

Trendy v metodikách hydrogeologického průzkumu pro účely zasakování srážkových vod do horninového prostředí

Radim Ptáček

GEOoffice, s.r.o., ptacek@geooffice.cz

Abstrakt

Je to už deset let, od kdy vstoupila v platnost ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod, která mimo jiné stanovuje obecné zásady hydrogeologického průzkumu pro posouzení vhodnosti utrácení srážkových vod do horninového prostředí. U řady hydrogeologů je po takové době průzkum pro zasakování srážkových vod rutinní záležitostí s použitím vlastních metod často odpovídajících technické vybavenosti jednotlivých firem. Jsou metody průzkumu, od jednoduché rešerše až po podrobný průzkum, dostatečné pro schvalovací orgány a vyhovují potřebám stavebníků? Jak se ČSN 75 9010 a na ni navazující odvětvové technické normy ujaly mezi hydrogeology, projektanty a jak jsou vnímány vodoprávními úřady? Kam se posouvají trendy průzkumů v tomto oboru? Kromě hledání odpovědí na tyto otázky se autor příspěvku zaměřuje na „obrázkovou“ prezentaci průzkumných metod méně obvyklými postupy, např. nízkonákladovými úzkoprofilovými sondami, nálevovými testy pomocí ražených sond se ztraceným hrotem, nebo naopak nákladnými vsakovacími testy na širokoprofilových vrtech prováděných pilotovacími soupravami.

Klíčová slova: vsakování, atmosférické srážky, propustnost prostředí

1. Uvedení popisované problematiky do legislativních a metodických souvislostí

Zdroje vody České republiky jsou díky její specifické geografické poloze ve středu Evropy doplňovány pouze atmosférickými srážkami. Ty v závislosti na přírodních poměrech, zejména na geologické skladbě a tvaru povrchu terénu, a na poměrech ovlivněných lidskou činností, zejména způsobem hospodaření s ornou a lesní půdou, úpravou vodních toků a zastavováním zpevněnými plochami, z našeho území po nějaké době nenávratně odečou. Aby doba, kdy se srážky podílejí na koloběhu vody na našem území byla co nejdelší a voda tak mohla sloužit k všeobecnému prospěchu, je zapotřebí vodu v krajině cíleně zadržovat a její povrchový odtok tak zpomalit. Toho lze dosáhnout například smysluplným návrhem zasakování srážkových vod v zastavovaných územích, jak vyžaduje jako prioritní řešení současné vodní a stavební právo. Povrchový odtok ve vodotečích totiž probíhá převážně v řádech dnů či týdnů, kdežto ve vodách podzemních odtok probíhá v řádech měsíců či let. Právě toto je jedna z možných cest, jak může i hydrogeologická obec svou profesní činností přispět k prospěšnému zadržování vody v krajině.

Zákon o vodách č. 254/2001 Sb. v aktuálním znění v §5 jednoznačně stavebníkovi ukládá při provádění staveb a s tím spojeným nakládáním s vodami za povinnost omezovat odtok povrchových vod způsoby dle následující citace zákona: „Dále je stavebník povinen zabezpečit omezení odtoku povrchových vod vzniklých dopadem atmosférických srážek na tyto stavby akumulací a následným využitím, popřípadě vsakováním na pozemku, výparem, anebo, není-li žádný z těchto způsobů omezení odtoku srážkových vod možný nebo dostatečný, jejich zadržováním a řízeným odváděním nebo kombinací těchto způsobů“. Pořadí priorit způsobu nakládání se srážkovými vodami stanovila v roce 2009 novelizace vyhlášky o obecných požadavcích na využívání území č. 501/2006 Sb., kdy při vymezení stavebního pozemku bylo nezbytné vyřešit hospodaření se srážkovými vodami jejich:

1. akumulací s následným využitím, vsakováním nebo výparem, pokud to hydrogeologické poměry, velikost pozemku a jeho výhledové využití umožňují a pokud nejsou vsakováním ohroženy okolní stavby nebo pozemky,
2. odváděním do vod povrchových prostřednictvím dešťové kanalizace, pokud jejich akumulace s následným využitím, vsakováním nebo výparem není možná, nebo
3. regulovaným odváděním do jednotné kanalizace, není-li možné odvádění do vod povrchových.

Požadavek na vsakování srážkových vod v místě jejich vzniku se tak stal jedním z upřednostňovaných řešení. Ve vyhlášce č. 183/2018 Sb. o náležitostech rozhodnutí a dalších opatření vodoprávního úřadu a o dokladech předkládaných vodoprávnímu úřadu jsou pak v případě záměru vsakování vod v příloze č.1 ve vzorovém protokolu popsány náležitosti, co má formálně žádost o povolení k nakládání s povrchovými nebo podzemními vodami obsahovat. V její příloze č.8 je uveden požadavek na obsah tzv. vyjádření osoby s odbornou způsobilostí, pokud se žádost o povolení nakládání s vodami týká podzemních vod. Touto odborně způsobilou osobou je zákonem definována osoba oprávněná podle

zákona č. 62/1988 Sb. o geologických pracích, ve znění pozdějších předpisů. Přestože zákonem není definován přesně obor působnosti této způsobilé osoby, obecně je za něj považován hydrogeolog, který se průzkumem podzemních vod a vyhodnocováním hydrogeologických poměrů zabývá jako hlavním předmětem jeho činnosti.

Způsob a rozsah projektování, provádění a vyhodnocování hydrogeologického průzkumu je pro geology stanoven vyhláškou č. 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, oznamování rizikových geofaktorů a o postupu při výpočtu zásob výhradních ložisek. V této vyhlášce je v oboru hydrogeologie kladen důraz především na oblasti vyhodnocování zásob podzemních vod a na průzkum antropogenního znečištění horninového prostředí souvisejícím s ochranou podzemních vod. Struktura projektování a výstupů geologických úkolů souvisejících se zasakováním srážkových vod do horninového prostředí v této vyhlášce ale definována není. Z vlastní zkušenosti se proto přikláním k tomu, aby výstup hydrogeologa byl strukturou uzpůsoben požadavku legislativy na závěrečnou zprávu dle Přílohy č. 7 k vyhlášce č. 369/2004 Sb. s názvem Osnova závěrečné zprávy o řešení geologického úkolu s výpočtem zásob podzemních vod. Kapitola 4 dle této vyhlášky Výpočet zásob podzemních vod by ale byla nahrazena Vyjádřením hydrogeologa k projektovanému záměru, který by obsahoval jednotlivé požadavky na náplň dokladů pro vodoprávní úřady při povolování nakládání s vodami dle výše citované vyhlášky 183/2018 Sb.

