



Souhrnná výzkumná zpráva k projektu

SS06010044

„Definování a hodnocení lokalit rozhodných pro tvorbu podzemních vod na příkladu hydrogeologického rajonu 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy“

Autorský kolektiv:

Hlavní řešitel: Mgr. David Honek, Ph.D.

Členové týmu:

VÚV TGM, v. v. i:

Ing. Milena Forejtníková
Mgr. Zdeněk Sedláček

ČGS:

RNDr. Jitka Novotná
Bc. Roman Hadacz

Zpracováno v rámci výzkumné aktivity:

Program aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti životního prostředí – Prostor pro život (PPŽ VI)

Projekt SS06010044 - Definování a hodnocení ploch rozhodných pro dotaci strategických zdrojů podzemních vod s ohledem na jejich ochranu a stabilizaci

Poskytovatel: Technologická agentura České republiky

Brno, prosinec 2025

OBSAH

POUŽITÉ ZKRATKY	2
1. ÚVOD	3
1.1. Představení projektu	3
1.2. Hlavní cíle projektu	3
1.3. Partneři projektu	4
2. DATOVÁ ZÁKLADNA A METODICKÉ ŘEŠENÍ PROJEKTU.....	3
3. POPIS VÝZKUMNÉHO ÚZEMÍ.....	4
3.1. Přírodní podmínky	6
3.2. Sociálně-ekonomická situace	27
4. HLAVNÍ VÝSLEDKY PROJEKTU.....	29
4.1. Metodický postup stanovení ochranných pásem pro podzemní zdroje vod a stanovení opatření	29
4.2. Příklad stanovení zdrojové oblasti podzemních vod a návrh rozsahu OPVZ II. stupně 30	
4.3. Obecná opatření omezení lidských aktivit v rámci OPVZ II. stupně	34
4.4. Doporučení pro zemědělské hospodaření v rámci OPVZ II. stupně	35
4.5. Příklad návrhu zvýšení infiltrace povrchového odtoku v lokalitách rozhodných pro tvorbu podzemní vody	36
5. SHRUTÍ.....	37
6. SEZNAM ZDROJŮ	38
7. PŘÍLOHY	40

POUŽITÉ ZKRATKY

AOPK	Agentura ochrany přírody a krajiny
BVK	Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.
CARC	Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu
ČGS	Česká geologická služba
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČOV	čistírna odpadních vod
ČR	Česká republika
ČSÚ	Český statistický úřad
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DIBAVOD	Digitální báze vodohospodářských dat
EU	Evropská unie
HGR	hydrogeologický rajon 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy
OPVZ	ochranné pásmo vodního zdroje
POR	prostředky na ochranu rostlin
VKNV HK	Východočeský krajský národní výbor v Hradci Králové
VÚMOP	Výzkumný ústav monitoringu a ochrany půdy, v. v. i.
VÚV TGM	Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
ZABAGED	Základní báze geografický dat

1. ÚVOD

1.1. PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU

Projekt SS06010044 „Definování a hodnocení ploch rozhodných pro dotaci strategických zdrojů podzemních vod s ohledem na jejich ochranu a stabilizaci“ si kladl za cíl vypracovat koncept komplexních opatření ochrany významných podzemních zdrojů pitných vod v ČR, stanovení podmínek pro vytyčení ochranného pásma a doporučených obecných postupů hospodaření v infiltračních územích těchto zdrojů. Na příkladu hydrogeologického rajonu 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy (dále jen HGR) je představen postup lokalizace a výzkum míst v současné době rozhodných pro tvorbu podzemních vod. Byl proveden průzkum současného stavu a způsobu hospodaření v infiltračních územích, včetně návrhu postupů, které mohou zlepšit či alespoň dlouhodobě udržet vyhovující stav vod. Získané poznatky byly využity k formulování obecných postupů pro plošné hospodaření v krajině a současně mohou být využity pro rozhodování státní správy k cílené ochraně stavu tohoto i dalších útvarů podzemních zdrojů pitných vod v ČR.

1.2. HLAVNÍ CÍLE PROJEKTU

Hlavním cílem projektu je přispět k zabezpečení ochrany stavu útvarů podzemních vod v ČR v době klimatických změn na základě stanovení doporučených obecných postupů hospodaření v krajině, zejména pak v ochranných pásmech vodních zdrojů. Předchozí několikaleté suché období vedlo k novým poznatkům a na jejich základě k potřebám upravit některé předpisy i vodohospodářskou praxi tak, aby v budoucnu nedocházelo k nedostatkům vody. Součástí projektu byla aplikace, testování a návrh případných úprav některých z těchto nově vzniklých postupů či dokumentů. Dlouhodobě je sledován nárůst dusičnanů v podzemních vodách (Kodeš, 2003; Rieder a kol., 2003; Nohel a kol., 2008; Herčík a kol., 2010; Elbl a kol., 2012; Kodeš a kol., 2016) a postupně i pesticidů (Kodeš a kol., 2011; Kodeš a kol., 2016). Tam, kde se v podzemních vodách objevují zvýšené koncentrace dusičnanů, zejména díky intenzivnímu zemědělství, dojde pravděpodobně i ke kontaminaci pesticidy (nebo jejich rezidui). Tento vztah byl v rámci projektu ověřován. Stanovení postupů, které by zvrátily trend zvyšování obsahů kontaminujících látek v podzemních vodách pocházejících z plošné zemědělské kontaminace nebo starých zátěží, je zásadní úkol z hlediska ochrany životního prostředí a zachování kvality podzemních vod, a to jak pro výrobu vody pitné (jak zmiňuje Moulisová a kol. (2018) pesticidní látky se čím dál více objevují v samotné vodovodní síti), tak i z hlediska podzemní vody jako zdroje vody v povrchových tocích v době sucha.

Cílem projektu bylo vypracovat koncept komplexních opatření ochrany významných podzemních zdrojů pitných vod v ČR, úprava a zpřesnění podmínek pro vytyčení ochranného pásma a doporučených obecných postupů hospodaření v infiltračních územích těchto zdrojů. Na příkladu HGR (Obr. 1) je představen postup vhodného vymezení OPVZ s cílem ochrany tvorby podzemní vody na lokalitách, které jsou pro dotaci podzemních vod zásadní. Na těchto lokalitách bylo provedeno hydrologické modelování odtokových poměrů a modelace možného zdržení odtoku v těchto lokalitách s cílem zvýšení infiltrace srážkových vod.

Byl proveden průzkum současného stavu a způsobu hospodaření v rámci celého výzkumného území, včetně návrhu postupů, které zlepší či alespoň dlouhodobě udrží vyhovující stav vod. Získané poznatky vedly k formulování obecných postupů pro plošné hospodaření v krajině, které je možné využít pro rozhodování veřejné správy s cílem ochrany (zlepšení) stavu tohoto i dalších útvarů podzemních zdrojů pitných vod v ČR.

1.3. PARTNEŘI PROJEKTU

Hlavními partnery projektu jsou Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v.v.i. (CARC), dříve Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. (VÚRV) a Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). CARC spolupracoval na tvorbě statistického hodnocení zemědělského hospodaření v rámci HGR a na tvorbě výsledků, které se věnovaly především zemědělskému hospodaření a legislativnímu omezení pro hospodáře. ČHMÚ poskytlo řadu vstupních dat a hodnocení stavu povrchových a podzemních vod a klimatických podmínek v HGR.

Dalšími partnery projektu jsou Brněnské vodárny a kanalizace, a. s. (BVK) a Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZUZ). Oba partneři se zapojili do řady odborných diskuzí, které byly zaměřeny na vliv zemědělského hospodaření na kvalitu podzemních vod. Současné byly diskutovány návrhy opatření v rámci OPVZ a samotné vymezení těchto pásem.

2. DATOVÁ ZÁKLADNA A METODICKÉ ŘEŠENÍ PROJEKTU

V rámci řešení projektu bylo využito velké množství podkladových dat, odborné literatury, legislativních dokumentů, mapových podkladů atd.

Proběhla rozsáhlá rešerše literatury jak odborných publikací, tak řady legislativních dokumentů a dalších textových zdrojů. Cílem bylo získat přehled o problematice OPVZ v rámci ochrany zdrojů podzemních vod u nás i v zahraničí, dále o vlivu zemědělské činnosti na stav podzemních vod s ohledem na aplikaci POR a obecně vlivu lidských aktivit na podzemní vody, dále způsoby vymezování OPVZ a stanovení opatření ochrany vodních zdrojů, a to z pohledu provozovatelů vodních zdrojů, místních samospráv, obyvatelstva a subjektů hospodařících v rámci OPVZ. Součástí této části řešení projektu byly také diskuze s odborníky (CARC, ÚKZUZ, BVK) ohledně pozice ochrany podzemních vod v rámci současných i předpokládaných budoucích právních předpisů a norem.

Pomocí základní statistiky a nástrojů GIS byly zpracovány soubory různých datových sad poskytnutých či volně dostupných, např. meteorologická data od ČHMÚ, databáze ZABAGED (©ČÚZK), DIBAVOD (©VÚV TGM), CORINE Land Cover (©Copernicus Programme), mapové a další podklady ve správě AOPK, ČGS, ČSÚ a dalších subjektů.

Součástí vstupních dat byla také vlastní měření a pozorování, která probíhala celé první roky a první polovinu třetího roku řešení projektu. Byly monitorovány vybrané ukazatele povrchových a podzemních vod (odběr vzorků vody a následné laboratorní analýzy), byl využit bezpilotní systém (dron) a probíhala podrobná rekognoskace terénu a místních poměrů v rámci HGR.

Na základě výše zmíněných informací byly koncipovány textové i grafické výstupy, které byly postupně během řešení projektu publikovány v odborných periodících a prezentovány na odborných fórech.

3. POPIS VÝZKUMNÉHO ÚZEMÍ

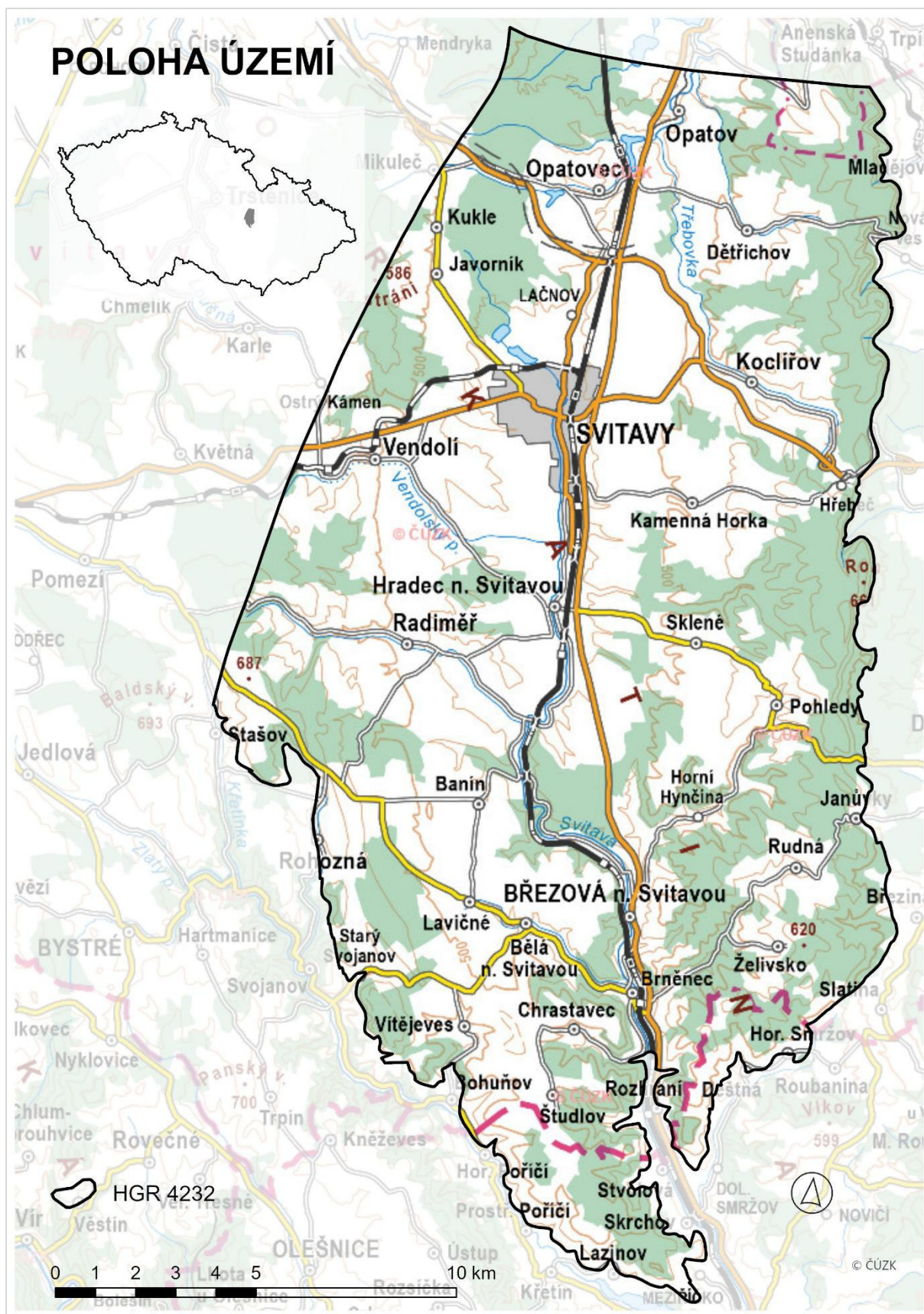
V této kapitole jsou souhrnně prezentovány vybrané informace o přírodních a socio-ekonomických podmínkách v HGR. Podrobný popis území je prezentován v rámci výsledku projektu *Nmap – soubor specializovaných map s odborným obsahem (Honek a kol., 2024)*.

Zájmové území (Obr. 1) je vymezeno hydrogeologickým rajonem 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy a nachází se na hranici Pardubického a Jihomoravského kraje v okolí města Svitavy v nadmořské výšce mezi 400 metry (jižní část) až 650 metry nad mořem (východní a západní okraje). Území zasahuje do katastrů padesáti obcí s celkovým počtem obyvatel 54 564 (ke dni 31. 12. 2024; ČSÚ, 2025); nejvíce obyvatel žije v městě Svitavy (16 073). Územím prochází páteční železniční koridor Brno-Česká Třebová a silnice 1. třídy I/43 (Brno-Svitavy) a I/35 (Pardubice/Hradec Králové-Mohelnice-Olomouc).

Pomyslnou osu území v severojižním směru tvoří řeka Svitava, která v severní části území pramení. V této části je povrch plochý až mírně svažité. Směrem na jih řeka Svitava protéká výrazným údolím s prudkými svahy, které jsou převážně zalesněné. Ploché terény jsou převážně využívány k zemědělství. Severní část území je odvodňována řekou Třebovkou. Můžeme zde nalézt i menší vodní nádrže (rybníky). Samotná hranice území je lemována většinou lesem, což je dáno příkrými svahy, které nelze využít k zemědělství. Vyskytuje se zde řada chráněných území, zejména na východní hranici území, např. Národní přírodní rezervace Rohová.

V území se tvoří významné vodní zdroje podzemních vod využívané zejména pro pitné účely, a to nejen pro sídla v rámci HGR, ale podzemní voda z těchto zdrojů hraje významnou roli v zásobování 60 km vzdáleného města Brna a dalších sídel Jihomoravského kraje. Z tohoto důvodu se v jižní části HGR nachází ochranná pásma vodního zdroje v Březové nad Svitavou (Banín), kde jsou provozovány dva systémy čerpání podzemních vod, tzv. **Březovské vodovody**.

V mapě jsou vymezené dvě menší povodí u obcí Banín a Kamenná Horka, která slouží jako případové studie lokalit vhodných pro zvýšení infiltrace povrchového odtoku do hydrogeologických kolektorů. V těchto územích bylo provedeno modelování povrchového odtoku pro vybrané srážkové události a testování účinnosti jednoduchých opatření pro zpomalení povrchového odtoku. Výsledky jsou prezentovány v **kapitole 4.3**.



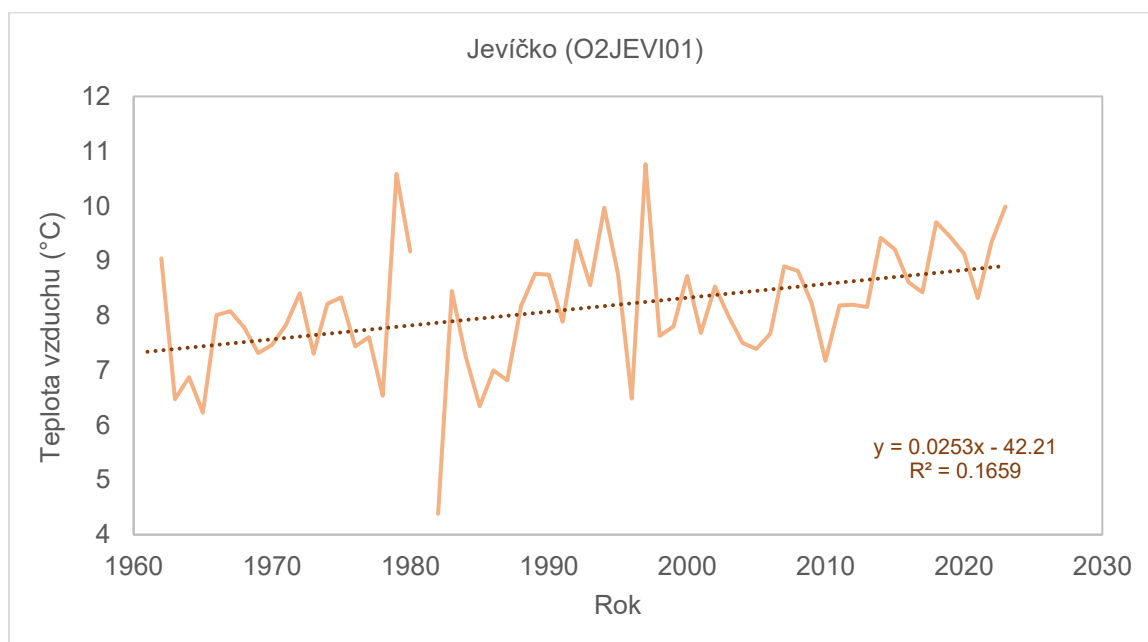
Obr. 1: Lokalizace výzkumného území HGR 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy.

