

# VLIV ZRYCHLENÉHO ODTOKU V URBANIZOVANÉM ÚZEMÍ NA ZÁSOPY PODZEMNÍ VODY

Stanislav Frank

V článku je analyzován vliv urbanizace a s ní spojeného zrychleného povrchového odtoku na hladinu podzemní vody. Jako zájmová oblast bylo vybráno území Prahy o rozloze 5 km<sup>2</sup> rozkládající se v katastrálním území Ďáblic, Třeboradic, Čakovic a Letňan.

## Úvod

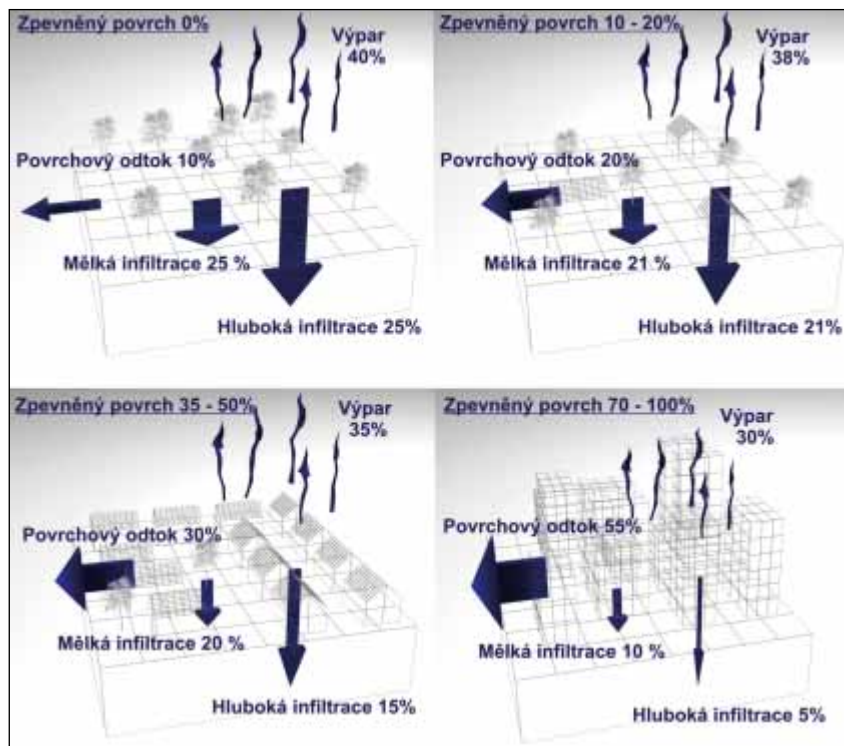
Odtok a infiltrace dešťové vody zásadně ovlivňuje městský hydrogeologický režim, který závisí na nepropustnosti povrchu, velikosti zastavěných a zpevněných ploch, vegetaci, sklonu terénu a srážkách [Rumman 2005]. Schematické znázornění velikosti odtoku z povrchu ovlivněného urbanizací je na obrázku 1.

Pokud je na povrchu přirozený pokryv, odtéká 10 % a infiltruje se zhruba 50 % z objemu spadlých srážek (25 % mělká infiltrace a 25 % hluboká infiltrace). Při 10% až 20% zastavění povrchu se povrchový odtok zdvojnásobuje na 20 %. V silně urbanizovaném prostředí povrchový odtok překračuje 50 % a infiltrace se snižuje pod 15 % (10 % mělká infiltrace a 5 % hluboká infiltrace) [Arnold 1996].

Velikost zastavěných městských ploch i počet lidí žijících ve městech nadále narůstá. Proto je i velikost zpevněných ploch ve městech stále více zásadní pro kvalitu lidského života [Foster 1990,



Obr. 1: Faktory ovlivňující městskou hydrogeologickou bilanci



Obr. 2: Podíl odtoku, infiltrace a výparu vzhledem k velikosti zpevněných ploch

Lehmann 2010]. Na tento fakt reagují nejnovější trendy ve způsobu odvodnění měst. Stále více projektů využívá decentralizovaných systémů odvodnění. Velmi diskutovaná je také problematika hospodaření s dešťovou vodou, a to nejen v územním plánování. V legislativě převažuje snaha co nejvíce upřednostňovat retenci a vsakování dešťových srážek před klasickým konvečním odvodněním pomocí kanalizace.