Do roku 2012 chyběly metodické pokyny či technické normy, které by pro návrh vsakovacích zařízení a hydrogeologický průzkum cílený na vsakování srážkových vod bylo možno využít. Za podnětnou metodiku lze považovat Metodický pokyn ČAH (Česká asociace hydrogeologů) č. 1/2008 s názvem Vyjádření osoby s odbornou způsobilostí k zasakování odpadních vod do půdních vrstev, která je v některých aspektech zasakování srážkových vod do horninového prostředí velmi blízká. U zasakování odpadních vod je ale kladen vyšší důraz na jejich kvalitu a s tím související vlivy na kvalitu podzemní a povrchové vody, kdežto u srážkových vod je vyšší důraz kladen na množství vod, zejména při srážkových extrémech, a na důsledky související s podmáčením pozemků a staveb v blízkém okolí.

2. Přelomový rok 2012

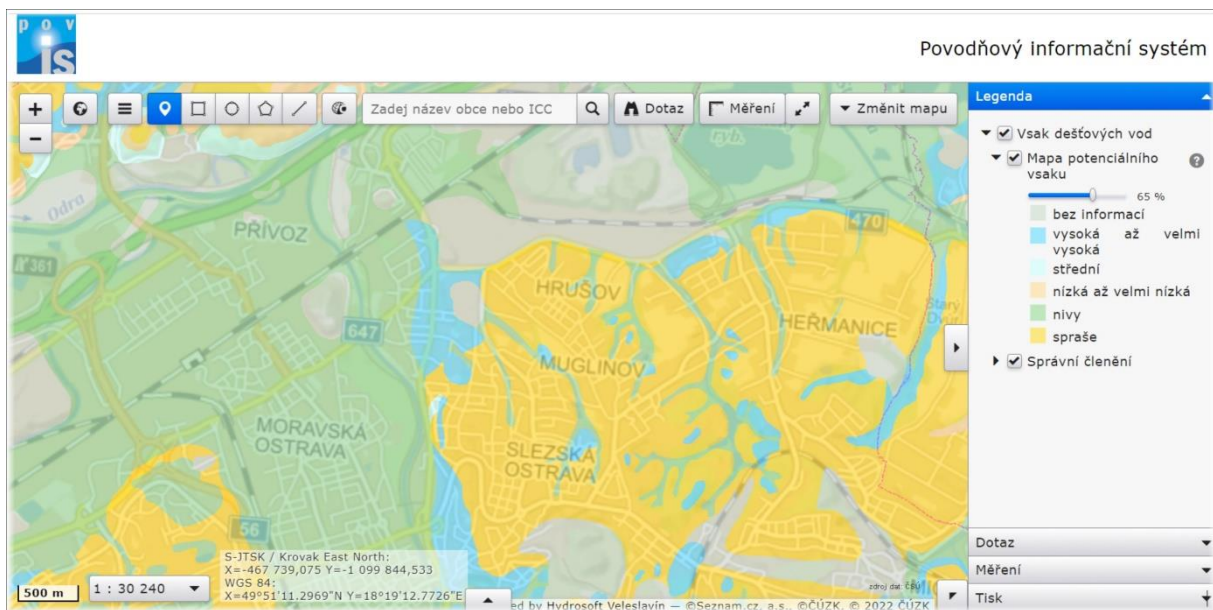
V roce 2012 byla vydána technická norma ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod a následně v roce 2013 oborová technická norma TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami, které se staly metodickým vodítkem při návrhu utrácení srážkových vod. Přehledně jsou tyto normy a postupy v nich okomentované v metodice MŽP ze září 2015 s názvem Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR, jejíž zhotovitelem byly společnosti GEOtest, a.s. a Sweco Hydroprojekt a.s. [1], ze které přejímáme popis obou přelomových norem.

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod stanoví především způsob, rozsah a výstupy geologického průzkumu pro vsakování. Dále klasifikuje srážkové vody z hlediska přípustnosti vsakování vzhledem k jejich znečištění (vody přípustné, podmíněčně přípustné a vody z potenciálně výrazněji znečištěných ploch) a uvádí přípustné způsoby vsakování. Přípustné dešťové vody je dovoleno vsakovat přes nenасыcenou oblast bez předchozích opatření (bez předčištění, event. pouze zachycení splavenin). U podmíněčně přípustných dešťových vod je nutno při návrhu vsakování aplikovat vhodný, pokud možno fyzikální způsob předčištění, a to podle druhu znečištění a typu vsakovacího zařízení. Vsakování srážkových povrchových vod z potenciálně výrazněji znečištěných ploch (např. parkoviště u opraven vozidel a ploch opraven vozidel, autobazarů a autovrakovišť, letištní plochy, na nichž je prováděna zimní údržba letadel, plochy pro uskladnění aut (ošetřených z výroby), plochy pro hospodaření s odpady a pro manipulaci s nebezpečnými a zvláště nebezpečnými látkami) není vhodné.

TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami problematiku vsakování doplňuje zejména o důraz na hydraulické zatížení zařízení dané poměrem připojené redukované odvodňované plochy a vsakovací plochy vsakovacího zařízení A_{red}/A_{vsak} pro zohlednění jeho čistícího účinku (čím nižší je hydraulické zatížení zařízení, tím vyšší je jeho čistící účinek) a o bližší specifikaci podmíněčně přípustných vod a způsobů předčištění.

Obě normy budou z praktického hlediska popisovány dále v příspěvku. Vráťím se ale k metodice Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR [1], ze které vzešel mimo jiné jeden stěžejní výstup, a to Mapa potenciálního vsaku [2]. Ta je v současnosti implementována do webového rozhraní Povodňového informačního systému (POVIS) a měla by sloužit strategickému plánování při hospodaření se srážkovými vodami na větších územních celcích. Je zpracována v měřítku základní mapy 1:50 000 obdobně jako Hydrogeologické mapy ČR ze Souboru geologických a ekologických účelových map přírodních zdrojů, a udává tak přehlednou prvotní informaci o vsakovacích poměrech na zkoumaném území. Stejně jako mapa geologická nenahrazuje hydrogeologický průzkum, ale vodoprávním a stavebním úřadům může dát prvotní představu o vsakovacích poměrech na větších územních celcích při jejich strategickém plánování rozvoje v území.