3.1. PŘÍRODNÍ PODMÍNKY

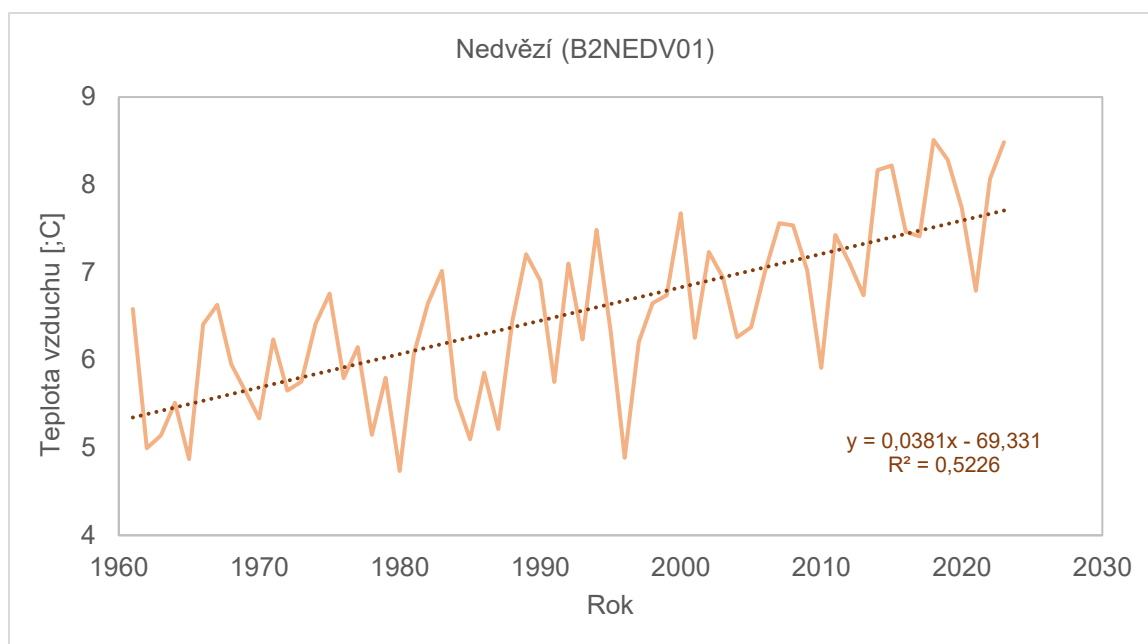
3.1.1. KLIMATICKÉ PODMÍNKY

Výzkumné území dle Quittovy klimatické klasifikace spadá převážně do mírně teplé (MT_{2,3,5} a 7) až chladné (CH₇) oblasti => mírné jaro, dlouhé a spíše chladnější léto, dlouhý a mírný podzim a dlouhá mírně vlhká zima (Tolasz a kol., 2007).

Ve sledovaném území a jeho nejbližším okolí se nachází 13 meteorologických stanic s různou dobou pozorování. Pro bližší pohled byly vybrány 4 stanice s nejdelšími dobami pozorování (dále v textu). Vývoj teploty vzduchu je prezentován na dvou stanicích – stanice Jevíčko reprezentuje nižší polohy a údolní morfologické formy, zatímco stanice Nedvězí, lokalizovaná v otevřeném prostoru na vrcholu kopce, zastupuje nejvyšší partie regionu. Na obou zpracovávaných stanicích se průměrná roční teplota vzduchu v období 1961-2023 zvyšovala v tempu 0,4 °C na 10 let (Obr. 2 a Obr. 3). Trend je nejvýraznější v letních měsících (červen až srpen) a také v zimě (leden a prosinec). Průměrná roční teplota vzduchu v Jevíčku činí 8,1 °C, zatímco v Nedvězí 7,0 °C. Nejchladnějším měsícem je na obou stanicích leden a nejteplejší je červenec nebo srpen. Průměrné měsíční teploty kolísají v jednotlivých letech v intervalu několika stupňů Celsia. Největší variabilitou se vyznačují teploty v lednu a únoru, naopak nejmenší v červenci.



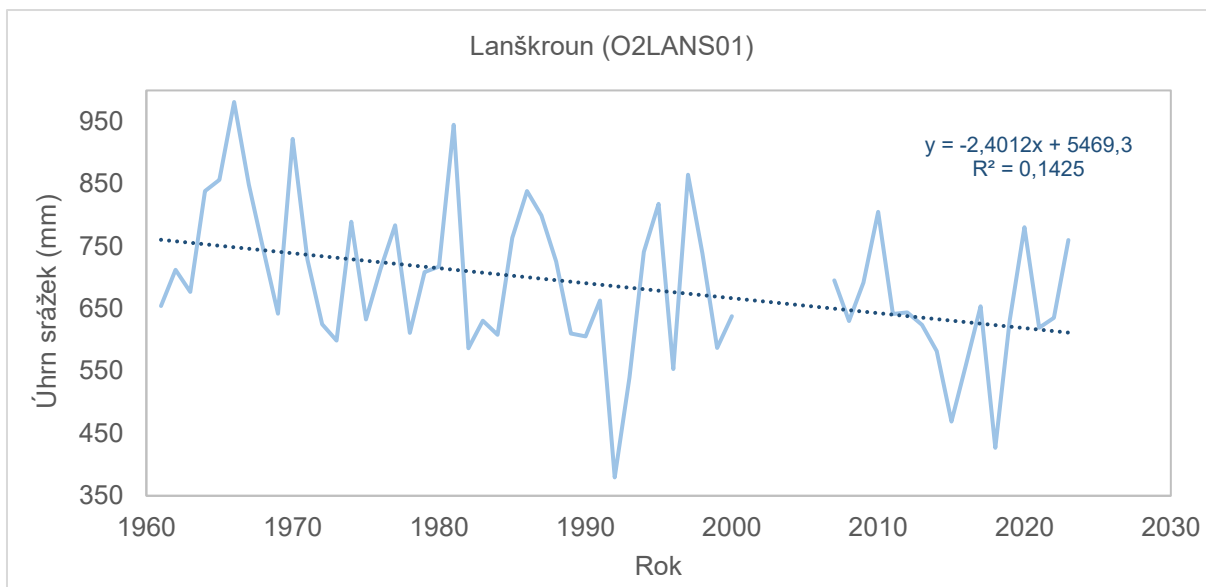
Obr. 2: Průměrná roční teplota vzduchu (°C) na stanici Jevíčko (ČHMÚ) mezi lety 1961 a 2023 (data: ČHMÚ; www.chmi.cz).



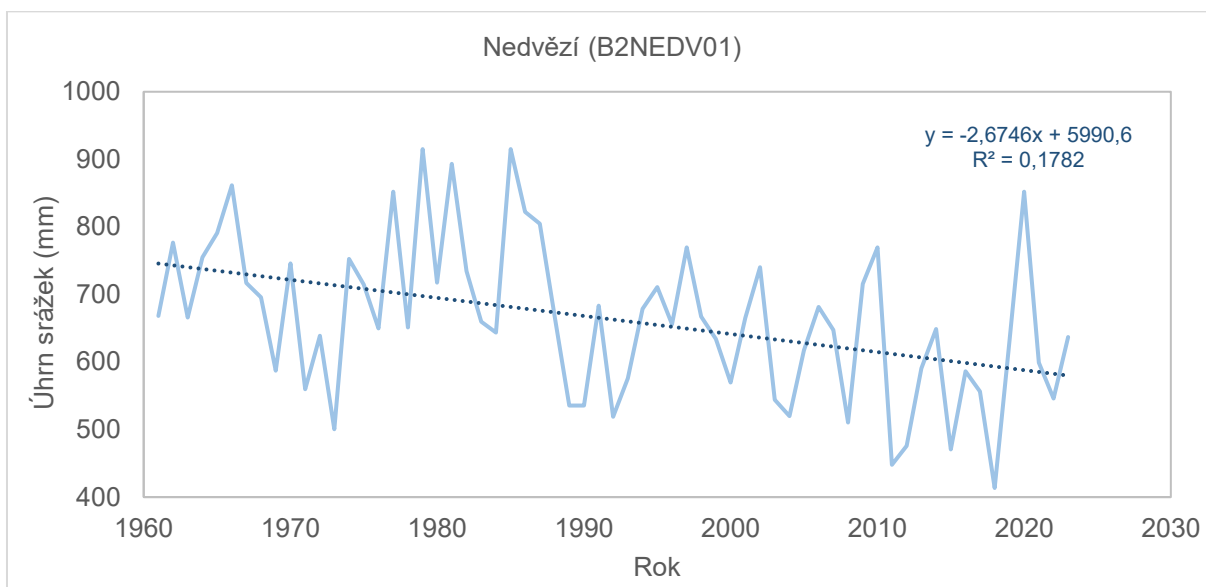
Obr. 3: Průměrná roční teplota vzduchu (°C) na stanici Nedvězí (ČHMÚ) mezi lety 1961 a 2023 (data: ČHMÚ; www.chmi.cz).

Podobně jako v případě teploty vzduchu, pro analýzu trendu dlouhodobých změn režimu srážek na Svitavsku byly využity technické řady srážkových úhrnů z období 1961-2023. Vývoj srážek v území je demonstrován na čtyřech vybraných stanicích – Březová nad Svitavou (B2BRES01), Jevíčko (O2JEVI01), Lanškroun (O2LANS01) a Nedvězí (B2NEDV01).

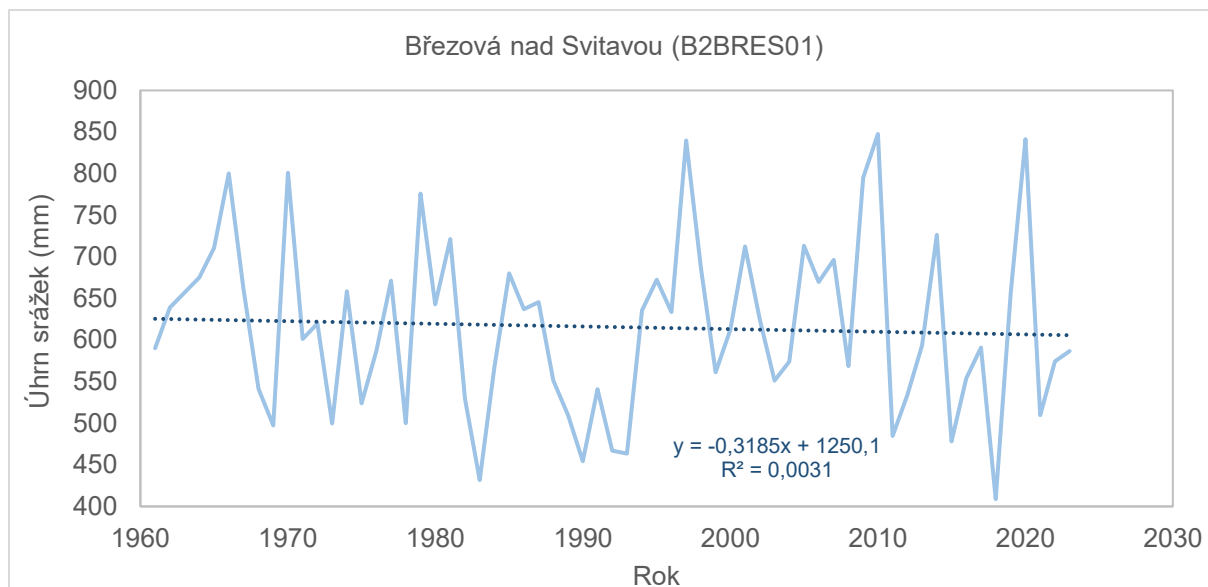
Obecně lze konstatovat, že atmosférické srážky vykazují silnou časoprostorovou variabilitu, což mnohdy znemožňuje jasně stanovit statisticky významný trend. Významné klesající trendy jsou viditelné pouze v Nedvězí (Obr. 4) a Lanškrouně (Obr. 5), kde dochází k poklesu srážek kolem 20 mm za 10 let. V případě stanic Březová nad Svitavou a Jevíčka se jedná spíše o stagnující trend s mírným poklesem (Obr. 6 a Obr. 7). Průměrné měsíční srážkové úhrny jsou zobrazeny na grafech Obr. 9 až Obr. 12. Nejnižší úhrny se v průběhu roku vyskytují v únoru a jsou v rozmezí 22,8 mm (Jevíčko) až 43,4 mm (Lanškroun). Naopak nejvyšší úhrny jsou v červenci a dosahují od 83,2 mm (Jevíčko) do 99,3 mm (Lanškroun).



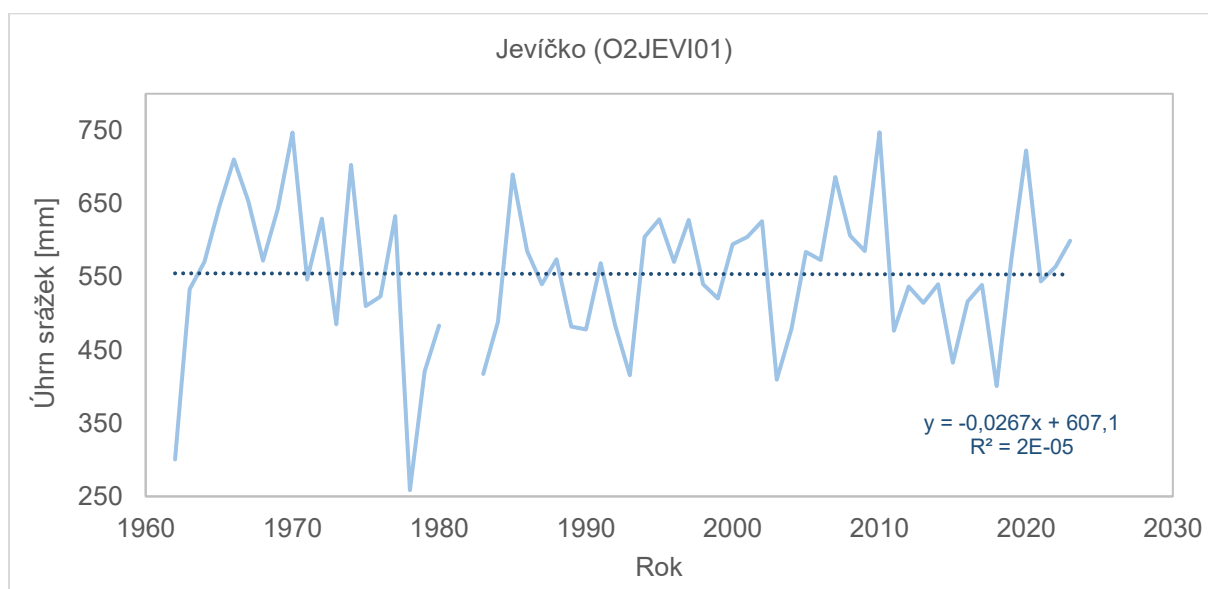
Obr. 4: Roční úhrn srážek (mm) na stanici Lanškroun (ČHMÚ) mezi lety 1961 a 2023 (data: ČHMÚ; www.chmi.cz).



Obr. 5: Roční úhrn srážek (mm) na stanici Nedvězí (ČHMÚ) mezi lety 1961 a 2023 (data: ČHMÚ; www.chmi.cz).



Obr. 6: Roční úhrn srážek (mm) na stanici Březová nad Svitavou (ČHMÚ) mezi lety 1961 a 2023 (data: ČHMÚ; www.chmi.cz).



Obr. 7: Roční úhrn srážek (mm) na stanici Jevíčko (ČHMÚ) mezi lety 1961 a 2023 (data: ČHMÚ; www.chmi.cz).

3.1.2. HYDROLOGICKÉ PODMÍNKY

Páteřním tokem území je řeka Svitava, která v severní části HGR pramení, respektive skoro celý HGR je zdrojnicí vod pro tuto řeku. V severní části HGR severně od města Svitav je rozsáhlé území, které je celé bráno jako pramenná oblast řeky Svitavy. V posledních suchých letech bývá však tok až k obci Hradec nad Svitavou skoro bez vody, někdy se nadneseně hovoří o „pramenu řeky Svitavu na ČOV Hradec nad Svitavou“, která čistí odpadní vody z města Svitavy. Tím je dána i dlouhodobě problematická jakost vody v řece zejména v úseku nad

Březovou nad Svitavou. Hlavním zdrojem vod pro horní tok Svitavy byly vždy v minulosti právě vývěry podzemních vod v oblasti dnešního vodního zdroje v Březové nad Svitavou. Svitava má na horním toku několik pravostranných přítoků, které jsou většinou napájeny z pramenů. Levostranné přítoky nejsou v horním úseku vyvinuty, povrchová voda proudí v údolnicích jen při přivalových deštích.

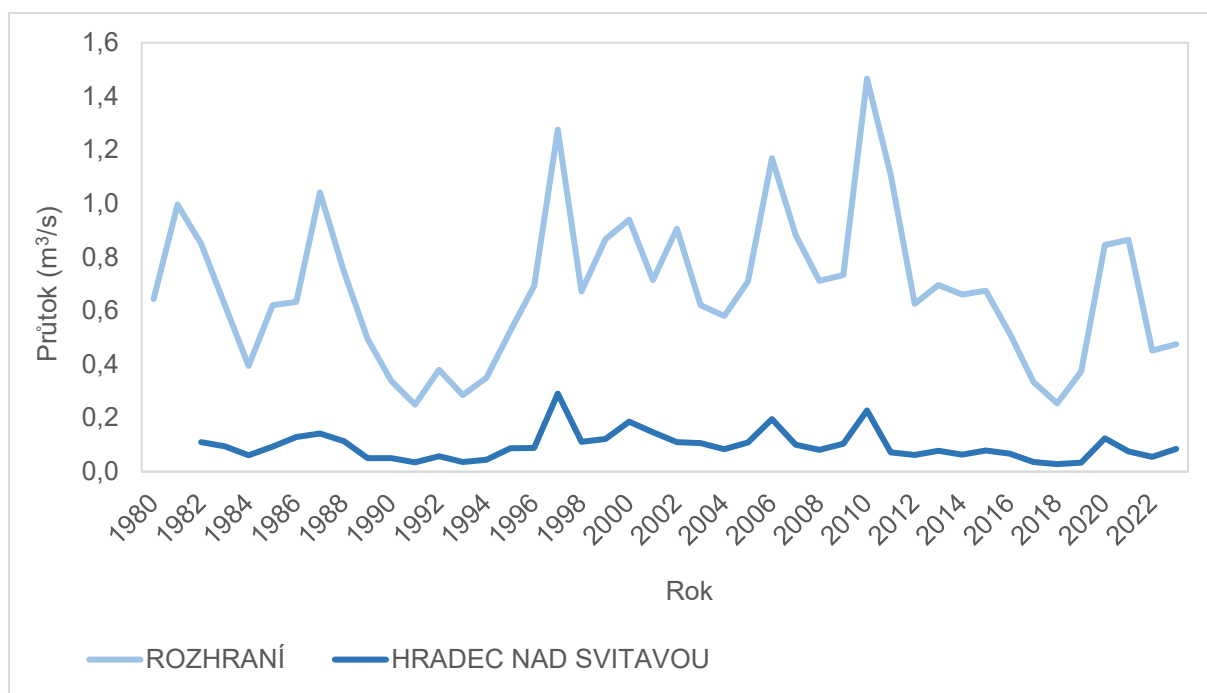
Dalším významným tokem je řeka Třebovka, která pramení u obce Hřebeč a odvádí vodu ze severní části HGR směrem do povodí Labe. Z pohledu povrchového odtoku voda odtéká dvěma směry z území (severním a jižním) a prochází zde hranice hlavního evropského rozvodí (Labe–Dunaj). Z pohledu podzemního odtoku je však situace složitější.

Na samotné řece Svitavě jsou dvě pozorovací stanice ve správě ČHMÚ – 450500 Hradec nad Svitavou a 452000 Rozhraní. Stanice Hradec nad Svitavou se nachází v centru stejnojmenné obce na 88. říčním kilometru v nadmořské výšce 421 m n. m. Plocha povodí je 55,14 km² a průměrný průtok v období 1982 až 2023 činí 0,096 m³/s (Tab. 1). Stanice Rozhraní se nachází těsně za hranicí HGR v nadmořské výšce 354 m n. m., 62. říční kilometr. Plocha povodí je 227,56 km² a průměrný průtok za období 1980 až 2023 je 0,682 km³/s (Tab. 1).