Zachování a ochrana vodních zdrojů je z hlediska udržitelného rozvoje

velmi důležitá. Pro udržitelný rozvoj je nutné stanovit pravidla pro územní plánování, která by zmenšovala dopady na vodní zdroje. Vzhledem k pokračujícímu rozvoji měst je nutné uplatňovat v plánování zásady společlivých a platných výzkumů, které se zabývají dopady urbanizace na hladinu povrchových a podzemních vod [Carmon 1997].

Cílem článku je zjistit, zda došlo v urbanizovaném území k poklesu hladiny podzemní vody, zhodnotit, do jaké míry se na snížení zásob podzemní vody podílel zrychlený odtok, které další faktory problematiku ovlivňují a jaké negativní jevy jsou s tímto trendem spojeny.

## Charakteristiky zkoumaného území

V rámci výzkumu byl analyzován vliv zrychleného odtoku vyvolaný zástavbou na stav hladiny podzemní vody. Jako zájmové území byla vybrána oblast o rozloze 5 km<sup>2</sup> rozkládající se v katastrálním území Ďáblic, Třeboradic, Čakovic a Letňan. Plocha vychází z kladu mapových listů 1 : 5 000. Analýza se zabývá změnami v území v časovém horizontu čtyřiceti let.

Reliéf má výrazně rovinný charakter s relativně plochými a nevýraznými elevacemi s mírným sklonem od jihozápadu k severovýchodu. Původní povrch území se utvářel do období staršího pleistocénu převážně působením zvětvávání a eroze. Od mladšího pleistocénu již k podstatnějšímu odnosu nedocházelo a na celém území se vytvořil téměř souvislý sprašový pokryv. V holocénu došlo k omlazení reliéfu erozní činností potoků. Následně byly obě erozní rokle vyplněny holocenými náplavami. Roční srážkové úhrny se pohybují mezi 500 až 600 mm. Průměrná roční teplota je 8 až 9 °C.

Z inženýrsko-geologického pohledu lze celkově hodnotit zájmové území jako rovnoměrně prozkoumané s poměrně hustou sítí dokumentačních bodů. Analýza zpracovává data z roku 1971 v porovnání s dnešním stavem, respektive stavem k říjnu 2011. Pro analýzu bylo použito více než 600

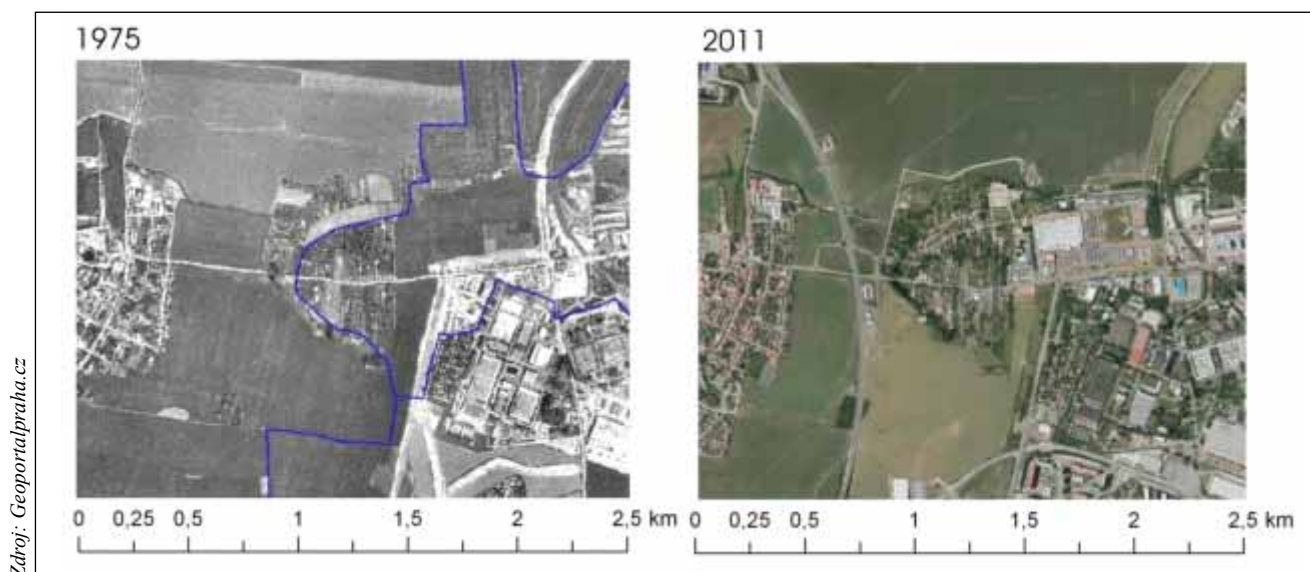
geologických dokumentovaných objektů (vrtů, studní, sond atd.). V oblasti došlo v posledních čtyřiceti letech ke značné urbanizaci území a s ní spojené výstavbě a rozvoji zpevněných ploch. Osídlené území má převážující charakter sídlištní vícepodlažní zástavby. Je zde vedena rychlostní silnice E55. V posledním desetiletí byly vybudovány další objekty občanské vybavenosti, prodejní haly a parkoviště. Na menší ploše zůstala původní nízkopodlažní zástavba, dále jsou zde zachovány některé plochy obhospodařovaných polí.