Obr. 1: Mapa potenciálního vsaku srážkových vod do horninového prostředí [1] v aplikaci POVIS s výřezem detailu zaměřeného na část Ostravy



Mapa vychází z vrstvy zranitelnosti horninového prostředí, sestavené propojením tří dílčích vrstev – charakteru horninového prostředí s koeficientem významnosti 50%, charakteru oběhu podzemních vod s koeficientem významnosti 20% a transmisivity (průtočnosti) kolektoru s koeficientem významnosti 30%. Využívá tak opačného principu zranitelnosti, kdy místa s nejvyšším rizikem zranitelnosti jsou považována za preferenční místa potenciální možnosti vsakování a naopak. Jsou tvořeny třibodovou škálou 1) velmi vysoký až vysoký potenciál vsaku, 2) střední potenciál a 3) nízký až velmi nízký potenciál. Samostatnou kategorií představují sedimenty niv, kde bývá vyvinuta krycí vrstva málo propustných fluvialních (povodňových) hlín a další samostatnou vrstvou jsou rovněž málo propustné spraše a eolické sedimenty, které jsou specifické možnosti prosedání, tj. po zvýšení vlhkosti může dojít ke zborcení jejich struktury a tím k narušení základových poměrů. Do kategorie nehodnocené (bez informací) jsou řazeny oblasti výsypek, deponií, hald, rašeliníšť, mokřadů, slepých ramen a dalších zejména antropogenních území, které nejsou popsány v základní geologické mapě a vyžadují samostatný průzkum. Jejich vlastnosti z hlediska potenciálního vsaku nelze definovat.

Technické řešení vsakování srážkových vod závisí na typu plochy s ohledem na její znečištění, na vsakovací schopnosti půdního a horninového prostředí a na prostorových možnostech, které mohou určovat velikost vsakovací plochy vsakovacího zařízení a velikost retenčního objemu. Za přednostní způsob vsakování je přitom považováno povrchové vsakování přes souvislou zatravněnou humusovou vrstvu, a to nízkou zatěžovanou plošně ($A_{red}/A_{vsak} \leq 5$), kdy odtok ze zpevněných ploch je zaústěn na zelené plochy s dobrou vsakovací schopností a není zapotřebí retenční prostor, nebo vsakování v průlehu či v průlehu doplněném rýhou ($5 < A_{red}/A_{vsak} \leq 15$), jejichž retenční objem slouží pro dočasné zdržení srážkové vody před tím, než se vsákne do podloží. Tento způsob je vhodný pro odstraňování všech typických druhů znečištění obsažených v přípustných a podmíněčně přípustných srážkových vodách [1].

Při pohledu do základní geologické mapy nebo do mapy vsakovacích poměrů [2] je zřejmé, že povrchové partie území České republiky jsou geologicky velmi pestré a vsakovací poměry proměnlivé. Obecně lze příznivější poměry pro vsakování nalézt v převážné části Čech (s výjimkou sedimentárních pánví Severočeské a Východočeské tabule) a naopak nepříznivé poměry lze očekávat v prostoru Západních vněkarpatkých sníženin táhnoucích se od Znojma po Ostravu tvořené navátinami, říčními nivami a různorodými sedimenty z ledovcového období. Návrh vsakovacích systémů a potřeby pro způsob provádění geologických průzkumů tak budou napříč naší republikou rozdílné.

Zásady provádění geologického průzkumu a navrhování vsakovacích zařízení jsou detailně popsány v rámci technických norem TNV 75 9011 a ČSN 75 9010. Obecně je podle nich při volbě koncepčního řešení a následně při podrobném zpracování projektu nezbytné zohlednit níže uvedená technická kritéria [1]:

- Geologické a hydrogeologické podmínky (vhodnost pro zasakování);

- Množství srážkové vody, které je třeba vsáknout (závisí na velikosti a charakteru odvodňované plochy a hydrologických podmínkách);
- Kvalita vody, která má být vsakována;
- Lokální podmínky a prostorové uspořádání staveniště i širšího okolí stavby;
- Architektonické začlenění do urbanizovaného území;
- Nároky na budoucí provoz a údržbu, dlouhodobou udržitelnost opatření;
- Ekonomické nároky na realizaci opatření.

Vhodnost lokality pro zasakování je prvním rozhodujícím kritériem volby způsobu utrácení srážkových vod, kterému musí předcházet potřebné geologické a hydrogeologické průzkumy. Tomuto bodu se věnuje zbylá část článku.

3. Ověřování hydrogeologických poměrů

Geologický průzkum pro vsakování a jeho vyhodnocení by měl především posoudit vhodnost horninového prostředí pro zasakování, rychlost vsakování (respektive množství vody, které je schopné horninové prostředí vsáknout za určitý čas na danou měrnou jednotku), úroveň hladiny podzemní vody a stanovit případný možný vliv zasakovacího zařízení na podzemní vody. Tím výše uvedeným „především“ je myšleno, že nezbytné je posuzovat kromě hydrogeologických poměrů i často opomíjené poměry základové či geotechnické, poměry související se stabilitou území (v lokalitách s možným výskytem svahových pohybů) a poměry kontaminační (v lokalitách inklinujících k výskytu různých ekologických zátěží). Nejedná se tak o jednu geologickou disciplínu, ale o jejich soubor, který vyžaduje u geologa širší rozhled nebo rovnou součinnost několika geologů s různým polem působnosti.

Za zásadní je považováno stanovit tzv. koeficient vsaku, který se následně využívá při výpočtech navrhování vsakovacích objektů. Koeficient vsaku lze stanovit vícero způsoby dle principu popsaného v ČSN 75 9010. Nám se v praxi osvědčilo jeho empirické stanovení z nálevových testů dle níže uvedeného vztahu dle Hála:

$$K_v = \mu * \frac{d}{t} * \left(-0.15 + \sqrt{0.025 + 0.53 * \frac{h}{d}} \right), \text{ kde}$$

μ je pórovitost prostředí, h pokles hladiny vody, t je čas hodnoceného poklesu a d je průměr vsakovacího válce testovaného vrtu (studny)

Za hraniční rozmezí prostředí vhodného a nevhodného pro utrácení srážkových vod je považována hodnota K_v v řádu $n \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, kdy v propustných písčitých štěrcích se hodnoty koeficientu pohybují v řádech 10^{-4} až $10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a v prachovitých či jílovitých sedimentech v řádech nižších než 10^{-8} až $10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a reprezentují tak nepatrně propustné či zcela nepropustné prostředí.

