

Význam metod řízení dotace podzemních vod při budování nových jímacích objektů podzemní vody

RNDr. Josef Vojtěch Datel, Ph.D., Ing. Anna Hrabánková

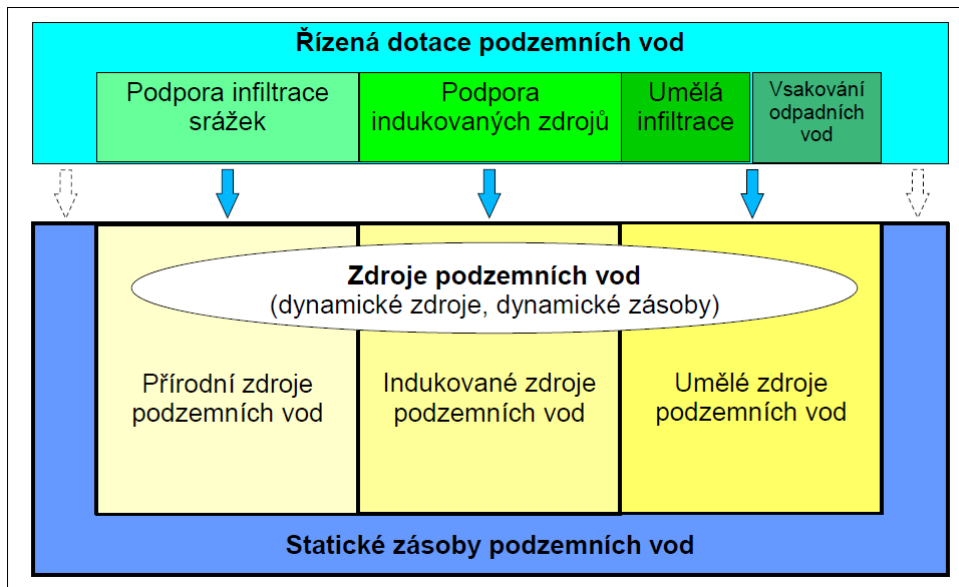
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6,
datel@vuv.cz

Úvod

Jako řízenou dotaci označujeme komplex různých metod, které slouží pro navyšování přírodních zdrojů (zásob) podzemní vody. Jejich účelem je nejčastěji podpora odběrů podzemní vody, jejich aplikace ale může sloužit i pro obecnou podporu celkového vodního režimu krajiny (v němž dostatek podzemní vody hraje klíčovou roli), může vhodně podpořit chráněná území přírody s vodními a na vodu vázanými ekosystémy (stabilizace mokřadů, pramenních společenstev apod.), dostatek podzemní vody v krajině vhodně podpoří i zachování minimálních průtoků v povrchových tocích v době sucha. Metody řízené dotace je tak vhodné podporovat z mnoha společensky důležitých příčin.

Podle celkového přístupu lze uvést zejména následující metody obohacování podzemních vod:

- a) Břehová infiltrace – doplňování (nasávání) vody z vodního toku nebo nádrže, pokud je studna v údolní nivě v blízkosti toku. Břehová infiltrace tak zvyšuje množství vody, které lze ze studny odebrat. Tento proces je vhodné podporovat tam, kde je dobrá kvalita vody v povrchovém toku
- b) Umělá infiltrace spočívá ve vybudování vhodných vsakovacích zařízení, kterými se povrchová voda vsakuje do horninového prostředí. Zdrojem takové vody může být srážková voda, dostatečně vodný povrchový tok, anebo jako dočasný zdroj i časově omezené povodňové průtoky. Vždy je třeba zvážit předčištění vody před vlastní infiltrací, aby se do podzemní vody nedostávaly znečišťující látky. Předpokladem tohoto řešení je dostatečně propustné a průtočné horninové prostředí.
- c) Zasakování vyčištěných odpadních vod. V současné době tento postup v ČR neumožňují platné předpisy, v zahraničí se však někde tyto metody zkoušejí a ověřují, a je pravděpodobné, že po vyřešení sporných aspektů (např. kvalita vyčištěné odpadní vody, zbytkové koncentrace některých mikropolutantů – pesticidy, léčiva, organochlorofluorované látky, mikroplasty aj.) bude možné tyto metody v některých lokalitách v budoucnu využít.
- d) Zasakování srážkové vody probíhá v současné době v masovém měřítku, na základě požadavku vsakování vod ze střech nových budov podle stavebních předpisů. Je možné zvážit i využití i dalších srážkových vod v území pro zasakování, aby volně nedotékaly z území, pokud nejsou znečištěny (čisté zpevněné plochy, zachycené vody z přívalových srážek aj.). Zásadní místo má podpora vsakování srážkové vody v infiltračních oblastech jímacích území i celých hydrogeologických struktur.



Obr. 1 Vztah zdrojů podzemní vody k metodám řízené dotace

Indukované (vyvolané) zdroje podzemních vod je množství vody, které přitéká do hydrogeologické struktury v důsledku tlakových změn vyvolaných umělým zásahem, který může být cílený nebo samovolný. Typickým příkladem indukovaného zdroje je břehová infiltrace. Vlivem odběru podzemní vody (a snížení její hladiny pod úroveň hladiny povrchového toku) v blízkosti povrchového toku se tok mění z efluentního na influentní, dochází k vyvolanému vsakování povrchové vody a jejímu proudění k odběrnému objektu. Indukované zdroje mohou vznikat i přetékáním podzemní vody z nadložních, podložních nebo sousedních kolektorů. Ne vždy jde o jev pozitivní (dopady na kvalitu jímání vody, dopady na jiné zdroje a průtočnost povrchových toků). Pro využití břehové infiltrace je zásadní vhodné situování jímacích objektů podporujících indukované zdroje podzemní vody (vzdálenost a směr od toku při respektování hydraulických a litologických variabilit prostředí fluvialních náplavů), a v některých případech i vhodná úprava koryt toků a dna nádrží, které jsou zdroji infiltrované vody.

