

**Podzemní voda jako stabilizační prvek hydrologického cyklu –
zdroje, možnosti a ztráty**

Groundwater as a stabilization element of the hydrological cycle –
sources, possibilities and losses

Jitka Novotná, Pavel Burda, Pavlína Vylamová

GEOtest a.s, Šmahova 112, 627 00 Brno

Abstrakt

Voda je základním předpokladem života a na území České republiky jsou jejím jediným zdrojem atmosférické srážky. V současné době se stále častěji diskutuje problematika s vodou související, a to jsou sucha či povodně. Eliminací těchto negativních jevů je optimalizace hydrologického cyklu v krajině, a to prostřednictvím převedení povrchového odtoku vody na odtok podzemní. V suchých bezsrážkových obdobích představuje zdroj povrchové vody v tocích, z hladiny podzemní vody je kapilárním vztlínáním dostupná voda pro vegetaci a čerpáním podzemní vody je zajišťována pitná i závlahová voda. Opatření vedoucí ke zvýšení infiltrace mohou mít charakter staveb, přírodě blízkých opatření nebo může jít o změny agrotechnické.

Klíčová slova: hydrologický cyklus, podzemní voda, závlahy

Abstract

Water is a fundamental prerequisite of life and its only source on the territory of the Czech Republic is atmospheric precipitation. At the present time, the issue relating to water, which is droughts or floods, is ever more often discussed. The elimination of these adverse features results in optimizing the hydrological cycle in the landscape, using the diversion of surface water runoff to groundwater runoff. In dry seasons with no precipitation, groundwater constitutes sources of surface water in streams; water is available for vegetation by capillary rise from the groundwater table, and drinking water as well as irrigation water is supplied by groundwater pumping. Measures leading to an increase in infiltration can have the character of civil engineering structures, measures close to nature, or can be agrotechnical changes.

Keywords: hydrological cycle, groundwater, irrigation

Voda v hydrologickém cyklu

Základním zdrojem vody na pevnině jsou srážky. Po té, co dopadnou na povrch terénu, se část odpaří a následně dojde k jejich rozdělení na dvě základní složky – na povrchový a podpovrchový odtok (hypodermický odtok + podzemní odtok).

Povrchový odtok je definován jako pohyb srážkové vody, která se nevypařila ani nevsákla, je složkou celkového odtoku, která odtéká z povodí po povrchu terénu (1).

Hypodermickým odtokem se nazývá složka celkového odtoku, která stéká do koryta toku v bezprostřední vrstvě pod povrchem povodí bez toho, aby dosáhla hladiny podzemní vody (1).

Podzemní odtok je definován jako část celkového odtoku z území tvořená odtokem podzemních vod (1).

