

T A

Č R

Problémy ochrany podzemních vod

Vízia „nulového znečisťovania vôd“

VÚVH Bratislava, 1.12.2023

Program **Prostředí pro život**

TAČR SS01010208 Řízená dotace podzemních vod jako nástroj k omezení dopadu sucha v ČR

VÚV
TGM



Soulad metod řízené dotace podzemních vod s požadavky ochrany podzemních vod

RNDr. Josef Vojtěch Datel, Ph.D., Ing. Anna Hrabánková
datel@vuv.cz, hrabankova@vuv.cz

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Praha

Obsah přednášky



Řízená dotace podzemních vod – úvod

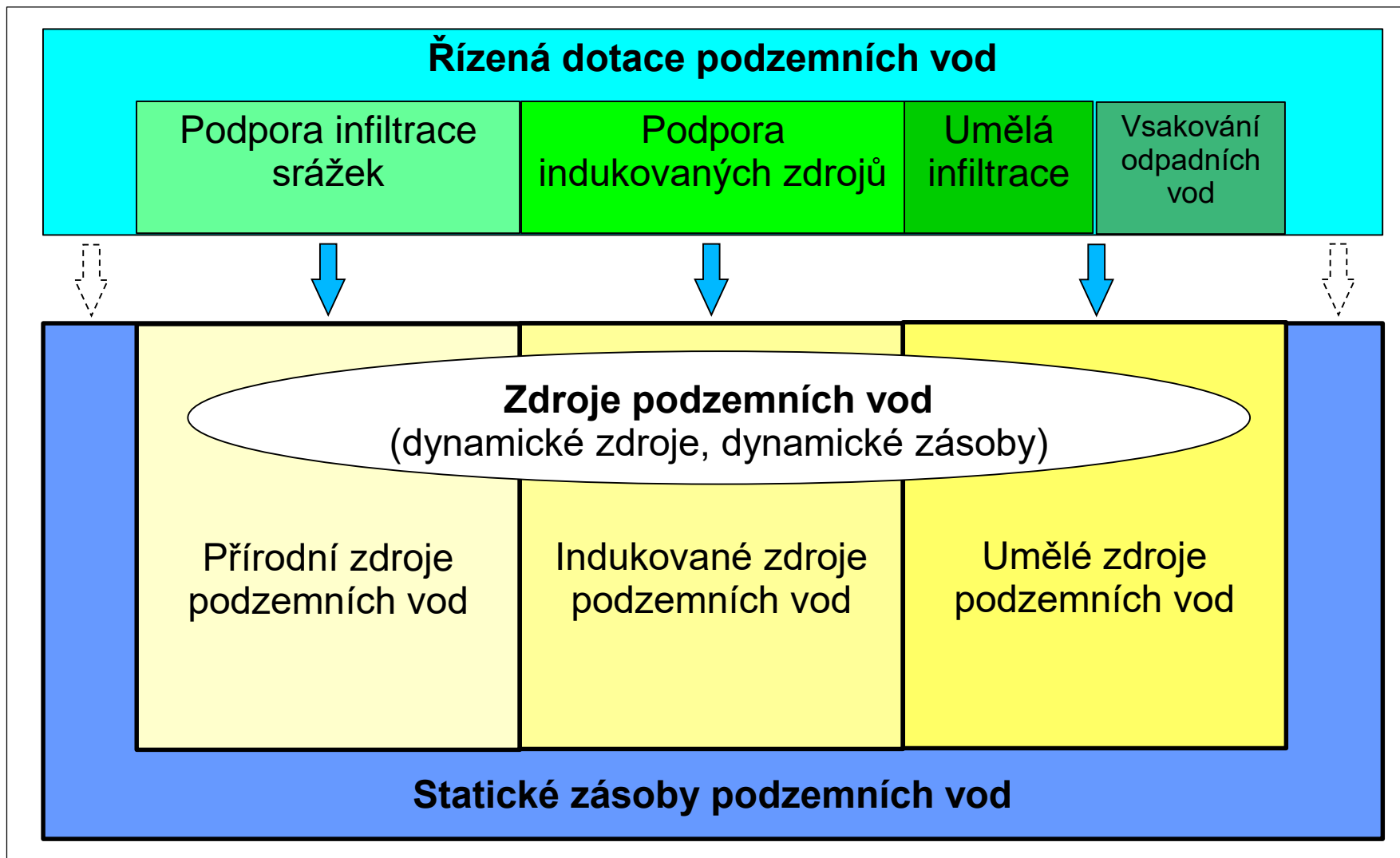
1. Řízená dotace podzemních vod – přirozená infiltrace
2. Řízená dotace podzemních vod – indukované zdroje
3. Řízená dotace podzemních vod – umělé zdroje
4. Metody a technická řešení infiltrace srážkových a povrchových vod
5. Rozhodovací okruhy k volbě metod řízené dotace
6. Mapa vhodnosti území pro řízenou dotaci podzemních vod
7. Mapa zranitelnosti podzemní vody k suchu

Řízená dotace podzemních vod - definice



- **Cílené zásahy v krajině, které mají za cíl zvýšit množství povrchové a srážkové vody infiltrované do podzemních vod.** Toho lze docílit technickými opatřeními nebo opatřeními přírodě blízkými.
- Účelem řízené dotace je zvýšit množství vody zadržené v krajině, a to ve formě vody podzemní, aby tak mohla v krajině plnit různé funkce:
 - stabilizace minimálních průtoků na tocích
 - ochrana pramenních a mokřadních ekosystémů,
 - **podpora odběrů vody (stabilizace v období sucha, podpora zvýšení odběru, úprava kvality surové vody apod.).**
- Řízená dotace podzemních vod může zahrnovat 3 odlišné aspekty:
 - Podpora procesů přirozené infiltrace srážek
 - Podpora indukovaných (vyvolaných) zdrojů podzemní vody
 - Realizace umělých zdrojů podzemní vody (umělá infiltrace)
 - (Vsakování vyčištěných odpadních vod)