V dlouhodobém časovém měřítku je průtok v řece Svitavě celkem rozkolísaný, a to zejména na stanici Rozhraní (Obr. 8), kde je odezva celého povodí mnohem výraznější, protože řeka již přibrala řadu přítoků a není zde nikde regulována. Stanice v Hradci nad Svitavou vykazuje relativně vyrovnanější chování, což může souviset s její polohou pod rozvinutou zástavbou města Svitavy a obce Hradec nad Svitavou. Rozkolísanost průtoků jasně poukazuje na suchá a vodná období, kdy jsou například zcela jasně vidět významné povodňové roky 1997, 2006 a 2010.

Tab. 1: Průměrný měsíční a roční průtok (m³/s) v řece Svitavě na stanicích Hradec nad Svitavou (450500) a Rozhraní (452000) v období 1980 až 2023 (data: ČHMÚ; www.chmi.cz).

Stanice	Měsíc												ROK
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Hradec nad Svitavou	0,095	0,112	0,195	0,106	0,080	0,075	0,139	0,064	0,061	0,072	0,071	0,079	0,096
Rozhraní	0,655	0,718	0,980	0,820	0,740	0,670	0,727	0,623	0,577	0,562	0,549	0,572	0,682



Obr. 8: Průměrný roční průtok (m^3/s) na stanicích Hradec nad Svitavou (450500) a Rozhraní (452000) (data: ČHMÚ; www.chmi.cz).

V území se nachází velmi málo větších vodních ploch, které jsou ve většině situovány v severní plošší části HGR v okolí města Svitavy a městyse Opatov. Vyskytuje se zde celá řada přirozených vývěrů podzemní vody (dle ZABAGED až 67) a to zejména ve vyšších částech území. Prameny v údolí, odvodňující hydrogeologické kolektory v jejich drenážních územích, byly v minulosti zachyceny jako zdroje pitných vod, např. Banínské, Petrovy či Luční prameny. Tyto prameny byly zachyceny březovskými vodovody (Honek a kol., 2021; Višcor, 2013). V území se nachází celá řada dalších zdrojů pitných vod; většinou se však jedná o vrty. Nejvýznamnější z tohoto pohledu je systém Svitavského skupinového vodovodu. V území se také nachází vrty pozorovací sítě ČHMÚ.

3.1.3. HYDROGEOLOGICKÉ PODMÍNKY

3.1.3.1. REGIONÁLNÍ ZAŘAZENÍ

Hydrogeologický rajon 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy představuje významný vodní útvar se značnými zásobami podzemní vody, které jsou vodárensky využívány I. a II. březovským vodovodem. Ten slouží pro zásobení města Brna pitnou vodou a skupinovým vodovodem Svitavy. Jedná se o rajon vodohospodářsky významný, bilančně napjatý s odběrem přes 50% zdrojů. Podle plánu oblasti povodí Dyje vychází ve všech kritériích jako rizikový. Oběh vody v jednotlivých významných kolektorech má v podstatě spojitý charakter, odpovídá

spojitým synklinálním a antiklinálním strukturám, podle nových poznatků jde ve smyslu strukturní stavby převážně o příkopové propadliny a hrástě. Hydrogeologická struktura rajonu je dvoukřídlá a má čtyři samostatné zvodně. Ty jsou vázány na hydrogeologické kolektory v cenomanu (A), spodním turonu (B), středním turonu (C) a coniaaku (D) (Čech et al., 1980). Kolektory jsou vzájemně odděleny sedimentárními horninami, hlavně slínovci a jílovci, které působí jako izolátor. Hydrogeologicky příznivé podmínky podminily vznik významné akumulace podzemních vod, díky kterým se v místě drenážní báze řeky Svitavy nachází četné vydatné přelivné prameny. Existence pramenů způsobila zájem o jejich vodárenské využití již před rokem 1900, a následně v roce 1913 byl vybudován I. březovský vodovod, a v roce 1975 byl uveden do provozu i II. březovský vodovod. Celková kapacita I. březovského vodovodu byla cca 300 l/s a II. 1000 l/s. Pro vodárenskou exploataci jsou nejdůležitější zvodněné kolektory, které jsou vázány na pískovce spodního turonu (B) a na pískovce středního turonu (C), které reprezentují cca 80 % veškeré jímané vody.

Vznik a doplňování podzemní vody se děje převážně skrz infiltraci atmosférických srážek do horninového prostředí. Nadložní křídové souvrství nad hydrogeologickým kolektorem středního turonu (C) je na povrchu v důsledku exogenních procesů denudováno, což umožňuje infiltraci srážek.

Na druhou stranu kolektor vázán na pískovce středního turonu (B) zahrnuje cca 20 % vodárensky využívané podzemní vody. Zvodeň je převážně v celé ploše překryta nadložním souvrstvím středního turonu, a tím pádem její infiltrační plocha je omezena pouze na úzký pruh spodnoturonských sedimentů, které vystupují na povrch v důsledku brachysynklinální stavby v podobě kuest při okraji hydrogeologické struktury.

3.1.3.2. TEKTONICKÁ CHARAKTERISTIKA

Tektonika má zásadní vliv na utváření hydrogeologické struktury Ústecké synklinály i na proudění podzemních vod. Rajon je tvořen převážně příkopovými propadlinami a hrástěmi. Významným prvkem je *Semanínský zlom*, dlouhý cca 30 km, který porušuje západní křídlo synklinály ve směru sever–jih. Tento zlom způsobil výškové posuny kolektorů a izolátorů a vznik nepropustných bariér proti horninám poličského krystalinika. Zlom snižuje propustnost v příčném směru a zvyšuje ji v podélném, což vede až k rozdílům o dva řády. Místy může docházet k přetékání a netěsnostem mezi kolektory B, C a D. V linii semanínského zlomu se také zvyšuje podíl puklinové porozity.

Tektonické poruchy krystalinika přispívají k proudění podzemní vody z krystalinika do křídových sedimentů. Tektonika ovlivňuje infiltraci atmosférických srážek a oběh podzemní vody, které probíhají pomocí více či méně rozevřených puklin, jejichž směry se shodují s tektonickými liniemi podélného (SSZ–JJV) i příčného (ZSZ–VJV až Z–V) směru. V kolektoru C je rozevřenost puklin závislá na podílu jílovité složky a stupni tektonické deformace. Čím vyšší podíl jílovité složky, tím více převládá plastická deformace. Místy, kde je puklinová výplň vyplavena, získává prostředí charakter krasovo-puklinového kolektoru.

3.1.3.3. LEGISLATIVNÍ VYMEZENÍ

Hydrogeologický rajon 4232 Ústecká synklinála je vymezen Českou geologickou službou podle § 28 zákona č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, a je uveden v oficiálním registru HGR. Hospodaření s podzemní vodou na jeho území podléhá ustanovením zákona č. 254/2001 Sb., o vodách (vodní zákon). Rajon je současně posuzován v rámci implementace evropské rámcové směrnice o vodách 2000/60/ES, která stanovuje cíle pro dosažení dobrého stavu útvarů podzemních vod. V Plánu oblasti povodí Dyje je hodnocen jako rizikový útvar podzemní vody z důvodu vysokého vodárenského využívání a bilanční napjatosti. Na území se nacházejí ochranná pásma I. a II. stupně jímacích území Březové nad Svitavou, vyhlášená podle § 30 vodního zákona, která zajišťují legislativní ochranu klíčových vodárenských zdrojů.

3.1.3.4. HYDROGEOLOGICKÉ KOLEKTORY

HGR tvoří systém v podstatě hydraulicky nezávislých hydrogeologických kolektorů oddělených hydrogeologickými izolátory (Obr. 9). Dále je uveden popis jednotlivých kolektorů od nejstaršího po nejmladší, přičemž kolektor A je v geologickém sledu plošně nejrozsáhlejší, na povrchu zabírá největší plochu kolektor C.

KOLEKTOR A

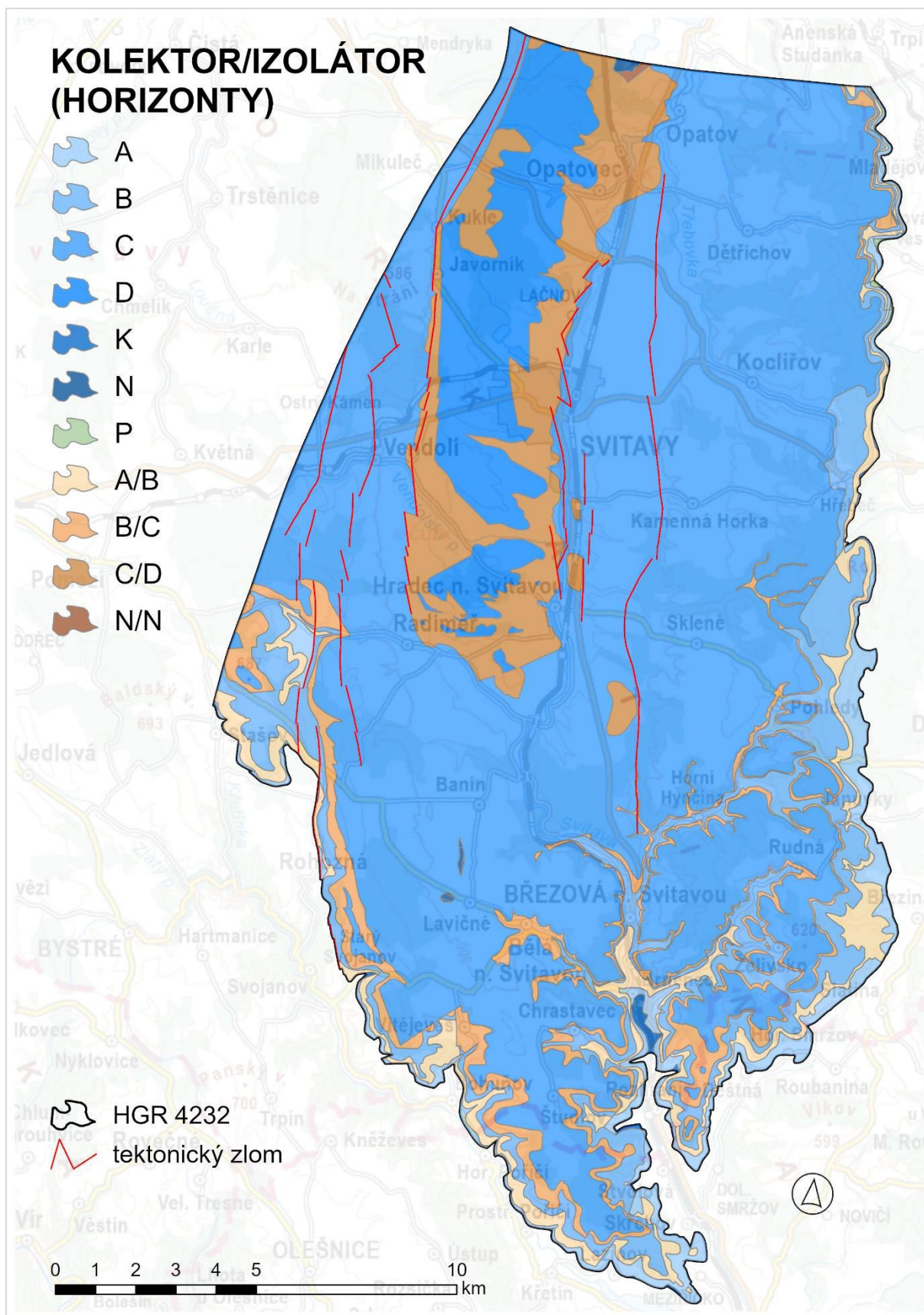
Kolektor A je bazální průlinovo-puklinový kolektor vázaný na pískovce a slepence perucko-korycanského souvrství (střední-svrchní cenoman), z hydraulického hlediska tvoří homogenní celek. Má mocnost od 15 do 30 m, největší přes 50 m, které dosahuje v tzv. semanínsko-malonínské depresi. Nasedá na podložní rozpukané a zvětralé krystalinikum, které plní funkci počevního izolátoru celého pánevního zvodněného systému. Nadložní izolátor B/A je tvořen plastickými slínovci bělohorského souvrství (pásmo IIIa dle Soukupa, 1952) s mocností do 2 m; plošně odpovídá rozšíření kolektoru A, avšak v jižní části brachysynklinálního uzávěru může úplně chybět. Infiltrace je omezená a probíhá především prostřednictvím tektonických poruch

v krystaliniku, které umožňují proudění podzemní vody do křídových sedimentů. Lokálně může docházet i k protlačování podzemní vody z kolektoru A do kolektoru B, pravděpodobně v důsledku faciálních změn.

Z vodohospodářského hlediska se jedná o nevýznamný kolektor s omezenou dotací vody. Významnější akumulace se nachází ve východní části ústecké synklinály, kde se vyskytují ložiska keramických jíílů a jílovců perucko-korycanského souvrství. Ta byla historicky odvodňována dovrchně raženými vodními štolami vedenými v podložních permských horninách. Specifický přítok činil 1–2 l/s/km².

Drenáž kolektoru probíhá prostřednictvím pramenů vázaných na styk krystalinika a peruckých vrstev nebo na zvodně v korycanských vrstvách, jejichž vydatnost dosahuje od několika desetin do 1,2 l/s.

Hladina má charakter průlinovo-puklinový, proudění je hlubší a stálé. Z hlediska transmisivity je prostředí velmi značně nehomogenní.



Obr. 9: Rozložení hydrogeologických kolektorů a izolátorů v rámci HGR 4232 Ústecká synklinála v povodí Svítavy.

KOLEKTOR B

Kolektor B je budován pískovci, písčitými slínovci a prachovci horní části inverzního sedimentačního cyklu bělohorského souvrství (spodní-střední turon). Mocnost kolektoru není přesně stanovena, plošně se vyskytuje zejména podél osy synklinály. V blízkosti osy synklinály je porušen Semanínským zlomem (Malkovský, 1979), který ho rozděluje na dvě výškově proti sobě posunuté části. Tato porucha snižuje jeho propustnost v příčném směru a zvyšuje v podélném až o dva řády. Kolektor má napjatou hladinu, puklinovou propustnost a řadí se mezi extrémně nehomogenní kolektory s nízkou až velmi vysokou transmisivitou. Nadložní izolátor C/B je tvořen březovskými slínami a slínovci při bázi jizerského souvrství. Představuje nepropustný strop kolektoru B a současně podloží kolektoru C. Jeho těsnicí funkce byla prokázána odlišným chemizmem a rozdílnou hladinou podzemní vody. Na některých místech izolátor poklesává pod hladinu Svitavy, kde funguje jako artézský strop.

Infiltrace probíhá především na kuestách při okrajích hydrogeologické struktury, kde spodnoturonské sedimenty vystupují na povrch. K netěsnostem dochází i v oblasti Semanínského zlomu, kde tektonické porušení izolátoru C/B umožňuje přetékání podzemní vody z kolektoru C do B, případně naopak.

Voda se akumuluje zejména podél osy synklinály, kde kolektor vytváří souvislou zvodněnou nádrž. Drenáž kolektoru probíhá především do řeky Svitavy. Významné přírůstky průtoků byly pozorovány v místech, kde kolektor B komunikuje s povrchovým tokem – nad úrovní erozní báze, kde se Svitava zařezává do bělohorského souvrství. Hladina kolektoru je napjatá. Režim hladiny je vyrovnaný – na jaře dochází k mírnému zvýšení stavů, v zimě naopak k jejich poklesům. Na infiltrační srážky reaguje se zpožděním 4–6 měsíců.

Vody kolektoru B mají jednotvární chemizmus typu Ca-HCO_3 . Celková mineralizace se pohybuje kolem 0,30–0,35 g/l a obsah dusičnanů v kolektoru B se pohybuje pod hranicí 20 mg/l (Novotná et al., 2023a). Kolektor B představuje přibližně 20 % veškeré jímáné vody Ústecké synklinály. Nejvýznamnějšími zdroji jsou Petrovy, Luční a Sulkovy prameny, přímo jímány pro II. březovský vodovod.

KOLEKTOR C

Kolektor C je nejvýznamnější puklinový kolektor z vodárenského hlediska. Je vyvinut ve vápnatých a slinitých pískovcích a prachovcích horní části inverzního sedimentačního cyklu jizerského souvrství (střední-svrchní turon) a členěn na subkolektory Ca a Cb. V rámci celé hydrogeologické struktury má největší povrchový rozsah; překrytý sedimenty vyšších

křídových souvrství je pouze v nevýznamném pruhu mezi Opatovem a Radiměří. Ve vertikálním řezu tvoří až 120 m mocnou deskovitou jednotku, prohnutou v osově části, kde dosahuje maximálních mocností. Mocnost se ve směru ke křídům synklinály zmenšuje (20–50 m). Kolektor je porušen Semanínským zlomem, podél něhož se zvyšuje podíl puklinové porozity.

Nadložní izolátor D/C je tvořen jíly, slínami a slínovci při bázi teplického souvrství. Dosahuje mocnosti 30–35 m a má dokonalý těsnicí účinek, čímž umožňuje vznik samostatného kolektoru D v nadloží. Lokální izolátor Cb/Ca představují slíny a slínovce uvnitř kolektoru, které zabraňují jeho úplnému zvodnění, avšak jejich izolační účinnost je nižší než u izolátoru C/B.

Infiltrace probíhá plošně díky rozsáhlému povrchovému odkryvu kolektoru. Největší význam mají okraje hydrogeologické struktury, kde je kolektor přímo vystaven atmosférickým srážkám. Akumulace podzemní vody je nejvyšší v osově části synklinály, kde má kolektor největší mocnost. Puklinový charakter hornin umožňuje soustředěné proudění podzemní vody, lokálně až krasovo-puklinového typu.

Kolektor C je hlavním zdrojem vydatných pramenů, zejména Banínských pramenů a periodických Hladových pramenů. Vydatnost Banínských pramenů dosahovala cca 220 l/s, zatímco Hladové prameny při jarním tání dosahují až 230 l/s. Tyto zdroje jsou soustředěny do údolí řeky Svitavy a jejích přítoků. Hladina kolektoru je napjatá, reaguje na srážky prakticky okamžitě. Díky extrémní nehomogenitě má transmisivitu od velmi nízké až po velmi vysokou. Rozevřenost puklin závisí na obsahu jílovité složky a míře tektonického porušení: čím vyšší je obsah jílu, tím více převládá plastická deformace. Tam, kde je výplň puklin vyplavena, prostředí nabývá charakter krasovo-puklinového kolektoru.

Vody kolektoru C mají chemizmus typu Ca-HCO_3 . Celková mineralizace narůstá od cca 0,3–0,4 g/l na okrajích až po 0,5–0,7 g/l ve střední části synklinály (Burda et al., 2016). Vyskytují se zde zvýšené koncentrace dusičnanů, které místy překračují hygienické limity pro pitnou vodu, a lokálně byla doložena i kontaminace pesticidy, hlavně v severní části rajonu, kde byl překročen limit 50 mg/l daný vyhláškou 252/2004 Sb. (Novotná et al., 2023a). Přesto si vody dlouhodobě udržují stabilní Ca-HCO_3 charakter, typický pro zvodně křídových sedimentů, avšak s patrnými antropogenními vlivy.