Dohledat stanovené koeficienty vsaku v dokumentech historické vrtné prozkoumanosti v archivu ČGS – Geofond ČR starších než cca 15 let je téměř nemyslitelné. Fenomén „zasakování srážkových vod“ je poměrně mladá disciplína, takže z archivních průzkumů zaměřených na hodnocení zasakovacích poměrů lze použít jen nepatrnou část dat, a to převážně novodobého charakteru. Určitým vodítkem použitelným pro vyhodnocení vsakovacích poměrů může být využití historických údajů o koeficientech filtrace saturované části propustného prostředí z čerpacích testů hydrogeologických průzkumů a nebo o koeficientech filtrace zemin nesaturované zóny ze zrnitostní křivky rozborů mechaniky zemin inženýrsko-geologických průzkumů. Koeficient filtrace a koeficient vsaku jsou ale principiálně odlišné veličiny, které nelze vzájemně zaměňovat.

Často bývá problematické přesvědčit investora o nezbytnosti podrobného hydrogeologického průzkumu a o jeho rozsahu. Rešeršně zpracovaný orientační průzkum (nejméně nákladná forma průzkumu bez provádění technických prací v terénu) většinou nenabídne komplexnost údajů pro možnost následného detailního návrhu vsakovacího zařízení. Při provedení pouhé rešerše nedokáže geolog zejména v heterogenním prostředí (např. v prostorově proměnlivých glaciálních sedimentech) exaktně stanovit hloubkový horizont propustných vrstev a odhadnout koeficient vsaku. Projektant pak následně musí hloubkový dosah vsakovacího systému a jeho retenční kapacitu předimenzovat, aby při pozdější reklamaci nebyl nařčen z nekvalitního provedení projektu. Přesto se tyto případy v okolí našeho působiště v prostoru Moravské brány stávají poměrně často a vedou občas k občanskoprávním sporům.

Jako příklad z praxe bych zmínil hydrogeologický průzkum pro odvodnění servisního areálu v Prostřední Suché na Karvinsku s plochou o velikosti přibližně jeden hektar provedený v roce 2010. Prvotní průzkum zde byl „pod tlakem“ zadavatele proveden v minimalistické formě, ale jeho závěry a doporučení opřené o výsledky podrobných průzkumů z minulosti v blízkém okolí umožňovaly s dostatečnou vypovídací

hodnotou koncepci vsakování i detailní řešení navrhnout. To spočívalo v návrhu hlubinných vsakovacích objektů napojených do propustných vrstev prostředí s koeficientem vsaku v řádech 10^{-4} m.s⁻¹ nacházející se v hloubkách větších než 20 metrů pod terénem. Po realizaci vsakovacích objektů ale jejich účinnost neodpovídala předpokladům projektu, koeficient vsaku stanovený nálevovými testy na hlubinných zasakovacích objektech vykazoval hodnoty v řádech 10^{-7} m.s⁻¹. Odvodnění plochy tak bylo nefunkční, vybudovaná retenční srážkových vod byla nedostatečná, časté podmáčení areálu komplikovalo jeho provoz a investor hledal viníka, u kterého by měl uplatnit reklamaci (geolog, projektant nebo zhotovitel stavby). Jednalo se o silného zahraničního investora, který byl ochoten vymáhat vzniklé škody nejen za chyby v realizaci stavby, ale i za její chybný návrh a důsledky vyplývající z jejího nefunkčního stavu. Pro menší geologické, projekční nebo stavební společnosti by taková reklamáce spojená s úhradou škody ve výši prvních desítek milionů Kč mohla mít při neplnění pojišťovny fatální důsledky. Po roce hledání „chyby“ a dohadování o původci viny jsme provedli vlastním nákladem podrobný hydrogeologický průzkum a vhodnost lokality ke vsakování srážkových vod jsme prokázali sérií nálevových testů. „Viníkem“ byl následně podle dohledaných indicií v průběhu stavby označen dodavatel stavebních prací. Zhotovitel bez dostatečných zkušeností se stavbami odvodňovacími prvky hlubinné vsakovací objekty při jejich stavbě nepropažil manipulačním pažením a dno budoucího vsaku se tak pokrylo nepropustnými sprašovými hlínami, které odpadávaly ze stěn v nadloží štěrku vyhloubené vsakovací studny a vsakovací schopnosti objektu zcela degradovaly. Geolog, který prokázal správnost původní vize koncepce odvodnění, byl povýšen do role „placeného dozoru“ a pověřen zajištěním nápravy. Pochybení v této fázi řešení nápravy již nepřipouštělo možnost omylů a návrh proto musel být s jistým naddimenzováním technického řešení proveden zcela bez závad. Celá řešená zpevněná plocha je tak odvodňovaná větším počtem vsakovacích objektů (celkem 7 ks), než by geolog a projektant navrhli v běžném režimu projektování. Jedná se o poměrně nákladné vsakovací objekty prováděné pomocí pilotovací soupravy s manipulačním pažením 1200 mm do hloubky okolo 25 m, výstrojí ze silnostěnného PEHD o průměru 600 mm a obsypu mezikruží kombinovaného z filtru z praného kačírku 4/8 mm a strojně připravené bentonitové zálivky. Takové řešení a jeho rozsah v podmínkách vývoje glaciální sedimentace lze ale považovat za anomální, se kterým jsme se v průběhu následujících desítek let nesetkali. Bonusem této zakázky byl fakt, že rozsah hydrogeologických prací byl nadstandardní a předčil i poměrně náročné požadavky normy ČSN 75 9010, což část zadavatelů průzkumných prací nemá ochotu respektovat. Pro ilustraci sjednané „nápravy“ dokládáme na následujících obrázcích ve stručnosti fotodokumentaci postupu prací. Ocelové centrátory na pažnicích umožňující rovnoměrné rozprostření filtru i těsnění v mezikruží vsakovacích studní byly až do úrovně cca 5 m pod povrchem umístěny ve vzdálenostech 1.5 m (obrázek č. 2 a 3).