Řízená dotace podzemních vod – zdroje podzemní vody



1. Řízená dotace podzemních vod – přirozená infiltrace



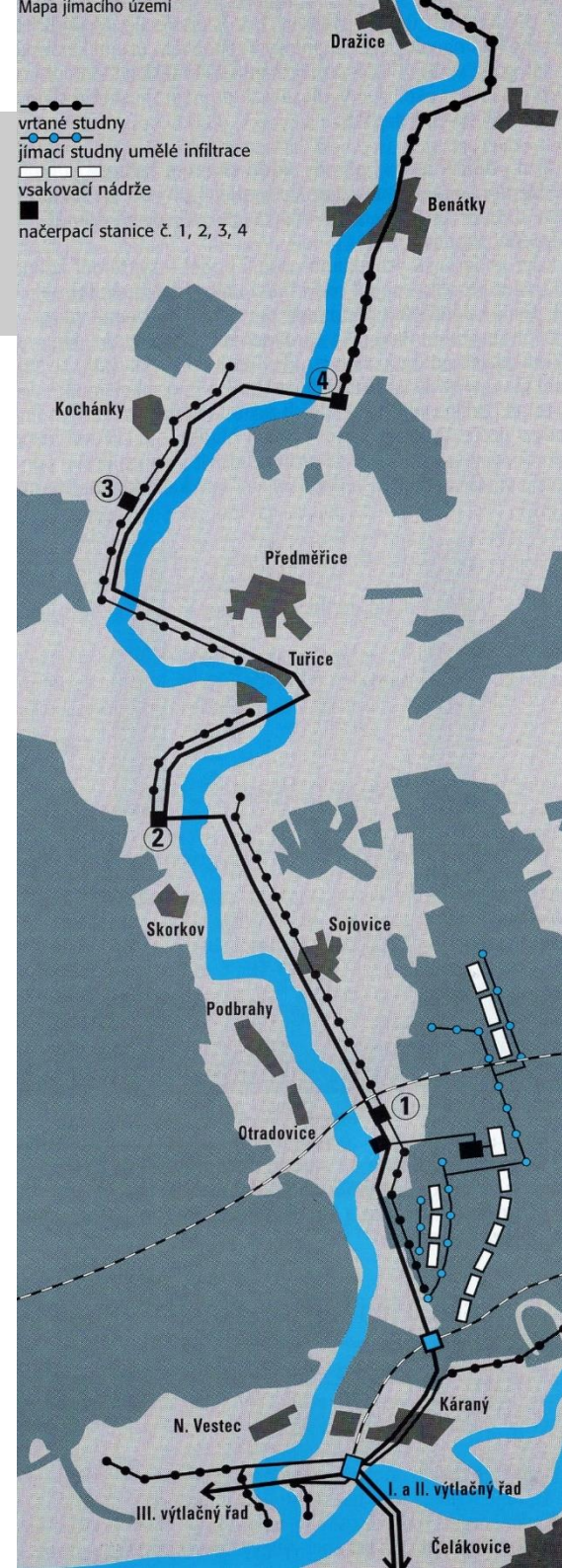
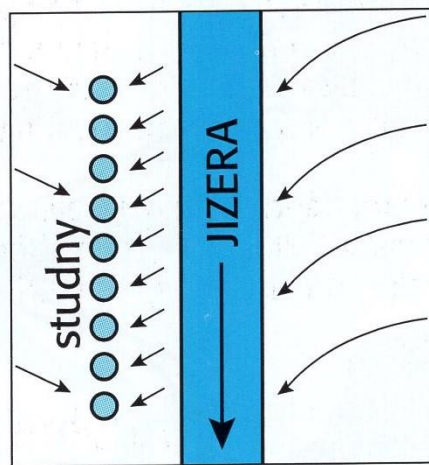
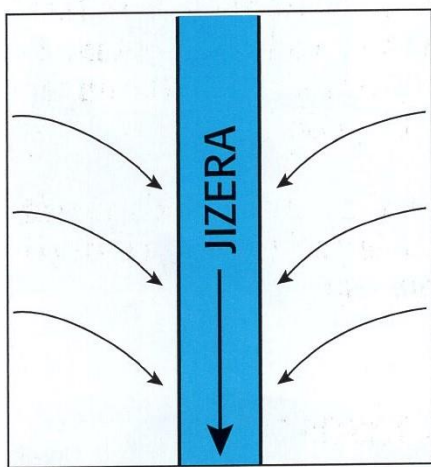
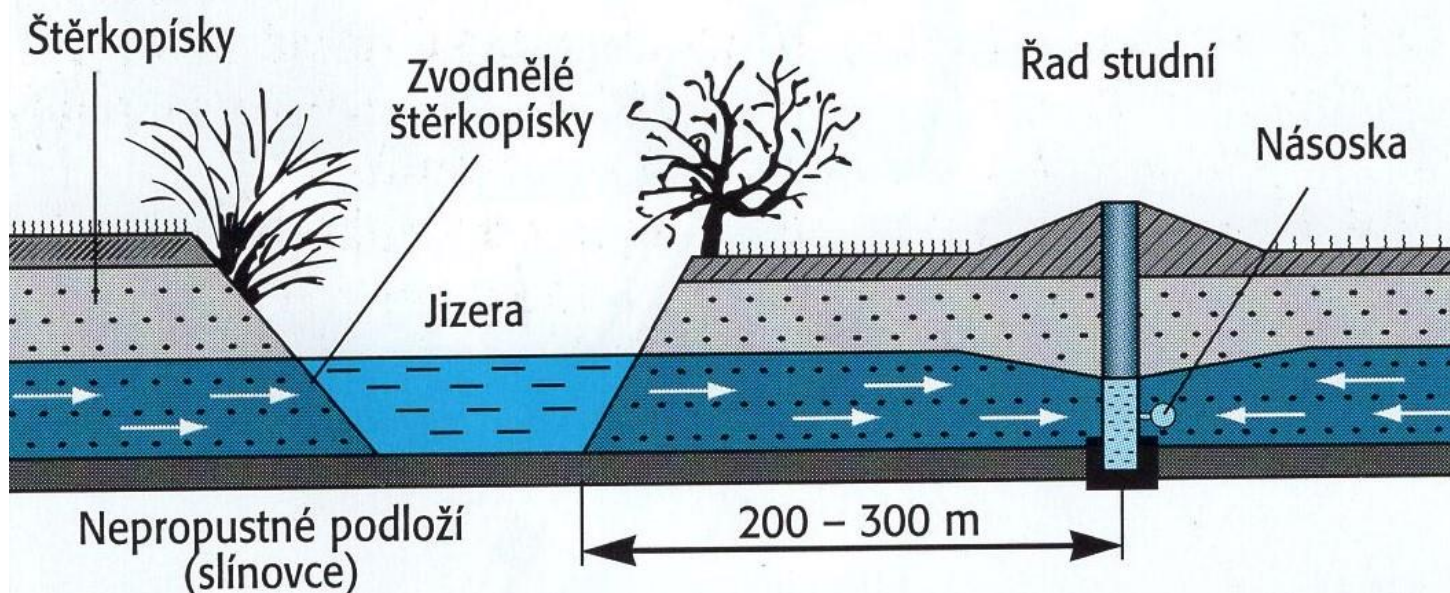
- **Přirozená infiltrace do podzemních vod** – přirozené zasakování povrchových a srážkových vod, v místech s vhodnými přírodními poměry (dobrá propustnost půd a hornin, vyšší úhrny srážek, průtoky na tocích aj.).
- **Infiltrační území** – počáteční část hydrogeologické struktury, kde dochází k hlavní dotaci podzemních vod infiltrací srážek a povrchových vod, a odkud podzemní voda proudí směrem k místu drenáže.
- 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 jako součást zadržetí vody v krajině a tvorby podzemních vod. Součást opatření k eliminaci dopadů hydrologických extrémů (sucho, povodně, přívalové srážky).**

2. Řízená dotace podzemních vod – indukované zdroje



- **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 jímané vody, dopady na jiné zdroje a průtočnost povrchových toků)
- **Vhodné situování jímacích objektů podporuje indukované zdroje podzemní vody.**

