



**Podzemní vody ve vodárenské praxi**  
**Jablonné nad Orlicí, 13. a 14. dubna 2016**

**Sborník přednášek**

## Shrnutí výsledků projektu Rebilance zásob podzemních vod

RNDr. Renáta Kadlecová a kol.

Česká geologická služba

renata.kadlecova@geology.cz

**Klíčová slova:** podzemní voda, hydrogeologie, přírodní zdroje, zabezpečení, průvodní list

### 1. Úvod

Podzemní vody patří mezi strategické suroviny. Na území České republiky se přednostně využívají pro zásobování obyvatel pitnou vodou a jejich podíl tvoří cca 45 %. Na rozdíl od vod povrchových mají poměrně stálou kvalitu.

Od doby posledních regionálních hydrogeologických prací, při nichž už bylo využito i modelové řešení v rámci české křídové pánve (Herčík et al. 1987), uplynulo čtvrt století, během něhož se vyvíjely jak technologie průzkumných prací a metody hodnocení výsledků, tak poznání, že tyto schválené hodnoty přírodních zdrojů podzemních vod neodpovídají přirozenému hydrologickému režimu a v bilanci podzemních vod mohou být příčinou zkresleného výsledku (Prchalová – Olmer 2001).

Byl proveden soupis, posouzení a klasifikace dostupných podkladů pro jednotlivé hydrogeologické rajony<sup>2)</sup> podle následujících kritérií:

- podklady pro hydrologickou bilanci podzemních vod;
- stupeň využívání zdrojů podzemních vod podle vodohospodářské bilance;
- hodnocení stavu útvarů podzemních vod a jiné vodohospodářské problémy v prvním cyklu plánů oblastí povodí.

Do Operačního programu Životní prostředí, prioritní osy 6, byl přijat projekt Rebilance zásob podzemních vod (ID EIS 10051606-SFŽP) pro období 7/2010–12/2015, který se podle rozpočtových možností programu zaměřil na 56 hydrogeologických rajonů (dále jen HGR) z výše uvedené klasifikace (obr. 1).

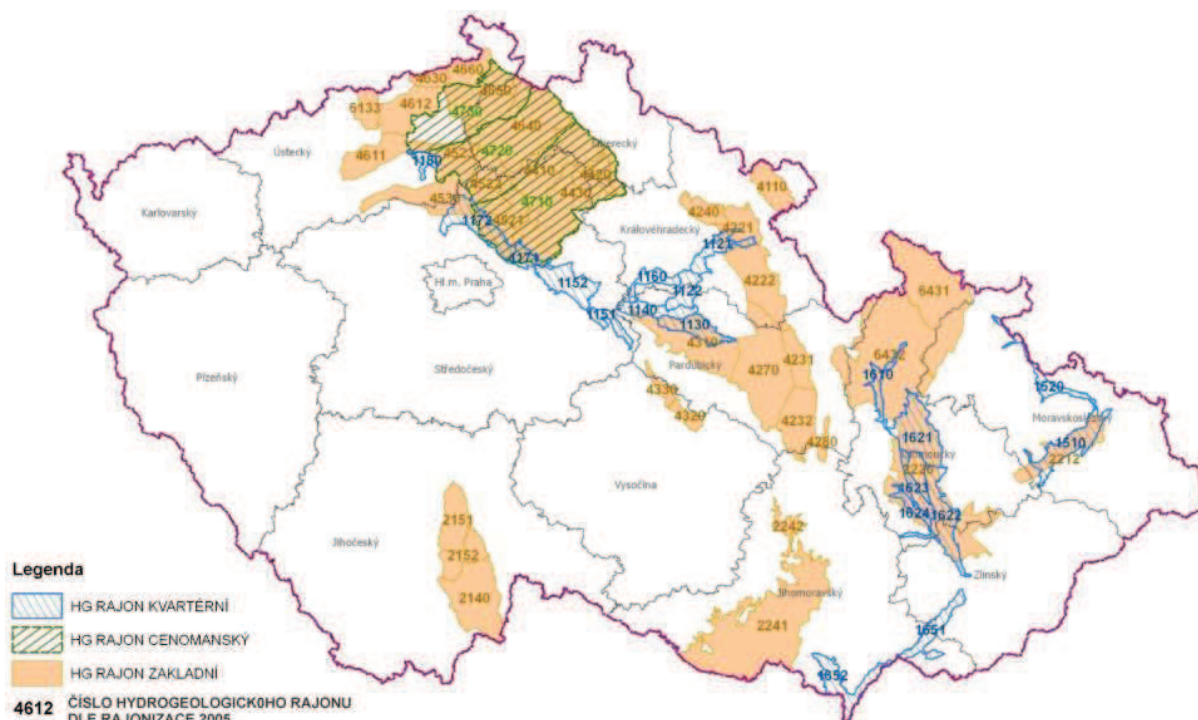
V průběhu projektu byly do celkového hodnocení zahrnuty ještě dva rajony 6640 – Mladečský kras a 4620 Křída Dolního Labe po Děčín – pravý břeh, neboť z nich přitéká významné množství podzemní vody do sousedních hodnocených rajonů.

V zásadě jde o HGR, kde podzemní voda je jediným zdrojem pro zásobování obyvatel pitnou vodou a bilance je zde napjatá anebo odběry podzemních vod výrazně převyšují odběry povrchových vod.

Cílem projektu bylo:

- zpracování podkladů pro hodnocení kvantitativního stavu útvarů podzemních vod včetně zjednodušeného výpočtu přírodních zdrojů podzemních vod u 55 HGR, které dosud nebyly v pravidelné hydrologické bilanci;
- zhodnotit na jedné třetině území České republiky přírodní zdroje podzemních vod s použitím moderních technologií, včetně podmínek, za jakých je možné podzemní vody v hodnocených hydrogeologických rajonech využívat s ohledem na trvale udržitelný rozvoj v souladu s Rámcovou směrnicí EU pro vodu 2000/60/ES;

- připravit metodickou a organizační platformy pro systémové hodnocení zásob podzemních vod.



Obr. 1 Situace detailně hodnocených rajonů v rámci projektu Rebilance zásob podzemních vod.

Projekt byl spolufinancován Evropskou unií – Evropským fondem pro regionální rozvoj, Státním fondem životního prostředí ČR a Ministerstvem životního prostředí ČR v rámci Operačního programu životní prostředí.

Projekt bude definitivně uzavřen na konci září 2016.