## Metody výpočtu

Velikost povrchového odtoku dešťové vody určuje základní vzorec  $Q=S*\Psi*q$  [ $l*s^{-1}$ ], kde S je velikost odvodňované plochy,  $\Psi$  je součinitel odtoku, q vydatnost deště [Nypl 1992]. Součinitel odtoku je dán typem odvodňované plochy, úpravou i drsností povrchu a sklonem terénu. Pro naše účely byly použity součinitele odtoku jednotlivých typů krajinného pokryvu dle autorů Nypla [1992] a Viessmana [2003].

Povrch	Koeficient odtoku
Výrobní, obchodní a průmyslové oblasti	
Centrální plochy	0,70–0,95
Okolní plochy	0,50–0,70
Obytná zástavba	
Rodinné domy	0,30–0,50
Bytové domy – jednotlivé	0,40–0,60
Bytové domy – řadové	0,60–0,75
Obytné příměstské plochy	0,25–0,40
Bytová zástavba (sídliště)	0,50–0,70
Parky, hřbitovy	0,10–0,25
Dětská hřiště	0,20–0,35
Železniční nádraží	0,20–0,40
Nevyužívané oblasti	0,10–0,30
Ulice	
Asfalt	0,70–0,95
Beton	0,80–0,95
Dlažba	0,70–0,85
Zeleň	
Travnaté plochy	0,05–0,15
Lesy	0,00–0,10

Tab. 1: Příklad součinitelů pro povrchový odtok [Nypl 1992, Viessman 2003]



Obr. 3: Ortofoto, stav 1975 a 2011

Dále bylo nutné použití dostatečně detailních dat obsahujících informaci o využití území. K tomu byla využita data Urban atlasu Evropské agentury pro životní prostředí. Data obsahují podrobné informace o využití krajinného pokryvu zpracované pro velké městské zóny s více než 100 000 obyvateli [EEA 2011].

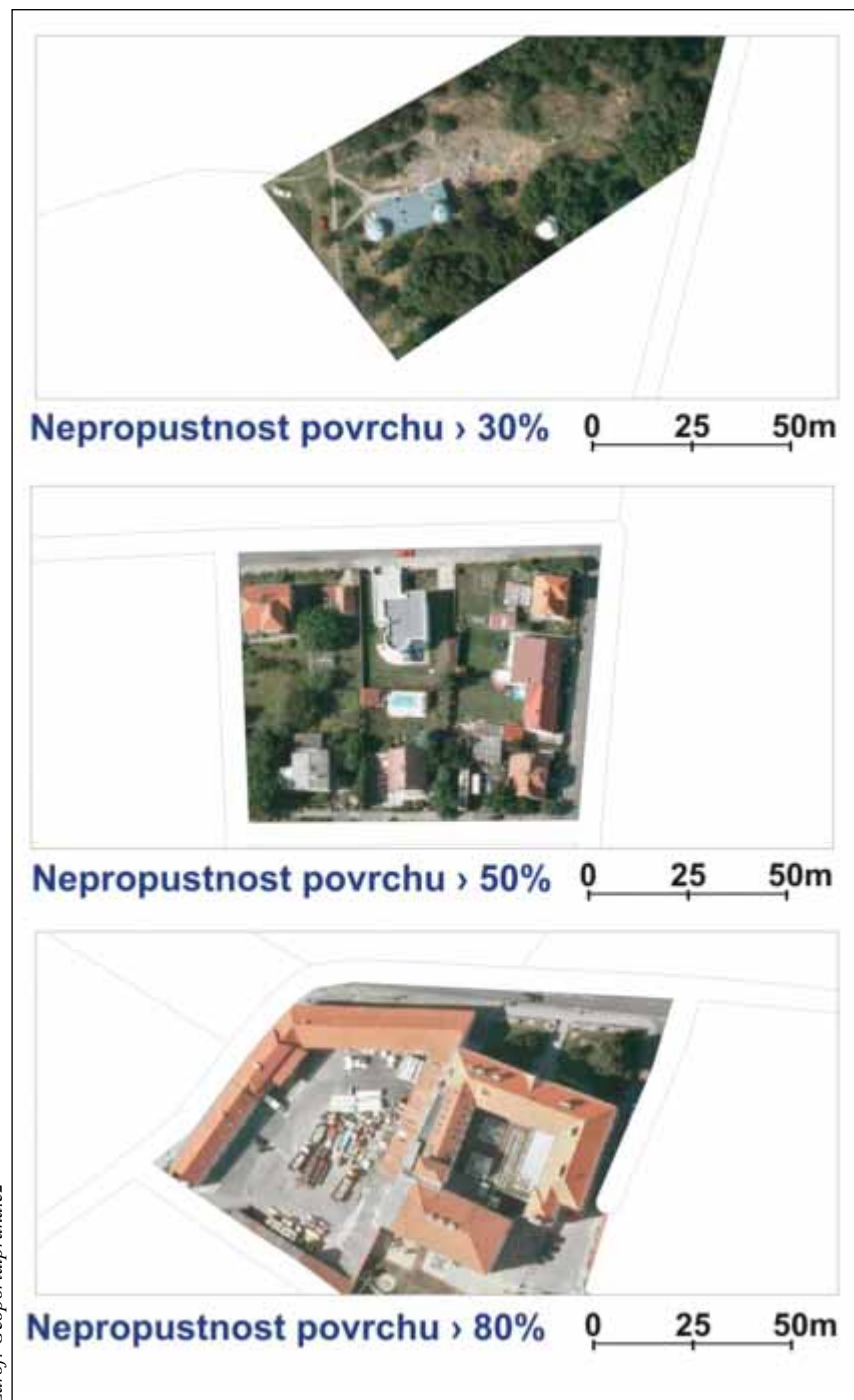
Vrstva krajinného pokryvu zachycující stav před čtyřiceti lety byla vytvořena na základě historických ortofoto