Řízená dotace podzemních vod – příklad břehové infiltrace v Káraném

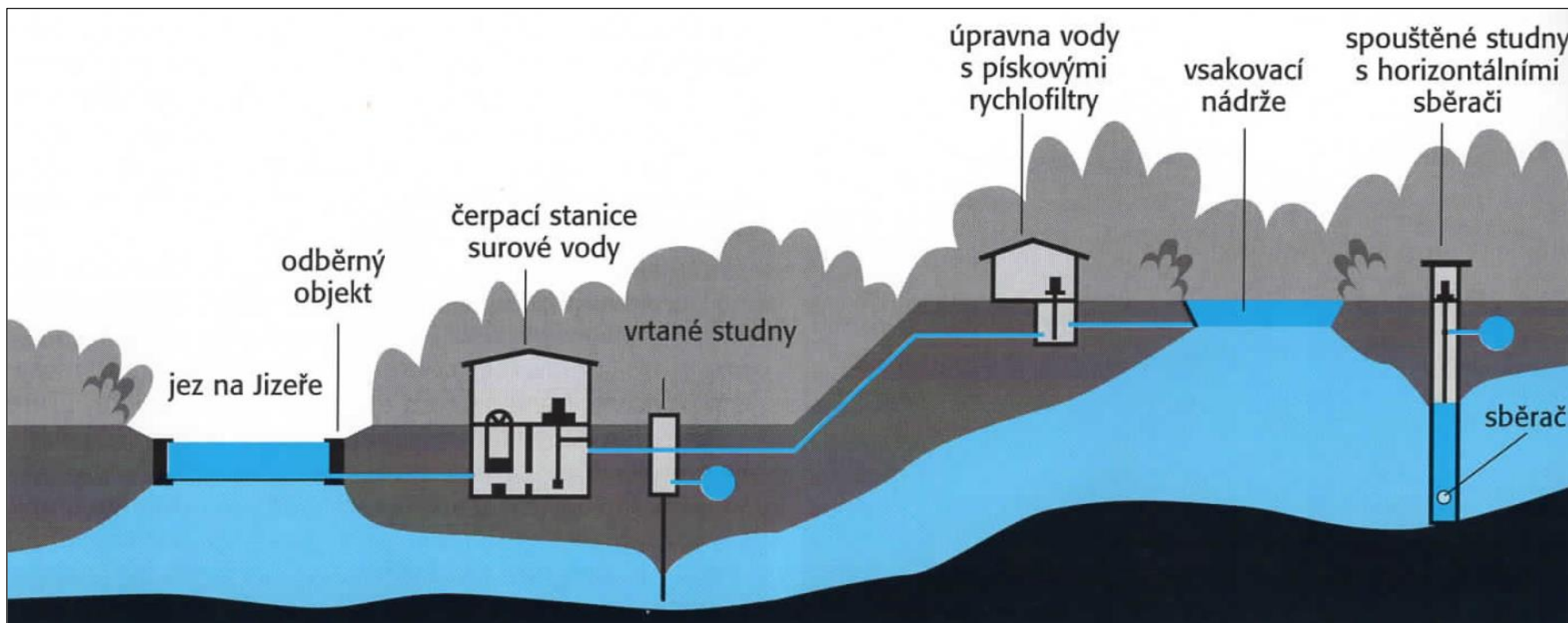


3. Řízená dotace podzemních vod – umělé zdroje



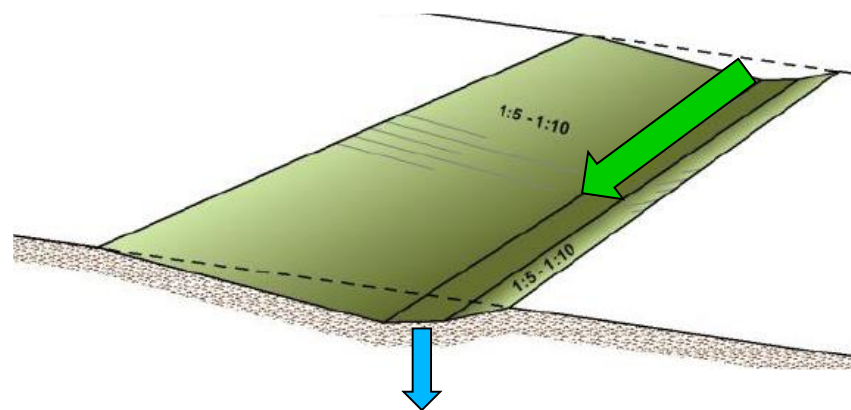
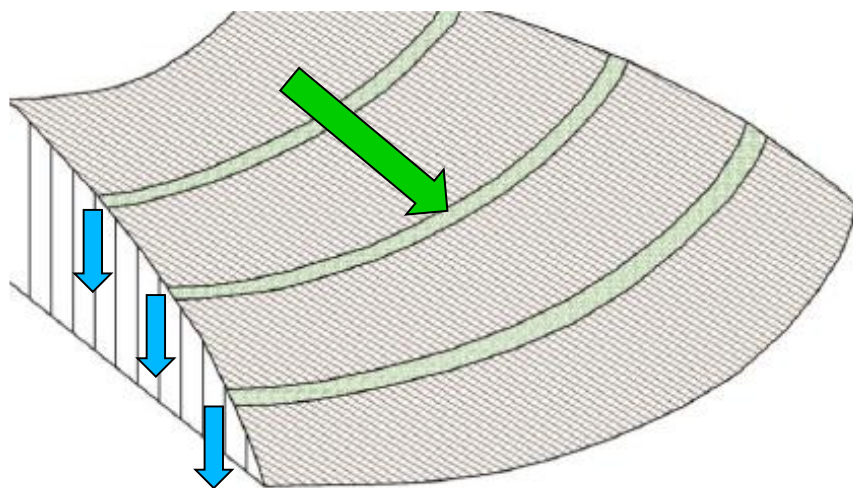
- **Umělá infiltrace** je klasická forma řízené dotace, kde se povrchová voda různým způsobem vsakuje do hydrogeologického kolektoru, za účelem umělého zvýšení zdrojů podzemní vody (a většinou i statických zásob), z důvodu podpory vodárenského odběru.
- Jde tedy o **cílený zásah** pro zvýšení množství infiltrované povrchové vody do kolektoru podzemní vody, za účelem stabilizace nebo posílení vodárenského odběru. Účely mohou být i jiné (ochrana přírody, zlepšení kvality vody aj.), vždy ale jde o cílené opatření.
- Specifickou částí umělé infiltrace je zasakování vyčištěných odpadních vod (u nás zatím nepovolené pro rizika dopadu na kvalitu vody).
- **Umělá infiltrace se volí v případech, kdy je jasný praktický účel, pro který se voda zasakuje. Realizace může být někde zajištěna přírodě blízkými opatřeními, častěji se ale volí různá stavebně-technická řešení.**

Řízená dotace podzemních vod – příklad umělé infiltrace v Káraném



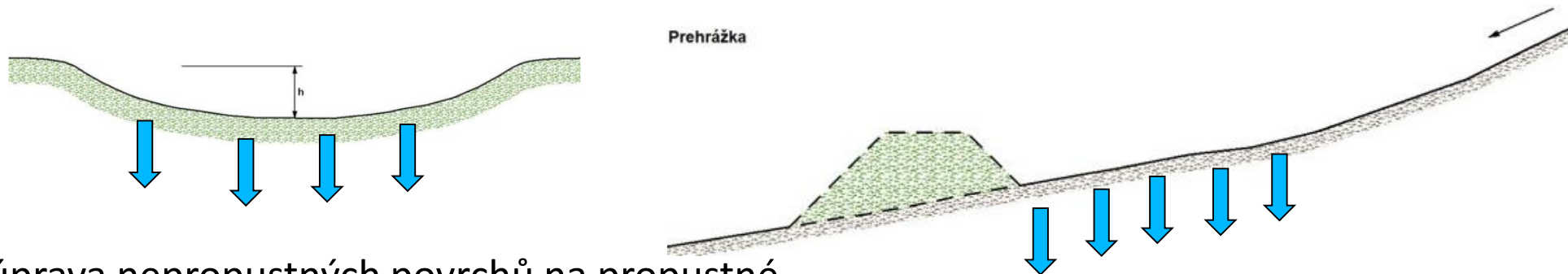
4a. Metody infiltrace srážkové vody z povrchu terénu 1

- zasakovací průlehy otevřené a vyplněné
- vsakovací pásy

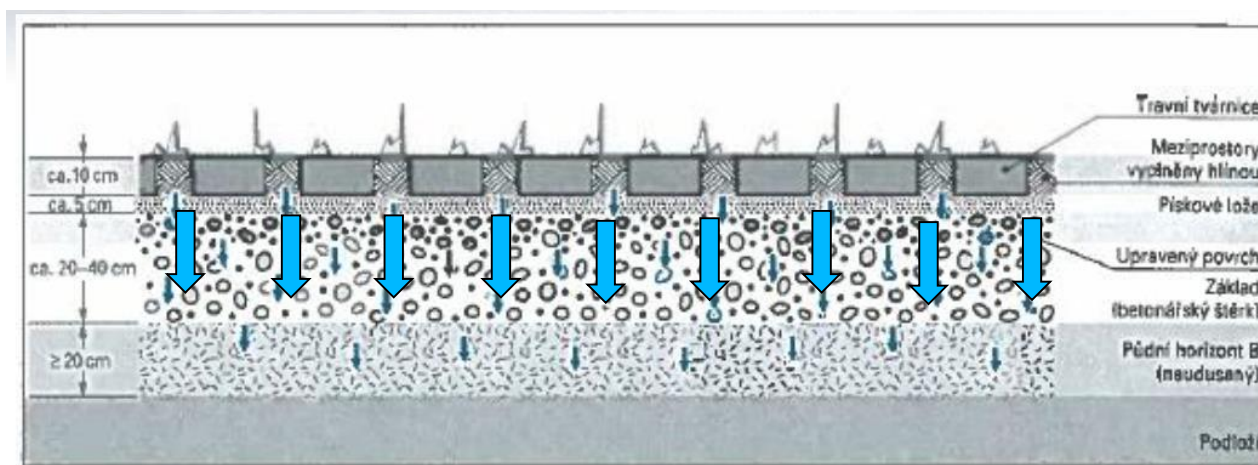


4b. Metody infiltrace srážkové vody z povrchu terénu 2

- hrázky a přehrážky, s případným doplněním vsakovacích prvků

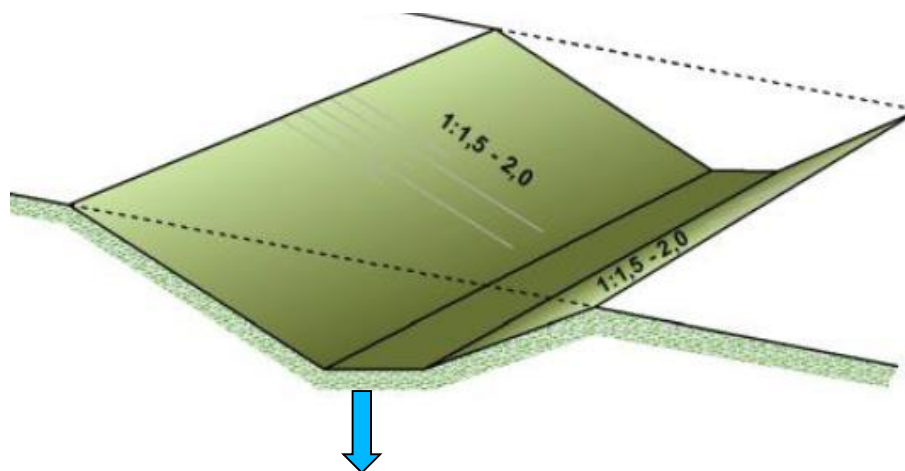
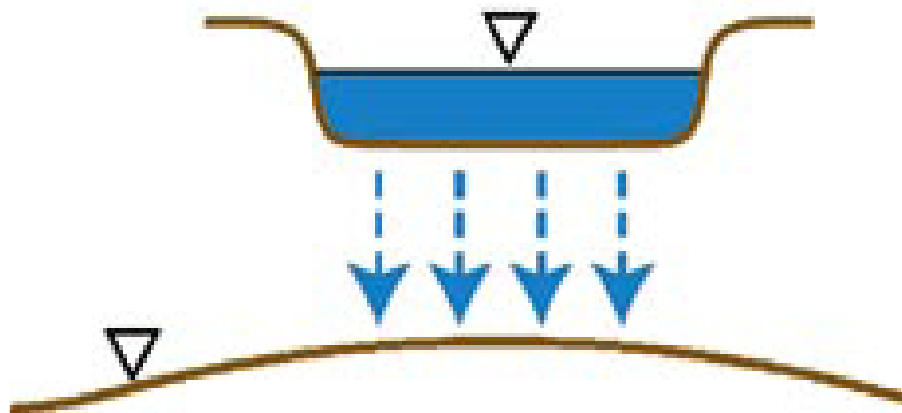