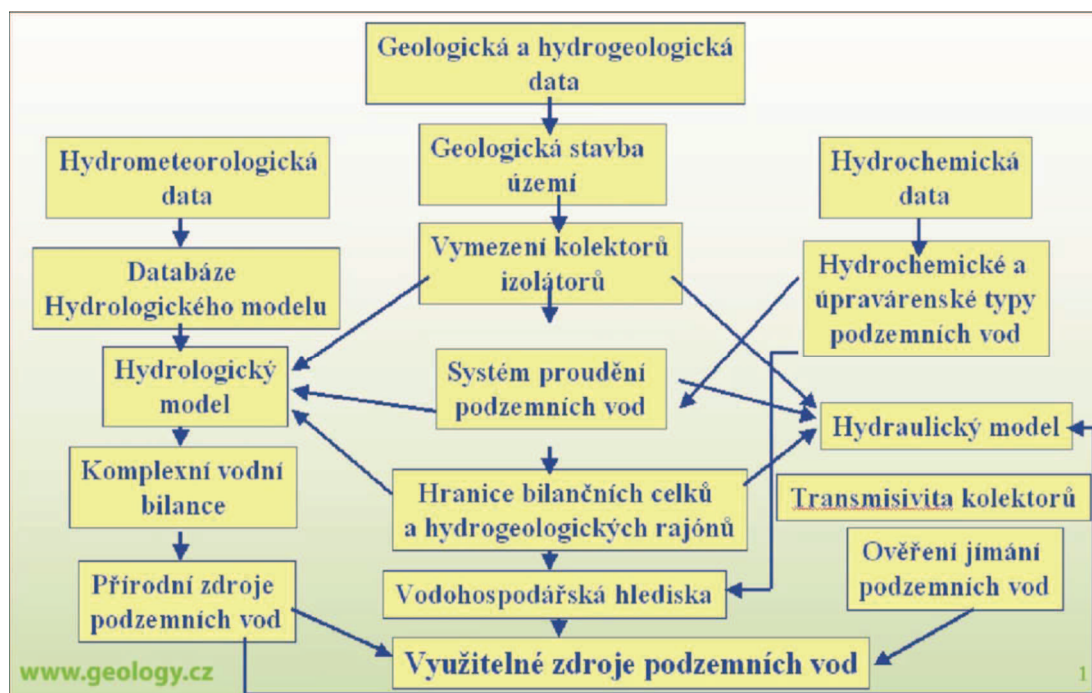
## 2. Použité metody

Pro řešení projektu byla použita pestrá škála standardních (hydrologická měření, hloubení průzkumných vrtů, povrchová geofyzika, hydrodynamické zkoušky atd.) i moderních metod (dálkový průzkum Země – DPZ, stabilní izotopy O<sub>2</sub>, H, freony atd.), které zpřesnily geologickou stavbu hodnocených rajonů, přispěly k vymezení okrajových podmínek, upřesnily proudění podzemní vody včetně vzájemné vazby mezi podzemními a povrchovými vodami.

Provedené druhy prací včetně použitých metod při řešení projektu lze rozděleny do 10 aktivit, které ukazuje přehledně obrázek č. 2. Obrázek č. 3 dokumentuje vzájemné vazby a návaznosti mezi realizovanými pracemi.

Aktivita	Název aktivity
1	Shromáždění archivních dat, selekce a analýza, vyjasnění geologické stavby, prvotní vymezení kolektorů a přiřazení dat ke kolektorům
2	Zpracování zdrojové části hodnocení kvantitativního stavu útvarů podzemních vod
3	Doplnění archivních informací novými metodami: DPZ, geofyzikou (gravimetrie, seismická měření, elektrické metody, letecká gravimetrie, seismická měření) a terénním průzkumem včetně hydrologických měření
4	Přímé testování kolektorů průzkumnými hydrogeologickými vrtvy a výstavba průzkumných hydrogeologických objektů (134 hydrovrtů, 56 geologických jádrových vrtů, 80 vodoměrných profilů)
5	Sestavení koncepčního modelu – geologický prostorový model, vymezení kolektorů a izolátorů, rozložení hydraulických parametrů, vymezení míst dotace a drenáže
6	Hydrologický model - rozložení dotace v dlouhodobém i měsíčním kroku
7	Hydraulický model – stacionární a tranzientní modely proudění p.v.
8	Vyhodnocení kvalitativního stavu, sestavení hydrochemického modelu
9	Vyhodnocení ochrany podzemních vod a stavu přírodních ekosystémů
10	Shrnutí výsledků prací, sestavení závěrečných zpráv, zpracování metodik pro hodnocení přírodních zdrojů podzemních vod

Obr. 2. Přehled metod a prací zrealizovaných při řešení projektu.



Obr. 3. Schéma vzájemné vazby, návaznosti provedených prací při řešení projektu

Projekt řešil přírodní zdroje podzemních vod pro referenční období 1981 až 2010, neboť stejné období je používáno Českým hydrometeorologickým ústavem (dále jen ČHMÚ). Z tohoto období jsou záznamy o maximálních odběrech podzemních vod, které byly využity pro simulace maximálního zatížení HGR.

Hydrologické modely stanovily dotaci podzemních vod pro období 1981 až 2010 a 2001 až 2010. Hydraulické modely řešily období 2001 až 2010.

Při výpočtech využitelného množství podzemních vod bylo jedno z kritérií zachování minimálních zůstatkových průtoků.

Na řešení projektu se podílela celá řada odborných firem a vědeckých institucí.

Pro každý detailně hodnocený HGR byl zpracován „Průvodní list“, který obsahuje tabelárně zpracované přírodní charakteristiky, hodnoty přírodních zdrojů za období 1981-2010 s 50% a 80% zabezpečeností včetně metody stanovení, obrázek HGR s hydrogeologickými objekty použitými pro výpočet, využitelné množství, střety zájmů, návrh změn včetně návrhu monitorovacích vrtů se signálními hladinami podzemní vody a komentář. Níže je uveden na ukázkou Průvodní list HGR 4240 Královédvorská synklinála, zpracovaný týmem specialistů Vodních zdrojů Chrudim pod vedením RNDr. Smutka.

### 3. Průvodní list - HGR 4240 Královédvorská synklinála (Smutek a kol.)

Rebilance podzemních vod

Vodní útvar: 42400

#### A. Přírodní charakteristiky

Položka	Charakteristika	Kód	Popis
3.5.	Kód litologického typu	3, 4, 5	pískovce a slepence, prachovce, jílovce a slínovce
3.6.	Typ a pořadí kolektoru	2	dvouvrstevný kolektor
3.7.	Kód stratigrafických jednotek křídových vrstevních kolektorů	Kj, Kpk	střední turon, cenoman
3.8.	Kód typu kvartérních sedimentů	F	fluviální
3.9.	Dělitelnost rajonu	N	nelze dělit
3.10.	Mocnost souvislého zvodnění	5	15 až 50 m
3.11.	Kód typu propustnosti	PuPr	puklino-prūlinová
3.12.	Hladina	V, N	volná, napjatá
3.13.	Transmisivita	2, 3	střední $1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ , nízká $< 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
3.14.	Kód kategorie mineralizace	2	0,3 – 1 g/l
3.15.	Kód kategorie chemického typu podzemních vod	1	Ca – HCO <sub>3</sub>

Plocha území HGR je 145,3 km<sup>2</sup>. Střední nadmořská výška činí 405,5 m n. m.

Průměrný dlouhodobý roční úhrn srážek má hodnotu 750 mm.

#### B. Zásoby podzemních vod

##### 1. Přírodní zdroje

Hodnota přírodních zdrojů pro referenční období 1981 – 2010

zabezpečenost	množství, l/s
50 %	<b>700</b>
80 %	<b>460</b>

Hodnota je součtem pro dva bilanční kolektory (A a přípovrchový kolektor). Podrobnější členění, orientační rozdělení mediánu a srovnání s bilančním obdobím 2001 – 2010 jsou uvedeny v komentáři.