snímků a informací popisujících zástavbu v této době. Využití území bylo klasifikováno podle stejného klíče použitého pro data Urban atlasu. V zájmovém území bylo identifikováno 119 ploch v roce 2011 a 79 ploch pro stav v roce 1971. Plochy byly rozděleny na 13 základních typů podle využití území a průměrné nepropustnosti půdy (souvislá městská zástavba, nesusvislá hustá městská zástavba, izolované struktury, průmyslové, obchodní, veřejné, vojenské a soukromé

subjekty, tranzitní silnice a související plochy, ostatní silnice a související plochy, železnice a související plochy, staveniště, oblasti bez současného využití, městské zelené plochy, sportovní a rekreační plochy, zemědělské a přírodě blízké oblasti, vodní plochy).

Pro stanovení hladiny podzemní vody bylo využito údajů z vrtů, studní a sond. Informace byly převedeny do standardních GIS formátů a databázi a takto zpracovaná data byla dále analyzována. Výpočet povrchu hladiny podzemní vody je založen na metodě inverzních vzdáleností. Metodou je matematicky uplatňován základní princip, že při interpolaci podzemní vody je hodnota úrovně hladiny podzemní vody více ovlivňována hodnotami, které jsou v prostoru blíže, než hodnotami prostorově vzdálenějšími. Pro každou buňku rastru obsahující výslednou hodnotu úrovně hladiny podzemní vody byl proveden výpočet, do kterého vstupují hodnoty z vrtů, studní a sond. Počet hodnot, které ovlivňují hodnotu buňky, je stanoven na základě modelových výpočtů. Dále se ve výpočtu uplatňuje pravidlo maximální vzdálenosti pro vstupní hodnoty. Do výpočtu vstupují vždy nejvyšší zjištěné vodní stavy (maximální výšky, kterých hladina podzemní vody v průběhu roku dosáhne). Je tedy pravděpodobné, že v suchých měsících se bude hladina pohybovat ve větší hloubce. Pro získání dat o hladině podzemní vody z roku 1971 byla provedena digitalizace údajů z hydrogeologické mapy z tohoto období. Na základě získaných informací byl obdobným způsobem vymodelován povrch hladiny podzemní vody z roku 1971. Výsledné statistické vyhodnocení se opírá o prostorovou analýzu a mapovou algebru. Vymodelované trojrozměrné povrchy byly od sebe odečteny a výsledný rozdíl byl přepočten na průměr pro celé území.

Pro popsání a porovnání hydrologických a meteorologických charakteristik byla využita historická data ČHMÚ.