KOLEKTOR D

Kolektor D je prŕlinovo-puklinový kolektor vázaný na křemenné pískovce, písky a vápnité jílovce březenského souvrství (coniak). Plošně je omezen na pruh severojižního směru v linii

Nový Rybník – Opatovce – Svitavy – Radiměř. Význam kolektoru narůstá směrem k severu. Mocnost kolektoru se pohybuje mezi 30–45 m, lokálně vyvinutý kolektor D má mocnost kolem 15 m. Izolátor D/C vápnité jílovce a slínovce při bázi teplického souvrství, jeho mocnost činí přibližně 20 m.

Infiltrace probíhá lokálně v severní části rajonu, kde pískovce a písky vystupují na povrch. Akumulace podzemní vody je soustředěna především v severní části hydrogeologické struktury. Drenážní projevy kolektoru D jsou méně výrazné než u kolektorů B a C. Propustnost prostředí je heterogenní se střední až velmi vysokou transmisivitou. Kolektor D byl využíván pro vodárenské odběry. Písky a pískovce březenského souvrství jsou rovněž ceněny jako stavební a slévarenská surovina a byly těženy v pískovně Vendolí. Dobývací prostor se nacházel v ochranném pásmu druhého stupně jímacích území Březová nad Svitavou, Langrův les, Kostelní Luka a Poličská. Těžba písku negativně neovlivnila jakost podzemní vody kolektoru D, kolektory B a C nemohou být povrchovou těžbou dotčeny (Pavliš, 1994).

FUNKCE ZLOMŮ

Tektonika má zásadní vliv na utváření hydrogeologické struktury Ústecké synklinály i na proudění podzemních vod. Celý rajon je tvořen převážně příkopovými propadlinami a hráštěmi. Nejvýznamnějším prvkem je Semanínský zlom, dlouhý přibližně 30 km, který porušuje západní křídlo synklinály ve směru sever–jih. Tento zlom způsobil výškové posuny kolektorů a izolátorů a vytvořil nepropustné bariéry vůči horninám poličského krystalinika.

Význam zlomu spočívá také v jeho hydraulické funkci. Propustnost je v linii zlomu rozdílná podle směru: v příčném směru se výrazně snižuje, zatímco v podélném směru naopak stoupá, a to až o dva řády (Malkovský, 1979). Tím vznikají podmínky pro nerovnoměrný režim proudění. V některých místech může docházet k přetékání a netěsnostem mezi kolektory B, C a D, které jsou podél tektonické linie hydraulicky propojeny (Čurda, 1999).

Semanínský zlom se v jižní části synklinály projevuje výrazným skokem, který posouvá jednotlivá křídlová souvrství. Voda stékající ze západního křídla se zde hromadí, ale nemůže se v dostatečné míře akumulovat v ose synklinály. Tím je významnější infiltrační funkce východního křídla v kolektorech A, B a Ca.

Zlom má vliv i na charakter propustnosti kolektorů. V kolektoru B se projevuje rozdílnou propustností v podélném a příčném směru (Malkovský, 1979). V kolektoru C se podél jeho linie zvyšuje podíl puklinové porozity. V oblastech, kde je puklinová výplň vyplavena, získává prostředí charakter krasovo-puklinového kolektoru.

Tektonické poruchy krystalinika navíc přispívají k proudění podzemní vody z krystalinika do křídových sedimentů. Infiltrace atmosférických srážek a oběh podzemní vody probíhají pomocí více či méně rozevřených puklin, jejichž směry odpovídají tektonickým liniím podélného (SSZ–JJV) i příčného (ZSZ–VJV až Z–V) směru. To ukazuje, že tektonika řídí jak směr proudění, tak i rychlost infiltrace a vznik preferenčních cest.

Celkově lze shrnout, že Semanínský zlom funguje jednak jako hydraulická bariéra, jednak jako hydraulický kolektor umožňující lokální propojení mezi zvodněmi. Tento paradoxní vliv se odráží v nerovnoměrné transmisivitě i v komplikovaném proudění napříč strukturou.

VODÁRENSKÉ VYUŽITÍ

Ústecká synklinála je jedním z nejvýznamnějších hydrogeologických rajonů České křídové pánve z hlediska zásobování pitnou vodou. O využívání pramenů v povodí Svitavy existují doklady již před rokem 1900. V roce 1913 byl vybudován I. březovský vodovod s kapacitou přibližně 300 l/s a v roce 1975 následoval II. březovský vodovod s kapacitou přibližně 1000 l/s. Tyto vodovody zásobují město Brno a skupinový vodovod Svitavy a činí z rajonu vodohospodářsky klíčovou oblast.

Z hydrogeologického hlediska jsou pro jímání nejvýznamnější kolektory B a C, které dohromady poskytují asi 80 % veškeré jímané vody:

- kolektor C (střední turon) je jímán především násoskovými řady ve štole a je zdrojem pro I. březovský vodovod;
- kolektor B (spodní turon) je využíván prostřednictvím aktivně čerpaných hydrogeologických vrtů a zásobuje zejména II. březovský vodovod.

Mezi klíčové jímací objekty patří především významné pramenné skupiny přelivného typu:

- Petrovy prameny a Luční prameny (kolektor B), zachycené násoskovým řadem pro II. březovský vodovod;
- Banínské prameny (kolektor C), zachycené pro I. březovský vodovod;
- Hladové prameny (kolektor C), periodické, s vydatností až 230 l/s při jarním tání;
- Sulkovy prameny (kolektor B) a Nádražní prameny (kolektor A/B), které se uplatňují v rámci brachysynklinálního uzávěru.

Vydatnost těchto pramenů patřila k nejvyšším v celé české křídové pánvi – Banínské prameny dosahovaly vydatnosti kolem 220 l/s, zatímco Petrovy prameny až 461 l/s (Čurda, 1999).

Z hlediska chemismu převažuje ve využívaných kolektorech typ Ca-HCO_3 . Celková mineralizace je u kolektoru B přibližně 0,30–0,35 g/l, u kolektoru C kolem 0,5–0,7 g/l, přičemž hodnota roste směrem do centra synklinály. Dlouhodobý monitoring ukazuje na areální zátěž dusičnany, v kolektoru C až do 40 mg/l, což je blízko hygienického limitu dle vyhlášky č. 252/2004 Sb., a také na lokální výskyty metabolitů pesticidů, které mohou překračovat limity pro pitnou vodu (Novotná et al., 2023a).

Na jímacích územích Březová nad Svitavou byla vyhlášena ochranná pásma I. a II. stupně podle § 30 vodního zákona. Těžba písku v oblasti Vendolí neměla negativní vliv na kvalitu vody v kolektoru D ani hlubších horizontech.

Režim celé hydrogeologické struktury je vodárenskou exploatací ovlivněn více než sto let, ale od roku 1913 je považován za stabilní součást přirozeného režimu. Kolektor A si zachovává hlubší a stabilní proudění, kolektor B má vyrovnaný režim s mírným kolísáním hladin podle sezóny, kolektor C reaguje bezprostředně na srážkové impulzy a kolektor D vykazuje režim vyrovnaný díky vyššímu podílu průlinové porozity.

PROUDĚNÍ PODZEMNÍCH VOD

Hlavním zdrojem doplňování podzemní vody v hydrogeologické struktuře Ústecké synklinály je infiltrace atmosférických srážek. Ta probíhá na čele křídových kuest křídel synklinál, odkud voda stéká po nepropustných izolátorech do centra struktur, nebo přímo infiltruje do odkrytých kolektorů. Vsáklé srážky se akumulují v ose synklinály, kde vzniká soustředěný proud orientovaný přibližně shodně s povrchovým odvodněním. Tento proud směřuje – v závislosti na poloze hydrogeologické rozvodnice – do oblasti působení erozní báze řeky Svitavy, kde dochází k odvodnění přirozeně i uměle.

Pro utváření hydrogeologického režimu je klíčová poloha rozvodnic. Hlavní evropská rozvodnice povrchových vod určuje generální sklon terénu. V jižní části synklinály však není směr povrchového sklonu totožný se sklonem křídových souvrství: vrstvy jsou ukloněny k SSZ podél osy synklinály, zatímco terén se sklání k JJV. To způsobuje postupné ubývání mocnosti křídových sedimentů směrem k jihu a jihovýchodu a pokles transmisivity zvodněných kolektorů.

Semanínský zlom se místy projevuje výrazným posunem vrstev. V důsledku tohoto posunu se podzemní voda ze západního křídla synklinály hromadí přímo podél zlomu a pak odtéká k jihu. To brání tomu, aby se v centrální (osové) části synklinály vytvořila větší zásoba vody. Proto je pro doplňování podzemních vod důležitější východní křídlo, zejména kolektory A, B a Ca.

Kolektor Cb je ve většině struktury bez krycí vrstvy, a proto je doplňován prakticky okamžitě. Kolektory B a Ca vycházejí na povrch jen omezeně, na kuestách při okrajích struktury, což omezuje plochu infiltrace. Infiletrované srážky v těchto kolektorech mají delší dobu oběhu než v kolektoru C, jejich retardace činí 4–6 měsíců, což je dáno brachysynklinální stavbou a akumulační kapacitou osy synklinály. V důsledku toho je během roku zajištěno rozdělení jímatelného množství vody: na jaře a v létě se rychle doplňuje kolektor C, zatímco kolektor B se plní postupně; v pozdních měsících kolektor C zčásti vysychá, zatímco kolektor B je nasycen a připraven k čerpání. Tento mechanismus zajišťuje relativně konstantní zásoby podzemní vody pro I. a II. březovský vodovod.

Významnou roli má i sněhová pokrývka. V zimách s vysokou sněhovou akumulací je infiltrace omezena a hladiny kolektorů B a C klesají, což se projevuje poklesem vydatností. Na jaře při tání sněhu dochází nejprve k povrchovému odtoku, později po rozmrznutí půdy k intenzivní infiltraci a okamžité dotaci kolektoru C, která se projevuje rychlým vzestupem hladiny.

Zvodnění kolektorů B a C není plošně jednotné. Na strukturních vyvýšeninách vznikají oblasti s nespojitým a krátkodobým zvodněním, zatímco v ose synklinály se vytváří souvislá nádrž s koncentrovaným prouděním směrem k erozní bázi Svitavy. Ta v brachysynklinálním uzávěru protíná protiklonně uložená křídová souvrství a odvádí vodu k jihu. Jedinou výjimkou je axiální deprese Potštejnské antiklinály u Mikulče, kde dochází k hydraulické komunikaci s Vysokomýtskou synklinálou (Čurda, 1999).

Kolektory B a C jsou odvodňovány četnými prameny přelivného typu, které mají zásadní vodárenský význam. Vznikly postupným naříznutím křídových sedimentů tokem Svitavy a patří k nejvydatnějším pramenům české křídové pánve. Mezi nejdůležitější patří Petrovy prameny a Luční prameny (kolektor B), zachycené násoskovým řadem pro II. březovský vodovod, a Banínské prameny (kolektor C), zachycené pro I. březovský vodovod. Vydatnost se pohybovala od 220 l/s (Banínské prameny) po 461 l/s (Petrovy prameny).

V údolí Svitavy mezi ústím Radiměřského a Banínského potoka vyvěrají periodické Hladové prameny, jejichž vydatnost při jarním tání dosahuje až 230 l/s, ale v průběhu roku postupně klesá až k zániku. Jejich existence poukazuje na těsnicí úlohu poloizolátoru Cb/Ca v rámci kolektoru C.

Další významné pramenné skupiny se nacházejí přímo v Březové nad Svitavou. Na pravém břehu Svitavy vyvěrají Sulkovy prameny, zatímco na levém břehu pod železničním náspem při výchozu báze kolektoru A vyvěrají Nádražní prameny. Tyto prameny souvisejí s vyklíňováním

příslušných souvrství v brachysynklinálním uzávěru. Sulkovy prameny odvodňují kolektor B, pokud to dovoluje hladina odběrů II. březovského vodovodu. Podle Kříže (1968) může při bázi glaukonitických pískovců pásma IVa docházet k dotaci pramenní trhlinou napříč pásmem III z kolektoru A.

Kromě hlavních pramenů se ve dně řeky Svitavy vyskytují i zastřené výrony, které představují přebytky podzemní vody nezachycené jímacími objekty I. březovského vodovodu.

Celý hydrogeologický režim je navíc ovlivněn vodárenskou exploatací, která probíhá od roku 1913 a dnes je považována za přirozenou součást režimu. Kolektor A vykazuje stálý režim s hlubším a pomalejším prouděním. Kolektor B má režim vyrovnaný s mírným zvýšením hladin při tání sněhu a poklesy v zimních měsících. Kolektor C reaguje bezprostředně na srážkové podněty a rychle kolísá. Kolektor D má vlivem průlinové porozity vyrovnaný režim. Přestupy mezi kolektory jsou umožněny jednak faciálními změnami izolátoru B/A směrem k severu, jednak tektonickým propojením kolektorů B, C a D v linii Semanínského zlomu.

NEOGÉN A KVARTÉR

V okolí Opatova je neogén vyvinut jako slíny, písčité slíny, písčité jíly a prachové jíly. Litologická pestrost hydrogeologického prostředí se odráží také v heterogenitě jeho filtračních parametrů, které nedávají předpoklady pro větší vodárenskou exploataci. Chybí zde mocnější akumulace vodohospodářsky významných kvartérních sedimentů a i větší mocnosti se vyznačují střední transmisivitou, takže v porovnání s významnými křídovými hydrogeologickými strukturami jsou v pozadí. V SV okolí Vendolí dosahují fluvialní písčité štěrky a písky pleistocénu mocnosti až 18 m a podílejí se na formování průlinového kolektoru se střední až vysokou transmisivitou. Kolektor byl využíván pro lokální zásobování vodou hospodářských objektů zemědělského družstva Vendolí. Voda z kolektoru však byla kontaminována dusičnany kvůli absenci ochranného krytu kolektoru.

3.1.4. ZRANITELNOST PODZEMNÍCH VOD

Primární podklad pro vhodné stanovení ochranného pásma pro podzemní zdroje je vyhodnocení tzv. **zranitelnosti podzemních vod (Obr. 10)**, která hodnotí geologické poměry s ohledem na tvorbu přírodních zdrojů podzemních vod a zároveň předpokládanou náchylnost ke kontaminaci z povrchových zdrojů znečištění.

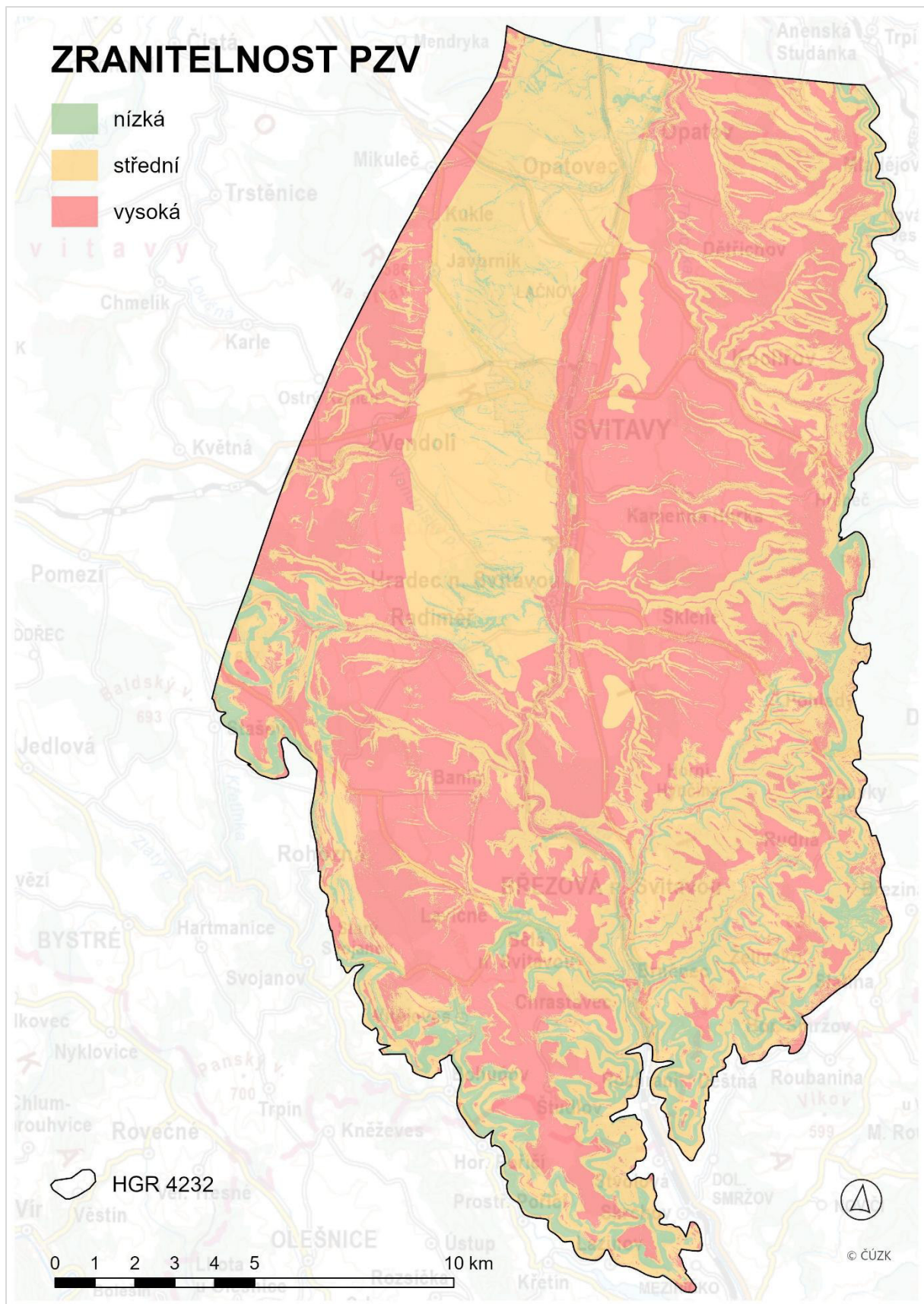
Česká geologická sužba (ČGS) v roce 2023 zpracovala pro Statutární město Brno rozsáhlou analýzu ochranného pásma vodního zdroje II. stupně jímacího území Březová nad Svitavou

s analýzou hydrogeologické stavby rajónu Ústecké synklinály (Novotná a kol., 2023b). Pro určení míry zranitelnosti podzemní vody byly v celém HGR hodnoceny tyto parametry:

- hydrogeologický kolektor a izolátor;
- tektonické zóny a sklon terénu;
- výplň bezvodých údolí a existence nadložního kvartérního hydrogeologického izolátoru (spraší).

Jednotlivým parametrům (plocha, linie) byly přiřazeny číselné hodnoty. Pro definování zranitelnosti byl proveden součet vah jednotlivých ploch s barevnou škálou (Obr. 10).

Červené plochy představují plochy maximálního potenciálu infiltrace, tedy plochy, které se na tvorbě podzemní vody podílí nejvyšší měrou a současně představují plochy, z nichž případná kontaminace z povrchové vody, z půdy a/nebo z nesaturované části horninového prostředí nejrychleji pronikne na hladinu podzemní vody – do zvodně. Jde o plochy s maximální zranitelností zvodněného prostředí.