Podklady a použité metody výpočtu: hydrologický model BILAN, hydraulický tranzientní model a vyčlenění základního odtoku metodou Kille.

Situace vodoměrných a srážkoměrných stanic a monitorovacích vrtů ve správě Českého hydrometeorologického ústavu je doložena na obrázku č. 3.1.

## 2. Využitelné množství

Hodnota využitelného množství je **340 l/s**. Tato hodnota odpovídá 90% zabezpečení přírodních zdrojů. Respektuje požadavky na zachování minimálních zůstatkových průtoků ve vodopisné síti a reflektuje limity a neurčitosti území spojené se znečištěním horninového prostředí dřívější zemědělskou a průmyslovou činností.

## 3. Střety zájmů

Maximální povolené odběry podzemních vod ve výši 108 l/s v HGR představují přibližně 30 % hodnoty stanoveného využitelného množství těchto vod (stav k 1.1.2013).

Na území HGR se neuplatňují žádné střety zájmů ve vztahu k velkoplošně chráněným územím přírody, k ochranným pásmům přírodních léčivých zdrojů nebo přírodních minerálních vod.

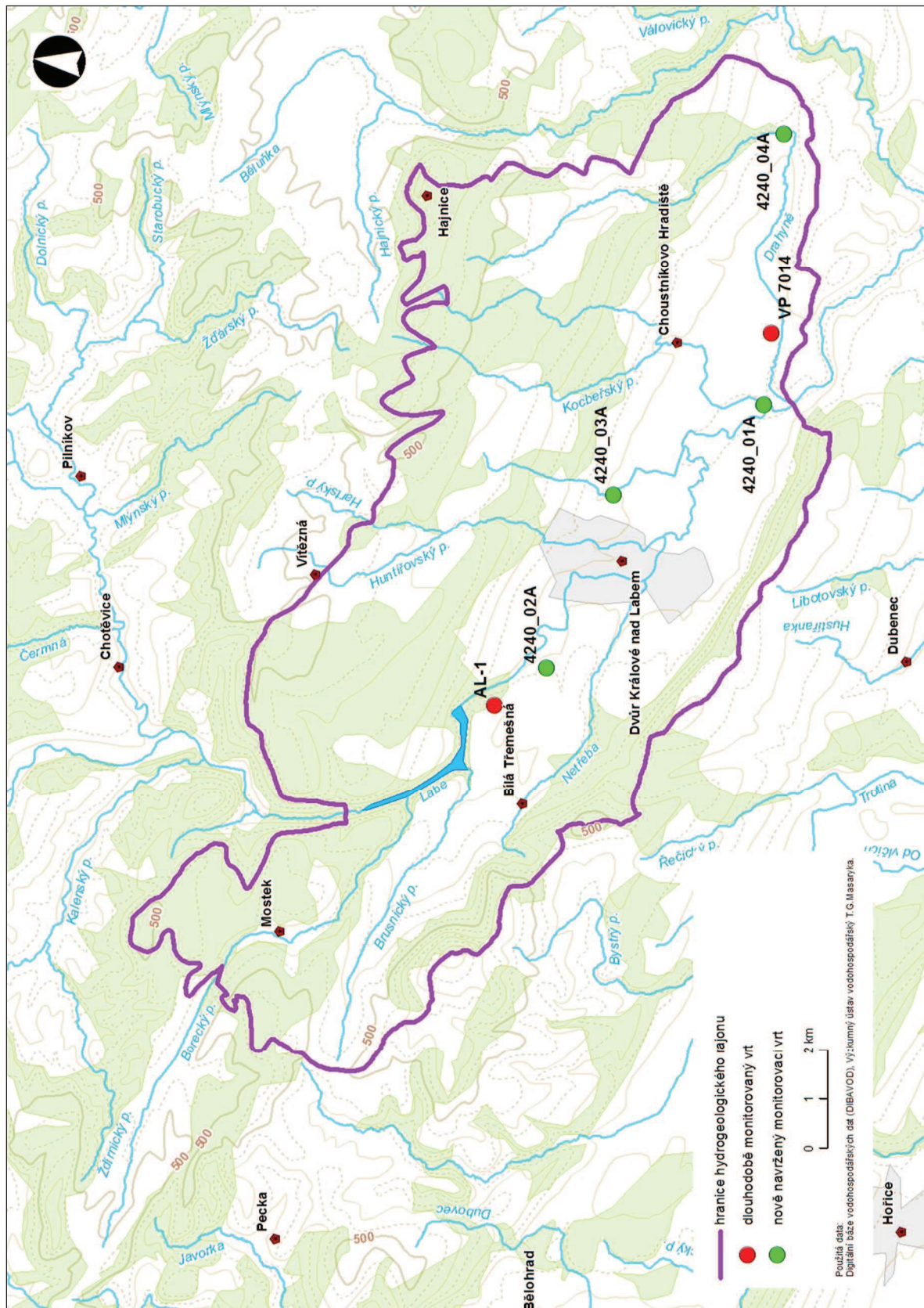
Způsob hospodaření ve vyhlášených ochranných pásmech je upraven stanovenými podmínkami v příslušných povoleních odběrů vod.

## C. Návrhy

Pro sledování dalšího vývoje množství podzemních vod na území HGR doporučujeme do monitorovacího systému Českého hydrometeorologického ústavu zařadit čtyři nové hydrogeologické vrty, které byly pro tento účel vybudovány v rámci projektu *Rebilance zásob podzemních vod*. Podrobnější údaje o těchto nových vrtech jsou uvedeny v komentáři k *Průvodnímu listu*. Graficky jsou vrty zobrazeny na mapovém podkladu v obrázku č. 3.2.



Obr. 3.1: Situace HGR 4240 Královédvorská synklinála s monitorovacími objekty využitými pro stanovení přírodních zdrojů podzemních vod.



Obr. 3.2: Situace HGR 4240 Královédvorská synklinála s navrženými monitorovacími objekty.



## Komentář

1. **Přírodní zdroje podzemních vod** v hydrogeologickém rajonu byly stanoveny na základě těchto vstupních informací:

- mediánu základního odtoku stanoveného hydrologickým modelem BILAN (model pro přepočet hodnot odtoku z povodí referenční vodoměrné stanice na plochu hydrogeologického rajonu využívá charakteristiky ploch a nadmořských výšek bilančních území)
- mediánu základního odtoku z rajonu za víceleté období stanoveného tranzientním hydraulickým modelem
- mediánu a p-procentních kvantilů základního odtoku stanovených metodou KILLE (metodika pro přepočet z povodí referenčních vodoměrných stanic na plochu hydrogeologického rajonu využívá charakteristiky ploch dílčích bilančních území a výsledky velkého souboru přímých měření průtoků v hraničních profilech rajonu).

Při stanovení výsledné hodnoty základního odtoku byly využity výsledky všech tří výpočetních metod s tím, že nejvyšší váhový podíl byl přiřazen hydraulickému modelu. Výsledná hodnota mediánu základního odtoku pro zpracované období 1981 až 2010 činí 700 l/s.