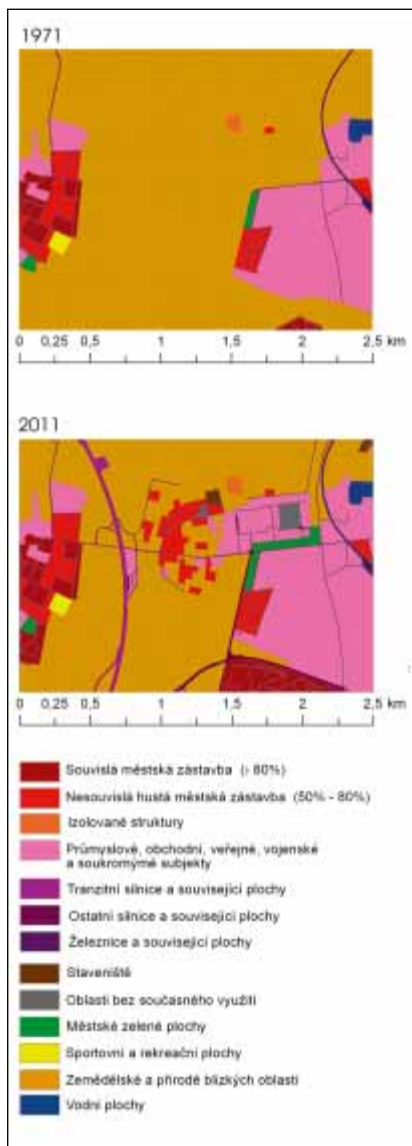


Zdroj: Geoportálpraha.cz

Obr. 4: Ukázka kategorizace krajinného pokryvu podle nepropustnosti povrchu

## Změny velikosti povrchového odtoku a úrovně hladiny podzemní vody

Výstavba zpevněných ploch v zájmovém území za posledních 40 let je zřetelná při porovnání krajinného pokryvu z roku 1971 a 2011. Plocha půdy se zvýšenou nepropustností vzrostla o 0,863 km<sup>2</sup>. Jedná se tedy o téměř pětinu z celkové plochy zkoumaného území.



Obr. 5: Krajinný pokryv (1971 a 2011)

Pro obě období bylo spočítáno množství vody v m<sup>3</sup>, které odtéče za rok ze zájmového území. V roce 1971 byl stanoven odtok na 662 459 m<sup>3</sup>, v roce 2011 odtok vzrostl o 259 726 m<sup>3</sup> na 922 185 m<sup>3</sup>. Odtok se díky zvětšení nepropustných ploch zvýšil o 28 %.

Využití území (průměrná nepropustnost povrchu)	1971		2011	
	Plocha km <sup>2</sup>	Odtok m <sup>3</sup> /rok	Plocha km <sup>2</sup>	Odtok m <sup>3</sup> /rok
Souvislá městská zástavba (> 80 %)	0,12	41 112	0,25	88 029
Nesouvislá hustá městská zástavba (50–80%)	0,17	47 941	0,31	84 106
Izolované struktury	0,01	3 115	0,01	3 115
Průmyslové, obchodní, veřejné, vojenské a soukromé subjekty	0,86	331 704	1,16	448 444
Tranzitní silnice a související plochy	0	0	0,07	35 289
Ostatní silnice a související plochy	0,07	28 631	0,21	93 199
Železnice a související plochy	0,02	4 596	0,02	4 596
Staveniště	0	0	0,02	2 517
Oblasti bez současného využití	0	0	0,03	3 311
Městské zelené plochy	0,02	1 225	0,05	2 934
Sportovní a rekreační plochy	0,02	1 397	0,02	1 397
Zemědělské a přírodě blízké oblasti	3,68	202 735	2,82	155 243
Vodní plochy	0,02	0	0,02	0
<b>Celkem</b>	<b>5</b>	<b>662 459</b>	<b>5</b>	<b>922 185</b>

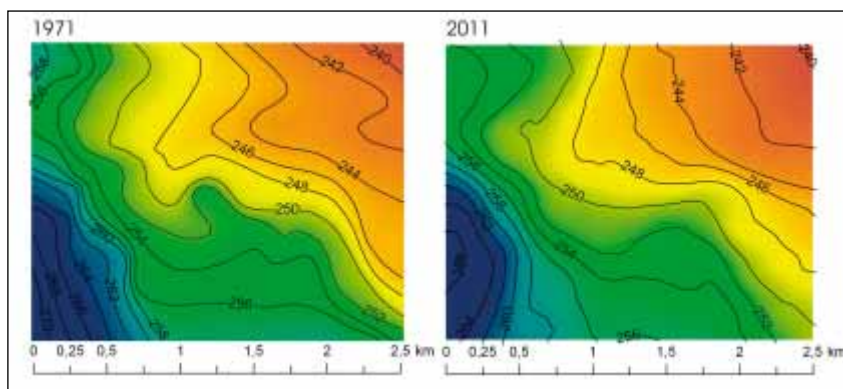
Tab. 2: Odtok z území (1971 a 2011)

Hodnoty pro jednotlivé základní typy ploch dle využití území a průměrné nepropustnosti povrchu uvádí tabulka 2.