Obr. 10: Zranitelnost podzemních vod v rámci HGR 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy (upraveno dle Novotná a kol., 2023b).

Tab. 2: Procentuální zastoupení hodnot "Zranitelnosti PZV" v rámci HGR 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy.

Zranitelnost PZV (%)	HGR 4232
Nízká	7,52
Střední	48,52
Vysoká	43,96

Zelené plochy představují naopak plochy, ze kterých k doplňování podzemních vod přímo nedochází. Proto z těchto ploch nehrozí přímá kontaminace podzemních vod.

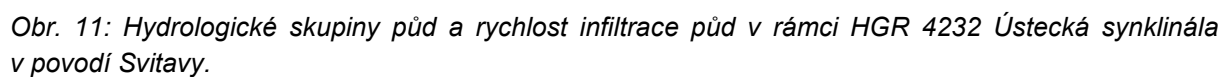
Oranžové plochy jsou plochy se střední zranitelností z hlediska podzemní vody.

Souhrnné informace o zastoupení míry rizika zranitelnosti podzemních vod v rámci HGR prezentuje tabulka Tab. 2. Lze konstatovat, že ohrožení podzemních vod je zde velmi výrazné a je nutné navrhnout ochranná opatření v území.

3.1.5. PŮDNÍ PODMÍNKY

Největší zastoupení v HGR mají tři typy půd – kambizemě, pseudogleje a lesní půdy. Kambizemě a lesní půdy jsou nejrozšířenější a objevují se prakticky po celém území. Kambizemě se vyskytují zejména na mírnějších svazích v zemědělsky využívané krajině. Na ně často navazují lesní půdy, které se logicky vyskytují v lesních porostech. Významné zastoupení mají pseudogleje a to zejména v severní části území kolem vodních toků. Jsou často vázané na nepropustné horniny a to zejména v okolí města Svitavy, západní část, kde je výrazný vliv mělce uložené vrstvy izolátoru C/D, který zabraňuje k průniku vody směrem do kolektoru C.

Z pohledu tvorby podzemní vody je velmi důležitá rychlost infiltrace vody do půdy, která odpovídá tzv. hydrologické skupině půd (Obr. 11). Půdy jsou v území nejčastěji řazeny do skupiny B, A a lesní půdy. Skupiny B a A jsou vázané na skoro všechny typy půd v HGR. Skupiny C a D jsou vázané především na výskyt pseudoglejů. Většina půd v HGR vykazuje střední rychlost infiltrace, tedy mezi 86,4 až 172 mm/den (Obr. 11). Vysoké hodnoty infiltrace více jak 172 mm/den vykazují zejména oblasti málo vyvinutých půd ve stržích a na prudkých svazích. Rychlost infiltrace je zcela zásadní pro tvorbu podzemní vody a poukazuje na rychlé zasakování srážkových vod v tomto území.

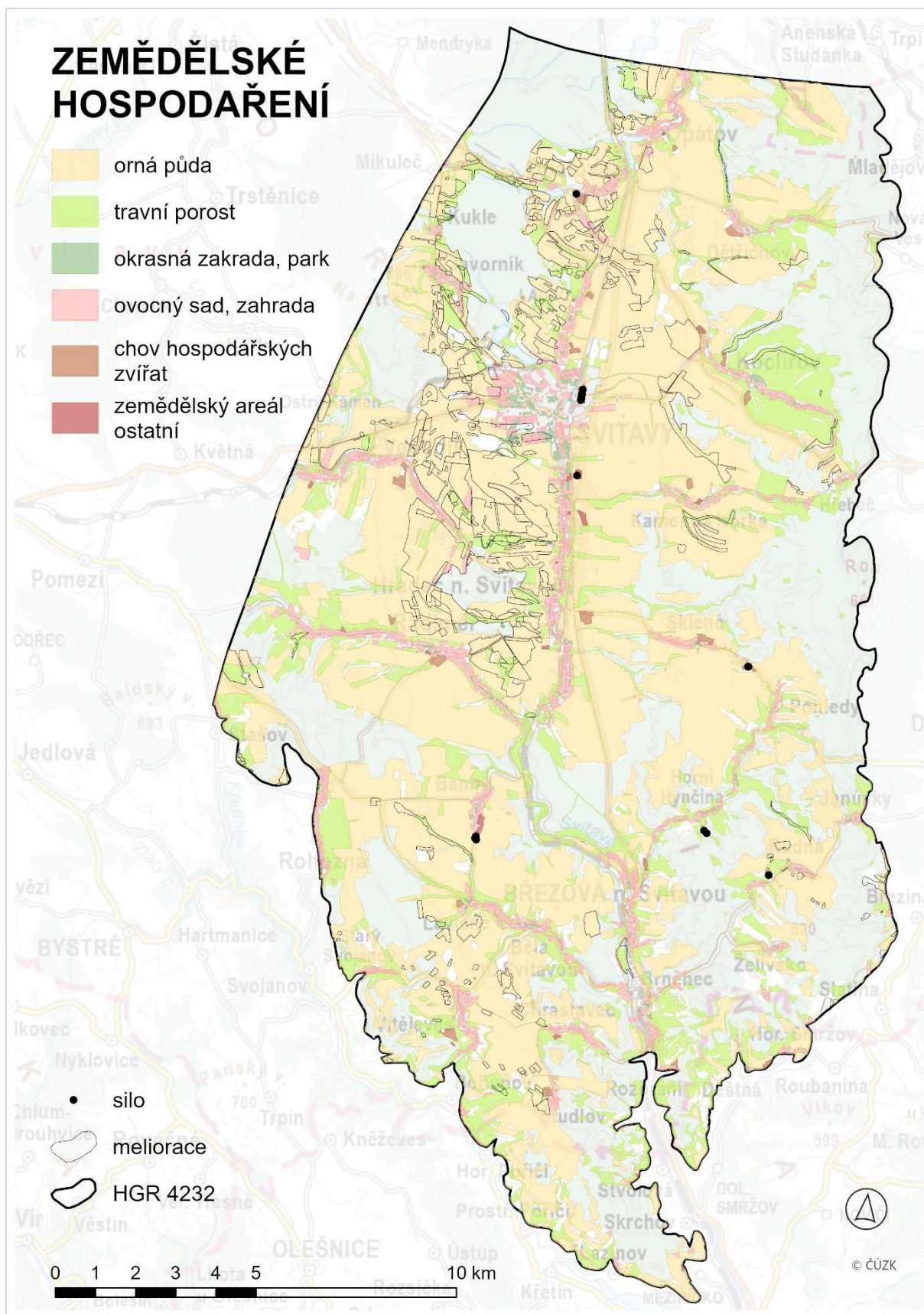


3.2. SOCIÁLNĚ-EKONOMICKÁ SITUACE

Výzkumné území HGR se rozkládá na hranici Pardubického (větší část) a Jihomoravského kraje a zasahuje do katastru padesáti sídel. Největším sídlem je město Svitavy, které tvoří centrum širší oblasti. Celkový počet obyvatel v území v posledních dvaceti letech klesá (pokles o více jak 2 000 obyvatel od roku 2004). S většími sídly je spojena koncentrace průmyslu a obchodních ploch, kde je samozřejmě nejvýraznější město Svitavy. Průmyslové/obchodní plochy jsou v dnešní době lokalizovány spíše na okraji sídel a zejména podél hlavních silničních tahů. Páteřními silničními komunikacemi jsou tři silnice 1. třídy – č. 34 (Svitavy-Polička), č. 35 (Moravská Třebová-Litomyšl) a č. 43 (Svitavy-Brno). Významné železniční tratě jdou v území dvě, přičemž primární je koridor Brno-Česká Třebová s vysokou frekvencí dopravy.

Z pohledu množství podzemních vod v HGR zde hrají velkou roli zdroje vod pro jednotlivá sídla. Zásobování sídel je zde zcela odkázané na zásoby podzemních vod. V území se nachází rozsáhlá síť vodovodů, které fungují jednotlivě v rámci obcí, nebo jsou vzájemně propojené. Nejrozsáhlejší je samozřejmě vodovodní řad v rámci města Svitavy, na který jsou napojeny i další sídla v okolí. Celková délka páteřních vodovodů je necelých 270 km. Mnohem menšího rozsahu dosahuje kanalizační síť, která měří necelých 94 km a pokrývá pouze zlomek sídel. Nejvýznamnější je opět síť ve Svitavách, na kterou je napojena řada dalších sídel, např. Hradec nad Svitavou, Vendolí, Radiměř atd. V Hradci nad Svitavou je umístěna ústřední ČOV.

Největší vliv na kvalitu podzemních vod v HGR zde má zemědělské hospodaření, což je doloženo řadou pozorování a dlouhodobého monitoringu stavu vod ve vodním zdroji Březová nad Svitavou ve správě BVK. Zemědělsky využívané plochy zaujímají více jak 50 % území HGR a z toho největší plochu (70 %) představuje orná půda. Tyto plochy vytváří víceméně souvislý pás procházející osou území sever–jih. Intenzivní zemědělství představuje největší riziko pro stav podzemních vod a to z mnoha důvodů: i) hospodaření na velkých plochách, ii) aplikace POR, iii) užívání těžké techniky atd. Se zemědělským hospodařením je spojen také fenomén „meliorací“, které byly budovány zejména v druhé polovině 20. století. Důvodem bylo odvodnění promáčených ploch, které jinak nebylo možné dobře obhospodařit. Jedná se o systém otevřených kanálů nebo pod ornici uložených rour, které odvádí nadbytečnou vodu do nejbližší vodoteče. Dle informací ze VÚMOP se předpokládá, že necelých 19 % zemědělské půdy je meliorováno. Velkou otázkou však je, v jakém stavu se v současnosti tyto systémy nacházejí, protože přesná evidence a správa těchto systémů na řadě ploch chybí.



Obr. 12: Rozsah zemědělských ploch a meliorací v rámci HGR 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy.

4. HLAVNÍ VÝSLEDKY PROJEKTU

4.1. METODICKÝ POSTUP STANOVENÍ OCHRANNÝCH PÁSEM PRO PODZEMNÍ ZDROJE VOD A STANOVENÍ OPATŘENÍ

V následujícím textu je představen metodický postup stanovení ochranných pásem pro podzemní zdroje vod a návrh obecných opatření ochrany těchto zdrojů. Hlavním cílem je poskytnout vodoprávním úřadům, které schvalují návrhy ochranných pásem vodních zdrojů, pomůcku, která bude využitelná při posuzování předkládaných návrhů. Správně navržená OPVZ a správně navržená opatření v nich povedou ke stabilizaci a udržitelnosti zdrojů podzemních vod a to nejen za účelem zásobování lidské společnosti vodou pitnou a užitkovou, ale také jako zdroje vody přirozeného koloběhu vody v krajině.

Metodický postup vychází a doplňuje vyhlášku č. 137/1999 Sb., *kteřou se stanoví seznam vodárenských nádrží a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů*, a zákon č. 254/2001 Sb., *o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*, ve znění pozdějších předpisů, a současně navazuje na metodiku *Ochranná pásma vodních zdrojů – návrh podrobného metodického pokynu ke stanovování OPVZ a omezujících opatření* (VÚV, 2018), dále zohledňuje směrnici EU 2020/2184 *o jakosti vody určené k lidské spotřebě* a *Metodiku k přípravě plánů pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody* (MZE a MŽP, 2021).

Následující text shrnuje metodického postupu, který je podrobněji prezentován v rámci výstupu projektu NmetS – *Metodika k uplatňování vyhlášky 137/1999 Sb. v části pro zdroje podzemních vod – posuzování návrhu ochranných pásem vodních zdrojů*.

4.1.1. POSTUP ŘEŠENÍ

Metodický postup se nejprve věnuje hodnocení vodního zdroje, tedy popisu vlastního vodního zdroje, s důrazem na zajištění rozšířené dokumentace o zdroji. U mnoha starších (ale i novějších) studen, resp. vrtů, se stavebním povolením často chybí podrobná geologická dokumentace, což způsobuje velké problémy při využívání těchto zdrojů. Jako příklad lze uvést chybějící informaci o naražené a ustálené hladině podzemní vody, na základě které se vyvozuje, zda je hladina podzemní vody napjatá nebo volná, což je důležité pro návrh režimu čerpání. Dále jsou v této kapitole řešeny hydrogeologické podmínky (popis hydrogeologické struktury, vývoj kvality a množství podzemní vody) a legislativní rámec zájmového území.

Získané informace jsou základním podkladem pro vhodné vymezení OPVZ II. stupně pro podzemní zdroje využívané k zásobování obyvatelstva pitnou vodou, což je druhý krok postupu

řešení. V následující kapitole 4.2. je představen příklad vymezení OPVZ II. stupně v rámci výzkumného území a pro významný vodní zdroj.

Posledním krokem je návrh vhodných opatření v rámci OPVZ II. stupně pro ochranu vodního zdroje. Tento krok je velmi důležitý a v podstatě nejsložitější, protože je potřeba brát v úvahu samotné využití a správu území ze strany potřeb obyvatelstva, ale s velkým důrazem na ochranu vodního zdroje či vícera zdrojů. Návrh obecných opatření omezení činností v rámci OPVZ II. stupně, který je součástí zmíněné metodiky, je prezentován v kapitole 4.3.

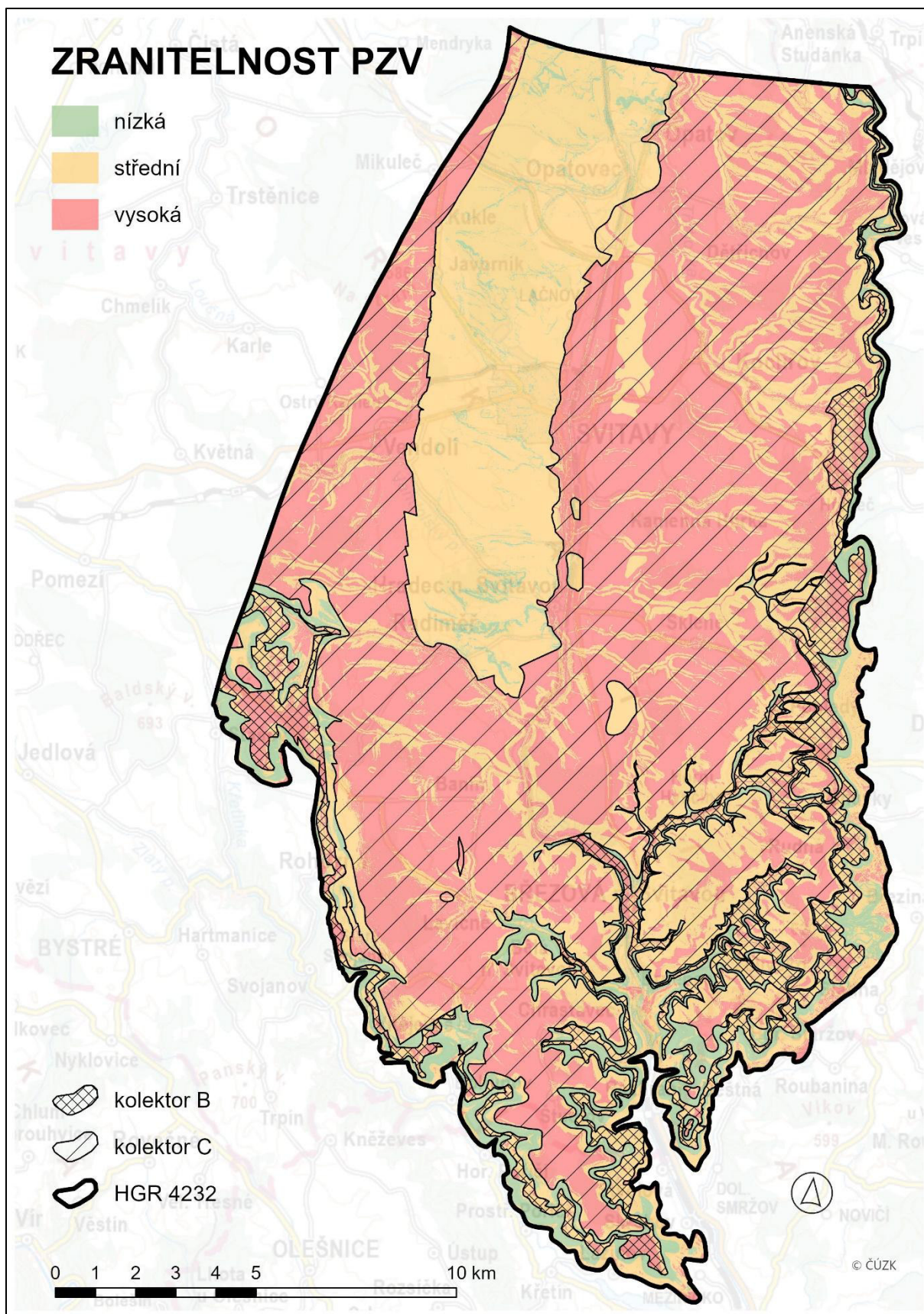
4.2. PŘÍKLAD STANOVENÍ ZDROJOVÉ OBLASTI PODZEMNÍCH VOD A NÁVRH ROZSAHU OPVZ II. STUPNĚ

V této kapitole je představen vhodný postup stanovení rozsahu OPVZ II. stupně a vhodných opatření pro omezení dopadu lidské činnosti pro vodní zdroj v Březové nad Svitavou, respektive pro celé výzkumné území HGR (Obr. 1). Vodní zdroj v Březové nad Svitavou patří mezi nejvýznamnější tuzemské podzemní zdroje využívané k zásobování obyvatelstva pitnou vodou (Višcor, 2013).

Cílem nově navrženého rozsahu OPVZ II. stupně je ochrana lokalit, kde se předpokládá největší míra infiltrace srážkových vod, a to zejména na více propustné půdě. Zde prezentované OPVZ II. stupně je rozděleno na dvě zóny – A (vyšší stupeň ochrany) a B (nižší stupeň ochrany).

Jako výchozí podklad byla využita mapa *Zranitelnosti podzemních vod* (Obr. 13; Novotná a kol., 2023b), která byla vytvořena konkrétně pro území HGR 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy. Dále se vycházelo z rozsahu současného OPVZ II. stupně Březová nad Svitavou a rozsahu hydrogeologických kolektorů B a C. Pomocí postupu tzv. *generalizace* byla vytvořena hranice nového OPVZ II. stupně, kde bylo cílem v co největší míře respektovat mapu *Zranitelnosti podzemních vod* (Novotná a kol., 2023b), zejména kategorie zranitelnosti „střední“ a „vysoká“, a zároveň brát v potaz hranice současného OPVZ II. stupně a hranice obou kolektorů.