Z hlediska technického řešení umělé infiltrace se můžeme setkat především s následujícími způsoby infiltrace:

- Infiltrace z povrchu terénu (rozliv na propustných půdách)
- Povrchové vsakovací objekty (infiltrační vany, rýhy a příkopy)
- Mělké podpovrchové vsakovací objekty (infiltrační jímky, drény a zářezy)
- Podzemní vsakovací objekty (infiltrační studny, vrty a šachtice)
- Vodní nádrže s vsakovacími prvky ve dně
- Speciální řešení mohou zahrnovat např. umělé hydrogeologické kolektory, podzemní stěny apod.

Důležitým dílčím aspektem je riziko kolmatace (postupné utěšňování vsakovacích prvků sedimenty a inkrusty vypadlými z infiltrované vody vlivem probíhajících geochemických a mikrobiologických procesů, zvláště v případě ne zcela optimální kvality vsakované vody).

Podpora přirozené infiltrace do podzemních vod znamená opatření zasakování povrchových a srážkových vod, v místech s vhodnými přírodními poměry (dobrá propustnost půd a hornin, vyšší úhrny

srážek, průtoky na tocích aj.). Speciální pozornost by měla být zaměřena na infiltrační území hydrogeologické struktury nebo vodárenského jímacího území, kde se rozhoduje o tvorbě a množství podzemní vody. Infiltrační území si zaslouží ochranu před aktivitami s negativními dopady na tento proces (zástavba, těžba surovin, podzemní stavby, odvodňování, skládky odpadů, znečišťování apod.). Podpora infiltrace srážek je součástí zadržení vody v krajině (blíže viz Katalog přírodě blízkých opatření k zadržení vody v krajině na www.suchovkrajine.cz) a také součástí opatření k eliminaci dopadů hydrologických extrémů (sucho, povodně, přívalové srážky).

Historie využití umělé infiltrace v ČR i v zahraničí

V Evropě byly praktické zkušenosti, ale i teoretické poznatky publikovány ve druhé polovině 19. století (Essen, 1864, Göteborg, 1897). Nejvíce se umělá infiltrace používala a dodnes používá v Německu, dále pak ve Švédsku a Švýcarsku, Holandsku a USA. Teoretické základy tomuto způsobu využívání podzemní vody položil Thiem vypracováním teorie břehové infiltrace již v roce 1877. Na základě jeho teorie byly navrhovány studňové řady v potřebné vzdálenosti od řeky tak, aby bylo dosaženo dostatečného množství jímané vody, ale i dostatečná doba jejího zdržení při průsaku v podzemí, která byla tehdy stanovena na 15 dnů.

Z evropských států doznala největšího uplatnění umělá infiltrace zejména v Německu, kde je vybudována řada zařízení, které se velmi dobře osvědčily v dlouhodobém provozu. Podstatnou část vody pro svoji potřebu tak získávají z větších měst Düsseldorf, Basen, Wiesbaden, Frankfurt, Krefelt a řada zařízení v údolí řeky Ruhr, např. Essen aj. Dalšími zeměmi, kde je umělá infiltrace velmi rozšířená, je Švédsko a Švýcarsko. Ve Švédsku je v současné době 14 významnějších vodáren využívajících umělou infiltraci a celkovou kapacitou zhruba 2,5 m³/s, ve Švýcarsku 12 vodáren s umělou infiltrací produkuje 6,6 m³/s kvalitní pitné vody. Značně rozšířena jsou zařízení pro umělou infiltraci i v Holandsku, kde je takto získáváno téměř 6 m³/s. V této zemi je však umělá infiltrace využívána též pro ochranu podzemní vody před vnikáním mořské vody do pevniny. Pomocí systému umělé dotace svrchních zvodněných vrstev je mořská voda již ve vzdálenosti 500 m od pobřeží zatlačena do hloubky 30–50 m. To umožňuje využívat podzemní vodu i v pobřežních oblastech nejen pro zásobování obyvatelstva, ale i pro závlahy. Je však třeba podotknout, že jsou k tomu využívány značnou měrou závlahové kanály na dunových píscích.

Podobného způsobu technického využití umělého zasakování povrchových vod se používá např. v Jižní Kalifornii, kde systém přítoků a přirozených i umělých nádrží umožňuje infiltraci přívalových vod horských toků. Zvětšenou zásobou podzemních vod je pak zavlažováno na 50 tis. ha zemědělských pozemků. Podobně jako v Holandsku je i na pobřeží u Los Angeles užitá umělá infiltrace k vytvoření předělu podzemní vody bránícímu zasolování pobřeží vnikající mořskou vodou po předchozím nadměrném snížení hladiny podzemních vod.

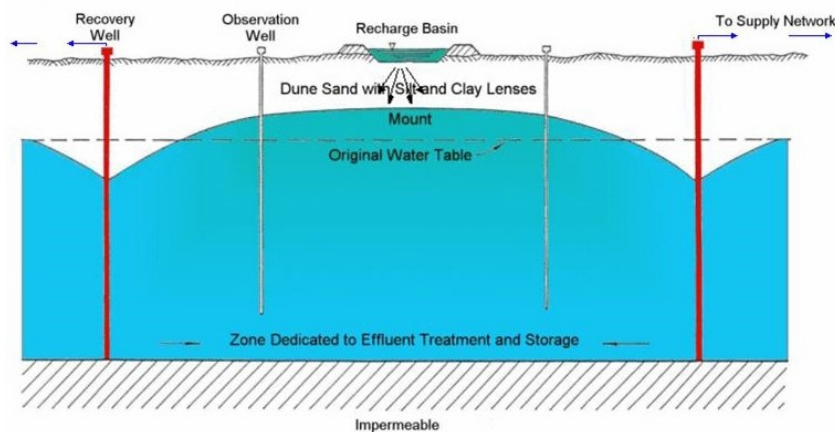
Zajímavý je vývoj technického uspořádání umělých infiltrací s ohledem na změny jakosti povrchové (surové) vody. První zařízení pro umělou infiltraci nevyžadovala kromě mechanického usazování žádnou další úpravu surové vody. Byla budována v příznivých hydrogeologických podmínkách v podstatě jako náhrada pomalé filtrace. Vzhledem k malému znečištění povrchových vod tehdy především organickými látkami, byla postačující i malá doba zdržení infiltrující vody mezi vsakovacím a jímacím zařízením. Ostatně při malých specifických potřebách obyvatel byla většinou zcela postačující

břehová infiltrace a dobou zdržení podzemní vody do 10 dnů. Se vzrůstem potřeby vody pro zásobování a prakticky současně probíhajícím růstem znečištění povrchových toků bylo většinou nezbytné zařadit před vlastní infiltraci stupeň před úpravy surové vody.