- úprava nepropustných povrchů na propustné



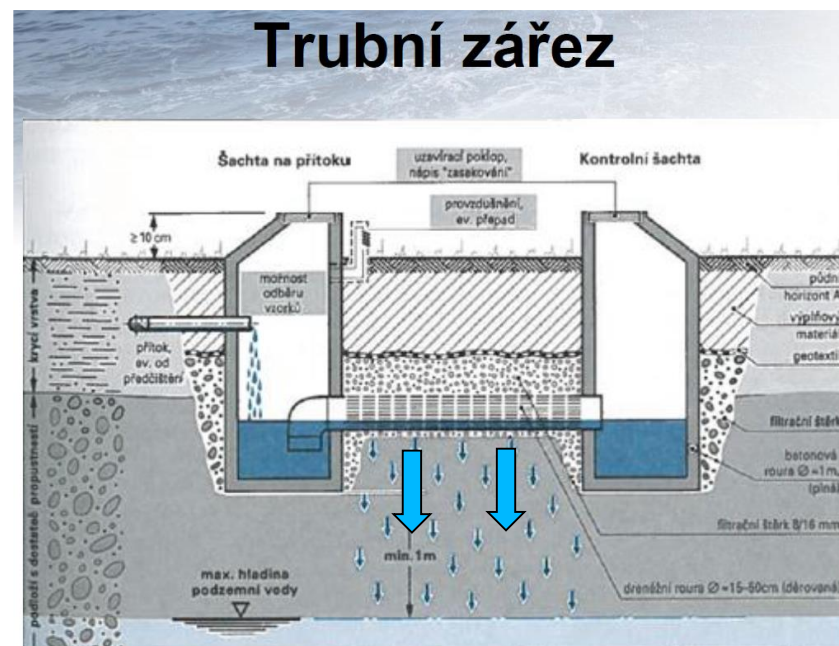
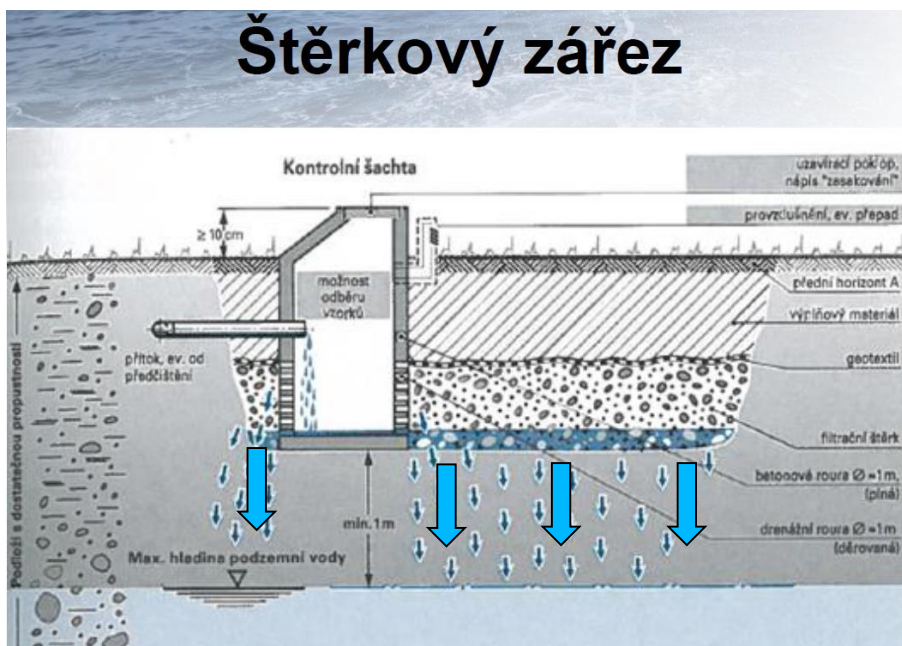
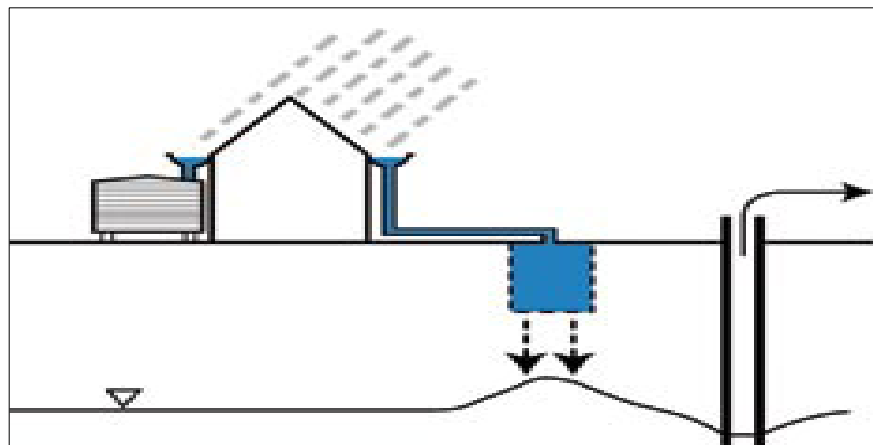
4c. Povrchové vsakovací objekty

- Infiltrační vany
- Infiltrační rýhy
- Infiltrační příkopy



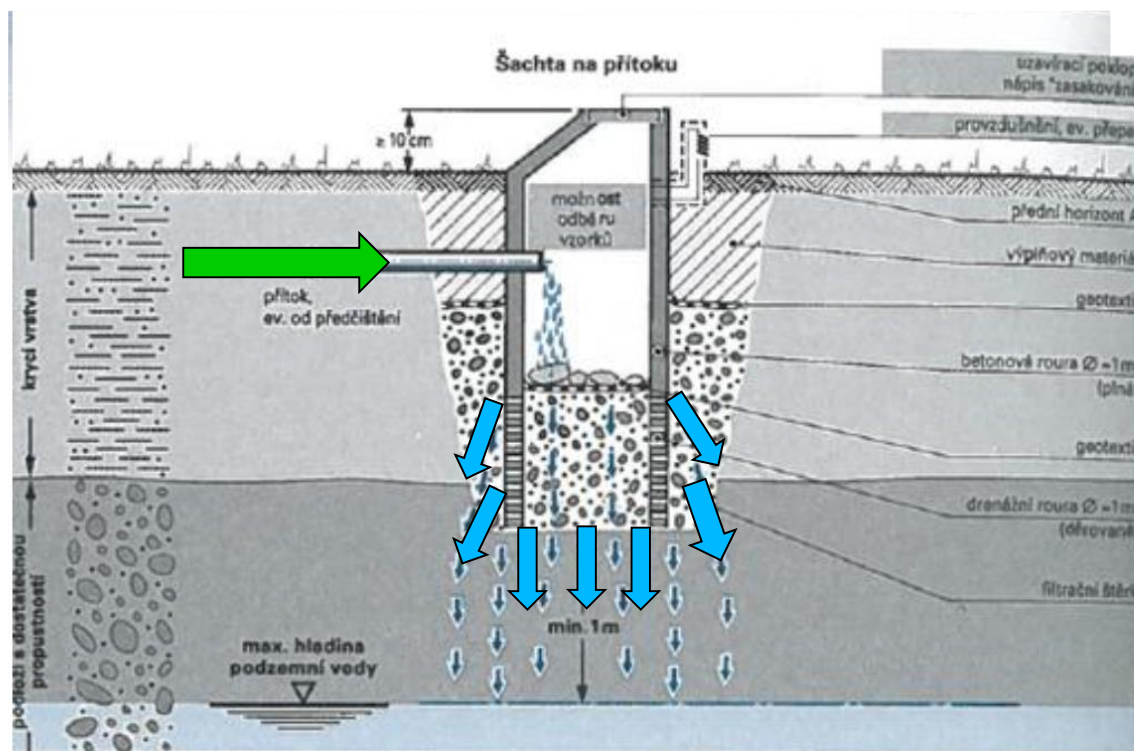
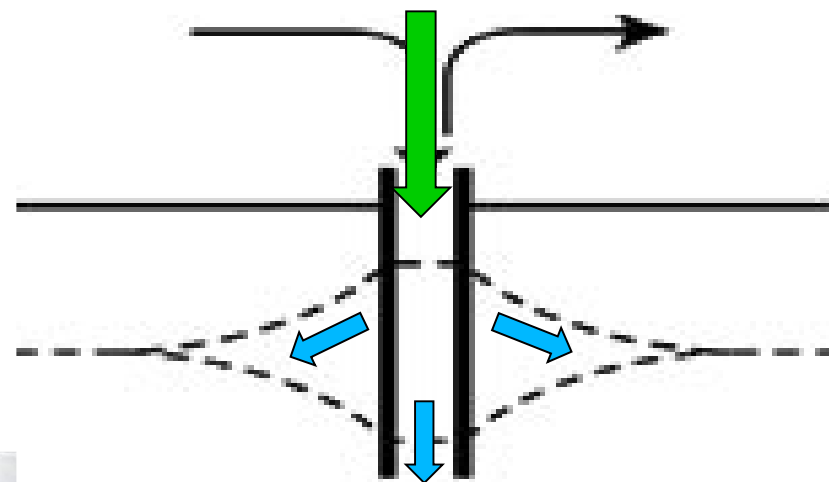
4d. Mělké podpovrchové vsakovací objekty