**Přírodní zdroje byly** stanoveny jako výsledná hodnota mediánu základního odtoku. Odběry podzemních vod převáděné mimo území rajonu měly na tomto území v uvedeném období nulovou hodnotu.

**Medián přírodních zdrojů podzemních vod byl stanoven hodnotou 700 l/s za třicetiletí 1981 – 2010.** Z této hodnoty náleží orientačně podíl 570 l/s kolektoru A a podíl 130 l/s přípoверхovému kolektoru.

**Odběry podzemních vod činily na území rajonu** v průměru **90 l/s**, což odpovídá podílu 13 % ve vztahu k mediánu přírodních zdrojů. Odběry měly ve sledovaném období 1987 – 2010 na území HGR **zřetelně sestupný trend**.

Výsledky byly porovnány s údaji dřívějších archivních výpočtů přírodních zdrojů podzemních vod [HERČÍK et. al. 1987], a s údaji z vodohospodářské bilance zpracované v roce 2013 [Povodí Labe, s.p. 2014]. Nově stanovené údaje přírodních zdrojů jsou oproti archivním údajům zřetelně vyšší a to o 16 % až 36 %. Příčinou pravděpodobně byla absence hydrologických měření ve všech částech hydrogeologického rajonu při dřívějších bilančních výpočtech.

**Hladiny podzemních vod** ve dvou zastoupených hydrogeologických vrtech dlouhodobě monitorujících režim v kolektoru A v bilančním období **zřetelně stoupaly**. Monitorovací vrty odrážejí prostorový režim hladin podzemních vod v hydrogeologické jednotce. Monitorování hladin podzemních vod doporučujeme rozšířit o další čtyři nové hydrogeologické vrty na lokalitách Žireč (vrt 4240\_01A), Filířovice (vrt 4240\_02A), Dvůr Králové nad Labem (vrt 4240\_03A) a Vlčkovice (vrt 4240\_04A), které byly vybudovány v rámci projektu *Rebilance zásob podzemních vod*, viz tabulka č. 5. Všechny nové vrty jsou vystrojeny na kolektor A.

Vzhledem k absenci relevantní průtokové řady za uplynulých třicet let nelze spolehlivě zhodnotit trendový vývoj přírodních zdrojů podzemních vod. Je však pravděpodobné, že se na území HGR přírodní zdroje nesnižují.

2. **Využitelné množství podzemních vod** z hydrogeologického rajonu bylo stanoveno jako **90% kvantil** přírodních zdrojů podzemních vod. Pro bilančně zpracované období **1981**

až 2010 má hodnotu **340 l/s**. Stanovená hodnota využitelného množství je více než dvojnásobná oproti nejvyššímu celkovému ročnímu odběru podzemních vod z území HGR dosaženému v roce 1988 (139 l/s). Zároveň je tato hodnota využitelného množství o 10 % nižší než nejnižší měsíční hodnota přírodních zdrojů podzemních vod v oboru mediánu (viz tab. 3.3). Limitujícími faktory pro stanovení vyšší hodnoty využitelného množství podzemních vod jsou:

- a) obecný požadavek zachovat průtoky ve vodních tocích nad úrovněmi jejich minimálních zůstatkových hodnot
- b) neurčitost v rozsahu znečištění podzemní vody dřívější průmyslovou výrobou v oblasti města Dvůr Králové nad Labem a podřadně zemědělskou činností v infiltračních územích HGR

Na území HGR není nutné zavádět pro žádné jímací území **institut minimální hladiny**.

Tab. 3.1. Přírodní zdroje podzemních vod z území HGR 4240 za období 1981 – 2010

odtoková zabezpečení	$Q_z$ l/s	$Q_{odb}$ l/s	$P_z$ l/s	$P_z/A$ l/s.km <sup>2</sup>
50	700	0	700	4,92
80	460	0	460	3,17
90	340	0	340	2,37
95	260	0	260	1,79

Vysvětlivky:  $Q_z$  – základní odtok;  $Q_{odb}$  – podzemní vody převáděné mimo území HGR;  $P_z$  – přírodní zdroje podzemních vod; A – plocha rajonu 145,3 km<sup>2</sup>

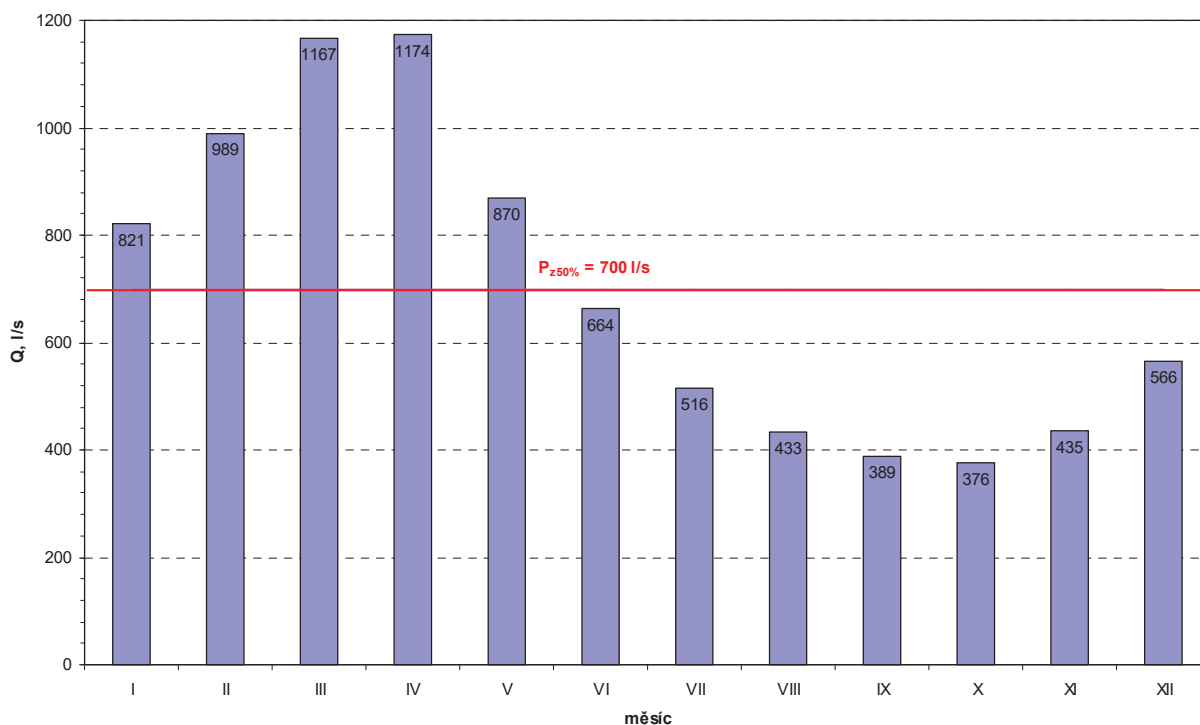
Tab. 3.2. Rozdělení mediánu přírodních zdrojů podzemních vod dle kolektorů v HGR 4240

označení kolektoru	Přírodní zdroje l/s
A	570
C (+ B)	130

Tab. 3.3. Rozdělení přírodních zdrojů podzemních vod v průběhu roku při úrovni jejich 50 % zabezpečení v HGR 4240 za období 1981 – 2010

měsíc	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
$P_z$ (l/s)	821	989	1167	1174	870	664	516	433	389	376	435	566	700