Zhruba až do 50. let to byla rychlofiltrace a předcházejícími sedimentačními nádržemi. V poslední době, kdy došlo k významnému nárůstu chemického znečištění povrchových toků, se ukázala i opatření na ochranu jakosti vody v tocích jako nedostatečně účinná. Proto byla v zemích s významným užíváním umělých infiltrací před vlastní vsakování předřazena fakticky úplná úprava surové vody. Jako příklad můžeme uvést umělou infiltraci ve Wiesbadenu. Zatímco v 50. letech byl jako stupeň před úpravy využíván pouze proces rychlofiltrace, je v současné době uplatňován následující technologický postup. Po odběru vody z Rýna projde voda usazovacími nádržemi, kde se zachytí hrubší splaveniny. Poté je přetokem po kaskádě stupínků provzdušněna a zavedena do zásobních nádrží. Za nimi je dávkován chlorid železitý spolu s práškovým aktivním uhlím. Následuje flotace, po které jsou zařazeny pískové rychlofiltry. Po rychlofiltraci následuje vlastní proces infiltrace, při níž je doba zdržení 50–60 dnů. Jímaná voda je opět provzdušněna, projde pomalými pískovými filtry a teprve poté, po následném chlorování, je přiváděna do spotřebišť.

Dalším obecným poznatkem z provozovaných umělých infiltrací je důraz na funkci filtrační blány na dně vsakovacích nádrží. Poměrně časté je uspořádání se dvěma bezprostředně sousedícími řadami vsakovacích nádrží, z nichž jedna je v provozu, druhá se nechává vyschnout k procesu přirozené regenerace jejího dna. V oblastech, kde je dno vsakovacích nádrží značně propustné, bývá užíváno přidávání jílovité suspenze do surové vody, aby se rychleji vytvořila méně propustná vrstvička, umožňující následně rychlejší vytvoření převážně biologické kolmatační blány. Tento způsob je užíván v Izraeli a Holandsku. Poměrně často je umělá infiltrace navržena tak, že pod dnem vsakovacích nádrží je počítáno s vytvořením nesaturované zóny, tj. dochází k nespojitému průsaku, při němž je zajištěn delší styk infiltrující vody s provzdušeným prostředím.

V poslední době zažívá umělá infiltrace v celosvětovém měřítku značnou renesanci, na níž se aktivně podílí i vědecká asociace hydrologů IAHS (International Association of Hydrological Sciences) a hydrogeologů IAH (International Association of Hydrogeologists). Tyto organizace ve spolupráci s UNESCO iniciovaly odbornou kampaň ke zlepšení hospodaření s podzemní vodou na základě řízené dotace kolektorů podzemních vod (MAR – Management of Aquifer Recharge).



Obr. 2 Největší rozšíření recyklace vyčištěné odpadní vody formou umělé infiltrace je v Izraeli, lokality Soreq a Yavne u Tel Avivu.

Tvorba **indukovaných zdrojů** o větší kapacitě je většinou založena na uplatnění tzv. břehové infiltrace a podmíněna existencí dobře propustných přiměřeně rozsáhlých hydrogeologických kolektorů v blízkosti vodního toku či nádrže povrchových vod a vzájemnou hydraulickou spojitostí povrchových a podzemních vod. Velikost vytvářených indukovaných zdrojů pak v první řadě odráží transmisivitu kolektoru, umožňující situování jímacích objektů o potřebné vydatnosti a současně dostatečný průtok od zdrojů povrchových vod k jímacím objektům. Dále je nezbytný dostatečný průtok v povrchovém toku či objem vody v nádrži, aby při vodárenském provozu nedošlo k podstatnému omezení povrchového průtoku pod ekologicky přípustnou míru či dokonce k vysušení povrchového zdroje. V tomto směru jsou pro využívání zvláště příznivé vodní toky s dostatečně rozsáhlým povodím, v pánevních územích zejména tranzitní toky, pramenící v okolních územích.

Kromě poskytnutí dostatečného množství takto získávané vody se v případě břehové infiltrace očekává také získání její zlepšené kvality ve srovnání s povrchovou vodou. V tomto směru je proto důležitá také vhodná kvalita povrchové vody: i když hydrogeologický kolektor obvykle kvalitu původních vod významně zlepší, některé konzervativní kontaminanty mohou v jímané vodě přetrvávat. Pro volbu vzdálenosti jímacích objektů od zdroje povrchové vody platí při srovnatelné transmisivitě a propustnosti v zásadě nepřímá závislost: čím jsou jímací objekty blíže zdrojům povrchové vody (břehu řeky či nádrže), tím je možné při vytvoření většího hydraulického gradientu mezi hladinou povrchové

vody a čerpáním sníženou hladinou využívané zvodně dosáhnout větší vydatnosti; naopak pro získání jakostní vody je často žádoucí umístění jímacích objektů ve větší vzdálenosti od povrchového zdroje.