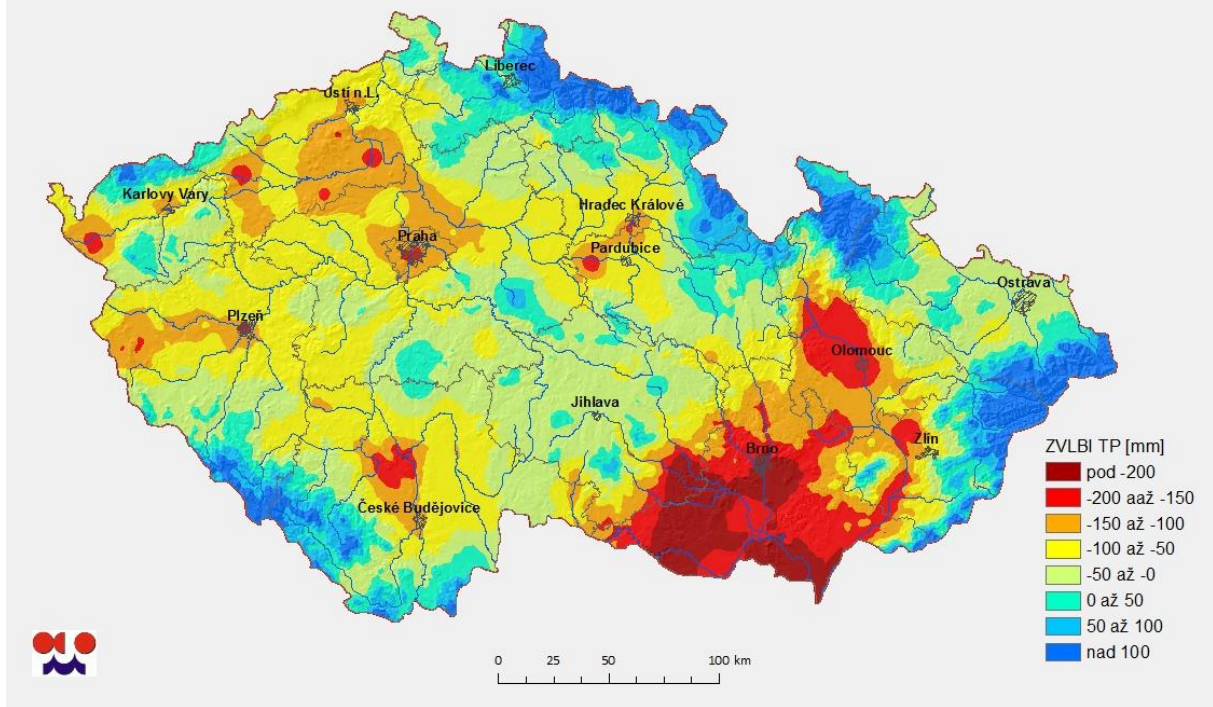
Voda povrchového odtoku (ke kterému dochází až po vyplnění terénních depresí vodou) způsobuje vodní erozi. V případě velkých objemů srážek, které z krajiny formou povrchového odtoku odtékají, tak dochází ke vzniku povodní. Pokud dojde k rychlému odtečení vody ze srážek, v případné následující suché periodě voda v krajině naopak chybí.

Jedním z „nejsuchších“ regionů České republiky je bezesporu jižní Morava. Průměrný úhrn referenční evapotranspirace činí v tomto regionu (stanice Kuchařovice u Znojma) 700-800 mm, průměrný úhrn referenční evapotranspirace v letním půlroce (duben – září) činí 600-700 mm, přičemž referenční evapotranspirace představuje hodnoty srovnatelné s výparem z volné hladiny – velmi se blíží hodnotám potenciálním, tzn. maximálně možným za optimálních vláhových podmínek (2).