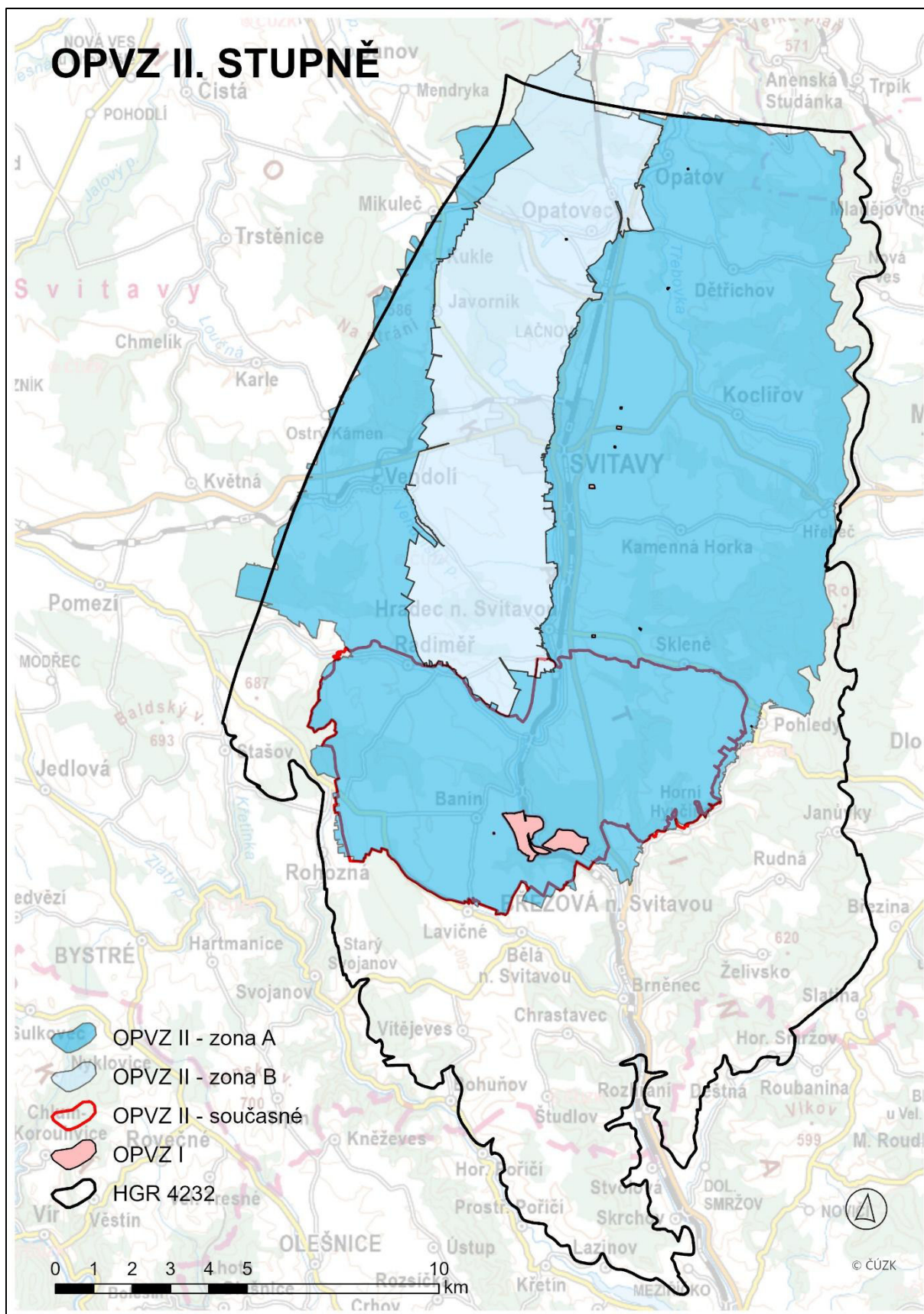
V dalším kroku byla hranice nového OPVZ II. stupně promítnuta do hranic parcel dle ČÚZK (©2025). V této fázi bylo nutné detailně projít vybrané parcely, které byly zahrnuty do OPVZ II. stupně. V posledním kroku byly jednotlivé parcely rozděleny na zóny „A“ a „B“ a to na základě zařazení parcely dle mapy *Zranitelnosti podzemních vod* (Novotná a kol., 2023b) – **zóna „A“** obsahuje převážně parcely s „vysokou mírou zranitelnosti“ a **zóna „B“** zabírá parcely převážně se „střední mírou zranitelnosti“.



Obr. 13: Případová studie Březová nad Svitavou - mapa zranitelnosti podzemních vod v rámci HGR 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy a rozsah vodárensky využívaných kolektorů (upraveno dle Novotná a kol., 2023b).

Výsledný návrh rozsahu OPVZ II. stupně Březová nad Svitavou (Obr. 14) je oproti současnému stavu výrazně větší. Současné OPVZ II. stupně má rozlohu 51,4 km² a nové OPVZ II. stupně má rozlohu 239 km² (zóna A 182,9 km², zóna B 56,1 km²). Návrh rozsahu OPVZ II. stupně je v podstatě návratem směrem k rozsahu před rokem 2008, kdy rozloha OPVZ II. stupně (v té době z roku 1986) byla 337,26 km² (VKNV HK, 1986).

Výše prezentovaný příklad vymezení ochranných pásem je součástí zmíněné metodiky v kapitole 4.1. a podrobný postup včetně detailního zpracování podkladových dat je k nalezení ve výstupu projektu Nmap – *Definování a hodnocení lokalit rozhodných pro tvorbu podzemních vod na příkladu hydrogeologického rajonu 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy* (Honek a kol., 2024).



Obr. 14: Případová studie Březová nad Svitavou - srovnání rozsahu OPVZ II. stupně v současné a nově navržené podobě.

4.3. OBECNÁ OPATŘENÍ OMEZENÍ LIDSKÝCH AKTIVIT V RÁMCI OPVZ II. STUPNĚ

Návrh opatření a případných omezení činnosti v rámci stanovených OPVZ je dáno vyhláškou č. 137/1999 Sb., § 6. Z odstavce 3 zmíněného paragrafu vyplývá, že vodohospodářský orgán vždy musí stanovit podmínky k ochraně vodního zdroje a to z pohledu vydatnosti, jakosti a zdravotní nezávadnosti.

Návrh možných ochranných opatření je uveden v **Příloze č. 1**, kde je v prvním sloupci uveden výčet antropogenních činností jako soubor reálných činností, které mohou probíhat v intravilánech a extravilánech v ČR. Konkrétní opatření jsou uvedena v závislosti na části hydrogeologické struktury – infiltrační, akumulační nebo drenážní – a pro akumulační část struktury je zvažován i charakter povrchu a nesaturované zóny vzhledem k možné intenzitě infiltrace v akumulační části struktury – propustný, nebo nepropustný povrch (Tab. 3).

Opatření jsou navržena ve vztahu k možnému (nebo téměř jistému) vnosu kontaminujících látek do nesaturované a posléze i saturované zóny horninového prostředí, ve kterém dochází nejprve k vertikálnímu a následně subhorizontálnímu proudění podzemní vody. Jednotlivé činnosti jsou navrženy jako zakázané nebo jsou uvedeny podmínky, za kterých je možné je vykonávat. Konkrétní opatření by měla vycházet z analýzy rizika ohrožení kvality a množství podzemní vody ve vodním zdroji.

Tab. 3: Dělení hydrogeologické struktury pro potřeby specifikace ochranných opatření.

Činnost	Část hydrogeologické struktury			
	Infiltrační	Akumulační		Drenážní / lokalita exploatace
		propustné	Nepropustné	
		horninové prostředí pod půdou je tvořeno hydrogeologickým kolektorem	horninové prostředí pod půdou je tvořeno hydrogeologickým izolátorem, hydrogeologický kolektor obsahující podzemní vodu je kryt nadložním hydrogeologickým izolátorem	

4.4. DOPORUČENÍ PRO ZEMĚDĚLSKÉ HOSPODAŘENÍ V RÁMCI OPVZ II. STUPNĚ

Z pohledu ochrany podzemních vod hraje klíčovou úlohu správné nastavení zemědělského hospodaření, které má velkoplošný a dlouhodobý vliv na množství a jakost vod. Tento vztah je dlouhodobě zkoumán a potvrzen řadou odborníků a množstvím výzkumů. V případě HGR tomu není jinak, což potvrzuje zejména dlouhodobý monitoring podzemních vod vedený ze strany ČHMÚ, ČGS a BVK. Řada těchto podkladů byla použita i v tomto projektu a dílčí výsledky jsou využity napříč jednotlivými výstupy projektu.

Detailní pohled na současné zemědělské hospodaření v rámci HGR přinesla spolupráce s CARC. Oslovení odborníci během tří let zhodnotily hospodaření v území z pohledu osevních postupů, množství použití umělých hnojiv a POR a dalších základních ukazatelů. Neméně důležitou součástí řešení byla diskuze s odborníky na téma možnosti stanovení vhodných zemědělských postupů pro snížení kontaminace podzemních vod nežádoucími látkami s ohledem na zachování hospodářského využití území.

Jako nejvhodnější způsob zemědělského hospodaření v OPVZ se jeví tzv. ekologické zemědělství, které ze své podstaty používá mnohem menší míře chemických prostředků a umělých hnojiv. Příklady lze nalézt v zahraničí, nám nejbližší v Německu a Rakousku, kde zejména v oblastech významných jako zdroje pitné vody hospodáři dávají přednost ekologickému přístupu. Nicméně i ekologické zemědělství není zcela bez negativního vlivu na podzemní vody.

V obecné rovině platí, že vliv zemědělství na podzemní vody je největší ze všech řešených činností člověku, vyjma havárií s velkým ekologickým dopadem (př. havárie při dopravě nebezpečných látek, havárie na ČOC atd.). Ze všech použitých vstupních dat a diskuzí jasně vyplývá, že současná ochrana vod je nedostačující a ve vodách se čím dál častěji objevují a mnohdy i setrvávají koncentrace nežádoucích látek. Málo zmiňovaným, ale přesto zcela zásadním problémem, je časové zdržení v podzemních vodách, kdy dochází k velkému časovému posunu (na příkladu HGR až desítky let), než se reálně objeví odezva na nějaký proces na povrchu, ať už negativní či pozitivní.

Podrobnější informace jsou prezentovány v rámci výstupu typu O - *Zemědělské hospodaření a jeho dopady na zdroje podzemních vod* (publikováno na konci roku 2025).

4.5. PŘÍKLAD NÁVRHU ZVÝŠENÍ INFILTRACE POVRCHOVÉHO ODTOKU V LOKALITÁCH ROZHODNÝCH PRO TVORBU PODZEMNÍ VODY

Tato kapitola je věnována lokalitám na zemědělské půdě příhodných pro zvýšenou infiltraci povrchového odtoku do půdy a dále do horninového prostředí. Pro tyto účely byly definovány dvě případové lokality u obce Banín a Kamenná Horka. Jedná se o malá povodí s občasně protékanými vodními toky při intenzivních srážkových událostech. V obou lokalitách byla v minulosti provedena protierozní opatření, kde šlo zejména o zatravnění údolnic. Efektivita těchto opatření se již potvrdila, nicméně při větších srážkách dochází k tvorbě koncentrovaného odtoku.

Modelování srážkoodtokových poměrů proběhlo za pomoci hydrologického modelu HEC-HMS. Jako vstupní parametry byly využity data z databáze ZABAGED (©ČÚZK), např. DMR 4. generace s rozlišením 1 m. Pomocí softwaru ArcMap 10.8.1 (©ESRI), resp. extenzemi HEC-GeoHMS a ArcHydro, byly vytvořeny všechny vstupní parametry do hydrologického modelu, např. hodnoty CN křivek pro dané území, mapa využití půdy, batygrafie navrhovaných malých nádrží atd.

Dalšími důležitými vstupními údaji byly srážkové údaje od ČHMÚ a jednalo se o 27 nejintenzivnějších krátkodobých dešťů dle pěti kategorií doby trvání události a dva přívalové deště na stanici Hradec nad Svitavou (B2HRAS01) mezi lety 2007 a 2023.

Na obou lokalitách byly navrženy jednoduché liniové prvky v místech příhodných dle geologických podmínek pro infiltraci srážkové vody. Liniové prvky slouží jako bariéry k zadržení části povrchového odtoku, čímž se umožní vsak vody, která by jinak zrychleně otekla z území pryč. Liniové prvky jsou navrženy jako terénní úpravy pro polní komunikace, které se na některých lokalitách již nachází. Vycházelo se z terénního šetření v obou případových lokalitách, kde proběhlo měření náspů těchto komunikací. Z výsledků šetření byly navrženy tři varianty liniových prvků vždy s výškou 0,5 m (varianta A), 1,0 m (varianta B) a 1,5 m (varianta C) nad současným terénem (měřeno v údolnici) (**Příloha č. 2**).

Z výsledků (**Příloha č. 3**) modelování je patrné, že navržené liniové prvky plní svou funkci zadržení vody v krajině a mohou tak pomoci k doplňování podzemní vody z intenzivních srážek, které jinak nemají možnost vsaku kvůli zrychlenému odtoku z území.

Další informace a podrobné výsledky jsou shrnuty ve výstupu projektu Nmap – *Definování a hodnocení lokalit rozhodných pro tvorbu podzemních vod na příkladu hydrogeologického rajonu 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy* (Honek a kol., 2024).

5. SHRNUÍ

Veškeré informace a poznatky v dokumentu přináší komplexní pohled na problematiku ochrany podzemních vod a přináší návrh možných řešení, jak přistoupit k jejich intenzivnější ochraně. S ohledem na současné a předpokládané budoucí změny životního prostředí a vývoj lidské společnosti, která neustále zvyšuje nároky na přírodní zdroje, je podstatné řešit ochranu těchto zdrojů. S přihlédnutím na situaci v České republice, kde podzemní vody hrají dominantní úlohu při zásobování obyvatelstva pitnou vodou, je otázka ochrany tohoto jedinečného přírodního zdroje zcela zásadní.

6. SEZNAM ZDROJŮ

- BURDA, J., GRUNDLOCH, J., EDS. (2022): *Ústecká synklinála v povodí Svitavy: hydrogeologický rajon 4232*. Praha: Česká geologická služba, 218 s. Geologie a hydrogeologie, stanovení zásob podzemních vod, svazek 25. ISBN 978-80-7673-060-1.
- ČSÚ (2025): Český statistický úřad – Veřejná databáze. [online] Dostupná z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=statistiky#katalog=33155> [cit. 2025-11-21]
- ČECH, S., KLEIN, V., KRÍŽ, J., VALEČKA, J. (1980): *Revision of the Upper Cretaceous stratigraphy of the Bohemian Cretaceous Basin*. Věstník Ústředního ústavu geologického 55, 5, 277–296.
- ČURDA, J. (1999): *Jižní úsek hydrogeologické hranice mezi Vysokomýtskou a Ústeckou synklinálou*. Zprávy o geologických výzkumech v roce 1999, 101–103.
- ELBL, J., KINTL, A., ZÁHORA, J. (2012): *Vyplavování minerálního dusíku z orné půdy v závislosti na kvantitě a kvalitě předchozích dávek živin*. Sborník konference MendelNet 2012, Brno, MENDELU, 392–400.
- EU (2000): Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.
- HERČÍK L., KOUDELOVÁ L., KADLECOVÁ, R. (2010): *Vliv zemědělského hospodaření v ochranných pásmech vodního zdroje Káraný na kvalitu jímáné vody*. Sborník konference Pitná voda 2010, Č. Budějovice: W&ET Team, 311–316.
- HONEK, D., FOREJTNIKOVÁ, M., ROZKOŠNÝ, M., VYSKOČIL, A. (2021): Historical water supply system of the City of Brno – social-environmental consequences. *Water* 13, 1–22.
- HONEK, D., FOREJTNIKOVÁ, M., SEDLÁČEK, Z., HLAVŇA, M., NOVOTNÁ, J., HADACZ, R. (2024): *Soubor specializovaných map s odborným obsahem - Definování a hodnocení lokalit rozhodných pro tvorbu podzemních vod na příkladu hydrogeologického rajonu 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy*. Brno: VÚV TGM, 82 s.
- KODEŠ, V. (2003): *Výskyt a pohyb nebezpečných látek v podzemních vodách ČR*. Acta Hydrologica Slovaca, 4(2), s. 375–381.
- KODEŠ, V., KOZÁK, J., KODEŠOVÁ, R., KOČÁREK, M. a kol. (2011): *Výskyt a pohyb pesticidů v hydrosféře a nové metody optimalizace monitoringu pesticidů v hydrosféře ČR*. Praha: ČHMÚ (Závěrečná zpráva projektu MŠMT č. 2B06095), 82 s.
- KODEŠ, V., SVÁTKOVÁ, M., FREISLEBEN, J. (2016): *Dvacet pět let systematického sledování jakostipodzemních vod v České republice*. VTEI, 2, 4–10.
- MALKOVSKÝ, M. (1979): *Tektonogeneze platformního pokryvu Českého masívu*. Knihovna Ústředního ústavu geologického, 53. Praha.
- MZE a MŽP (2021): *Metodika k přípravě plánů pro zvládání sucha a stavu nedostatku vody*. Praha: MZE a MŽP, 34 s.
- NOHEL P., ZÁHORA J., MEJZLÍK, L. (2008): *Sledování úniku minerálního dusíku z půd různých ekosystémů v OPZV II. St. Březová nad Svitavou*. SOVAK, 7-8, 48-51.
- NOVOTNÁ, J., HADACZ, R., DRAHOŠ, K., SEDLÁČEK, J., KRYŠTOFOVÁ, E., BALDÍK, V., REZ, J., HONEK, D. (2023a): *Hydrogeologické poměry HGR 4232 Ústecká synklinála v povodí Svitavy z hlediska tvorby podzemní vody jako zdroje vody pitné*. Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku, 30(1–2), 66–72. <https://doi.org/10.5817/GVMS2023-36977>
- NOVOTNÁ, J., SEDLÁČEK, J., HADACZ, R., DRAHOŠ, K., JANDERKOVÁ, J. (2023b): *Vyhodnocení a analýza účinnosti současného OPVZ II. stupně Březová nad Svitavou a analýza hydrogeologické stavby rajonu 4232 Ústecká synklinála*. Zpráva k projektu 500530. Česká geologická služba, 17 s.
- PAVLIŠ, R. (1994): *Svitavy – předměstí*. Zpráva o ověření dosavadního vlivu těžby a jejího plánovaného rozšíření na podzemní vody. MS Vodní zdroje. Chrudim.
- RIEDER, M., KODEŠ, V., HALÍŘOVÁ, J., HYPR, D. a kol. (2003): *Výskyt a pohyb nebezpečných látek v hydrosféře ČR*. Praha: ČHMÚ (Závěrečná zpráva projektu VaV/650/3/00), 141 s.

ŠEDA, S., DATEL, J. V., KERCOVÁ, Š., NAVAROVÁ, Z. (2017): *Průzkum OPVZ – pilotní lokalita Ústí nad Orlicí. Příloha č. 3. (projekt „Sucho v krajině“).*

TOLASZ, R. a kol. (2007): *Atlas podnebí Česka.* Praha, Olomouc: Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci. 255 s.

VIŠČOR, P. (2013): 100 let I. březovského vodovodu. *SOVAK* 5, 129-132.

VÚV (2018): *Ochranná pásma vodních zdrojů – návrh podrobného metodického pokynu ke stanovování OPVZ a omezujících opatření v nich.* Praha: VÚV TGM, 37 s.

VYHLÁŠKA č. 137/1999 Sb., ze dne 10. června 1999, kterou se stanoví seznam vodárenských nádrží

a zásady pro stanovení a změny ochranných pásem vodních zdrojů.

VYHLÁŠKA č. 252/2004 Sb., ze dne 22. dubna 2004, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

VYHLÁŠKA č. 5/2011 Sb., ze dne 20. prosince 2010, o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod.