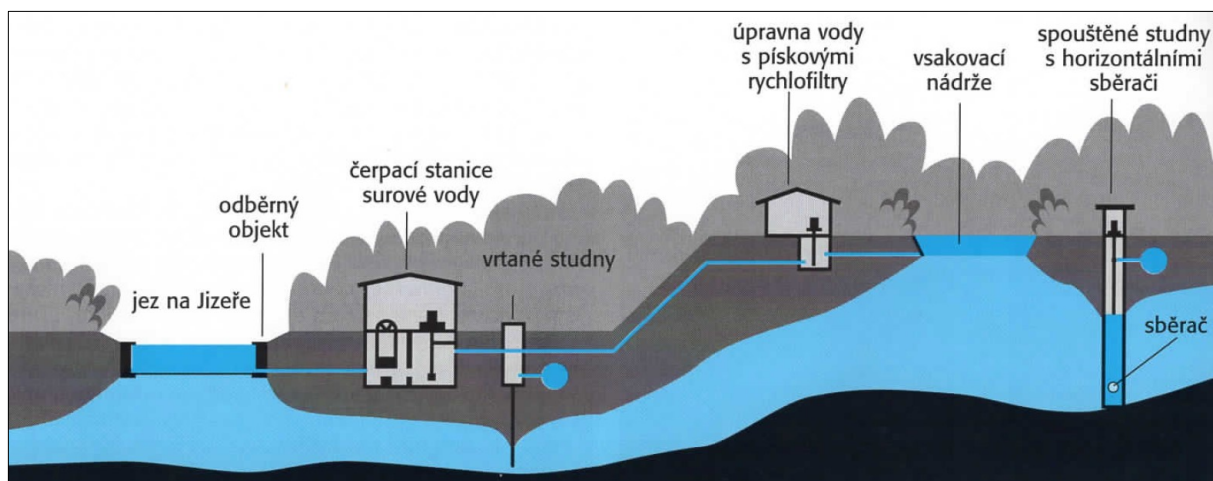
Množství infiltrované vody může být podstatně omezeno vytvářením kolmační vrstvy na dně povrchového toku či nádrže, především v závislosti na čistotě povrchové vody a hydraulických podmínkách v samotném toku. Pak je třeba brát v úvahu, že při větších odběrech z vrtů v blízkosti vodního toku se piezometrická deprese může šířit kolektorem i za vodní tok, jak bylo zjištěno v některých případech u nás.

Při tvorbě **umělých zdrojů** podzemních vod se uplatňují mnohé principy, shodné s podmínkami při vytváření indukovaných zdrojů. Jedná se zejména o přítomnost dobře propustného, dostatečně mocného a přiměřeně rozsáhlého hydrogeologického kolektoru a potřebného množství povrchové vody vhodné kvality. Podstatný rozdíl oproti zařízením využívajícím břehové infiltrace spočívá ve skutečnosti, že umístění systémů pro tvorbu umělých zdrojů není jednoznačně vázáno na blízkost zdroje povrchové vody a přímou návaznost jímacích objektů a příslušných kolektorů na tyto zdroje (řeky, nádrže), ale může být i ve větší vzdálenosti od těchto zdrojů, v závislosti na přítomnosti vhodných kolektorů a ekonomických podmínkách. Tak volba infiltračních systémů není zcela závislá na přírodních poměrech, ač i zde samozřejmě v mezích daných hydrogeologickými poměry.

S ohledem na podmínky vzniku a charakter umělé infiltrace a možnosti získávání zdrojů vody k pokrytí potřeb člověka, při zachování přijatelných a udržitelných ekologických poměrů, lze vymezit tři odlišné základní okruhy činností, kterými by se budoucí aplikace měly zabývat:

- a) Umělá infiltrace včetně břehové infiltrace, tj. tvorba umělých a indukovaných zdrojů podzemní vody pro zajištění vodovodního zásobování větších odběratelů. Hlavním cílem bude výběr území hydrogeologicky příznivých a jejich všestranné zhodnocení, včetně zajištění dostatečného množství vody pro uvedené procesy.
- b) Způsoby zajištění zdrojů vody pro zemědělské, většinou velkoplošné zavlažování. Vzhledem k obvykle rovinatému terénu našich nejurodnějších území, časté blízkosti povrchových toků a relativně nižším nárokům na kvalitu používané vody by měl být upřednostňován odběr povrchové vody, v případě potřeby po jejím předčištění. Další možnost nabízí použití vhodných předčištěných odpadních vod. Významným bodem tohoto okruhu činnosti by měl být návrh a prosazení efektivních způsobů a technologií zavlažování, zejména kořenového, tj. bodového zavlažování všude tam, kde to bude možné.
- c) Specifickým okruhem je využití metod řízené dotace v urbanizovaných a industrializovaných územích, jako cílené opatření proti dopadům sucha v zastavěných oblastech (včetně podpory studní individuálního zásobování v obcích).

V České republice i nadále zůstává jako jediný větší provozovaný zdroj pitné vody využívající umělou infiltraci Káraný, v malém měřítku je technologie realizována v jímacím území Ivančice (ale není v běžném provozu). Na několika dalších lokalitách probíhají výzkumné a ověřovací práce. Princip břehové infiltrace využívá nespočet vodárenských zdrojů umístěných ve fluvialních náplavech v blízkosti vodních toků a nádrží, většinou jde ale o neřízený, samovolný proces.



Obr. 3 Schéma technologie umělé infiltrace v jímacím území Káraný

Mapa vhodnosti území ČR k řízené dotaci podzemních vod

Jednou ze stěžejních částí projektu podpořeného Technologickou agenturou ČR SS01010208 „Řízená dotace podzemních vod jako nástroj k omezení dopadů sucha v ČR“ je sestavení mapy vhodnosti území pro řízenou dotaci podzemních vod v rámci ČR, v podrobnosti měřítka 1: 50 000.

Při tvorbě mapy vhodnosti území pro řízenou dotaci bylo využito především pokladových vrstev Syntetické mapy zranitelnosti podzemních vod (Novák et al. 2012, Hartlová, Novotná et al. 2015). Pro tuto mapu byly pro celé území ČR stanovené relativní zranitelnosti z mnoha hledisek, mimo jiné podle:

- charakteru horninového prostředí
- charakteru oběhu podzemní vody
- transmisivity (průtočnosti) kolektoru

Kombinací těchto podkladových vrstev, které byly částečně doplněny a upraveny, vznikla výsledná mapa vhodnosti území ČR k řízené dotaci podzemních vod (obr. 4). Mapa je k dispozici v mapové prohlížečce na webu www.suchovkrajine.cz.