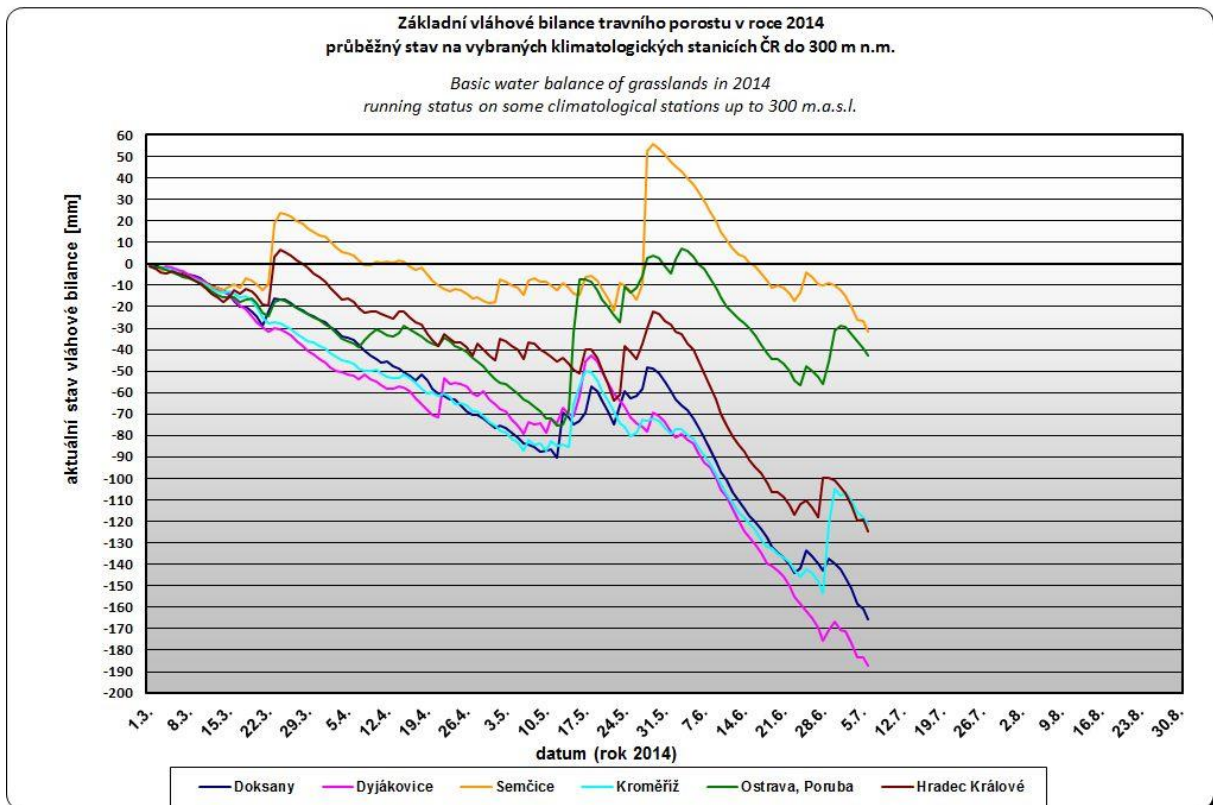
Rovněž geografické rozložení průměrných ročních úhrnů srážek (2) definuje jako jednu z nejsušších oblastí České republiky jižní Moravu. Průměrný roční srážkový úhrn se zde pohybuje okolo 450-500 mm. V mapě srážkových úhrnů letního půlroku (duben – září) činí srážkové úhrny na jižní Moravě 300-325 mm (2).

Vláhové poměry krajiny jsou pak nejčastěji vyjadřovány vláhovou bilancí, což je ve zjednodušeném pohledu rozdíl mezi srážkami (příjmovou částí oběhu vody v krajině) a celkovým výparem (výdejovou složkou) – další složky jako povrchový a podzemní odtok a změny zásob vody pod zemským povrchem nejsou zohledněny. V regionu jižní Moravy činí průměrná roční vláhová bilance pod - 200 mm. Na převážné části území, tedy v zemědělských oblastech, je vláhová bilance i v letech s vysokými srážkami vyrovnaná nebo záporná – srážky jsou nižší než výpar (2).

Základní vláhová bilance travního porostu mezi srážkami a potenciální evapotranspirací na území ČR
 aktuální stav od 1. 3. k neděli 6. 7. 2014
*Basic water balance of grasslands (difference between precipitation and potential evapotranspiration)
 since 1st March as of Sunday 6th July 2014*



Zdroj: www.chmi.cz, 21. 7. 2014



Zdroj: www.chmi.cz, 21. 7. 2014

V letech s nízkými srážkami je v České republice vláhová bilance celoročně pozitivní jen v nejméně položených, tedy v horských oblastech. Naopak v nejteplejších oblastech dochází k výskytům mimořádného sucha, protože hodnoty vláhové bilance se v extrémech blíží až k -500 mm (2).

Existence trvalých společenstev – např. lesů je v takto deficitních oblastech závislá na existenci dostupné podzemní vody.

Podzemní voda představuje „nejpomalejší složku“ hydrologického cyklu. Rychlost odtoku podzemní vody z krajiny je na rozdíl od povrchové vody nikoliv ve dnech, ale v měsících. Pro pohyb podzemní vody v horninovém prostředí jsou zásadní nehomogenity tohoto prostředí, definované jako privilegované cesty proudění podzemní vody. V měřítku zvodněné vrstvy, ve které pohyb podzemní vody probíhá, hrají roli lokální rozdíly v propustnosti, které mohou být značné i na vzdálenosti několika centimetrů v závislosti na typu propustnosti. Tyto privilegované cesty jsou charakterizovány rychlejším prouděním podzemní vody – v okolním horninovém prostředí saturované zóny pak podzemní voda proudí pomaleji.