Vysvětlivky:  $P_z$  – přírodní zdroje



Obr. 3.3. Rozdělení přírodních zdrojů podzemních vod v HGR 4240 průběhu roku při úrovni jejich 50 % zabezpečení

Pro další sledování vývoje množství podzemních vod na území HGR doporučujeme monitorovat hladiny podzemních vod v těchto vrtech:

Tab. 3.4. Referenční vrty vod v HGR 4240 navržené k monitorování a jejich základní hydrogeologické charakteristiky

označení objektu	název objektu	monitorovaný kolektor	hloubka m	odměrný bod m n. m	signální hladina m n. m.
VP 7013	Bílá Třemešná	A	65	341,96	295,4
VP 7014	Kuks	A	124	278,79	286,1
4240_01A	Žireč – Ves	A	152	271,67	286,5
4240_02A	Filířovice	A	64	324,37	291,5
4240_03A	Dvůr Králové n. L.	A	95	305,53	289,2
4240_04A	Vlčkovice	A	70	300,79	296,8

Signální úroveň hladiny podzemní vody byla zvolena v pásmu 75% až 90% pravděpodobnosti překročení hladin pro monitorované období duben 2015 až říjen 2015.

#### 4. Shrnutí

Aktivita 2, která obsahovala:

- zpracování podkladů pro hodnocení kvantitativního stavu útvarů podzemních vod včetně zjednodušeného výpočtu přírodních zdrojů podzemních vod u 55 HGR, které dosud nebyly v pravidelné hydrologické bilanci a

- stanovení dlouhodobých průměrných hodnot přírodních zdrojů podzemních vod pro první a druhý cyklus plánů povodí, byla ukončena třemi závěrečnými zprávami:

1. Metodika stanovení průměrné hodnoty přírodních zdrojů podzemních vod kvartérních hydrogeologických rajonů.
2. Metodika a výsledky zpracování podkladů pro hodnocení kvantitativního stavu útvarů podzemních vod. Byla zařazena do programu projektu účelově pro zajištění vstupních údajů pro druhý cyklus plánů povodí.
3. Základní výchozí data pro zjednodušené stanovení velikosti přírodních zdrojů podzemní vody v 55 rajonech; jde o dočasné, jednorázové doplnění údajů v rajonech, které dosud neuváděla pravidelná hydrologická bilance Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ) – 37 rajonů v kvartérních sedimentech, 3 v bazálním křídovém souvrství, ve zbývajících rajonech chyběla potřebná hydrografická data. Zároveň došlo k přepočítání dlouhodobých průměrných hodnot přírodních zdrojů podzemních vod pro všech 152 rajonů na období 1981 až 2010.

Hydrologickými modely byly zpracovány hodnoty dotace podzemní vody pro 54 HGR za použití hydrologického modelu BILAN (VÚV T.G.M., v.v.i.) jako vstupní údaje pro navazující hydraulické modely v aktivitě 7 a závěrečné hodnocení v aktivitě 10.

Všechny dílčí zprávy obsahují způsob aplikace použitého modelu ve vztahu k možným změnám srážkových a klimatických podmínek a kritické zhodnocení monitoringu, včetně návrhu na úpravu monitoringu.

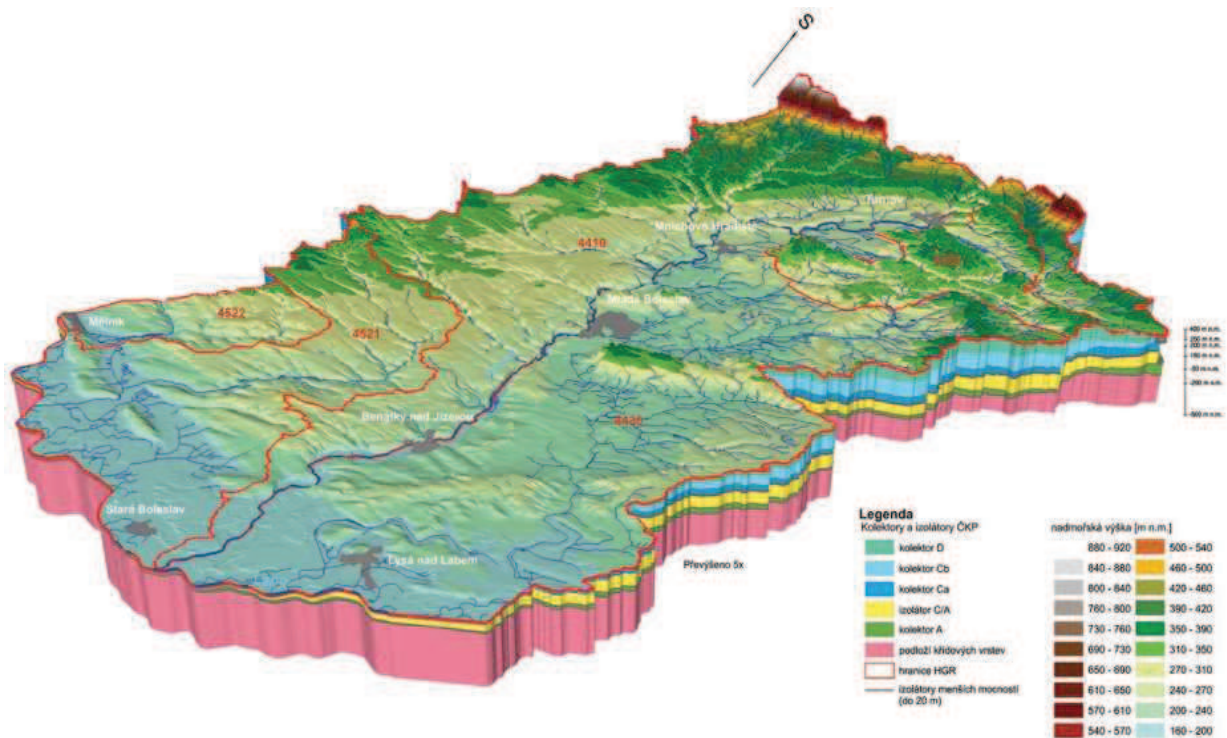
Řešení pro 3 rajony v bazálním křídovém souvrství bylo uvedeno v aktivitě 2.

Každá zpráva za hydrologický model obsahuje:

- o rozložení průměrné dotace podzemních vod ze srážek v rámci průměrného hydrologického roku pro hodnocený rajon za období 1981 až 2010,
- o charakterizuje obvyklé klimatické poměry v daném území a zároveň i změny v důsledku klimatického oteplování,
- o rozložení dotace podzemních vod v měsíčním kroku pro každý řešený rajon za období 2001 až 2010 – vstup do hydraulického modelu.