Na základě popisovaných dat a metod byla stanovena hladina podzemní vody pro obě období. Nejhlouběji se hladina podzemní vody v jihozápadní části území pohybuje nad bází přemísťovaných sedimentů Zdibské plošiny 8 až 13 m pod terémem. Na většině území je pak hladina podzemní vody převážně v hloubce 2 až 6 m pod terémem buď v kvarténních zeminách, nebo v poloze navětralého skalního podkladu. V údolí Červenomlýnského potoka a jeho přítoku je hladina podzemní vody mělko

pod povrchem v intervalu 0,4 až 2 m. Mělká hladina podzemní vody a zamokřující terén je v pramenné oblasti Červenomlýnského potoka.

Na rozdíl od roku 1971 se průměrná výška hladiny podzemní vody v celém území snížila o 0,4 m. V některých místech je pokles hladiny mnohem zřetelnější, naopak v části území je nově stanovená hladina výše. Při pohledu na nejvyšší rozdílné hodnoty je nutné brát v potaz nepřesnost hydrogeologické mapy z roku 1971 oproti reambulanci, na kterou bylo použito více dat. Přesto průměrná hodnota pro celé území jasně potvrzuje trend úbytku podzemní vody v zájmovém území.



Obr. 6: Hladina podzemní vody, hydroizohypsy, absolutní výšky (1971 a 2011)

## Hydrologické a ostatní faktory ovlivňující zásoby podzemní vody

Na zkoumané lokalitě 5 km<sup>2</sup> došlo za posledních 40 let k zvětšení nepropustných ploch o 0,863 km<sup>2</sup>, což má za následek zrychlený povrchový odtok zvýšený o 28 %. Na tomto území se snížila hadina podzemní vody v průměru o 0,4 m. Od roku 1971 zde nedošlo k jiným činnostem zrychlujícím odtok vody z krajiny, jako je například odlesnění nebo ucelení zemědělských ploch, velké plochy orné půdy zde byly již v sedmdesátých letech. Na území nedošlo ani k významnému nárůstu počtu studní a objemu čerpané podzemní vody. V roce 1971 zde bylo 188 studní, terénním průzkumem bylo zjištěno, že došlo ke zrušení 22 studní, a naopak přibýlo 47 nových. Celkový počet studní se dnes navýšil na 213. Žádné jiné možné odběry podzemní vody nebyly v území v posledních 40 letech zaznamenány. Pokud také na zkoumané lokalitě vyloučíme extrémní události a antropogenní vlivy vzniklé špatným dimenzováním nové zástavby, které by měly za následek například narušení proudění podzemní vody, můžeme tak za hlavní faktor označit právě rozvoj nepropustných ploch v území.

Dalším faktorem, který působí na zásoby podzemní vody, je změna klimatu. Co do problematiky změn klimatu existuje ve vědeckém světě několik názorových směrů. Je však nutné připustit, že k oteplování dochází, a že poslední roky byly nejteplejší dekadou na území České republiky v historii pozorování teplot.

Oteplování atmosféry se podle IPCC bude projevovat i na extremitě počasí. Bude docházet ke zvýšení evapotranspirace a zvětšování objemu vodních par v atmosféře. To bude mít za následek zvýšení srážek a přívalových dešťů, které se však nestačí vsakovat a jsou možnou příčinou zesilování povodňových jevů [Hladný 2007].

Při pohledu na meteorologická data zájmového území z let 1971 a 2011 je patrné, že rok 1971 byl oproti roku 2011 v průměru o téměř stupeň chladnější. Ale naopak rok 2011 byl v ročním průměru o 82 mm vodnatější. Je však také důležité se zaměřit na teploty a srážkové úhrny v jednotlivých měsících. Především na teploty a srážky v dubnu až říjnu, kdy je prováděn monitoring studní. I v těchto měsících jsou v roce 2011 vyšší teploty, které přispívají k vyšší evapotranspiraci, ale také vyšší srážkové úhrny a to 102 mm. Vyšší srážkový úhrn by měl na zásoby podzemní vody působit kladně. Srážky však díky nárůstu zpevněných ploch a i svému charakteru (častější výskyt přívalových dešťů) rychleji odtékají.