- Infiltrační jímky
- Infiltrační drény
- Infiltrační zářezy



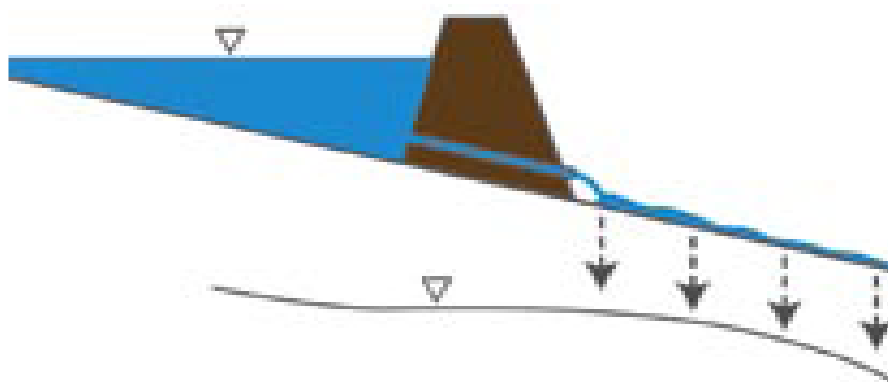
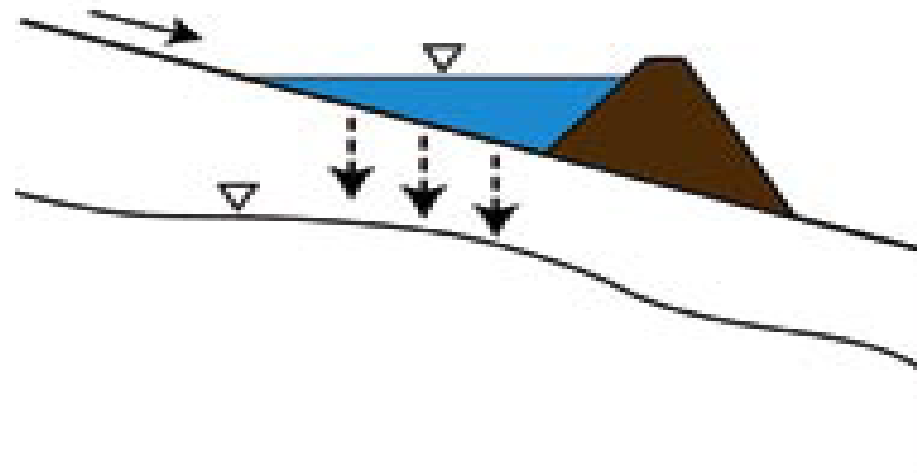
4e. Podzemní vsakovací objekty

- Infiltrační studny
- Infiltrační vrty
- Infiltrační šachtice



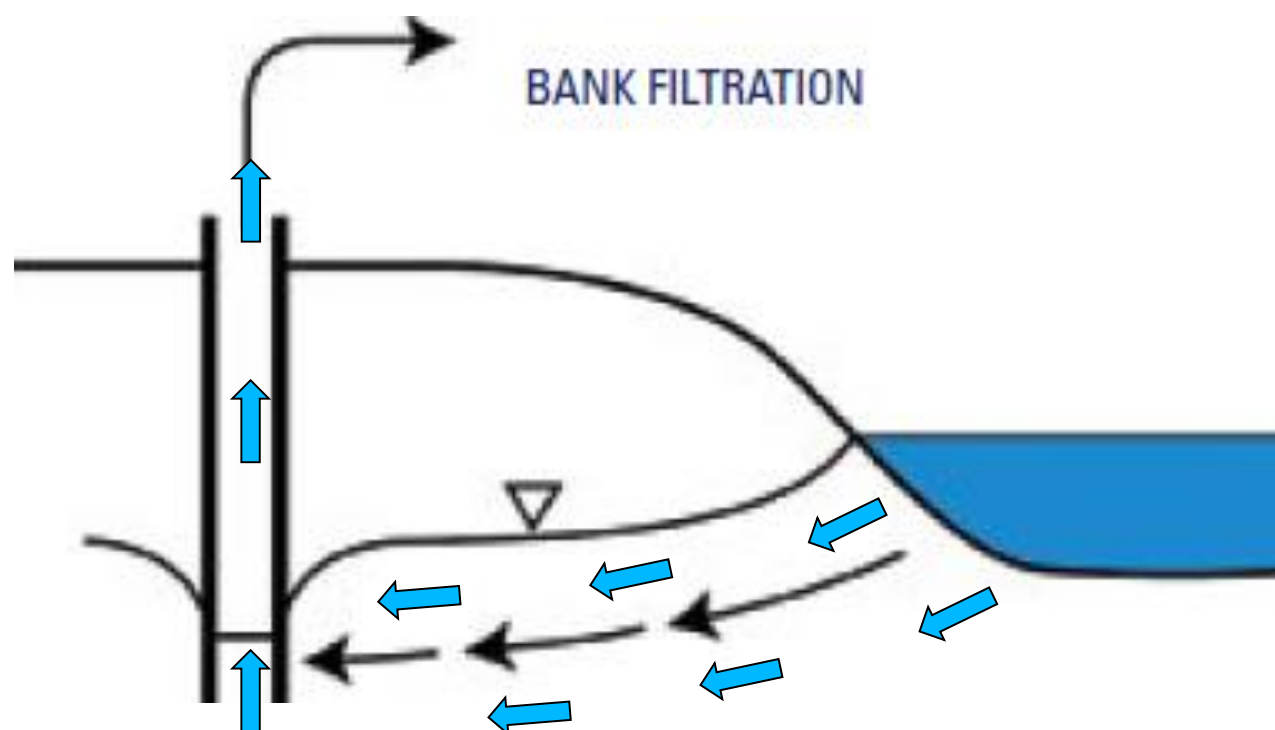
4f. Opatření na podporu vsaku z nádrží (suchých, mokrých)

- Suché nádrže
- Malé vodní nádrže
- Nádrže se zasakovacím prvkem
- Nádrže se zasakováním na odtoku



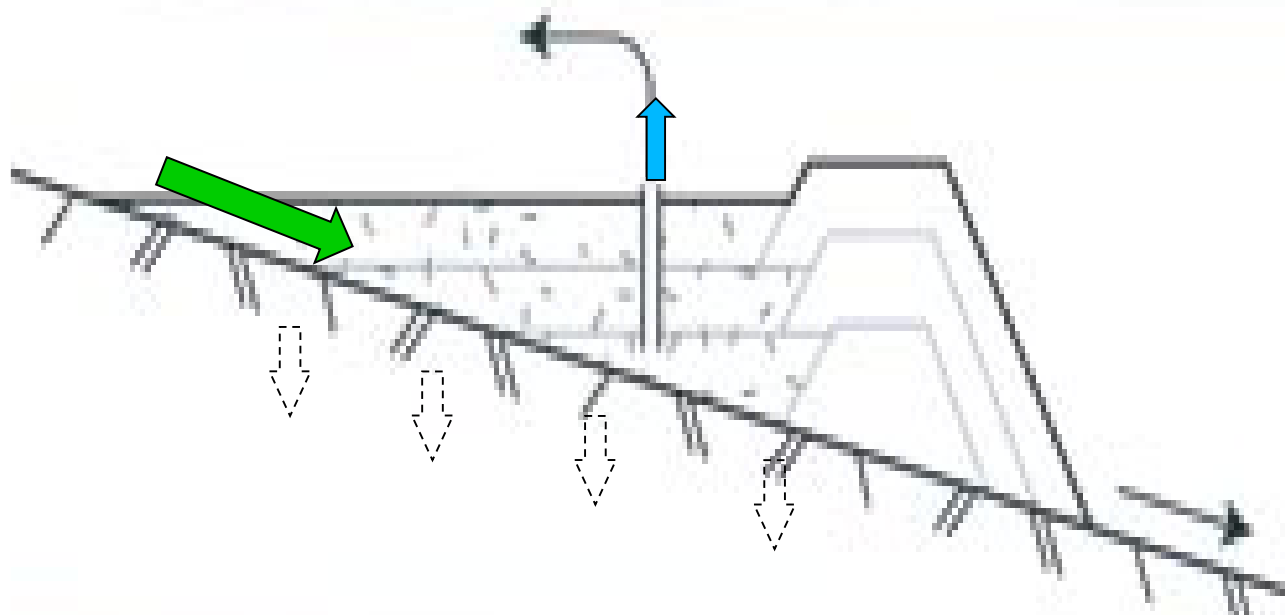
4g. Opatření na podporu břehové infiltrace