ZÁKON č. 62/1988 Sb., o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů.

ZÁKON č. 254/2001 Sb., ze dne 28. června 2001, o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

7. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 – Opatření pro omezení činností na území OPVZ II. stupně

Příloha č. 2 – Modelové lokality zvýšení infiltrace

Příloha č. 3 – Výsledky modelování zadržení vody v krajině

PŘÍLOHA Č. 1 – OPATŘENÍ PRO OMEZENÍ ČINNOSTÍ NA ÚZEMÍ OPVZ II. STUPNĚ

Část 1/4

část 17

Činnost	Část hydrogeologické struktury			Drenážní / lokalita exploatace
	Infiltrační	Akumulační		
		propustné	nepropustné	
		(horninové prostředí pod půdou je tvořeno hydrogeologickým kolektorem)	(horninové prostředí pod půdou je tvořeno hydrogeologickým izolátorem, hydrogeologický kolektor obsahující podzemní vodu je kryt nadložním hydrogeologickým izolátorem)	
Rozvoj sídel – výstavba souvislé velkoplošné zástavby (bytové domy)	NE – silné riziko kontaminace PZV, snížení dotování PZV zmenšením infiltračního zázemí pro vsak srážkových vod	ANO - bez omezení		ANO – technická opatření pro podporu infiltrace srážkových vod spolu s opatřeními proti šíření kontaminace (zákaz používání chemických látek v rámci údržby, nutné napojení na obecní kanalizaci, i splachové vody), zamezit drenážnímu efektu výstavby
Rozvoj sídel – výstavba individuální zástavby (rodinné domy)	ANO – technická opatření pro podporu infiltrace srážkových vod spolu s opatřeními proti šíření kontaminace (nutné napojení na obecní kanalizaci či možnost instalace domovní ČOV s vypouštěním odpadních vod do vod podzemních - § 38 vodního zákona), v rámci územního plánu zcela eliminovat činnosti (podnikání) při kterých by bylo nakládáno s látkami nebezpečnými vodám (např. autoopravny, kovovýroby, ...)	ANO - bez omezení		ANO – technická opatření pro podporu infiltrace srážkových vod spolu s opatřeními proti šíření kontaminace (zákaz používání chemických látek v rámci údržby, nutné napojení na obecní kanalizaci, i splachové vody), zamezit drenážnímu efektu výstavby
Rozvoj sídel – výstavba sportovišť, sociálních zařízení atd.	ANO – technická opatření pro podporu infiltrace srážkových vod spolu s opatřeními proti šíření kontaminace (zákaz používání chemických látek v rámci údržby, nutné napojení na obecní kanalizaci i včetně parkovacích míst, atd.)	ANO - bez omezení		ANO – technická opatření pro podporu infiltrace srážkových vod spolu s opatřeními proti šíření kontaminace (zákaz používání chemických látek v rámci údržby, nutné napojení na obecní kanalizaci, i splachové vody), zamezit drenážnímu efektu výstavby
Rozvoj sídel – infiltrace srážkových vod v intravilánech	ANO – zamezit infiltraci vod z komunikací a zpevněných ploch s možným výskytem kontaminantů (př. parkoviště, průmyslové areály atd.) a zákaz používání chemických látek v rámci údržby	ANO - bez omezení		ANO – přírodě blízká opatření, (limitující je hloubka hladiny podzemní vody pod povrchem)

Část 2/4

Výstavba skladovacích, obchodních a administrativních center	ANO – zamezit infiltraci vod z komunikací a zpevněných ploch s možným výskytem kontaminantů (př. parkoviště, obslužné a manipulační plochy, atd.) a zákaz používání chemických látek v rámci údržby	ANO – podpora pozvolného plošného zasakování srážkových vod zachycených na střeších objektů	ANO - zamezit drenážnímu efektu výstavby, bez odběru podzemní vody v místě stavby, zákaz používání chemických látek v rámci údržby, zamezit kontaminaci z odpadních vod (nutné napojení na kanalizaci)
Výstavba průmyslových areálů	NE – silné riziko kontaminace PZV, snížení dotování PZV zmenšením infiltračního zázemí pro vsak srážkových vod	ANO – podpora pozvolného plošného zasakování srážkových vod zachycených na střeších objektů	NE – silné riziko kontaminace PZV, snížení dotování PZV zmenšením infiltračního zázemí pro vsak srážkových vod
Výstavba silniční infrastruktury	ANO – technická opatření pro zamezení šíření kontaminace ze splachu z povrchu komunikací, zákaz používání chemických látek v rámci údržby	ANO - bez omezení	ANO – zamezit drenážnímu efektu komunikací (zářezy!), zákaz používání chemických látek v rámci údržby
Výstavba železniční infrastruktury	ANO – zákaz používání chemických látek v rámci údržby	ANO - bez omezení	ANO – zamezit drenážnímu efektu komunikací (zářezy!), zákaz používání chemických látek v rámci údržby
Budování komunikací – výstavba parkovacích míst	NE – silné riziko kontaminace PZV, snížení dotování PZV zmenšením infiltračního zázemí pro vsak srážkových vod	ANO – podpora pozvolného plošného zasakování srážkových vod ze zpevněných ploch	ANO – řešení splachových vod, zákaz používání chemických látek v rámci údržby
Správa komunikací – aplikace chemických postřiků	ANO – upřednostňovat inertní posyp, silné riziko kontaminace PZV	ANO - bez omezení	ANO – upřednostňovat inertní posyp, silné riziko kontaminace PZV
Převoz nebezpečného nákladu	ANO – silné riziko kontaminace PZV	ANO - bez omezení	ANO – silné riziko kontaminace PZV
Skládkování odpadů a kalů	NE – silné riziko kontaminace PZV	ANO – opatření proti šíření kontaminantů	NE – silné riziko kontaminace PZV
Výstavba domovních ČOV se vsakem do horninového prostředí	NE – silné riziko kontaminace PZV	ANO - bez omezení	NE – silné riziko kontaminace PZV
Výstavba kanalizace a ústřední ČOV	ANO – vždy se stálou obsluhou, kontinuálním monitoringem a správou celého zařízení, důsledně řešit možný negativní drenážní efekt výkopů	ANO - bez omezení	ANO – vždy se stálou obsluhou, kontinuálním monitoringem a správou celého zařízení, důsledně řešit možný negativní drenážní efekt výkopů
Budování produktovodů – stavba dálkových produktovodů	ANO – zamezení šíření kontaminantů, okamžité řešení havarijních situací	ANO - bez omezení	NE - vysoké riziko kontaminace zvodně, hladina podzemní vody mělce pod terénem – zamezení šíření kontaminantů, okamžité řešení havarijních situací. Riziko drenážního vlivu výkopu

Část 3/4

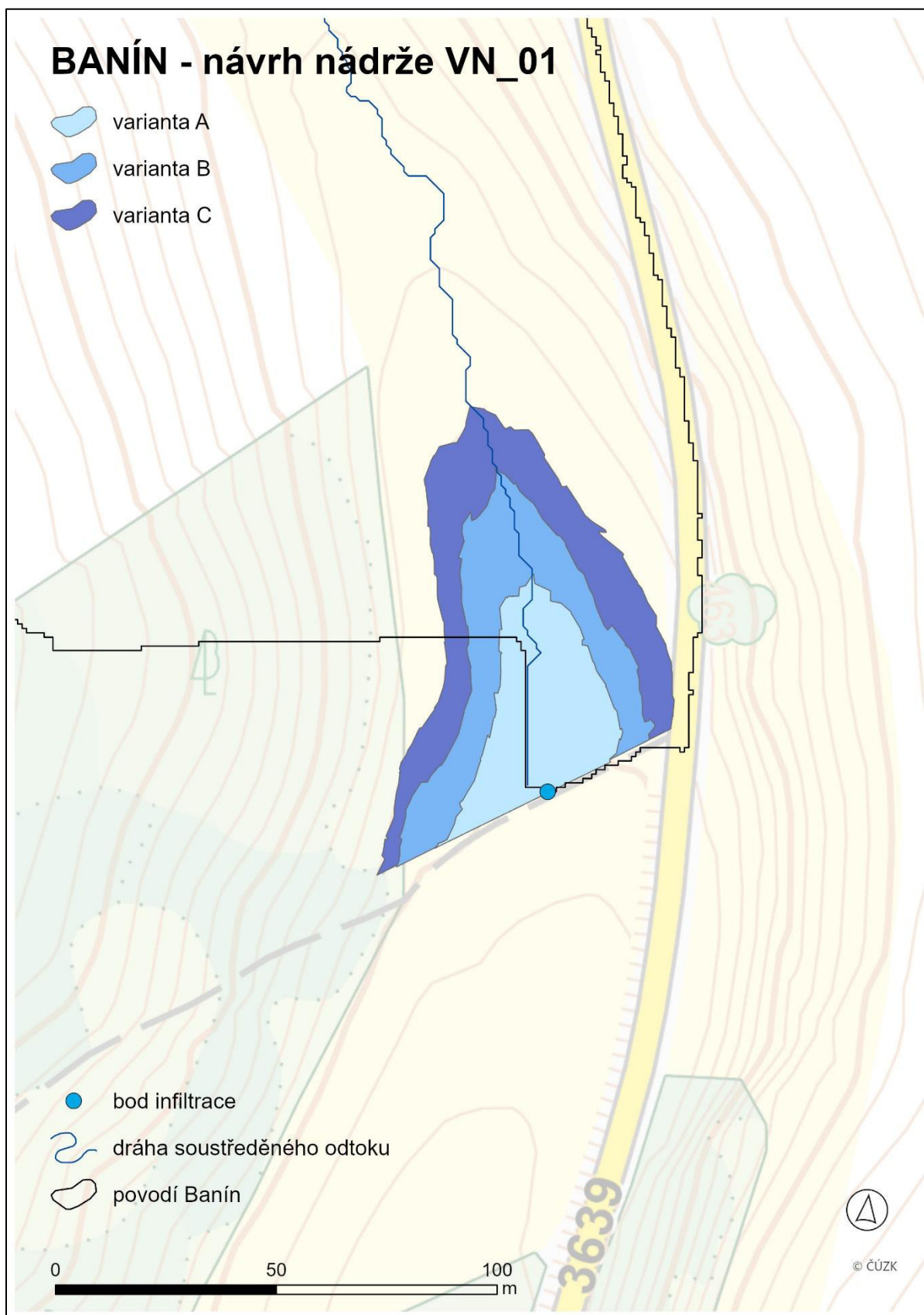
Solární elektrárny – výstavba a správa	ANO – technická opatření pro podporu infiltrace srážkových vod spolu s opatřeními proti šíření kontaminace, zákaz používání chemických látek na údržbu	ANO - bez omezení	ANO – technická opatření pro podporu infiltrace srážkových vod spolu s opatřeními proti šíření kontaminace, zákaz používání chemických látek na údržbu
Větrné elektrárny – výstavba a správa	ANO – technická opatření pro podporu infiltrace srážkových vod, zákaz používání chemických látek na údržbu	ANO - bez omezení	ANO – technická opatření pro podporu infiltrace srážkových vod, zákaz používání chemických látek na údržbu
Elektrárny na bioodpad – budování, provoz a skladování bioodpadu	ANO – opatření pro zamezení šíření kontaminantů ze skladovacích prostor	ANO - bez omezení	ANO – opatření pro zamezení šíření kontaminantů ze skladovacích prostor
Správa parků a zeleně v sídlech	ANO – zákaz využití postřiků proti nežádoucím rostlinám, zákaz činnosti podmiňující zhoršení infiltrační schopnosti půd	ANO - bez omezení	ANO – zákaz využití POR, zákaz činnosti podmiňující zhoršení infiltrační schopnosti půd
Vrty – tepelná čerpadla	ANO – nutný posudek ohledně rizika narušení celistvosti hydrogeologické struktury, omezit hloubkovým dosahem		NE - negativní vliv na PZV (kvalitativní i kvantitativní)
Vrty – čerpání vody pro individuální odběry	ANO – nutné vyjádření osoby s odbornou způsobilostí, vyhodnotit riziko negativního ovlivnění kvality a kvantity PZV, omezit hloubkovým dosahem		
Vrty – čerpání vody pro vodovodní síť (zásobování sídel, průmyslových areálů)	NE - negativní vliv na množství PZV		
Zemědělská činnost – konvenční formy zemědělství	NE – zákaz použití POR, umělých hnojiv atd., zákaz činnosti podmiňující zhoršení infiltrační schopnosti půd, limity a opatření proti šíření kontaminace z chovu zvířat	ANO - bez omezení	NE – zákaz použití POR, umělých hnojiv atd., zákaz činnosti podmiňující zhoršení infiltrační schopnosti půd, limity a opatření proti šíření kontaminace z chovu zvířat
Zemědělská činnost – nekonvenční / ekologické formy zemědělství	ANO – limity pro použití přírodních hnojiv a dalších podpůrných látek pro pěstování rostlin, omezení na velikost stád dobytka a sdružování na jednom místě, zakázat činnosti podmiňující zhoršení infiltrační schopnosti půd	ANO - bez omezení	ANO – limity pro použití přírodních hnojiv a dalších podpůrných látek pro pěstování rostlin, omezení na velikost stád dobytka a sdružování na jednom místě, zakázat činnosti podmiňující zhoršení infiltrační schopnosti půd
Zemědělská činnost – maloplošné hospodaření (zahrady a sady v rámci intravilánu)	ANO – omezení použití POR, umělých hnojiv atd., omezit činnosti podmiňující zhoršení infiltrační schopnosti půd	ANO - bez omezení	ANO – omezení použití POR, umělých hnojiv atd., omezit činnosti podmiňující zhoršení infiltrační schopnosti půd

Část 4/4

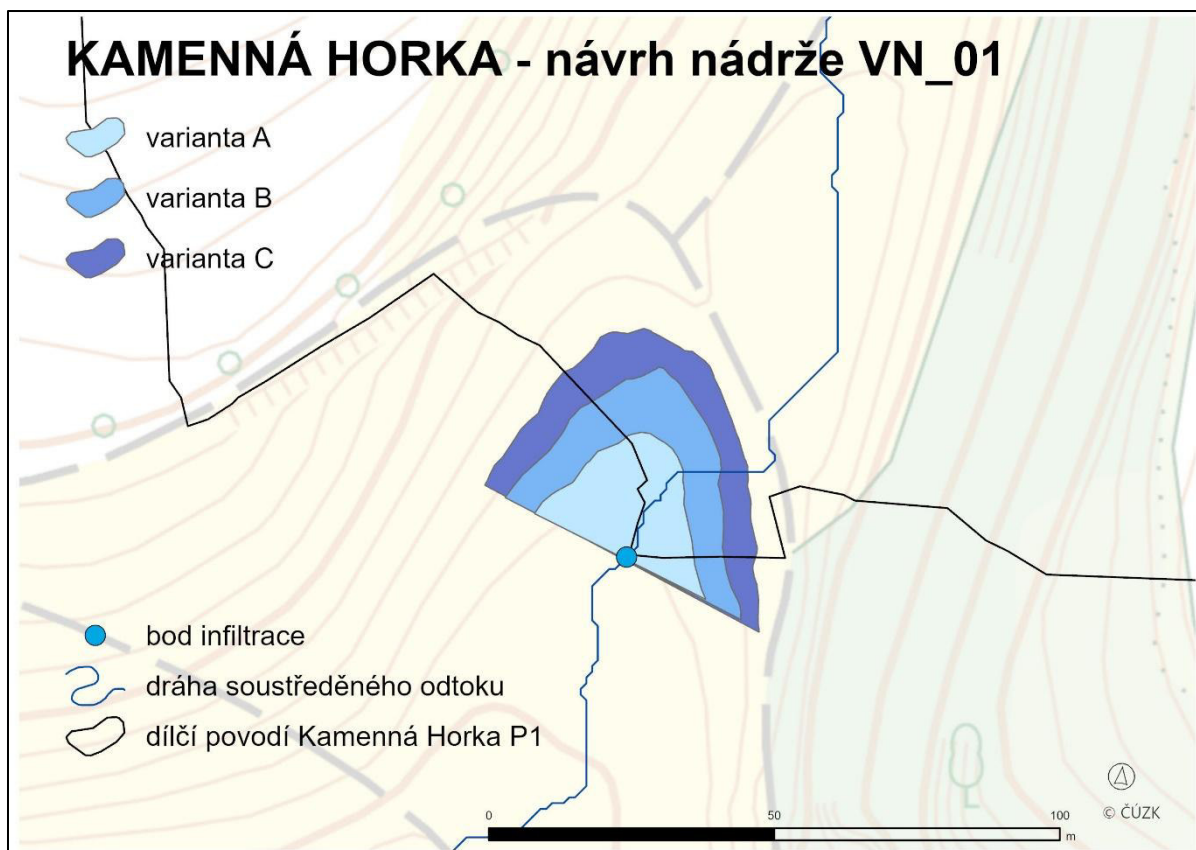
Lesnické práce – těžba dřeva, kalamitní těžba	ANO – omezení pro využití těžké techniky, limity pro těžbu dřeva, rychlá náprava kalamitní situace (polom)	ANO - bez omezení	ANO – omezení pro využití těžké techniky, limity pro těžbu dřeva, rychlá náprava kalamitní situace (polom)
Lesnické práce – konvenční výsadba za použití herbicidů	NE - vysoká pravděpodobnost průniku herbicidů do podzemních vod	ANO - bez omezení	NE - vysoká pravděpodobnost průniku herbicidů do podzemních vod
Ochrana přírody a krajiny – správa chráněných území	ANO – zákaz využití POR	ANO - bez omezení	ANO – zákaz využití POR
Ochrana přírody a krajiny – budování a správa systému ÚSES	ANO – zákaz využití POR	ANO - bez omezení	ANO – zákaz využití POR
Těžba surovin	NE – silné riziko kontaminace PZV, snížení dotování PZV snížením infiltrace srážkových vod	ANO – těžba je možná pouze s monitorovacím systémem, používání záchytných van, atd.	NE - riziko drenáže podzemních vod