Mapa rozděluje území ČR do celkem 4 kategorií relativní vhodnosti území pro řízenou dotaci, a každá kategorie je dále členěna na 3 podkategorie, celkem jde tedy o 12 skupin z hlediska geologických a hydrogeologických poměrů. Kategorie 1 zahrnuje území, kde by bylo možné realizovat velké projekty s infiltrací vody v řádu desítek l/s (případně i více). Kategorie 2 znamená území vhodné pro střední rozsah projektů řízené dotace s velikostí infiltrace v řádu jednotek l/s. Kategorie 3 pak znamená území s malou vhodností pro metody řízené dotace, a pokud se zde budou realizovat, půjde vesměs o drobné lokální projekty s infiltrací vody v řádu desetin l/s.

Přehled kategorií a podkategorií zobrazených v mapě:

Kategorie 1 – území vhodné pro vsakování vody regionálního významu (v množství desítek l/s)

- 1a. území s vysokou propustností i průtočností hornin (tmavomodrá)
- 1b. území s vysokou propustností a střední průtočností hornin (středně modrá)
- 1c. území se střední propustností a vysokou průtočností hornin (světle modrá)

Kategorie 2 - území vhodná pro vsakování vody oblastního významu (v množství jednotek l/s)

2a. území se střední propustností a střední průtočností hornin (tmavozelená)

2b. území s vysokou propustností a nízkou průtočností (středně zelená)

2c. území s nízkou propustností a vysokou průtočností (světle zelená)

Kategorie 3 – území vhodná pro vsakování vody lokálního významu (v množství maximálně desetin l/s)

3a. území se střední propustností a nízkou průtočností hornin (hnědá)

3b. území s nízkou propustností a střední průtočností hornin (béžová)

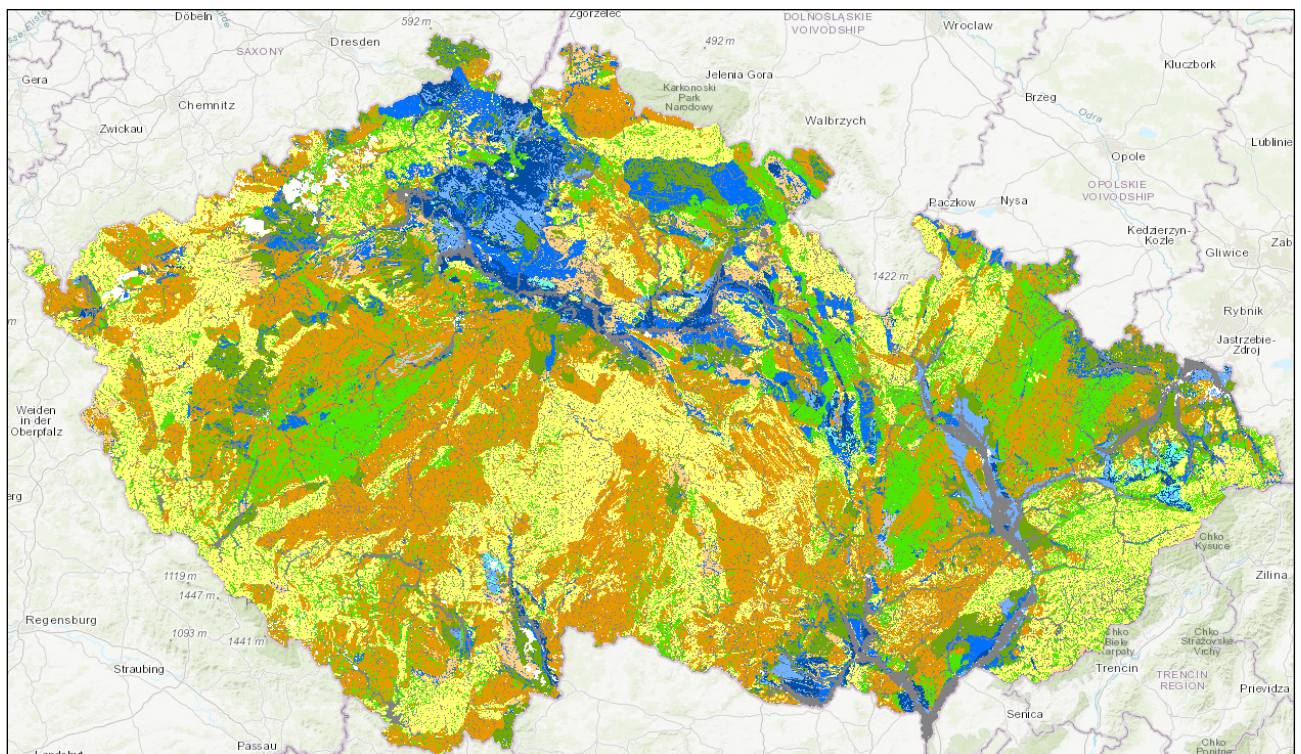
3c. území s nízkou propustností a nízkou průtočností hornin (žlutá)

Kategorie 4 – ostatní území (záměry řízené dotace zde potřebují podrobné posouzení)

4a. území potenciálně významné pro řízenou dotaci (zvláště technologii břehové infiltrace), rizikovým faktorem je ale povodňové riziko (území 100letých záplav), jde vesměs o údolní nivy vodních toků (tmavošedohnědá).

4b. území problematické z důvodu výskytu krasové propustnosti. Podkategorie vznikla z ploch vápenců v krasových v krasových oblastech (Český kras, Moravský kras, Mladečský kras) a větších výskytů krystalických vápenců (mramorů) v jiných oblastech (jižní Čechy, Vysočina, Jeseníky, Krkonoše aj.). Vsakování je v těchto územích většinou velmi dobře možné, horninové prostředí ale nemusí mít potřebné filtrační a čistící schopnosti, je zde proto potřeba zvýšené kvality vsakované vody (středně šedá).

