívější době obvyklé, většina pozornosti se

soustřeďovala na ochranu zdrojů před znečištěním. Dalším nezanedbatelným problémem je i skutečnost, že v době vyhlášení ochranných pásem se významně spoléhalo na institut CHOPAV, který je v daném území vyhlášen, a který obsahuje i další regulace různých činností (těžební aktivity, odkrývání hladiny podzemní vody apod.), a teprve v následujícím období se ukázala nejednoznačnost výkladů právních předpisů a jejich obtížná vymahatelnost.

A detailní práce na modelovém řešení v posledních letech významně zpřesňují a částečně mění předchozí představy o zdrojových oblastech jímání vody, zdůrazňují úlohu hradištského příkopu pro přítok podzemních vod k jímacím územím, a nezanedbatelný se ukazuje i přítok podzemní vody ze zázemí (od západu), který byl doposud také spíše podhodnocován. Možné souvislosti jímání a dlouhodobého snižování průtoků na Dlouhé řece jsou zatím předmětem koncepčního posuzování, zatímco některými autory (např. Koppová) zdůrazňovaná úzká souvislost s břehovou infiltrací z Nové Moravy, je dnes již vyvrácená exaktními daty shromážděnými terénních měření v poslední době.

Je třeba zdůraznit, že nově definované proudové pole kvartérní podzemní vody opřené o matematický model proudění (PROGEO 2015-2017) bude mít důležitý dopad na návrh optimální ochrany tohoto významného vodního zdroje, pátého největšího v ČR, který zásobuje přes 140 tis. lidí na jižní Moravě pitnou vodou. Z metodického hlediska je možné uvést, že vyhlášení OPVZ odpovídá nejen právnímu rámci v době jejich vyhlášení, ale i odborným znalostem o vodním zdroji, hydrologických a hydrogeologických poměrech, které byly v té době známy. Lokalita je tak příkladem toho, že nové znalosti o proudění podzemních vod ukazují, že vyhlášená ochranná pásma by vyžadovala i revizi z hlediska jejich tvaru a rozsahu, nejen ohledně výše diskutovaných ochranných opatření.

6 Literatura

- Čarvaš, M., (2009): *HYDROMETEOROLOGICKÁ ANALÝZA POVODNÍ NA ŘECE MORAVĚ SE ZŘETELEM NA STRÁŽNICKÉ POMORAVÍ*, Bakalářská práce, MASARYKOVA UNIVERZITA Přírodovědecká fakulta
- Đurđová, L., (2005): *FAKTORY RŮSTU KONCENTRACE SÍRANŮ V PODZEMNÍCH VODÁCH A MOŽNOSTI JEJICH OMEZENÍ*, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého Olomouc
- Kahuda D., Prinz J., Střemcha J., Šeps M., (2009): *Sanace těkavých chlorovaných uhlovodíků v podzemní vodě v předpolí prameniště Bzenec, Aktualizace analýzy rizika 2009 – závěrečná zpráva, SAKOL - ekotechnologie, spol. s r.o.*
- Kašpar, J., (2015): *MONITORING PŘIROZENÉ ATENUACE V PŘEDPOLÍ PRAMENIŠTĚ BZENEC, ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA, VODNÍ ZDROJE EKOMONITOR SPOL. S R.O.*
- Koppová, H., (2010): *TĚŽBA A ÚPRAVA ŠTĚRKOPÍSKU V UHERSKÉM OSTROHU, VYHODNOCENÍ VELIKOSTI A VÝZNAMNOSTI VLIVŮ ZÁMĚRU NA PODZEMNÍ A POVRCHOVOU VODU, Závěrečná zpráva, AQUATEST a.s.*
- Koppová, H., (2012): *UHERSKÝ OSTROH – TĚŽBAŠTĚRKOPÍSKU – HYDROGEOLOGICKÁ STUDIE, Závěrečná zpráva, AQUATEST a.s.*
- Krásný, J. et al. (1981): *Mapa odtoku podzemní vody ČSSR 1:1 000 000. Český hydrometeorologický ústav. Praha*
- Malý, J., (1990): *Hydrogeologická syntéza kvartéru Dolnomoravského úvalu. Závěrečná zpráva. GEOTest Brno, n. p., Brno.*
- Prinz, J., (2014): *Bzenec-komplex: Účelová pozorovací síť – indikační systém jímacího území, část XIII, Vyhodnocení výsledků, SAKOL - ekotechnologie, spol. s r.o.*
- Střemcha, J., (2009): *Sanace těkavých chlorovaných uhlovodíků v podzemní vodě v předpolí prameniště Bzenec, Závěrečná zpráva sanace, TEXTOVÁ ČÁST, Sakol - ekotechnologie, spol. s r.o.*
- Taraba, J., (1971): *Veselí nad Moravou – Závěrečná zpráva o provedení hydrogeologického průzkumu. GEOTest Brno, n. p., Brno.*
- Uhlík J. et al. (2015): *Vodní zdroj Bzenec – komplex, Modelové hodnocení jímacího území, I. etapa prací. – PROGEO. Rostoky.*
- Uhlík J. et al. (2016): *Vodní zdroj Bzenec – komplex, Modelové hodnocení jímacího území, II. etapa prací. – PROGEO. Rostoky.*
- Vacek, Z. (1983): *Bzenec – komplex. Čerpací zkouška. Závěrečná zpráva. Vodní zdroje, n.p. Praha, Praha, Závod 03 Holešov, Holešov.*
- Žídková, P., (2013): *TĚŽBA A ÚPRAVA ŠTĚRKOPÍSKU V UHERSKÉM OSTROHU 2 dokumentace o hodnocení vlivu záměru na životní prostředí zpracovaná dle přílohy č. 4 zákona č. 100/2001 Sb.*