Pokud se zvýší podíl podzemního odtoku, kdy se srážková voda převede infiltrací na vodu podzemní (nesaturovanou zónou proteče na hladinu podzemní vody), eliminuje se riziko eroze a omezí se riziko povodní. Zároveň bude voda „ukryta“ v horninovém prostředí a v období sucha bude zajišťovat dostupnou vodu pro vegetaci, povrchové toky a závlahy.

Zachycení vody v krajině – optimalizace hydrologického cyklu

Stěžejním aspektem pro zachování vody v krajině je prostřednictvím vhodných opatření zajistit infiltraci atmosférických srážek do horninového prostředí. V případě nedostatku vody hrozí sucho a případné klimatické změny – a z tohoto pohledu je zachycení vody v krajině zcela zásadní.

Opatření vedoucí ke zvýšení infiltrace atmosférických srážek do horninového prostředí mohou mít charakter

- staveb,
- přírodě blízkých opatření,
- agrotechnických změn.

Infiltrace srážkových vod v urbanizovaných územích

Významným zdrojem vod jsou neznečištěné vody z intravilánů. V současné době již existuje v legislativě ČR několik ustanovení o hospodaření se srážkovou vodou. Dosavadní praxe odtoku těchto vod z urbanizovaných území do kanalizace se stává minulostí a u nových

staveb bude možná pouze ve výjimečných případech. Pro trvale udržitelný rozvoj nebude akceptovatelné rozvíjet infrastrukturu ve městech a obcích, kde vznikají další nové zpevněné povrchy znemožňující zasakování srážkové vody, bez komplexního programu hospodaření se srážkovou, resp. dešťovou vodou (HDV). Nesmíme pominout ani neustále se zvyšující množství odváděných odpadních vod do kanalizací a tím i potřebu zvyšování kapacity přetížených kanalizačních sítí, což představuje značné finanční náklady. Koncept hospodaření se srážkovými vodami se proto v posledním desetiletí dostává do popředí zájmu a v novém pojetí se snaží prosazovat decentralizovaný princip, řešení problému zasakování srážkových vod v místě vzniku, tedy přímo na stavebním pozemku. Na základě znalostí hydrogeologických poměrů zájmové lokality z hlediska její vhodnosti/či nevhodnosti pro vsak s kombinací vhodně zvoleného stavebního prvku (retence + vsakovací zařízení) lze vsakovat srážkovou vodu do horninového prostředí prakticky kdekoliv.

Likvidace srážkových vod zasakováním do horninového prostředí je legislativně ošetřena zákonem č. 254/2001 Sb. (vodní zákon) v § 5, odst. 3 (v souladu s další platnou legislativou – stavební zákon). Technicky je hospodaření se srážkovými vodami zakotveno v České technické normě ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod a odvětvové technické normě vodního hospodářství TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami.

Krajinné prvky (přírodě blízká opatření) a agrotechnická opatření

Vhodně zvolené krajinné prvky či agrotechnická opatření zajistí zpomalení povrchového odtoku a umožní infiltraci srážkové vody do horninového prostředí. Infiltrace srážek je výrazně snadnější v těch částech krajiny, kde na povrch vystupují hydrogeologické kolektory – tj. horniny, které svým charakterem umožňují vznik, transport a doplňování zásob podzemní vody. Jde tedy o horniny propustné (např. štěrkopísčité sedimenty terasových stupňů údolních niv), ale mohou být jimi i tektonicky porušené linie.