### Koncepční modely

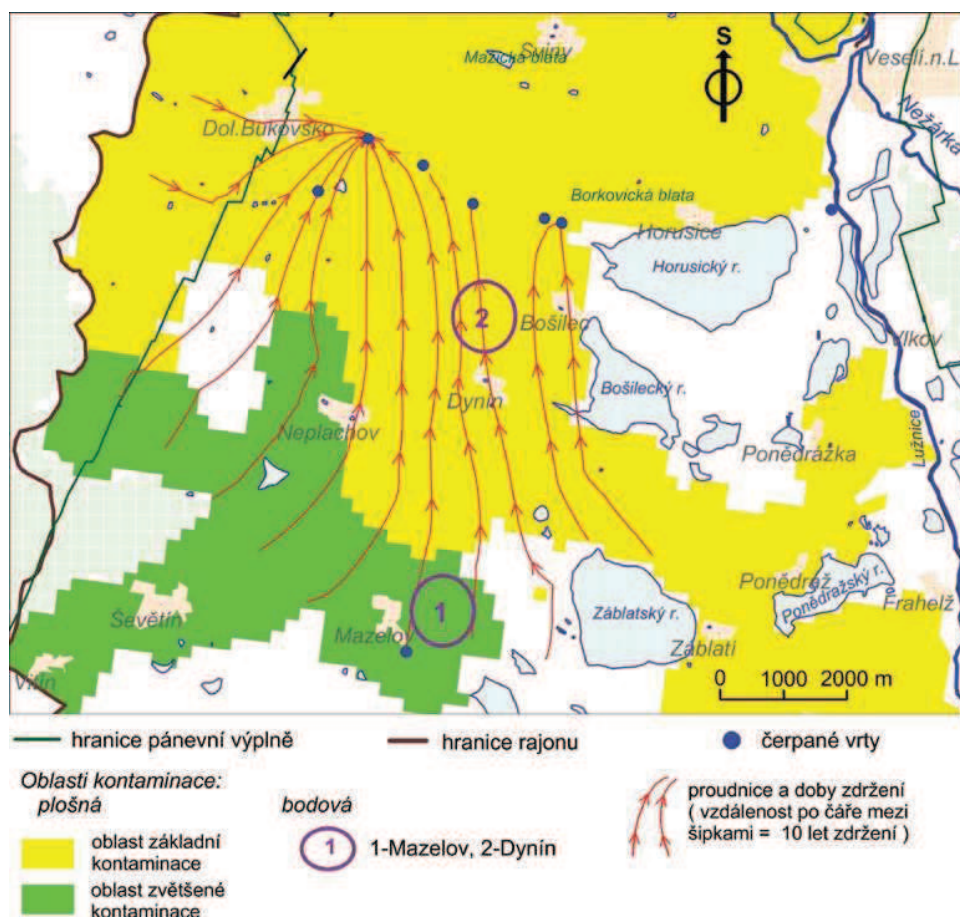
Na základě průzkumných prací vznikly koncepční modely jako podklady pro hydraulické modely včetně definování okrajových podmínek, které sloužily širokému týmu pracovníků jako jednotný podklad pro pochopení stavby hydrogeologického rajonu a jeho základních funkcí. Koncepční modely vycházely z přiměřené generalizace geologických a hydrogeologických dat, kterou lze graficky vyjádřit např. formou 3D vizualizace. Následující obrázek č. 4 ukazuje pozici kolektorů a izolátorů v oblasti jizerské křídy.



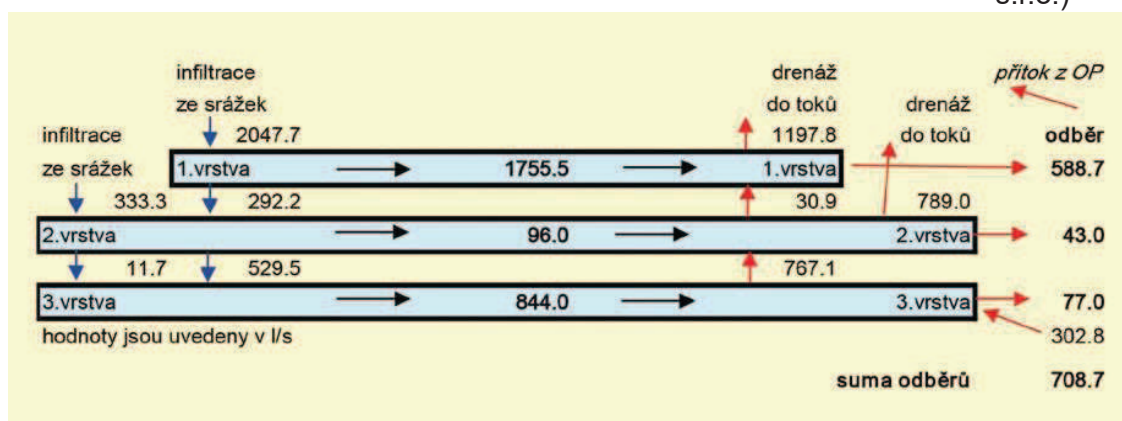
Obr. 4. Model oblasti jizerské křídý s rozdělením na kolektory a izolátory (ČGS)

Hydraulické modely umožnily řešit vztah využívání podzemní vody k zachování minimálního průtoku v povrchových tocích i k parametrům ochrany dotčených ekosystémů; zároveň jimi lze řešit i vlivy umělých zásahů do režimu podzemních vod a jejich kontaminaci (obr. 5).

- ❖ Stacionární (ustálený) režim proudění podzemní vody – simulace obvyklých úrovní hladiny podzemní vody, bez odběrů nebo za současné úrovně čerpání a při optimálním odběru podzemní vody (obr. 6).
- ❖ Transientní (neustálený) režim, kdy dochází ke změně zásob vlivem změny pod- mínek infiltrace nebo odběrů vody. Hodnoceno je:
  - a) období 2001 až 2010,
  - b) prognózní zdroje pro průměrný rok s vyhodnocenou průměrnou měsíční infiltrací.



Obr. 5. Doby dotoku podzemní vody z oblastí kontaminace – třeboňská pánev (PROGEO, s.r.o.)



Obr. 6. Ukázka modelového rozdělení zdrojů podzemních vod v rajonu 4410 – Jizerská křída ovlivněného odběry podzemní vody v období 2001 až 2010 (PROGEO, s.r.o.)

Výsledky hodnocení zdrojů podzemních vod v 58 rajonech jsou vyjádřeny v jednotném formátu, využitelném pro hydrologickou a vodohospodářskou bilanci v tzv. „Průvodním listu“.

Jsou zpracována data pro rajony na jedné třetině státního území včetně velikost přírodních zdrojů podzemních vod pro referenční období 1981 až 2010 s 50 % a 80% zabezpečeností. Dále využitelných zdrojů podzemních vod včetně podmínek, za jakých je možné podzemní vody v hodnocených HGR využívat s ohledem na trvale udržitelný rozvoj. Tyto informace jsou pro celý bilanční celek a měly by být podkladem pro management s podzemními vodami v rámci bilančního celku.

V hodnocených HGR je rozšířeno monitorování podzemních vod o 118 průzkumných hydrogeologických vrtů osazených dataloggery s kontinuálním záznamem, na nichž bude probíhat po dobu 5 let v rámci udržitelnosti projektu kontinuální měření úrovní hladin podzemní vody. Kde byly k dispozici data a stávající monitorovací vrty, byly navrženy signální hladinami podzemních vod, pro sledování míry dotace podzemních vod.