4c. ostatní nehodnocené území – území postižené důlní činností, území s výskytem rašeliny, slatiny, intenzívně zastavěná území. Tato území jsou nevhodná pro metody řízené dotace (bílé).



Obr. 4 Vytvořená mapa vhodnosti území pro řízenou dotaci podzemních vod (www.suchovkrajine.cz)

Z výše uvedeného vyplývá, že území nejvhodnější pro metody řízené dotace má různé modré odstíny, území středně vhodná má odstíny zelené barvy, a nejméně vhodná území jsou zbarvena hnědě, béžově, a žlutě. Nejvhodnějším územím pro aplikaci řízené dotace je tak podkategorie 1a – tmavomodré plochy, a naopak území se žlutou barvou se jeví jako nejméně vhodná (podkategorie 3c). Pokud zvažovaná plocha pro záměr řízené dotace spadá do šedých a bílých ploch kategorie 4, záměr není předem vyloučen, je ale nutné očekávat různé komplikující faktory, které je nutné předem důkladně zhodnotit.

Doprovodné údaje mapy

Mapová prohlížečka umožňuje zobrazit vrstvy s doplňujícími údaji, které jednak usnadňují orientaci v mapě, a jednak uvádějí různé informace, které mohou omezovat, limitovat či podmiňovat použití metod řízené dotace. Data byla převzata z databází HEIS VÚV TGM, ČGS a AOPK, ve formě odkazů pak i ČHMÚ. Dále uvádíme tyto doprovodné informace ve struktuře, jak je ukazuje seznam vrstev v pravé části prohlížečky, a které si uživatel může zapínat a vypínat podle své volby:

- **Ochranná pásma:**

- ochranná pásma vodních zdrojů (vodorovná oranžová šrafa)
- ochranná pásma vodárenských nádrží (světle zelená šikmá šrafa)
- ochranná pásma přírodních léčivých zdrojů a přírodních minerálních vod (fialová vodorovná šrafa)

V ochranných pásmech je třeba respektovat stanovené podmínky ochrany vodního zdroje. Aplikace metod řízené dotace nesmí chráněný zdroj ohrozit po stránce množství ani kvality vody.

- Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV) (tmavozelená šikmá šrafa)
V území uvnitř CHOPAV je podpora metod řízené dotace velmi vítaná a měla by být preferována a podpořena.

- **Vodstvo:**

- odběry a vypouštění
 - odběr povrchové vody (světle modré trojúhelníky)
 - odběr podzemní vody (tmavomodré trojúhelníky)
Řízená dotace nesmí ohrozit odběr povrchových ani podzemních vod po stránce množství ani kvality. Někdy ale může být plánována přímo na podporu realizovaného odběru podzemní vody.
 - vypouštění do povrchových vod (světle zelené trojúhelníky)
 - vypouštění do podzemních vod (tmavozelené trojúhelníky)
Místa vypouštění přečištěných odpadních vod mohou ukazovat na potenciálně lokálně zhoršenou kvalitu vody, což může být překážkou jejího využití pro infiltraci.
- vodní tok (sít vodních toků)
Pro orientaci v území lze často využít hydrografickou síť vodních toků, které jsou zobrazeny ve škále od nejmenších (nejtenčí modré linie) po největší (nejsilnější modré linie).
- povodí III. řádu
Červenou linií jsou ohraničena povodí významnějších toků III. řádu.
- hydrogeologické rajony základní vrstvy

Pro orientaci, ve kterém hydrogeologickém rajonu se nacházíme, lze v mapě zapnout hranice hydrogeologických rajonů základní vrstvy (hnědé linie)

- hydrogeologické rajony svrchní vrstvy

Pro orientaci, ve kterém hydrogeologickém rajonu se nacházíme, lze v mapě zapnout hranice hydrogeologických rajonů svrchní vrstvy (vodorovná zelená šrafa)

- **Správní hranice**

- obec s rozšířenou působností ORP (zelená linie)
- katastrální území (fialová linie)

Vedení správních hranic je důležité pro vymezení zájmového území, např. pro obec.

- **Chráněná území** (open data AOPK)

- Velkoplošná zvláště chráněná území (NP, CHKO a jejich ochranná pásma)
- Maloplošná zvláště chráněná území (NPR, NPP, PR, PP)
- Památné stromy
- Evropsky významné lokality
- Ptačí oblasti
- Geoparky
- Mokřady Ramsarské úmluvy
- Biotopy zvláště chráněných druhů velkých savců

Chráněná území přírody podle databáze AOPK. Záměr řízené dotace podzemních vod nesmí nijak ohrozit stanovené chráněné zájmy přírodního prostředí. Někdy ale může být plánována přímo na podporu chráněného přírodního zájmu, např. udržení a stabilizaci vodních nebo na vodu vázaných ekosystémů.

- **Důlní díla** (open data ČGS)

- **Poddolovaná území** (open data ČGS)

Důlní díla a poddolovaná území jsou potenciálním rizikovým faktorem, infiltrovaná voda může být odváděna neznámým směrem, může se objevit v neočekávaných místech, může zhoršovat technický stav důlních děl, způsobovat poklesy terénu atd. Realizace technologií řízené dotace v takových územích si vyžaduje podrobné posouzení situace a hrozících rizik.

- **Svahové nestability** (open data ČGS)

- mapované nestability bodové
- mapované nestability liniové
- nestability plošné

Území se svahovými nestabilitami (sesuvy, skalní řízení aj.) je rizikové pro aplikaci technologií infiltrace vody. Zvýšení množství podzemní vody může aktivovat tyto pohyby a ohrozit stabilitu svahů a budov. Realizace technologií řízené dotace v takových územích si vyžaduje podrobné posouzení situace a hrozících rizik.