Pozn.: PZV – podzemní voda; POR – přípravky na ochranu rostlin

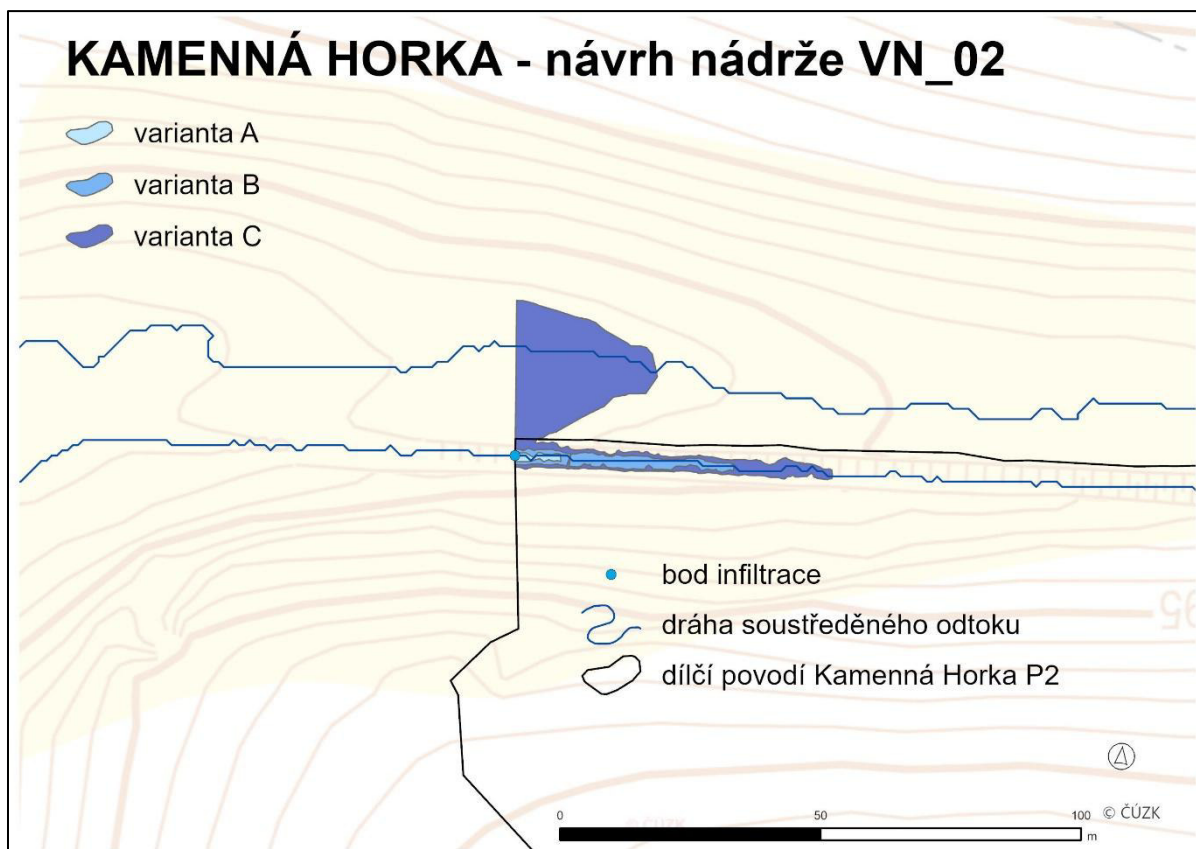
PŘÍLOHA Č. 2 – MODELOVÉ LOKALITY ZVÝŠENÍ INFILTRACE



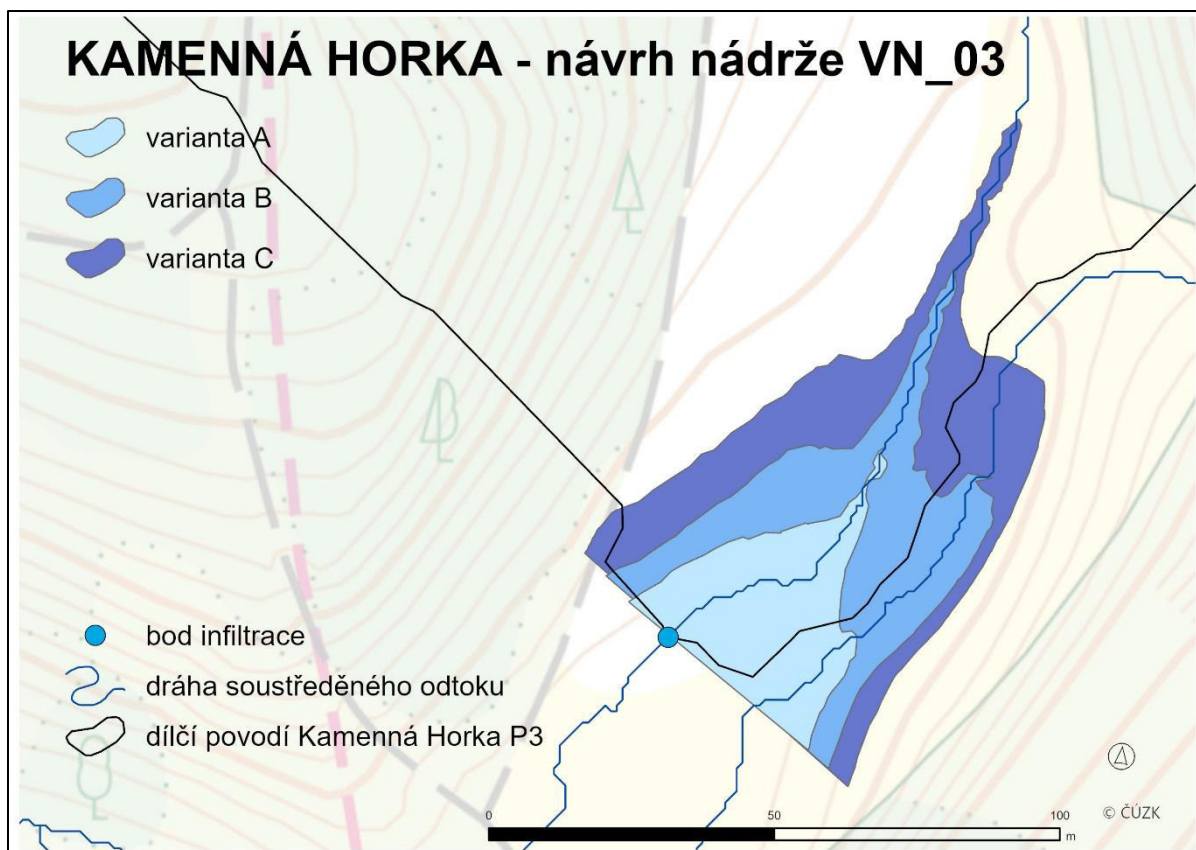
Obr. 15: Lokalita Banín – vodní nádrž VN_01.



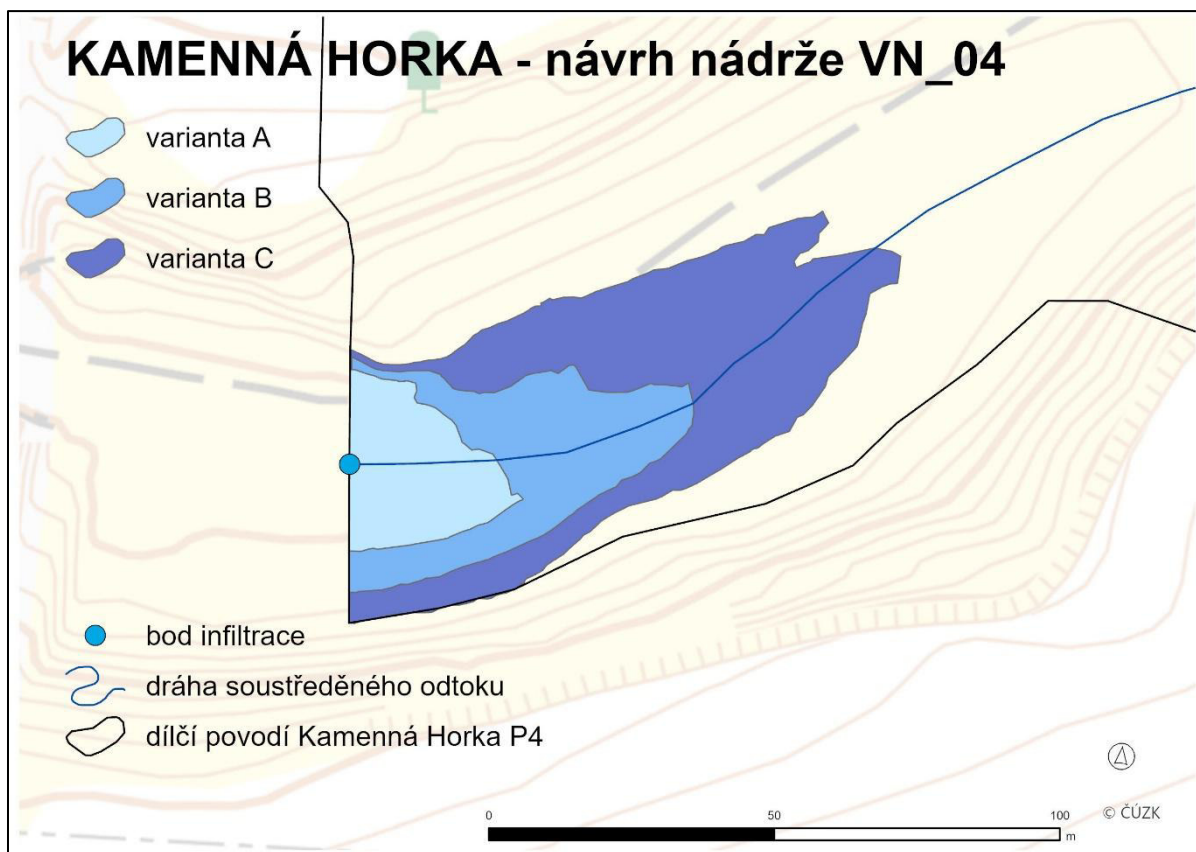
Obr. 16: Lokalita Kamenná Horka – vodní nádrž VN_01.



Obr. 17: Obr. 18: Lokalita Kamenná Horka – vodní nádrž VN_02.



Obr. 19: Lokalita Kamenná Horka – vodní nádrž VN_03.



Obr. 20: Obr. 21: Lokalita Kamenná Horka – vodní nádrž VN_04.

PŘÍLOHA Č. 3 – VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ ZADRŽENÍ VODY V KRAJINĚ

Výsledné hodnoty modelování pro lokalitu Banín

Parametry srážkových událostí	ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	Doba trvání (min)	15	31	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	120	120	120	120	120
	Srážkový úhrn (mm)	35,9	51,9	12,9	12,9	10,2	10,0	9,5	35,9	25,3	22,4	22,4	17,4	51,3	36,2	23,4	19,0	18,9	59,4	27,5	27,0	21,6	19,9	34,2	26,8	21,2	21,0	20,8
Odtok (bez nádrží)	Max. průtok (m³/s)	0,749	2,140	0,718	0,001	0,000	0,000	0,001	0,943	0,217	0,000	0,101	0,003	2,564	0,965	0,136	0,016	0,177	3,594	0,965	0,275	0,136	0,032	0,732	0,232	0,062	0,045	0,049
	Celkový objem odtoku (1000 m³)	12,058	34,695	9,179	0,001	0,001	0,001	0,001	12,058	2,771	0,001	1,288	0,033	33,043	12,398	1,741	0,205	0,223	47,720	12,398	3,531	1,741	0,441	10,102	2,205	0,829	0,762	0,697
Odtok (nádrž A)	Max. průtok (m³/s)	0,749	2,140	0,571	0,000	0,000	0,000	0,000	0,750	0,173	0,000	0,081	0,000	2,043	0,768	0,122	0,000	0,000	2,889	0,243	0,219	0,122	0,019	0,595	0,187	0,068	0,053	0,042
	Celkový objem odtoku (1000 m³)	11,823	34,460	8,944	0,000	0,000	0,000	0,000	11,823	2,536	0,000	1,052	0,000	32,808	12,162	1,505	0,000	0,000	47,485	3,992	3,296	1,505	0,206	9,764	1,637	0,594	0,527	0,462
Odtok (nádrž B)	Max. průtok (m³/s)	0,796	2,141	0,653	0,000	0,000	0,000	0,000	0,815	0,152	0,000	0,016	0,000	2,041	0,792	0,068	0,000	0,000	2,889	0,255	0,190	0,068	0,000	0,655	0,214	0,000	0,000	0,000
	Celkový objem odtoku (1000 m³)	10,932	33,569	8,055	0,000	0,000	0,000	0,000	10,932	1,645	0,000	0,162	0,000	31,917	11,272	0,615	0,000	0,000	46,594	3,101	2,405	0,615	0,000	8,873	0,744	0,000	0,000	0,000
Odtok (nádrž C)	Max. průtok (m³/s)	0,735	2,141	0,534	0,000	0,000	0,000	0,000	0,751	0,009	0,000	0,000	0,000	2,041	0,794	0,000	0,000	0,000	2,889	0,150	0,083	0,000	0,000	0,661	0,000	0,000	0,000	0,000
	Celkový objem odtoku (1000 m³)	9,382	32,019	6,503	0,000	0,000	0,000	0,000	9,382	0,095	0,000	0,000	0,000	30,367	9,721	0,000	0,000	0,000	45,044	1,550	0,855	0,000	0,000	7,322	0,000	0,000	0,000	0,000

Rozdíl hodnot celkového objemu odtoku mezi stavem „bez nádrží“ a variantou „s nádrží“

Odtok (nádrž A)	Snižení objemu odtoku (1000 m³)	0,235	0,235	0,235	0,001	0,001	0,001	0,001	0,235	0,235	0,001	0,235	0,033	0,235	0,235	0,235	0,205	0,223	0,235	8,406	0,235	0,235	0,235	0,338	0,568	0,235	0,235	0,235
	Snižení objemu odtoku (%)	1,9	0,7	2,6	100,0	100,0	100,0	100,0	1,9	8,5	100,0	18,3	100,0	0,7	1,9	13,5	100,0	100,0	0,5	67,8	6,7	13,5	53,3	3,3	25,8	28,4	30,9	33,7
Odtok (nádrž B)	Snižení objemu odtoku (1000 m³)	1,126	1,126	1,124	0,001	0,001	0,001	0,001	1,126	1,126	0,001	1,126	0,033	1,126	1,126	1,126	0,205	0,223	1,126	9,297	1,126	1,126	0,441	1,229	1,461	0,829	0,762	0,697
	Snižení objemu odtoku (%)	9,3	3,2	12,2	100,0	100,0	100,0	100,0	9,3	40,6	100,0	87,5	100,0	3,4	9,1	64,7	100,0	100,0	2,4	75,0	31,9	64,7	100,0	12,2	66,2	100,0	100,0	100,0
Odtok (nádrž C)	Snižení objemu odtoku (1000 m³)	2,676	2,676	2,676	0,001	0,001	0,001	0,001	2,676	2,676	0,001	1,288	0,033	2,676	2,676	1,741	0,205	0,223	2,676	10,847	2,676	1,741	0,441	2,780	2,205	0,829	0,762	0,697
	Snižení objemu odtoku (%)	22,2	7,7	29,2	100,0	100,0	100,0	100,0	22,2	96,6	100,0	100,0	100,0	8,1	21,6	100,0	100,0	100,0	5,6	87,5	75,8	100,0	100,0	27,5	100,0	100,0	100,0	100,0

Výsledné hodnoty modelování pro lokalitu Kamenná Horka

Parametry srážkových událostí	ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	Doba trvání (min)	15	31	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	30	30	30	30	30	60	60	60	60	60	120	120	120	120	120
	Srážkový úhrn (mm)	35,9	51,9	12,9	12,9	10,2	10,0	9,5	35,9	25,3	22,4	22,4	17,4	51,3	36,2	23,4	19,0	18,9	59,4	27,5	27,0	21,6	19,9	34,2	26,8	21,2	21,0	20,8
Odtok (bez nádrží)	Max. průtok (m³/s)	1,273	3,875	0,959	0,000	0,000	0,000	0,000	1,274	0,284	0,000	0,135	0,012	3,687	1,309	0,179	0,033	0,034	5,342	0,394	0,360	0,104	0,051	0,998	0,306	0,086	0,061	0,069
	Celkový objem odtoku (1000 m³)	15,372	48,249	11,501	0,000	0,000	0,000	0,000	15,372	3,274	0,000	1,511	0,137	45,764	15,836	2,035	0,361	0,381	68,402	5,088	4,215	1,159	0,609	12,727	2,510	1,005	0,934	0,867
Odtok (nádrže A)	Max. průtok (m³/s)	1,269	3,874	0,964	0,000	0,000	0,000	0,000	1,265	0,303	0,000	0,203	0,000	3,683	1,301	0,271	0,001	0,005	5,324	0,398	0,363	0,204	0,039	0,996	0,322	0,087	0,073	0,090
	Celkový objem odtoku (1000 m³)	14,959	47,801	11,146	0,000	0,000	0,000	0,000	14,959	2,920	0,000	1,157	0,000	45,316	15,411	1,681	0,007	0,027	67,954	4,734	3,861	0,804	0,254	12,363	2,143	0,651	0,580	0,512
Odtok (nádrže B)	Max. průtok (m³/s)	1,273	3,720	0,954	0,000	0,000	0,000	0,000	1,272	0,199	0,000	0,000	0,000	3,540	1,297	0,056	0,000	0,000	5,130	0,517	0,375	0,000	0,000	0,998	0,262	0,000	0,000	0,000
	Celkový objem odtoku (1000 m³)	13,664	46,162	9,851	0,000	0,000	0,000	0,000	13,664	1,625	0,000	0,000	0,000	43,677	14,116	0,386	0,000	0,000	66,316	3,439	2,565	0,000	0,000	11,068	0,834	0,000	0,000	0,000
Odtok (nádrže C)	Max. průtok (m³/s)	1,197	3,714	0,815	0,000	0,000	0,000	0,000	1,203	0,000	0,000	0,000	0,000	3,536	1,250	0,000	0,000	0,000	5,082	0,069	0,000	0,000	0,000	0,933	0,000	0,000	0,000	0,000
	Celkový objem odtoku (1000 m³)	10,791	42,692	6,978	0,000	0,000	0,000	0,000	10,791	0,000	0,000	0,000	0,000	40,207	11,243	0,000	0,000	0,000	62,845	0,566	0,000	0,000	0,000	8,195	0,000	0,000	0,000	0,000

Rozdíl hodnot celkového objemu odtoku mezi stavem "bez nádrží" a variantou "s nádrží"

Odtok (nádrže A)	Snižení objemu odtoku (1000 m³)	0,412	0,448	0,355	0,000	0,000	0,000	0,000	0,412	0,354	0,000	0,354	0,137	0,448	0,424	0,354	0,354	0,354	0,448	0,354	0,354	0,354	0,354	0,364	0,367	0,354	0,354	0,354
	Snižení objemu odtoku (%)	2,7	0,9	3,1	100,0	100,0	100,0	100,0	2,7	10,8	100,0	23,4	100,0	1,0	2,7	17,4	98,0	92,9	0,7	7,0	8,4	30,6	58,2	2,9	14,6	35,3	37,9	40,9
Odtok (nádrže B)	Snižení objemu odtoku (1000 m³)	1,707	2,087	1,650	0,000	0,000	0,000	0,000	1,707	1,650	0,000	1,511	0,137	2,087	1,720	1,650	0,361	0,381	2,087	1,650	1,650	1,159	0,609	1,659	1,676	1,005	0,934	0,867
	Snižení objemu odtoku (%)	11,1	4,3	14,3	100,0	100,0	100,0	100,0	11,1	50,4	100,0	100,0	100,0	4,6	10,9	81,1	100,0	100,0	3,1	32,4	39,1	100,0	100,0	13,0	66,8	100,0	100,0	100,0
Odtok (nádrže C)	Snižení objemu odtoku (1000 m³)	4,580	5,557	4,523	0,000	0,000	0,000	0,000	4,580	3,274	0,000	1,511	0,137	5,557	4,592	2,035	0,361	0,381	5,557	4,522	4,215	1,159	0,609	4,532	2,510	1,005	0,934	0,867
	Snižení objemu odtoku (%)	29,8	11,5	39,3	100,0	100,0	100,0	100,0	29,8	100,0	100,0	100,0	100,0	12,1	29,0	100,0	100,0	100,0	8,1	88,9	100,0	100,0	100,0	35,6	100,0	100,0	100,0	100,0