Projekt ověřil u 58 HGR jejich stávající platné hranice. Výsledkem je návrh úpravy hranic HGR u cca 35 % HGR.

U 3 % hodnocených rajonů bylo zjištěno, že povolené odběry podzemních vod překračují přírodní zdroje a u 9 % HGR překračují povolené odběry podzemních vod využitelné zdroje při respektování zachování minimálních průtoků povrchových toků.

## 5. Závěr

- ❖ Podzemní vody jsou dynamickým, v čase proměnlivým fenoménem. Stanovení přírodních zdrojů podzemních vod a jejich disponibilního množství má časově omezenou platnost, a proto je nutno tyto hodnoty pravidelně aktualizovat vzhledem ke změnám klimatických podmínek, vývoje metod jejich poznání i posunu referenčního hydrologického období.
- ❖ Moderní způsob zpracování dílčích výstupů nastavených v projektu umožní i po jeho skončení průběžnou aktualizaci dat v budoucnu.
- ❖ Výsledkem projektu jsou aktuální data z 1/3 území ČR.
- ❖ Projekt přinesl ve výsledku dosud chybějící metodické postupy pro hodnocení přírodních zdrojů podzemních vod např. v kvartérních rajonech, bazálním křídovém kolektoru a v území s nesouvislým zvodněním a návrh legislativních úprav.

### 5.1. Ověřené metodické postupy pro průběžnou aktualizaci

- Při řešení projektu byly ověřeny aplikace různých výpočtových metod odvození základního odtoku – analogie, bilanční rovnice, vztah podle srážek, regresní rovnice, transformace mediánu, Kille, Kliner-Kněžek, Eckhardtův filtr; hydrologický model BILAN a hydraulický model;
- Byla zpracována metodika pro rajony kvartérních sedimentů, způsob hodnocení pro rajony bazálního křídového kolektoru a návrh řešení pro rajony s nesouvislým zvodněním;
- Bylo prokázáno, že přímé využívání průtokových dat v povodí s výrazným užíváním vod vede ke zkresleným výsledkům – použita hranice ovlivnění nad 10 %
- Přehled a aplikace výpočtových metod jsou shrnuty s obecným zhodnocením v samostatné publikaci (Kadlecová – Olmer v tisku);
- Základní odtok – podzemní složka odtoku – přírodní zdroje podzemních vod; v praxi se tyto pojmy ztotožňují a nepřihlíží se k podmínkám, za kterých může takový postup platit – ne všude vztahy platí.
- Při stanovování přírodních zdrojů nelze používat jednu rutinní metodu.

### 5.2. Doporučené legislativní úpravy

- vyhláška č. 431/2001 Sb. a navazující metodický pokyn MZe neodpovídají současným hlediskům a možnostem hodnocení zdrojů a bilančního stavu podzemních vod, ani odlišným podmínkám zvodnění různých hydrogeologických prostředí;

- vyhláška č. 369/2004 Sb., která nereflektuje specifika procesu hodnocení přírodních zdrojů podzemních vod, neboť koncepčně vychází z tradičních postupů výpočtu zásob ložisek nerostných surovin;
- způsob naplnění § 9 a 11 vyhlášky č. 252/2013 Sb., neodpovídá současným potřebám
- uplatňovat zásady ochrany podzemních vod ve vyhlášených oblastech přirozené akumulace podzemních vod v souvislosti s odlesňováním, odkrýváním hladiny podzemní vody a těžbou;
- ve vodním zákoně jednoznačně vymezit správu podzemních vod.

### 5.3. Doporučení a návrhy pro další postup

- pokračování v dalších rajonech, které nebyly zařazeny do projektu; ve výstupech projektu jsou věcné i metodické podklady pro postupné přehodnocení všech 152 rajonů,
- průběžná aktualizace dat; jednak dochází k vývoji metod hodnocení, jednak dojde k posunu referenčního období (normálu), ani nelze vyloučit možný vliv klimatických změn,
- soustavný monitoring; všechny metody hodnocení vyžadují potřebná výchozí podkladová data a jejich úroveň ovlivňuje výsledek; v dílčích zprávách je zhodnocení současného systému sledování hydrologických prvků a návrh výběru monitorovacích objektů.

#### Použitá literatura:

- Herčík, F. et al. (1987): Hydrogeologická syntéza České křídové pánve. MS, Stavební geologie
- Kadlecová, R. – Olmer, M. et al. (2015): Metody stanovení přírodních zdrojů podzemních vod. Sborník geol. věd, HIG, 24. ČGS – v tisku
- Prchalová, H. – Olmer, M. (2001): Bilance podzemních vod jako nástroj vodohospodářského plánování. Sborník geol. věd, HIG, 21, s. 55–62. ČGS



## **Využití hydraulických modelů pro bilancování a stanovení využitelného množství podzemní vody, prognóza suchého období.**

The groundwater resources estimation in the use of groundwater flow models and assessment of climate fluctuations on groundwater resources

**Ing. Jan Uhlík Ph.D., RNDr. Martin Milický**

PROGEO, s.r.o.

Tiché údolí 113

25263 Roztoky u Prahy

tel. 233910935, [www.lprogeo.cz](http://www.lprogeo.cz), [progeo@lprogeo.cz](mailto:progeo@lprogeo.cz)

### **Keywords:**

**hydraulický model, přírodní zdroje podzemní vody, hydrogeologický rajon, groundwater flow model, groundwater resources, hydrogeological region,**

### ***Abstrakt***

Hodnocení velikosti přírodních zdrojů podzemní vody s využitím hydraulických modelů závisí do značné míry na množství a kvalitě vstupní informace o drenáži podzemní vody do říční sítě. Množství zdrojů podzemní vody v hydraulickém modelu určují zadané okrajové podmínky popisující přítok do modelového území (efektivní srážková infiltrace a přítok podzemní vody přes hranice modelované oblasti). Podkladem pro stanovení hodnot okrajových podmínek jsou výpočty srážko-odtokové bilance a hydraulické výpočty přítoku podzemní vody na hranicích modelového území.

Hydraulické modely, při správném nastavení solveru, poskytují výstupy s přesností tisícín litru. Pro tuto dokonalost by ale neměl být přehlížen fakt, že vstupní údaje modelu, zakládající jeho bilanci, mohou nabývat odchylky i desítky procent – především v závislosti na množství dostupných informací a použité metodice vyhodnocení podzemního odtoku.

Přínos hydraulických modelů pro účely analýzy množství podzemní vody spočívá v prostorové interpretaci bilance v závislosti na dostupných informacích o odběrech, propustnosti horninového prostředí, směrech proudění, úrovni hladiny podzemní vody a drenáži do toků. I v případech, kdy vyhodnocení drenáže podzemní vody ze struktury není k dispozici, nebo je velmi nepřesné, mohou hydraulické modely pomocí zpracování ostatních hydrogeologických informací poskytnout bilanční výstupy upřesňující množství podzemní vody v hodnocené struktuře.