- **Řízená dotace**

Hlavní mapa tohoto portálu – mapa vhodnosti území ČR k řízené dotaci podzemních vod

- Záplavová území v rozsahu 100leté vody zobrazuje podkategorie 4a této mapy (tmavošedohnědá). Případné umístění technologií řízené dotace v tomto území je podmíněno jejich zabezpečením před povodňovými riziky.

- **Přirozená infiltrace**

Doplňující mapa zobrazující území, kde probíhá přirozená infiltrace srážek, která je významnější pro doplňování přírodních zdrojů podzemních vod (zeleně), v nevybarvené části území je infiltrace srážek méně významná pro doplňování podzemních vod. Jde o dílčí doplňkovou informaci,

především z hlediska podpory zadržení srážkové vody v krajině a její infiltrace pod povrch území metodami přírodě blízkými.

- **Srážkové úhrny**

- Dlouhodobý srážkový úhrn 1981-2010
- Dlouhodobý srážkový úhrn 1991-2020

Dlouhodobé srážkové úhrny představují doplňující informaci o velikosti srážek v daném území, a tedy i velikosti celkového odtoku, jehož část je spotřebována na infiltraci do podzemních vod.

- **Monitorovací síť ČHMÚ** (odkazy na web ČHMÚ v ikoně *i* v levém horním rohu obrazovky)

- Monitoring kvality povrchových vod
- Monitoring průtoků na povrchových tocích

Z monitoringu ČHMÚ lze získat dílčí informace o kvalitě a množství povrchových vod, důležité pro úvahy o jejich využití pro infiltraci do podzemních vod. Z časových řad sledovaných parametrů lze zjistit průměrné hodnoty i meze kolísání kvalitativních ukazatelů i průtoků (min-max. hodnoty).

- **Podkladová topografická mapa**

Mapová prohlížečka má přednastavenou standardní topografickou mapu jako hlavní podklad nutný pro orientaci v ploše území. Za tím účelem je hlavní mapa vhodnosti území pro řízenou dotaci částečně zprůhledněna. Z galerie podkladových map (čtvercová ikona v modré liště vpravo nahoře) však umožňuje volit z deseti různých podkladových map podle vlastního výběru.

Při studiu mapy lze vhodně využívat i mapu lokalit řízené dotace a mapu zranitelnosti kvantity podzemní vody k suchu (ČGS), která se nachází ve stejné záložce Řízená dotace podzemních vod na webu suchovkrajine.cz. Syntéza dostupných poznatků směřuje k tomu, aby uživatel měl následující informace nezbytné k úvodnímu rozhodovacímu procesu:

- Rozdělení území podle vhodnosti aplikace metod řízené dotace podzemních vod
- Území a místa s dalšími zájmy a riziky
- Území se zvýšenou zranitelností kvantity podzemních vod (území s vyšším rizikem dopadů sucha na podzemní vody)
- Lokality s informacemi o dosavadních realizovaných průzkumech nebo využití metod řízené dotace.

Rozhodovací proces

Hlavním účelem předložené mapy je rámcově zhodnotit potenciál zájmového území z hlediska přírodních podmínek pro realizaci metod řízené dotace podzemních vod. Mapa je zpracována v měřítku 1:50 000, umožňuje tedy dobře získat přehlednou představu o situaci v rámci katastru obce nebo hydrologického povodí. Pro konkrétní technické řešení na vybraných pozemcích ale musí vždy proběhnout podrobný hydrogeologický a stavební průzkum, který definuje parametry území v mnohem podrobnějším měřítku a určí i konkrétní technické řešení infiltrace.

O tom, zda je v konkrétním území vhodná aplikace některé z metod řízené dotace, je třeba rozhodnout na základě podrobného průzkumu a se zahrnutím všech potřebných informací. Především je třeba vyřešit následující okruhy:

- Jaký je hlavní cíl a vedlejší efekty (ty mohou být kladné i záporné) aplikace metod řízené dotace v konkrétní lokalitě, čeho je možné řízenou dotací v daném místě dosáhnout?
- Jaký zdroj vody pro metody řízené dotace je v místě k dispozici (kvalita, množství, stálost v čase)?
- Hodnocení lokality z hlediska přírodních poměrů (komplexní posouzení území – hydrologické, hydrochemické, hydrogeologické, pedologické, geologické a další aspekty, na jejichž základě formulován konceptuální model řízené dotace. Ten je obvykle (s výjimkou drobných lokálních záměrů) ještě ověřován matematickým modelem proudění podzemních vod.
- Volba technického řešení vsakovacích prvků. Správný výběr vsakovacích objektů (včetně souvisejících zařízení a armatur) je základem úspěšného řešení řízené dotace.
- Respektování legislativních aspektů řízené dotace – vlastní realizace je poměrně složitý proces, v němž se propojují oblasti vodního práva, stavebního práva, geologických předpisů, ochrany přírody, a vlastnických zájmů. Příprava a realizace technologie řízené dotace je tedy obvykle dlouhodobý a administrativně náročný proces.

Srovnání zahraničních a českých přístupů a trendů

Ze studia podkladů pro zhodnocení současného světového trendu při užívání umělých infiltrací lze konstatovat, že v evropských hospodářsky vyspělých státech se klade priorita v zásobování obyvatelstva pitnou vodou na podzemní zdroje. V Německu je z celkových vodárenských odběrů kryto 69 % ze zdrojů podzemní vody, 11 % břehovou infiltrací, 9 % umělou infiltrací, 6 % spotřeby je odebíráno z přehrad, 3 z jezer a 2 % z řek. Započítáme-li břehovou a umělou infiltraci ke zdrojům podzemní vody, dojdeme k číslu téměř 90 % podzemních zdrojů z celkových vodárenských odběrů. Způsob hospodářského využití v Německu je plně srovnatelný s našimi podmínkami. Pro zásobování vodou tam byly vytčeny následující hlavní zásady:

- bezpečná redukce specifických znečišťujících substancí, zejména kovů a organohalogenů,
- ekonomické odstranění tradičního znečištění jako jsou organické látky, amonium a patogenní bakterie,
- dobrá adaptibilita na kolísání jakosti surové vody,
- malá citlivost na náhlé změny ve spotřebě vody,
- proces úpravy a využívání nesmí narušovat životní prostředí z hlediska vytváření nežádoucích vedlejších produktů, přetrvávání zbytkových chemikálií ve vodě, malá spotřeba energie.