### Další negativní projevy zrychleného odtoku

Řada měst a obcí se v poslední době potýká s problémem povodní, zároveň v tocích dochází k dlouhodobě malému průtoku vody a snižuje se zásoba podzemních vod. Tyto jevy mají společný původ, a to je rychlý povrchový odtok srážek. Velké srážkové úhrny se střídají s delšími obdobími bez srážek. Voda odtékající z území po zpevněném povrchu komunikací, střeš,

parkovišť je odváděna do kanalizace a z toho důvodu se nevsáknou. Pokud je, ve městě jednotná kanalizace, dochází tak i k zahlcení ČOV. Spolu s přívalovými dešti je pak možné pozorovat bleskové povodně, které se mohou vyskytnout téměř kdekoli v obydleném území.

### Legislativní a územně plánovací souvislosti

K tomu, aby se hospodaření s dešťovou vodou stalo základním principem vodního hospodářství v našich městech, je nutné realizovat systémové změny a opatření s celostátní působností a také zavést účelová pravidla s místní působností [Vítek 2008]. Na zásoby podzemní vody je odkázána i polovina obyvatel Česka. Na tuto situaci reagovalo Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství vyhláškou 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.

Základním dokumentem, který ustanovuje rámec pro činnost v oblasti vodní politiky Evropského společenství, je směrnice 2000/60/ES. V české legislativě je v současné době vsakování a snižování odtoku podporováno vyhláškou č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění vyhlášky č. 269/2009 Sb., konkrétně požadavkem uvedeným v § 20 odst. 5 písm. c), z něhož vyplývá, že pokud se neplánuje jiné využití srážkových vod, musí být při vy-

Období	Měsíc														Rok
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	4.–10.		
Dlouhodobý normál	-2	-0,4	3,4	8,1	13	16,3	17,8	17,2	13,6	8,6	3,3	-0,2		8,2	
1971	-3,9	0,5	0,5	8,7	14,2	14,3	18,6	19,3	11,6	7,8	2,8	2,9	13,5	8,1	
2011	-0,5	-1,3	4,6	11,3	14,1	17,6	16,9	18,4	15,2	8,5	3	3	14,5	9,2	

Tab. 3: Teploty [°C] v letech 1971 a 2011, dlouhodobý normál teploty vzduchu (1961–1990)

Období	Měsíc														Rok
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	4.–10.		
Dlouhodobý normál	32	30	36	43	70	75	72	73	46	36	40	35		590	
1971	10	21	28	29	92	119	17	52	39	20	52	24	368	503	
2011	37	8	28	25	52	82	154	72	43	42	1	42	470	585	

Tab. 4: Úhrny srážek [mm] v letech 1971 a 2011, dlouhodobý srážkový normál (1961–1990)

mezování stavebního pozemku vždy řešeno přednostně jejich vsakování. Jen není-li vsakování možné, je třeba řešit jejich zadržování a regulované odvádění oddílnou kanalizací k odvádění srážkových vod (tzv. „dešťovou“ kanalizací) do vod povrchových, a pouze není-li možné ani toto druhé řešení, lze srážkové vody regulovaně vypouštět do jednotné kanalizace. Pro území hlavního města Prahy platí již s účinností od 1. ledna 2000 požadavek řešit přednostně vsakování srážkových vod, jak stanoví čl. 11 odst. 7 vyhlášky hlavního města Prahy č. 26/1999 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze, z něhož plyne, že jen pokud neumožní vsakování hydrogeologické poměry, velikost či využití pozemku a není možná ani akumulace či odvedení srážkových vod do vodního toku, je namísto jejich „likvidace“ napojením stavby na veřejnou dešťovou nebo jednotnou kanalizaci. Respektovat posledně citované obecné požadavky na výstavbu je zákonnou povinností všech subjektů činných ve výstavbě (§ 169 odst. 1 stavebního zákona z roku 2006). V současné době je od února 2012 platná nová norma ČSN 75910 upravující výstavbu a provoz vsakovacích zařízení.