Obr. 2 a 3: Použití centrátorů na plastové zárubnici typu PEHD



Filtrační část mezikruží vsakovacích objektů bylo vyplněno až po úroveň stanovenou hydrogeologickým dozorem tříděným praným štěrkem (obrázek č. 4) s půlmetrovou mocností křemitého písku jako přechodového můstku do těsnícího horizontu (obrázek č. 5).

Obr. 4 a 5: Provádění štěrkového obsypu a těsnícího můstku



Součástí prací bylo hydrometrické měření zahrnující sled úrovní hladin na monitorovacích hydrogeologických objektech instalovanými datalogery, měření srážkových úhrnů, odběr a laboratorní analýzy kvality vody, průkazní karotážní testy a kamerové zkoušky. Průběh vrtných, geofyzikálních, hydrogeologických, zemních a ostatních stavebních prací byl kontinuálně dozorován a řízen dokonce třemi odpovědnými hydrogeology. Smyslem dozoru prováděném třemi nezávislými hydrogeology bylo nalezení konsenzu v případě vzniku geologických či stavebních anomálií s cílem návrhu nejvhodnějšího odborného řešení.

Na všech vybudovaných vsakovacích vrtech byly pro ověření vsakovací kapacity provedeny intenzivní nálevové testy se vsakem maximálně dostupné vydatnosti nálevu (na každém vrtu nálev cca 30 m³ v intenzitě cca 6 l.s⁻¹), a na dvou vybraných vrtech byly pro ověření prostorové stálosti nenasyceného kolektoru provedeny třídenní nálevové testy s intenzitou vsaku cca 3 l.s⁻¹ (viz obrázky č. 6 a 7).

Obr. 6 a 7: Příprava spojená s prováděním intenzivního nálevového testu



4. Současné trendy v provádění průzkumných prací

Uvedený příklad z praxe popsáný v kapitole výše představuje rozsah průzkumných prací v extrémně podrobném rozsahu odůvodněném vzniklou situací směřující k vyřešení reklamace či obchodně právnímu sporu. Obvyklý rozsah průzkumných prací bývá citelně menší. Metodikou provádění průzkumných prací dle současných měřítek se zabývá ČSN 75 9010 v kapitole 4.10 a minimální rozsah průzkumu pro jeho jednotlivé etapy uvádí norma v části F (viz obrázek 8).

Obr. 8: Normou ČSN 75 9010 požadovaný rozsah jednotlivých etap průzkumu

Tabulka F.1 – Minimální počty vrtů, sond a zkoušek (vzorků)

	Jednotka na 500 m ² odvodňované plochy ^{a)}	Orientační průzkum	Podrobný průzkum	Doplňkový průzkum	Analýza rizika
Počet vrtů (sond) ukončených nad hladinou podzemní vody	ks	–	2	1	b)
Počet vrtů ukončených pod hladinou podzemní vody	ks	–	1	1	b)
Laboratorní klasifikační zkoušky	ks	–	2	1	b)
Laboratorní zkoušky propustnosti	ks	–	–	–	b)
Vsakovací zkoušky	ks	–	2	1	b)
Laboratorní analýza jakosti podzemní vody	ks	–	1	1	b)
Matematický model proudění podzemní vody	ks	–	-	-	1

a) U liniových staveb na 0,2 km délky.
b) Podle složitosti poměrů a požadavků dotčených orgánů státní správy (minimálně v rozsahu podrobného průzkumu).

S ohledem na ekonomické aspekty a častou snahu investorů volit „nejlevnější“ řešení průzkumných prací, snažíme se i my v naší praxi hledat úsporná řešení, která budou mít dostatečnou vypovídací hodnotu předcházející vzniku chybných návrhů, a přitom nebudou ekonomicky neúměrně zatěžující pro investora. Tím kromě právnických osob často bývá i menší stavebník řešící stavbu svého rodinného domu, pro kterého jsou vyšší desetitisíce korun za průzkumné práce vysokou zátěží. S jistou dávkou zadostučinění musím konstatovat, že i vodoprávní úřady poměrně často vyzývají investory k doplnění průzkumných prací na zejména problémových lokalitách, kde jim byl předložen dle jejich zvyklostí nedostatečně vyhotovený hydrogeologický posudek.

Pro typ „nízkorozpočtového“ stavebníka pro nenáročné stavby jsme si vyvinuli vlastní průzkumné metody, které výše uvedená kritéria naplňují, i když se vymykají některým požadavkům definovaných normou ČSN 75 9010. Jedná se například o provádění úzkoprofilových sond používaných v inženýrské geologii při dynamické penetraci, kdy je kovadlinou o hmotnosti 50 kg strojně zaráženo cejchované soutyčí o průměru 32 mm se speciálním hrotem do horninového prostředí. Z dynamického odporu hrotu vyvíjeného horninovým prostředím se dá následně nepřímou vyhodnotit například geologická skladba prostředí, jeho některé parametry, anebo hloubkové rozhraní mezi konzistenčně rozdílnými vrstvami, přičemž výstup je použitelný i pro posouzení základových poměrů budoucí stavby. U této průzkumné metody bez výnosu jádra je výhodou potřeba krátkého času na provedení sondy, protože sondáž probíhá kontinuálně směrem do hloubky bez průběžného vytahování jádrovnice. Pro zdokumentování geologického profilu a vyloučení nejistot daných nepřímým průzkumem následně provedeme na vzniklém otvoru raženou sondáž otevřenou jádrovkou o průměru 50 mm, která zajistí výnos jádra z celého dokumentovaného profilu a umožní před vyhodnocením penetrační profily „nakalibrovat“ zastíženým typem zeminy (obrázek č.10). Metoda je vhodná převážně do jemnozrnného prostředí, do písčitých zemin a drobnozrnných štěrků v nenasycené zóně. S oblibou tuto metodu využíváme v eolických a glaciálních sedimentech severní Moravy, v odkalištích popílků a úpravárenských kalů a pak také v místech vyžadujících sníženou možnost dostupnosti. Pro průjezd penetrační soupravy postačuje vjezd o rozměrech běžné vstupní domovní branky (viz obrázek č. 9).