Opatření na převedení vody povrchového odtoku na odtok podzemní je vhodné řešit formou přírodě blízkých prvků – na základě detailního studia složek krajiny, projevů vodní eroze, míst odvodnění podzemní vody. Jako vhodné krajinné prvky lze využít zatravněné meze, remízky, větrolamy, živé ploty, zatravněné průlehy, doprovodnou vegetaci polních komunikací, cyklostezek apod. Jako agrotechnická opatření lze označit zejména pěstování vhodných plodin na zemědělsky využívaných územích a jejich periodická obměna a způsob kultivace těchto území. Bohužel se v současné době setkáváme se skutečností, že volba plodin, které se budou na daném území pěstovat, je spojena především s ekonomickým aspektem.

Skladba vegetace musí odpovídat biocenologickému charakteru lokality, tj. vegetace by se měla maximálně blížit skladbě přirozené vegetace. Po základním zapěstování by měla být vegetace schopna přežívat na daném místě bez významnější údržby.

Uvedené krajinné prvky rovněž přispějí k významnému zvýšení krajinné diverzity (vznik biocenter). Současně se zvyšuje stabilita krajiny a její vyšší odolnost vůči stresu.

Významným krokem při optimalizaci hydrologického cyklu je včasná komunikace navrhovaných opatření v krajině s uživateli a obyvateli daného území. Vhodné je danou problematiku diskutovat ve velmi časných fázích projektu tak, aby navrhovaná opatření řešila potřeby obyvatel krajiny nebo uživatelů pozemků. Jako příklad lze uvést řešení projevů vodní eroze ohrožujících zástavbu nebo ornou půdu.

Ztráty vody v krajině

V souvislosti s problematikou zadržení vody v krajině je nutné poukázat na skutečnost, že v mnoha případech dochází v důsledku změny hydrogeologických poměrů, které jsou způsobené antropogenní činností, ke zrychlování odtoku podzemní vody.

Jako příklady negativního dopadu antropogenní činnosti na hydrogeologické poměry lze uvést:

- výstavby kanalizací,
- nevhodné zakládání staveb,
- zvýšení zastavěných ploch v urbanizovaných územích,
- meliorace,
- nevhodné zemědělské obhospodařování pozemků.

Problematika výstavby kanalizací

V předchozím textu jsme se zmínili o tom, že v horninovém prostředí se podzemní voda pohybuje tzv. privilegovanými cestami. Privilegované cesty proudění podzemní vody mohou být přírodního, ale i antropogenního původu, přičemž antropogenní privilegované cesty proudění podzemní vody vznikají i v prostředích, kde by podzemní voda přirozeně neproudila, nebo by její rychlost byla (z důvodu nepříznivých hydrogeologických poměrů na lokalitě) velmi nízká. Přítomnost antropogenně podmíněných privilegovaných cest proudění podzemní vody je charakteristická pro intravilány. Nejčastějším případem drenážního efektu podzemní vody je vybudování kanalizace.

Kanalizace bývá z důvodu vytvoření dostatečného spádu relativně hluboko uložená (v řádu několika metrů), přičemž na dně výkopu pro uložení potrubí je zpravidla „šterkové lože“ a potrubí je obsypáno pískem. Tyto materiály jsou mnohdy propustnější než okolní horninové prostředí a realizací výkopových prací zpravidla dochází k vytvoření nové erozní báze pro podzemní vodu. Lze říci, že i zához výkopu kanalizace je propustnější než okolní rostlý terén. Při současném trendu zvyšování počtu odkanalizovaných měst a obcí dochází stále více k negativnímu ovlivňování kvantitativních parametrů podzemních vod. Kombinací šterkového podsypu potrubí, vytvořením výkopu ve spádu a charakterem zásypu výkopu vznikají výše uvedené privilegované cesty proudění podzemní vody. Při samotné realizaci výkopu dochází v mnoha případech ke snižování hladiny podzemní vody v důsledku nutnosti jejího odčerpávání z výkopu. Dochází tak k poklesu hladiny podzemní vody nejen v místě stavby, ale i v jejím širším okolí. Při čerpání velkého objemu vody dojde k odčerpání statických zásob podzemní vody, tj. k odčerpání vody z hydrogeologického kolektoru v míře větší, než je běžný objem podzemní vody v průběhu ročních režimních změn. Především v průlinově propustném horninovém prostředí může mít to odvodnění kolektoru za následek jeho konsolidaci a snížení efektivní pórovitosti. To vede ke snížení množství „volných pórů“ a zároveň ke snížení možnosti akumulace podzemní vody v hydrogeologickém kolektoru (snížení zásobnosti). Velmi často je pod potrubí položena drenáž, která opět zvyšuje drenážní efekt stavby kanalizace.