## Závěr

Text článku poukazuje na velikost odtoku z městské plochy, který je spojen s úbytkem zásob podzemní vody. Analýza prokazuje snížení hladiny podzemní vody o 0,4 m na zkoumaném území v posledních čtyřiceti letech, kdy došlo ke zvětšení rozlohy nepropustných ploch. Zvyšování nepropustnosti povrchu není ve vztahu k úbytku podzemní vody jediným faktorem, lze jej však označit za faktor klíčový. Druhým významným faktorem je častější výskyt přivalových dešťů. Právě spo-

jení těchto dvou faktorů má za následek umocnění negativních projevů. Zvyšování rozlohy nepropustných ploch a následně zrychlení odtoku po povrchu a do kanalizací bez možnosti vsáknutí dešťové vody do zásob podzemních vod se dá nadále očekávat zejména v okrajových částech Prahy (takzvaném vnějším pásmu), kde se nachází i zkoumaná lokalita. Podobný scénář je k vidění samozřejmě i v jiných tuzemských a zahraničních městech, především v jejich rozvojových lokalitách.

V české legislativě je vsakování dešťové vody podporováno. Základní geologické a hydrogeologické údaje pro Prahu jsou popsány v inženýrsko-geologických mapách 1 : 5 000 (pořízení a reambulace map jsou náročnými činnostmi, proto většina měst inženýrsko-geologické mapy 1 : 5 000 nemá). Chybí však jakákoliv data, která by tyto podmínky vyhodnocovala a na základě kterých by se dalo navrhnout, kde je vsakování možné, někde přímo nutné. Také je důležité tuto informaci poskytnout v předstihu investorům, respektive architektům a projektantům, kteří by tak získali údaje o možnostech vsakování dešťových srážek. A aby se vsakováním, které je ekonomicky oproti výstavbě kanalizace výhodnější, mohli počítat již ve fázi koncepce a výběru lokality pro umístění projektu.

Zlepšení situace jako autor tohoto příspěvku vidím v poskytnutí výše zmiňovaných informací pro tvorbu územně plánovací dokumentace. Snížení negativních dopadů zrychleného odtoku na hladinu podzemní vody touto cestou bude závislé na počtu měst a obcí, které budou tento problém řešit již ve fázi územního plánování.

*Výzkum byl proveden v rámci projektu, který má za cíl zlepšení situace v problematice hospodaření s dešťovou vodou v ČR i zahraničí. V projektu je vyvíjen specializovaný GIS software pro*

*prostorové hodnocení geologických, hydrogeologických a morfologických poměrů, který umožní poskytovat novou službu městům, obcím a krajům v podobě zpracování nové vrstvy do ÚAP nebo ÚP, kde bude vyhodnocena možnost vsakování srážek v řešeném území. Vývoj je podpořen programem Alfa Technologické agentury České republiky (TA02020880).*

## Použité zdroje:

ARNOLD, C. L. – GIBBONS, C. J. Impervious surface coverage: the emergence of a key environmental indicator. *American Planning Association. Journal of the American Planning Association*, 62, 1996, s. 243–258.

CARMON, N. Water-sensitive Urban Planning: Protecting Groundwater. *Journal of Environmental Planning and Management*, 40(4), 1997, s. 413–434.

EEA. *Mapping Guide for a European Urban Atlas*. 2012 [online]. [cit. 2012-08-07]. Dostupné z: <<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/urban-atlas/mapping-guide>>.

FOSTER, S. S. D. Impacts of urbanization on groundwater. *Hydrological Processes and Water Management in Urban Areas* 198, 1990, s. 187–207.

HLADNÝ, J. Fakta a mýty o povodních. *Povodně a změny v krajině. MŽP ČR a UK v Praze, PřF, Praha, 2007*, s. 41–50.

NYPL, V. *Hydrologie a pedologie*, Praha: Fakulta technologie ochrany prostředí VŠCHT, 1992, 140 s.

RUMMAN, N. – LIN, G. – LI, J. Investigation of GIS-based Surface Hydrological Modelling for Identifying Infiltration Zones in an Urban Watershed. *Environmental Informatics Archives*, 3, 2005, s. 315–322.

VÍTEK, J. Odvodňování urbanizovaných území podle principů udržitelného rozvoje. *Urbanismus a územní rozvoj*, 2008, č. 4, s. 15–26.

Vyhláška č. 269/2009 Sb., o obecných požadavcích na využívání území.

*Ing. Stanislav Frank  
Katedra aplikované geoinformatiky  
a územního plánování  
Fakulta životního prostředí  
Česká zemědělská univerzita v Praze*

## ENGLISH ABSTRACT

### The impact of accelerated drainage of underground water reserves in urbanized areas, by Stanislav Frank

This article analyses the impact of urbanization and resulting acceleration of surface drainage on the level of underground water. An area of 5 sq km consisting of the cadastral areas of the Prague neighbourhoods Dáblvice, Třeboradice, Čakovice and Letňany was chosen for analysis.