Obr. 9 a 10: Upravená souprava těžké dynamické penetrace a detailní pohled na její aplikaci s jádrovkou



Při zastižení zvodněného prostředí má jádro tendenci z jádrovky vypadávat a výnos jádra pak není úplný, což je nevýhodou výše popsané metody. Stvol vrtu ve zvodněném prostředí má také tendenci se hroutit, takže bez manipulačního pažení je komplikované vrt následně vystrojit a odebrat z něj třeba vzorek vody. Pro tyto případy je pak možno použít metodu vrtání se ztraceným hrotem, kdy je místo vrtného soutyčí do zemin zaráženo pažení 5/4" se speciálním hrotem, který po vystrojení vrtu pažnicí HDPE DN35 mm s obsypem a vytažení pažení zůstane ve dně vrtu. Pohled na originální „ztracený hrot“, úzkoprofilovou pažnici, vakuové (sací) vzorkovací čerpadlo a dokončený úzkoprofilový vrt je uveden na obrázcích č. 11 a 12.

Obr. 11 a 12: Pohled na vybavení používané při úzkoprofilové sondáži



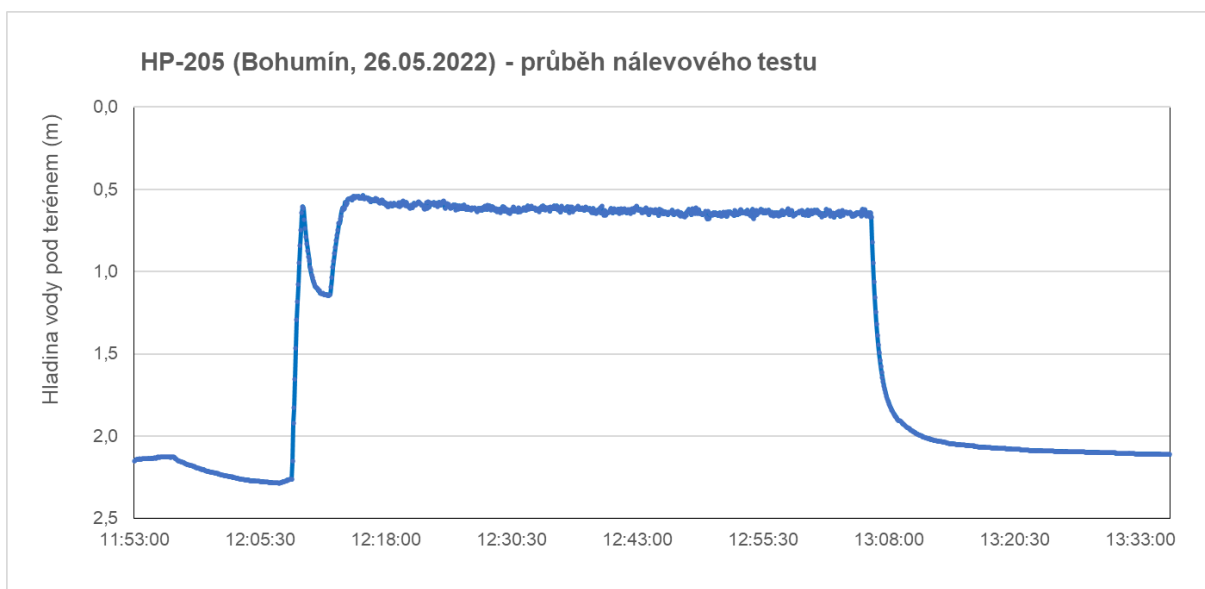
Samozřejmě ne pro všechny případy a typy horninového prostředí je tato metoda vhodná. V kombinaci s nálevovými testy ale představuje u nenáročných staveb dobrý základ pro kvalitní vyhodnocení hydrogeologických poměrů a stanovení koeficientu vsaku. Základní členění nálevových testů (vsakovacích zkoušek) je popsáno včetně doporučené metodiky v ČSN 75 9010 v kapitole 4.10.7. Zde je uvedeno doporučené množství jako minimální objem vsáknuté vody 1 m³. Nám se v rámci našich „nízkonákladových“ metod osvědčilo provádět nálevové testy na úzkoprofilových vrtech s množstvím vody obvykle nepřesahujícím 30 l s dostatečně vypovídací hodnotou. V prostředí jemnozrnných jílovitých až písčitých zemin se uvedeným množstvím vody podaří „zalít“ při testu úzkoprofilový vrt až po jeho okraj. Domnívám se, že hydraulika kapalin funguje na podobných principech jak v kopané sondě s jedním kubíkem zasakované vody, tak v úzkoprofilové sondě zalité několika litry či desítkami litrů vody. Výsledky proto považuji za téměř rovnocenné. Sled poklesu vzduť hladiny vody ve vrtu posléze měří speciální sondy umožňující velmi přesné sledování kolísání hladiny dle předem zvoleného časového intervalu, který obvykle u jednodenních zkoušek nastavujeme na 5 až 30 vteřin podle typu očekávaného prostředí. Pro tento účel používáme automatické sondy s barometrickou kompenzací kanadského výrobce Solinst s přesností měření +/- 1 cm (obrázek č.13), které umožňují i napojení na dálkový přenos (obrázek č.14).