- Situování odběrných objektů
- Úprava koryt toků a dna nádrží



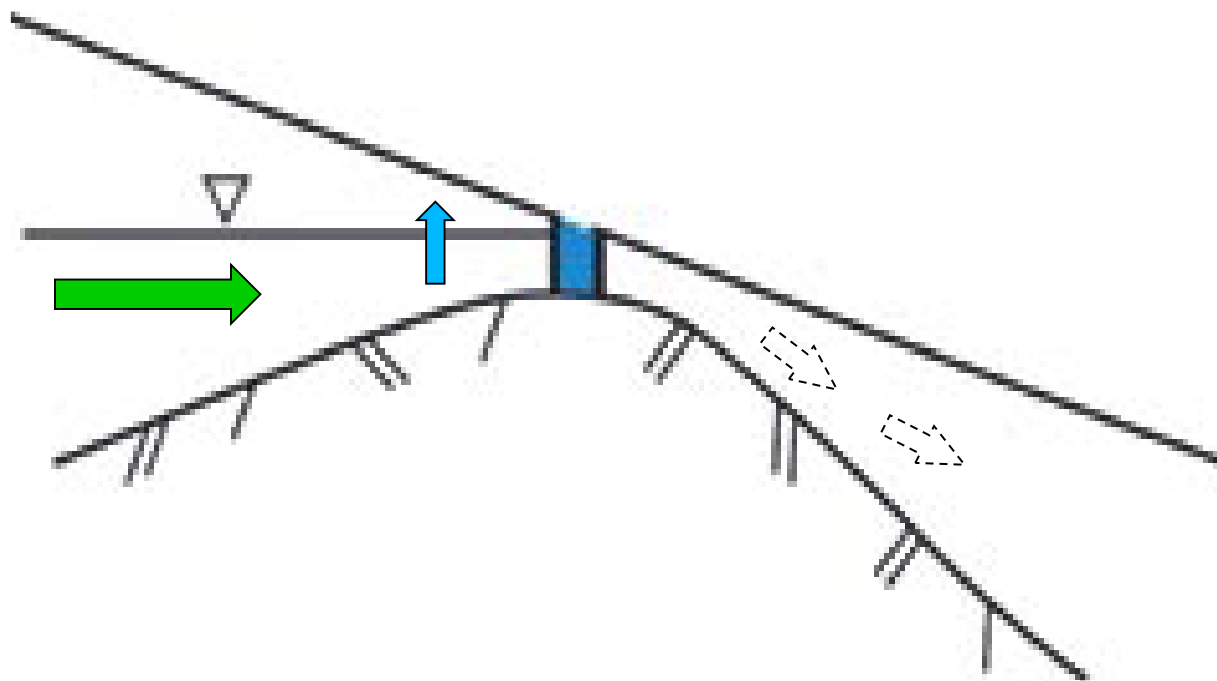
4h. Umělé hydrogeologické kolektory

- Vsakovací terasy, vrstvy a násypy z propustných hornin
- S propustným nebo nepropustným podložím



4i. Podzemní stěny k zadržení podzemního odtoku

- K zadržení podzemního odtoku
- K vzduť hladiny podzemní vody
- Ke změně směru proudění podzemní vody



5a. Rozhodovací okruhy k volbě metod řízené dotace – cíle a přínosy



- vytvářet **zásobu podzemní vody pro možné budoucí využití**
- vyrovnávat rozdíly mezi časovým průběhem přirozené infiltrace a odběry
- posílení nebo udržení konkrétních **vodárenských odběrů**
- zasakování vody jako součást integrované strategie **hospodaření s vodou v krajině**
- zajištění stabilizace úrovně hladin podzemních vod v místech, kde je zvođen přetěžována nadměrnými odběry
- nahrazení zdrojů povrchové zdrojem vody podzemní (např. z důvodu nevyhovující kvality povrchové vody)
- **ovlivnění hydrologické bilance** v krajině - snížení ztráty vody výparem nebo povrchovým odtokem
- snižovat extrémní povrchové odtoky (bleskové povodně) a erozi půdy při přívalových deštích
- zlepšení kvality podzemní vody (vliv ředění, vliv zdržení, vliv horninového prostředí)
- posílit základní odtok a zlepšit průtokové charakteristiky vodních toků (s důrazem na minimální průtoky a udržení vydatnosti přírodních pramenů)
- ochrana proti zhoršování kvality podzemní vody pronikáním jiné vody nevhodné kvality do kolektoru (např. **zasolování podzemních vod** pronikáním mořské vody v pobřežních oblastech, kontaminované vody apod.)
- opatření proti poklesům terénu a poruchám stability staveb (vlivem poklesu hladiny podzemní vody)
- provozování pozitivní hydraulické bariéry za účelem změny směrů proudění podzemní vody
- vhodný způsob likvidace / recyklace dešťové vody, případně i upravené odpadní nebo důlní vody (v závislosti na jejích kvalitativních parametrech)
- získat dostatek vody pro udržení / rozšíření plochy zavlažované půdy

5b. Rozhodovací okruhy k volbě metod řízené dotace – disponibilní zdroj vody



- stálý **vodní tok** (přírozený – potok, řeka, umělý – kanál, přivaděč, náhon apod.)
- dočasný vodní tok (přírozená rýha, strouha, údolí odvádějící nadprůměrné srážky nebo vodu z tajícího sněhu, umělý tok – kanál, náhon apod.)
- vodní nádrže (přehradní nádrže, rybníky) a jezera (nádrže přírodního původu)
- přírodní prameny
- využití vody z **běžných srážek** v ploše území
- zachycené **srážkové přívalové vody** (např. v suchých nádržích a polderech)
- zachycená čistá dešťová voda (zvláště ze střech)
- pitná voda (vyrobená voda pro pitné účely)
- důlní vody (vody akumulované v důlním prostoru, vody vytékající z drenážních (dědičných) štol, vody čerpané z dolu aj.)
- **odpadní a technologické vody** v závislosti na jejich kvalitě, případně stupni čištění nebo úpravy
- podzemní vody získané z jiného vodního útvaru (např. podzemní vody z větší hloubky nebo jiného území určené pro posílení konkrétního kolektoru)
- **drenážní vody** (zemědělské, lesnické, stavební, důlní drenáže) – jejich použitelnost v závislosti na jejich kvalitě
- ostatní vody (např. odsolená mořská voda, chemicky vyrobená voda, voda získaná z atmosférické vlhkosti apod.)

5c. Rozhodovací okruhy k volbě metod řízené dotace – přírodní poměry lokality



Lokalita není jen místo vsakování, ale celé území s očekávanými dopady!

Mapa vhodnosti území pro řízenou dotaci je využita v úvodní etapě výběru lokality, nikoliv v hodnocení lokality!

- hydrologické a klimatické poměry, včetně hydrologické bilance
- charakteristika nesaturované zóny
- geologické poměry **území k zasakování i celé oblasti předpokládaných dopadů**
- vymezení **geometrie hydrogeologických těles** (kolektory a izolátory), jejich vnitřní anatomie, heterogenity a hydraulických **vlastností**, v celé oblasti očekávaných dopadů
- stávající režim proudění podzemní vody (**vymezení zón infiltrace a drenáže, směrů proudění, úrovně hladiny podzemní vody, interakce s okolními vodními útvary**)
- kvalita podzemní a vsakované vody
- definování změn a dopadů při aplikaci metod řízené dotace

Na základě shromážděných dat je formulován tzv. **hydrogeologický konceptuální model řízené dotace**, jehož výsledky jsou obvykle ověřeny **matematickým modelem proudění podzemních vod**, který umožňuje časoprostorové simulace různých změn a zásahů souvisejících s řízenou dotací.

5d. Rozhodovací okruhy k volbě metod řízené dotace – technické řešení vsaku



- **plošná infiltrace na terénu** (mělké vsakovací vany a vsakovací nádrže, zadržovací suché nádrže a poldery, vsakování z povrchu terénu - řízený rozliv apod.)
- **přímá infiltrace z útvarů povrchové vody** (úprava koryt vodotečí a dna nádrží o vsakovací prvky k podpoře užší interakce mezi povrchovou a podzemní vodou)
- **mělké vertikální zasakovací prvky** (mělké vsakovací studny, šachty, vrty)
- **mělké horizontální zasakovací prvky** (příkopy, rýhy, a další liniové a plošné zasakovací prvky, včetně možností inverzního využívání melioračních staveb)
- **hlubší vertikální zasakovací prvky** (zasakovací vrty do zvodní s volnou hladinou, tlakové vrty do hlubších zvodní s napjatou hladinou)
- **indukované zdroje** (tlakově vyvolaný přítok vody z povrchového toku - břehová infiltrace) aj. (viz výše)

Každé vsakovací zařízení má následující součásti:

- **přívod** vody (zachycení nebo odběr vody ze zvoleného zdroje)
- **akumulační prostor** (nádrž s akumulovanou vodou, která zásobuje vsakovací prvek)
- předúprava vody (ne vždy)
- **vsakovací prvek** (vlastní zařízení umožňující odtok vody do horninového prostředí)
- propojující armatury (ne vždy)
- měřicí a záznamová zařízení dokládající účinnost a efektivnost zařízení (ne vždy)

5e. Rozhodovací okruhy k volbě metod řízené dotace – důsledky vsaku pro kvalitu vody