Těmto požadavkům nejlépe odpovídají zdroje podzemní vody, kde se počítá s rozšířením podílu umělé a břehové infiltrace. Z příkladu umělé infiltrace z Wiesbadenu je zřejmé, že technické uspořádání umělé infiltrace by mělo zajistit minimální ztráty infiltrované vody. Navrhované systémy jsou proto vesměs hydraulicky uzavřené. Ale např. v Nizozemsku fungují systémy ne zcela hydraulicky uzavřené (např. zasakování do písečných dun s dobou zdržení 100-200 dnů), záleží na místních podmínkách a dostatku vody pro infiltraci.

V poslední době zažívá umělá infiltrace v celosvětovém měřítku značnou renesanci. Řízenou umělou infiltraci však již nemůžeme chápat jen jako postup, při kterém „ukládám“ vodu pro její pozdější využití.

Jedná se o technologii, která může řešit celou řadu vodohospodářských i ekologických otázek a ve svém konečném důsledku i národohospodářské a ekonomické problémy. Jedná se o unikátní postup, který je schopen současně reagovat na tak protichůdné vodohospodářské problémy, jako jsou povodně a sucho, a který řeší jak otázky kvantitativní, tak i kvalitativní. Nezanedbatelným přínosem řízené umělé infiltrace je totiž využití filtrační schopnosti horninového prostředí a která vede ke zlepšování kvality jímané vody.

Česká republika patřila mezi průkopníky této technologie ve světovém měřítku. Koncem sedmdesátých a na počátku osmdesátých let minulého století probíhal regionální výzkum celého území republiky z pohledu využitelnosti této technologie. Nicméně v dalším období se tyto aktivity utlumily a začínají získávat na pozornosti teprve v posledních 10-15 letech. Výzkumný ústav vodohospodářský TGM byl v 70. letech 20. století u zrodu jediné velké a funkční aplikace technologie umělé infiltrace u nás – 15 zasakovacích nádrží ve štěrkopiscích Jizery v Káraném s kapacitou 700-900 l/s, které představují významný zdroj kvalitní pitné vody pro Prahu.

V 90. letech byla idea umělé infiltrace opuštěna a přednost dostaly zdroje povrchové vody. Postup klimatické změny ale ukázal, že tato jednostranná orientace není ideální. Oteplování a častější klimatické extrémy zhoršují jakost povrchových vod (např. problémy s eutrofizací nebo splachy při povodních). V rámci vodní bilance výrazně narůstají ztráty způsobené evapotranspirací a povrchovým odtokem.

Závěr

Různé metody řízené dotace podzemních vod se ukazují jako významný inovativní přístup k lepší zabezpečení vodárenských zdrojů, umožňující do značné míry omezit negativní dopady klimatických extrémů, především pak sucha. Do komplexní strategie adaptačních opatření je proto nezbytné, aby Česká republika dohnala ztrátu několika desítek let na vyspělé státy Evropy ve výzkumu a aplikacích této technologie.

Ideální stav, ke kterému bychom měli směřovat, lze shrnout do následujících bodů:

- širší aplikace metod řízené dotace by se mohla projevit v postupném omezení zdrojů povrchové vody, zvláště těch, které jsou na extrémní klimatické změny (zejména delší období sucha) citlivé, a nemají ideální kvalitu surové vody
- metody řízené dotace by se měly stát nedílnou součástí integrovaného managementu vody v povodí
- metody řízené dotace vhodně využít i pro zlepšení kvality surové vody (filtrací, mísením, ředěním)
- tyto metody využít i pro zmenšování zrychleného odtoku vody z krajiny spojeného s erozí půdy při přívalových deštích
- komplexní aplikace různých metod řízené dotace v příslušném povodí má vliv na udržení průtoků v potocích a řekách s omezením extrémních stavů
- zadržení vody v krajině ve formě zvýšení zdrojů a zásob podzemních vod má zásadní dopad na omezení ztrát vypařováním a povrchovým odtokem
- metody řízené dotace mají dobrý potenciál stát se součástí protipovodňových opatření v povodích

Poděkování

Tento příspěvek byl připraven v rámci projektů Technologické agentury ČR SS01010208 Řízená dotace podzemních vod jako nástroj k omezení dopadů sucha v ČR a SS02030027 Vodní systémy a vodní hospodářství ČR v podmínkách změny klimatu, a dále v rámci udržitelnosti projektů Voda pro Prahu, č. CZ.07.1.02/0.0/0.0/16_023/0000118 a projektu Analýza adaptačních opatření ke snížení dopadů klimatických změn a urbanizace na vodní režim v oblasti vnější Prahy, č. CZ.07.1.02/0.0/0.0/16-040/0000380, které byly financovány z Operačního programu EU Praha-pól růstu České republiky.

Výběr z literatury

Datel J.V. et al. (2022): Řízená dotace podzemních vod jako nástroj k omezení dopadů sucha v ČR. Projekt SS01010208.. – VÚV TGM a TAČR. Praha.

Hrkal Z. et al. (2010): Zpracování metodiky pro posuzování problematiky umělé infiltrace v ČR. – VÚV TGM a MŽP. Praha.

Hartlová, L., Novotná J. et al. (2015): Mapa potenciálního vsaku (potenciální infiltrace) v území. OPŽP, MŽP a SFŽP, Brno, GEOTest, 2015.

Novák, P., J. Slavík et al. (2012): Syntetická mapa zranitelnosti podzemních vod. Praha a Brno: VÚMOP, v.v.i. a GEOTest, a.s., 2012, 44 s. ISBN 978-80-87361-19-1