Obr. 13 a 14: Pohled na datalogery a jejich napojení na vysílací stanici



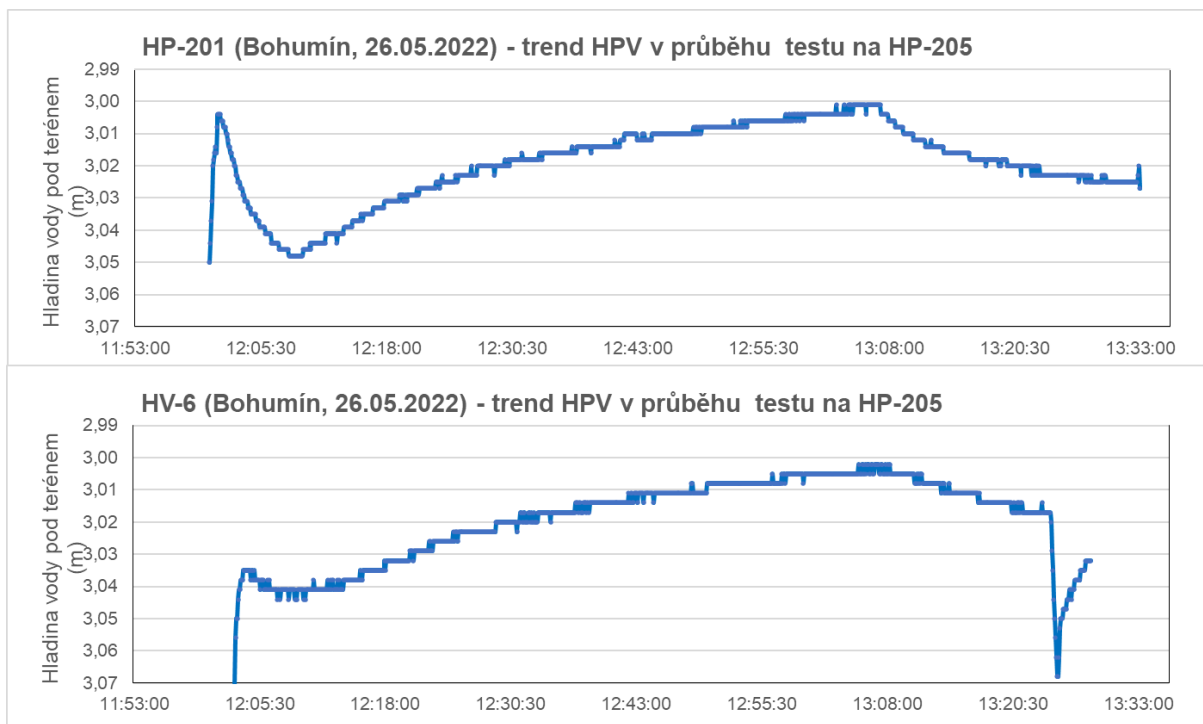
Jejich datové výstupy se dají dobře zpracovat v tabulkových procesorech i následně prezentovat. Pro jejich prezentaci pro tento článek jsem vybral problematickou lokalitu v Bohumíně, kde jsme prováděli nálevové testy pro účely návrhu vsakovacího zařízení v zastavěném území na dohledaných archivních vrtech v prostředí s napjatou hladinou podzemní vody situovanou mělce pod terémem. Průběh nálevového testu na vsakovacím vrtu se stálou intenzitou vsaku $2 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ po dobu jedné hodiny je dobře patrný z následujícího obrázku č.15.

Obr. 15: Grafický průběh nálevového testu na vsakovacím vrtu HP-205



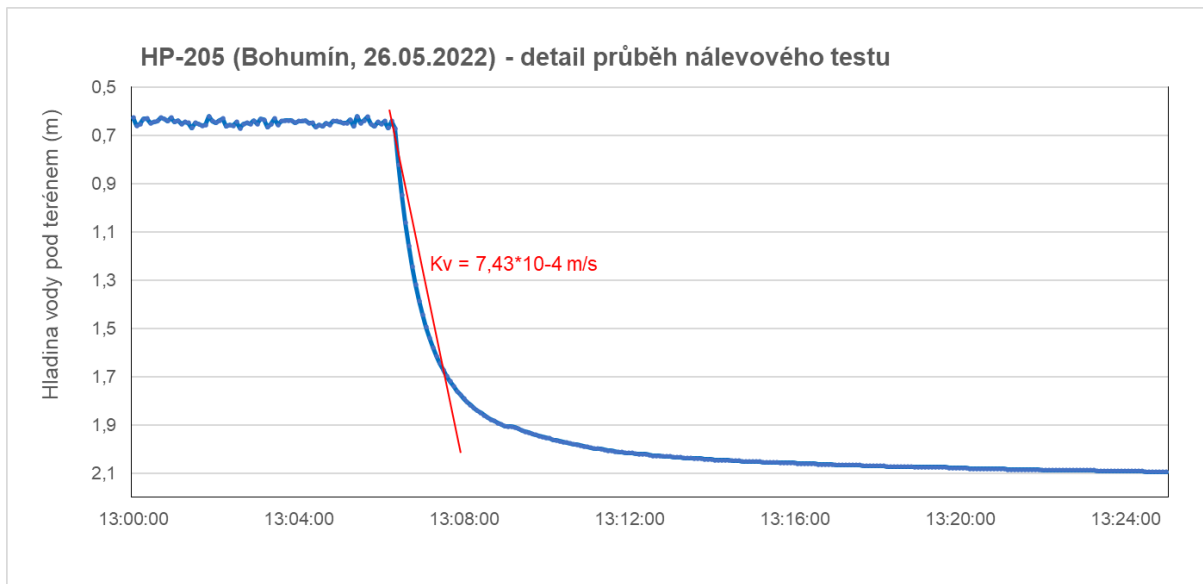
Provedeným nálevem jsme hladinu vody ve vrtu HP-205 po dobu jedné hodiny vzedmuli o 2 m a ustálili ji přibližně 0.5 m pod terémem. Na pozorovacím vrtu HP-201 vzdáleném asi 35 m se hladina vody zvedla o cca 5 cm a na jiném vrtu HV-6 vzdáleném asi 45 m se hladina zvedla o cca 4 cm (obrázek č.16). Podle dosahu nálevového testu se dá očekávat obdobný hydraulický efekt i v okolní zástavbě – tedy v rozsahu navýšení hladiny několika centimetrů po dobu trvání přívalových dešťů, který podle kritických srážkových úhrnů na hodnocené ploše představuje cca 3.5 m^3 vody. V průběhu nálevového testu bylo do kolektoru vpraveno přibližně dvojnásobné množství vody, cca 7.2 m^3 .

Obr. 16: Grafický průběh důsledků nálevového testu na pozorovacích vrtech HP-205 a HV-6



Z grafů je zároveň zřejmé, že po ukončení nálevu se hladina vody snížila o cca 90% vzestupu během pouhých 3 minut a koeficient vsaku byl pak stanoven jako velmi příznivý v hodnotách okolo $7,4 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (viz obrázek č.17).