Negativní ovlivnění hydrogeologických poměrů nejen samotné lokality, ale i širšího okolí tak nastává jak při výstavbě kanalizace tak po jejím ukončení, kdy se jedná o dopad trvalý (ponechání drenáží, resp. drenáž není přerušena těsněním, či není utěsněno její vyústění).

Zakládání staveb

Dalším z negativních dopadů na hydrogeologické poměry a potažmo na hydrologický režim v krajině je nevhodné zakládání staveb.

Bohužel se setkáváme se skutečností, že při řešení projektové dokumentace stavby často absentují (či jsou minimální) data o geologických a hydrogeologických poměrech zájmové lokality. Zejména při hloubkovém zakládání staveb pod hladinu podzemní vody tak dochází k vytvoření hydraulických bariér, což má za následek změnu směru proudění podzemní vody. V oblasti „pod stavbou“ po směru proudění, tak dochází ke snížení hladiny podzemní vody či k její ztrátě. Pokud se v této oblasti nacházejí například zdroje pitné vody, sloužící k individuálnímu zásobování, je dopad citelný.

K ovlivnění hydrogeologických poměrů dochází i při realizaci dopravních staveb, např. realizací vysokých násypů. V těchto případech dochází k přitížení hydrogeologických kolektorů a v důsledku jejich konsolidace ke zhoršení jejich propustnosti pro podzemní vodu a jejímu hromadění „před stavbou“.



Obr. č. 1: Výtok z drenáže, která byla položena při realizaci kanalizace

Nevhodné zemědělské obhospodařování

Významným fenoménem minulosti bylo odvodnění zemědělsky obhospodařovaných pozemků, tzv. meliorace. Prostřednictvím liniových drenážních prvků byla a je voda cíleně odváděna z krajiny. Domníváme se však, že mnoho drenáží je již nefunkčních. Údaje o odvodňovaných pozemcích jsou kusé, mnohdy se na drenáže narazí při výkopových pracích či při řešení problematiky sesuvů.

V souvislosti s využíváním zemědělských pozemků se používá termín „agrotechnická lavice“. Nevhodnou kultivací těchto pozemků vzniká nepropustné podloží na rozhraní půda – horninové prostředí. Vzniklý stav přispívá ke zvyšování podílu vody hypodermického odtoku, což mimo zrychlení odtoku vody z krajiny vede i k erozi.

Závěr

Z hlediska zajištění dlouhodobé stability hydrologického režimu, z hlediska krajiny, využití orné půdy a zachování lesních porostů je jediným možným řešením převedení povrchového odtoku, který vzniká po spadnutí atmosférické srážky na povrch terénu na odtok podzemní a to prostřednictvím její infiltrace do horninového prostředí.

Pokud dojde k infiltraci srážek do horninového prostředí, je ve většině případů omezena eroze, sníženo riziko povodní a infiltrovaná srážka zaručuje „pomalou“ podzemní vodu na období sucha. Opatření vedoucí ke zvýšení infiltrace mohou mít charakter staveb, přírodně blízkých opatření nebo může jít o změny agrotechnické.

Literatura

- (1) Hanzel, V. et al.: Geologický slovník. Hydrogeológia. Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava 1998.
- (2) Tolasz, R. et al.: Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Univerzita Palackého v Olomouci, Praha 2007, Olomouc 2007.
- (3) Novotná, J., Sedláček, Z.: Vliv kanalizací na hydrogeologické poměry v intravilánech. Sborník přednášek konference Městské vody 2013.

Kontakt:

RNDr. Jitka Novotná, GEOtest, a.s., Šmahova 112, 627 00 Brno,
tel. 728167387, e-mail: novotna@geotest.cz