- **změny koncentrací** rozpuštěných látek mícháním, rozpouštěním a vzájemnými reakcemi
- změny **mikrobiologické jakosti** podzemní a infiltrované vody
- dopady změn jakosti na **kolmatační procesy** (ucpávání vsakovacích prvků, dalších armatur i horninového prostředí mechanickými částicemi a zrny, vysráženými minerálními inkrusty a biomasou z mikrobiologických pochodů)
- změny kvality prosakující vody vlivem interakce s horninovým prostředím (přírozené procesy tvorby složení podzemní vody)
- **nežádoucí geochemické procesy** vlivem specifických interakcí nevhodných chemických typů obou druhů vod (vysrážení sloučenin As, F, Fe, Mn a dalších kovů, nežádoucí změny pH apod.)
- uplatnění atenuačních procesů - vliv zdržení a filtrace vsakované vody na vyskytující se **kontaminující látky** a mikroorganismy

+ : možný pozitivní vliv vsakované vody na zředění nekvalitní podzemní vody

- : možná kontaminace kvalitních podzemních vod méně kvalitní vsakovanou vodou

5f. Rozhodovací okruhy k volbě metod řízené dotace – právní a ekonomické aspekty



- Zákon o vodách 254/2001 Sb. - proces řízené dotace je nakládání s vodami
- Součástí realizace je většinou i stavba nějakého druhu vodního díla, realizace se tak dostává i pod stavební zákon
- Nezbytné je i vyřešení vlastnických vztahů dotčených pozemků
- Přípravné a průzkumné práce budou spadat pod geologické a horní předpisy

Součástí právně ekonomického pohledu na zavedení technologií řízené dotace je i jednoznačná znalost odpovědí na základní ekonomické otázky, a to ještě před zahájením příprav realizace :

- **Kdo platí přípravu a realizaci technologie ŘD**
- **Kdo bude platit provoz technologie**
- **Kdo bude profitovat z provozu technologie**
- **Kdo bude naopak trít z provozu technologie**

5g. Rozhodovací okruhy k volbě metod řízené dotace – možné provozní problémy



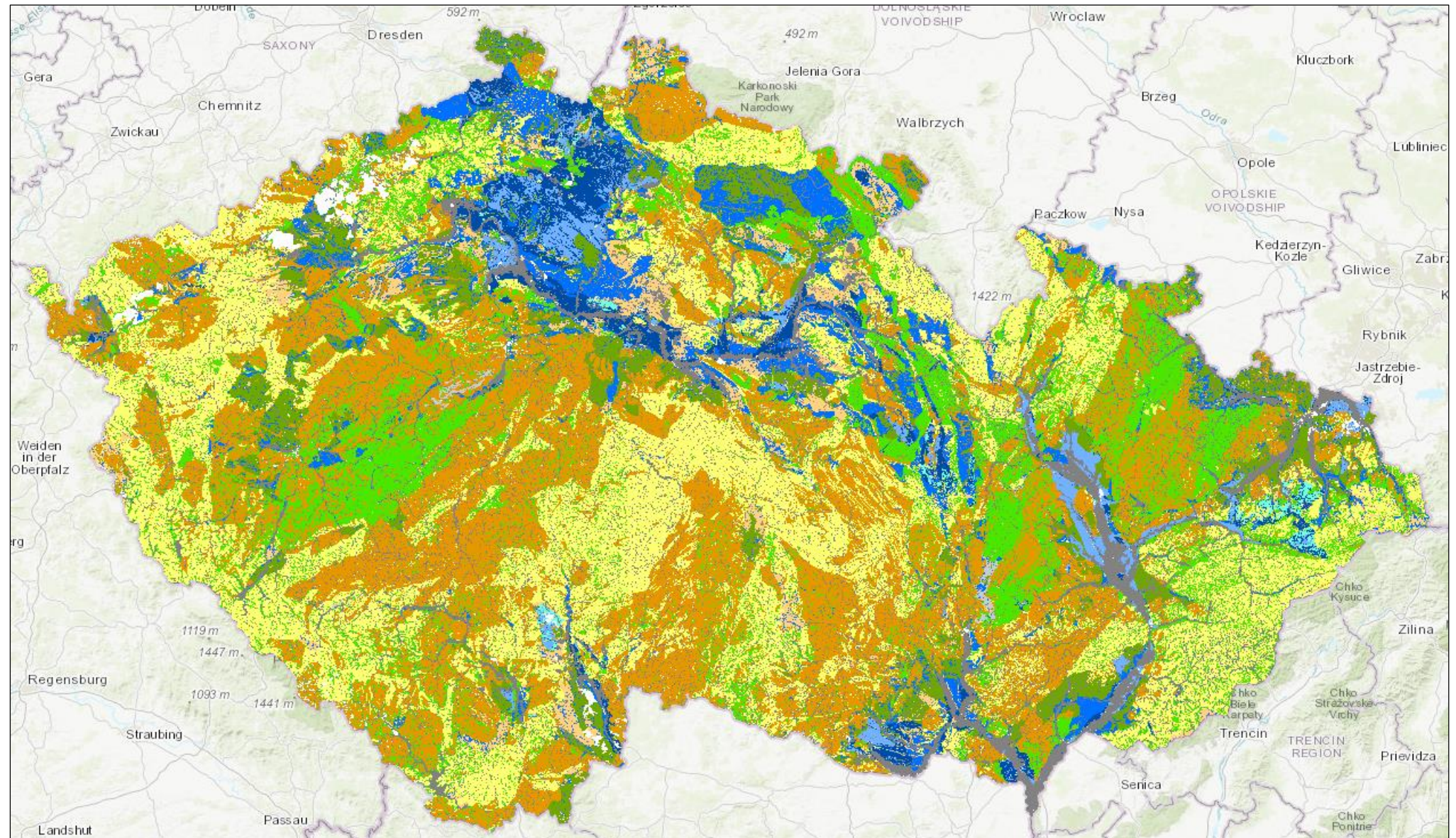
- **Kolmatace** vsakovacích prvků
- Nedostatečná znalost hydrogeologických poměrů – **riziko ztrát** infiltrované vody a jejího proudění jiným směrem
- Nedostatečná znalost hydrologických a klimatických charakteristik území, na jejichž základě je technologie ŘD navrhována – **riziko nižší efektivity nebo nefunkčnosti**
- Nevhodná **technická konstrukce** vsakovacího prvku
- Riziko ohrožení **stability území a staveb** vlivem zasakování vody
- **Nevhodný provoz technologie a nedostatečná údržba** technických prvků (každá technologie musí mít provozní řád, operativní obsluhu a odborné vyhodnocování situace ve stanovených intervalech)
- **Změny kvality** podzemních nebo infiltrovaných vod v průběhu provozu
- Změna společenských a ekonomických priorit. **Nejbezpečnější jsou řešení s malými nároky na obsluhu a údržbu celého systému.**

6. Mapa vhodnosti území pro řízenou dotaci podzemních vod



- Pomůcka pro regionální hodnocení území ČR.
- Mapa hodnotí vhodnost jednotlivých území pro řízenou dotaci podzemních vod, a to z hlediska geologických a hydrogeologických poměrů, v několika kategoriích.
- Mapová prohlížečka obsahuje dále doplňkové informace shrnující různé další informace, důležité pro hodnocení konkrétního území
- Přesnost mapy je dána měřítkem 1 : 50 000, mapa je umístěna v mapové prohlížečce na webu **suchovkrajine.cz**
- Jako vstupní informace jsou použity vrstvy a data ze systému HEIS VÚV TGM a dílčí vrstvy syntetické mapy zranitelnosti (VÚMOP a GEOtest 2012-2015 – charakter horninového prostředí, transmisivita a charakter oběhu podzemních vod), část údajů upravena (záplavová území, vymezení vápencových výskytů aj.)

Mapa vhodnosti území pro řízenou dotaci podzemních vod



Kategorie zobrazené v mapě

VÚV
TGM



- kategorie 1 - území významné pro řízenou dotaci ...
 - 1a - vysoká propustnost a vysoká průtočnost
 - 1b - vysoká propustnost a střední průtočnost
 - 1c - střední propustnost a vysoká průtočnost
- kategorie 2 - území středně významné pro řízenou dotaci ...
 - 2a - střední propustnost a střední průtočnost
 - 2b - vysoká propustnost a nízká průtočnost
 - 2c - nízká propustnost a vysoká průtočnost
- kategorie 3 - území méně významné pro řízenou dotaci ...
 - 3a - střední propustnost a nízká průtočnost
 - 3b - nízká propustnost a střední průtočnost
 - 3c - nízká propustnost a nízká průtočnost
- kategorie 4 - ostatní ...
 - 4a - území potenciálně významné pro řízenou dotaci
 - 4b - území problematické z důvodu krasové propustnosti
 - 4c - území nezařazené