Obr. 17: Detail vsakovací části testu s vyhodnocením koeficientu vsaku na vrtu HP-205



Z grafu pohybu hladiny podzemní vody na obrázku č. 15 je zároveň možno vyčíst i další informace. Například to, že v blízkosti testovaného vrtu HP-205 dochází k dynamickému pohybu hladiny (periodické snižování a nárůst hladiny v prvních jednotkách centimetrů), které odpovídá jejímu pozvolnému poklesu před zahájením nálevového testu na vrtu HP-205, ale patrné je i na obou pozorovacích objektech. Při zaměření se na příčiny tohoto stavu bylo zjištěno, že ve sklepě nedaleké administrativní budovy je uměle snižována hladina vody plovákovým čerpadlem. Na vrtu HV-6 je zase patrné, že v závěru pozorování zde byl odebrán vzorek vody, který vyvolal náhlý pokles hladiny. V případě dataloggerů se tak jedná o velmi užitečné zařízení, které téměř zcela eliminuje nepřesnosti záznamů zejména při provádění dlouhodobých čerpacích testů, nálevových zkouškách nebo u sledování trendů kolísání hladiny podzemní vody. Bez tohoto zařízení si už ani práci v oboru nedokážu představit.

Domnívám se, že většina hydrogeologů je dostatečně vědomostně i technicky vybavena na to, aby jejich výstupy měly obstojnou vypovídací hodnotu a nebyly příčinou mylných projekčních návrhů nebo sousedských sporů. V posudcích z posledních let, které mi procházejí rukama, cítím ve většině případů dobře odvedenou práci a není tomu tak pouze ve výjimečných případech u několika jednotlivců. V současných trendech zpracování posudků snad postrádám pouze ve větší míře zvažování rizik vyplývajících ze znečištění podzemních vod zavlečením cizorodých látek z povrchu při vsakování srážkových vod. Těmito aspekty se podrobněji zabývá norma TNV 75 9011 a já si v závěru svého článku dovoluji alespoň formou odkazu na tuto normu vložit do příspěvku převzatou tabulku, která uvádí možné způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a účinnost pro různé druhy znečištění (viz obrázek č.18), které by měly být v koncepčním návrhu na utrácení srážkových vod pro konkrétní projektový záměr v posudku navrženy nebo doporučeny.

Obr. 18: Způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a účinnost pro různé druhy znečištění dle TNV 75 9011

Tabulka D.1 – Způsoby předčištění srážkových vod při vsakování a účinnost pro různé druhy znečištění

Způsob čištění	Zařízení	Hrubé nečistoty, splaveniny	Jemné částice	Těžké kovy a jejich nerozp. sloučeniny	Uhlovodíky (minerální oleje, ropné látky)	Organické látky (nepatřící k jemným či hrubým částicím)	Živiny
Zachycení hrubých nečistot	Vtokové mřížky	++	--	--	--	--	--
	Lapače listí	++	--	--	--	--	--
	Česle	++	--	--	--	--	--
	Síta	+, o	--	--	--	--	--
Vsakování přes zatravněnou humusovou vrstvu (filtrace, adsorpce, biologické čištění)	Průlehy	++	++	++	++	++	++
	Průlehy-rýhy	++	++	++	++	++	++
	Vsakovací nádrže	++	++	++	++	++	++
Gravitační separace látek (sedimentace pevných částic a vyplavání lehkých látek)	Kalové jímky	++	++	++	++	--	--
	Usazovací nádrže	++	++	++	++	--	--
Filtrace mechanická	Odlučovače lehkých kapalin s kalovou jímkou	++	++	+	++	--	--
	Pískové a štěrkové filtry	++	++	+	--	--	+
Filtrace přes adsorpční materiál	Geotextilie	++	++	+	--	--	--
	Aktivní uhlí, koks	o	o	++	++	++	--
	Zeolity	o	o	++	++	+	--
	Hydroxidy železa a hliníku	o	o	++	--	--	--
	Adsorbenty olejů	--	--	--	++	--	--
++		vhodné					
+		podmínečně vhodné					
o		ve spojení s dalšími opatřeními					
-		spíše nevhodné					
--		nevhodné					

Kolegové mi v tomto často oponují, že toto je úkol ne pro hydrogeologa, ale pro autorizovaného inženýra, který navrhuje vsakovací zařízení. Protože často nevím, kdo bude na můj posudek navazovat projektem a zdali můj koncepční návrh pochopil shodně se mnou, tak se přikláním k názoru, ať je raději koncepční návrh uveden srozumitelně v posudku a následně i v projektu, třeba zdvojeně, ale shodně.

5. Několik slov závěrem

Nejsem znalec vodního či stavebního práva ani specialista na metodiky provádění průzkumných prací. Nejsem obklopen týmem odborníků ani nejmodernější technikou. Jsem jen hydrogeologem, který se snaží při práci logicky myslet a dělat svoji profesi podle nejlepšího svědomí. Jako každý, i já mohu dělat chyby a nesprávné závěry. Chybovat člověk může, ale nemělo by se to stávat často. Pokud mám v předloženém článku nepřesnosti ve výkladu práva, norem nebo metodik, chápejte to jako můj osobní pohled na věc a skutečnost, jak danou problematiku vstřebávanou téměř tři desítky let při práci v terénu, v kanceláři a při diskusích s kolegy na fórech či konferencích vnímám já a jak ji za roky své praxe chápu. Pokud se chcete zapojit odborně do diskuse a konstruktivně přispět svými zkušenostmi nebo odlišnými názory, odkážu čtenáře na aktivní účast na kongresu hydrogeologů a inženýrských hydrogeologů, který se bude konat pod záštitou asociací ČAH a ČAIG v září 2022 v Ústí nad Labem [3].

V Ostravě, 11.06.2022

6. Odkaz na použité zdroje

- [1] Novotná J., Lubas M, Kabelková I.: Možnosti řešení vsaku dešťových vod v urbanizovaných územích v ČR. GEOtest, a.s. a Sweco Hydroprojekt a.s. pro zadavatele MŽP ČR. Září 2015
- [2] Povodňový informační systém POVIS, Mapa potenciálního vsaku. http://webmap.dppcr.cz/dpp_cr/povis.dll?MAP=vsak_vod
- [3] XVI. hydrogeologický kongres (Význam podzemní vody v měnícím se světě) a IV. inženýrskogeologický kongres (Uplatnění inženýrské geologie v praxi). <https://hgig.cz/>

ČSN 75 9010 Vsakovací zařízení srážkových vod. Únor 2012

TNV 75 9011 Hospodaření se srážkovými vodami. Březen 2013

Fotografie, obrázky a grafy dokumentující konkrétní zakázky převzaty z archivu autora článku