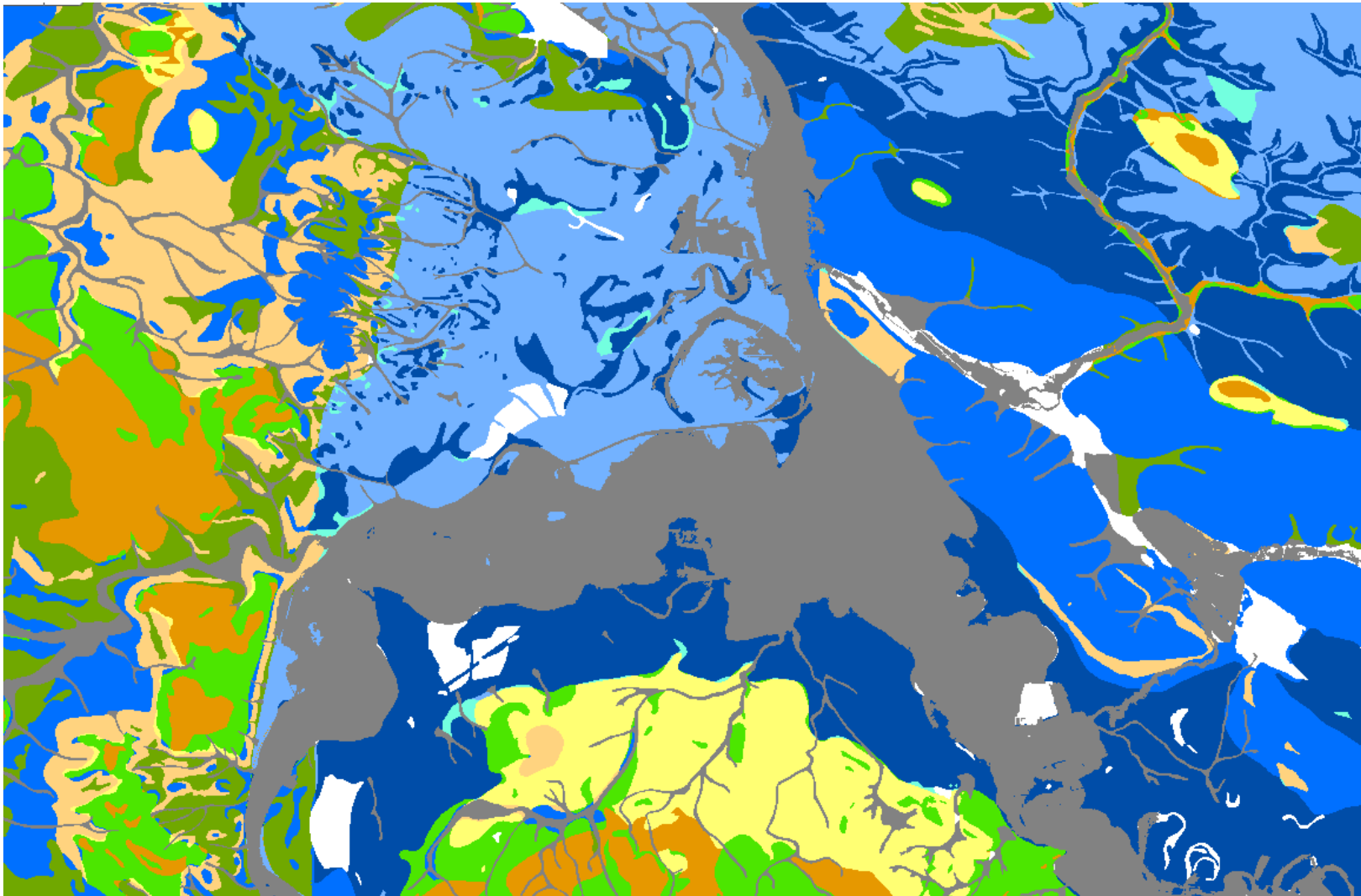
- **Kategorie 1 – území vhodné pro vsakování vod v množství desítek l/s – regionální význam**
- **Kategorie 2 - území vhodné pro vsakování vod v množství jednotek l/s – oblastní význam**
- **Kategorie 3 – území vhodné pro vsakování vod v množství desetin l/s – lokální význam**
- **Kategorie 4 – ostatní**

Příklad detailu mapy

VÚV
TGM



Soutok Vltavy a Labe – mapa umožňuje s dostatečnou přesností hodnotit území v rámci obcí a katastrů



Doplňující informace v mapě



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.

- Povodí III. řádu a HG rajony
- hranice ORP a katastrů
- odběry a vypouštění z/do povrch. a podz. vod
- vodní síť
- ochranná pásma (zdrojů, nádrží, léčivých zdrojů)
- CHOPAV
- chráněná území přírody (AOPK):
 - velkoplošná ZCHÚ
 - maloplošná ZCHÚ
 - mokřady Ramsarské úmluvy
 - ptačí oblasti
 - evropsky významné lokality
 - geoparky
 - biotopy velkých savců
- důlní díla a poddolovaná území(ČGS)
- území svahových nestabilit (ČGS)
- monitorovací síť povrch. a podz. vod (ČHMÚ)
- mapa dlouhodobých úhrnů srážek

7. Mapa zranitelnosti podzemní vody k suchu (ČGS)

www.suchovkrajine.cz, www.geology.cz

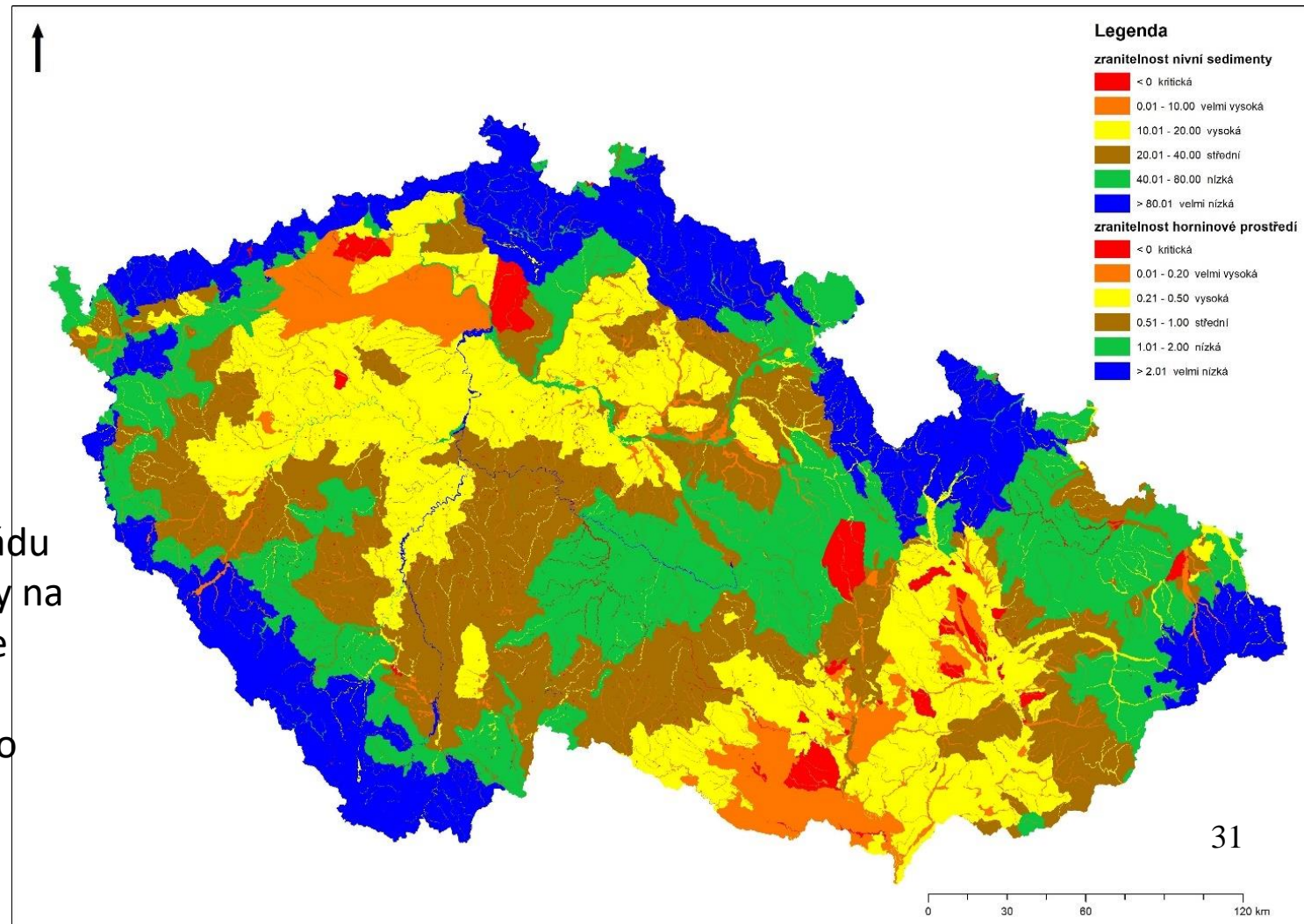
VÚV
TGM



Mapa je založena na bilanci:
přírodní zdroje – odběry, a
rozděluje území do 6 kategorií
relativní zranitelnosti:

- kritická (červeně)
- velmi vysoká (oranžově)
- vysoká (žlutě)
- střední (hnědě)
- nízká (zeleně)
- velmi nízká (modře)

- Podrobnosti povodí IV. řádu
- Přírodní zdroje stanoveny na základě plošné distribuce základního odtoku
- Aktuální mapa základního odtoku jako dílčí výstup (www.geology.cz)



T A

Č R

Program **Prostředí pro život**

VÚV
TGM



TAČR SS01010208 Řízená dotace podzemních vod jako nástroj k omezení dopadu sucha v ČR

Děkuji za pozornost.