Zhodnocení aktuální bilance množství podzemní vody zakládá možnost predikovat pomocí modelů další vývoj hydrogeologických struktur s ohledem na předpokládané změny infiltrace v důsledku možných výkyvů klimatu.

### ***Hydraulický model***

Aplikace modelů pro popis přírodních struktur vyžaduje nezbytnou schematizaci modelovaného systému. Příčiny schematizace jsou dány především: 1) omezeným množstvím vstupních dat, 2) volbou matematického popisu proudění podzemní vody, 3) volbou podrobnosti výpočtu simulovaných jevů ve vztahu k prostorové a časové diskretizaci, 4) volbou způsobu zadání vstupních dat do modelu a v neposlední řadě i 5) dostupnou výpočetní kapacitou.

Nástrojem pro posuzování kvality modelů je porovnání jejich shody s pozorováním (v oboru výsledků i vstupních dat). V případě hydraulických modelů je dokladem jejich kvality porovnání: 1) naměřených a v modelu interpretovaných vstupních dat - např. koeficientu hydraulické vodivosti  $K$  [ $m \cdot s^{-1}$ ], 2) vyhodnoceného a modelového množství drénované podzemní vody, 3) měřených a modelových hladin). Přesnost regionálních hydraulických modelů je především závislá na informaci o podzemním odtoku do říční sítě, doplněné o údaje odběrů podzemní vody a vypouštění odpadních vod.

Hydraulické modely pracují s průměrnou hodnotou přírodních zdrojů v simulacích stacionárních. Změny množství podzemní vody popisují simulace neustáleného proudění.

### ***Hydrologické metody bilancování množství podzemní vody***

V období s výskytem srážek je celkový odtok v říční síti dán součtem složek podzemního, hypodermického a povrchového odtoku. Metodicky je stanovení podzemního odtoku obvykle založeno na separaci odtoku podzemního z odtoku celkového.

Za předpokladu splnění řady podmínek (mezi jinými bilanční uzavřenost struktury, nebo dostatečně dlouhá doba pozorování) lze přírodní zdroje podzemí vody ztotožnit s vyhodnoceným podzemním odtokem. Různé metody stanovení podzemního odtoku ale poskytují rozdílné výsledky. Vyhodnocení přírodních zdrojů tak při aplikaci více metod popisuje spíše určité rozpětí možných hodnot, než jediný údaj. Příčiny rozdílného stanovení přírodních zdrojů v hodnocené struktuře jsou především dány:

- dostupnými daty (k dispozici pouze odhad srážkového normálu; je znám odtok z analogického povodí; je znám odtok z části hodnoceného území; je znám odtok v uzávěrovém profilu struktury)
- osobou zpracovatele:
  - subjektivní volba metody vyhodnocení (určena i cíli realizovaného hodnocení; např. metoda Kněžek - Kliner, Killeho metoda, metoda Eckhardtova filtru, metoda průměrování měsíčních minim aj.),
  - subjektivní volba odstranění chybných dat pozorování průtoků,
  - subjektivní volba období, za které jsou přírodní zdroje hodnoceny.

Hydrologické metody bilancování jsou založeny na zpracování průtoků, popřípadě průtoků a hladin podzemní vody s cílem separovat z celkového odtoku odtok podzemní. Bilancování obvykle komplikuje kombinace následujících faktorů:

- 1) přetok podzemní vody přes hranice bilancované oblasti (bilanční neuzavřenost hodnoceného regionu),
- 2) vodnost drenážního toku (příron podzemní vody z bilancovaného mezipovodí je menší, či srovnatelný s chybou stanovení přírůstku průtoku); běžná situace v rajonech odvodňovaných do větších řek (např. Labe, Vltava, Morava) - příron podzemní vody nelze technikou hydrometrování dostatečně přesně vyhodnotit.

Uváděná hodnota přírodních zdrojů by měla být vždy doplněna o informaci jakou metodou a pro jaké období byla stanovena. V podrobnějším popisu by měla být rovněž obsažena informace, jakým způsobem bylo při hodnocení eliminováno antropogenní ovlivnění (odběry podzemní vody; vypouštění odpadních vod). Absence těchto informací zvětšuje nejistoty, které o množství přírodních zdrojů v jednotlivých strukturách máme.

Specifickou možnost stanovení podzemního odtoku poskytují hydrologické modely.

## Modelové hodnocení hydrogeologického rajonu Budějovická pánev

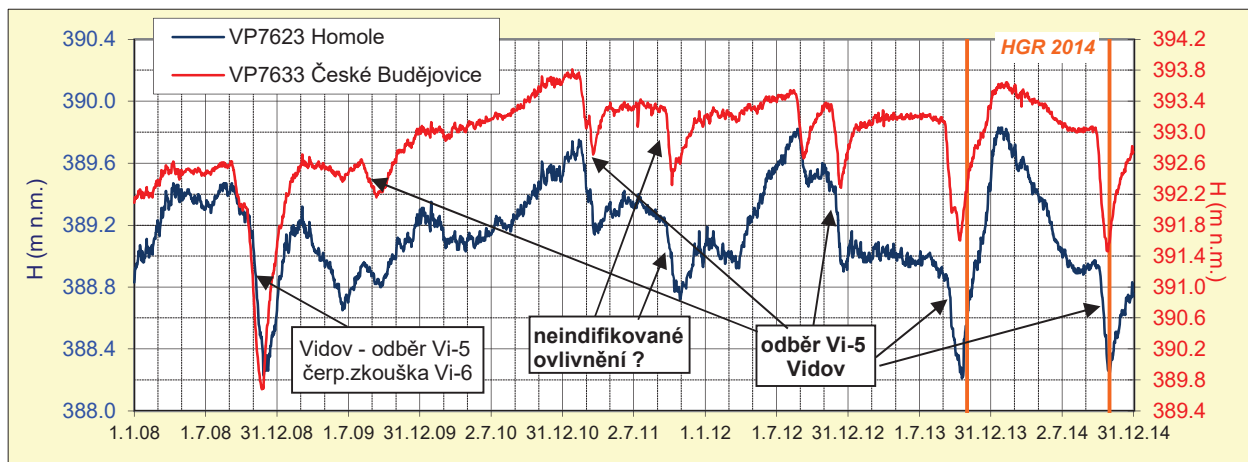
Modelové hodnocení časového vývoje zásob podzemní vody na území hydrogeologického rajonu 2160 slouží k interpretaci vývoje struktury na podkladě informací z režimních měření hladin a jakosti podzemní vody pořizovaných v síti ČHMÚ a v účelovém pozorovacím vodárenském systému Budějovické pánve. Modelové výstupy jsou využívány pro zpracování údajů bilance uplynulého období a prognózy vlivu perspektivních odběrů. Modelové výstupy jsou rovněž podkladem při rozhodovacím procesu udělení povolení k odběrům a optimalizaci monitorovací sítě.

Hlavní drenážní bází je tok Vltavy s průměrným průtokem v profilu Březí  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Pro hydrogeologický rajon Budějovická pánev je tak "přímé" vyhodnocení množství přírodních zdrojů podzemní vody z rozdílů průtoku v příslušném úseku Vltavy nerealizovatelné vzhledem k vodnosti toku a velikosti chyb stanovení přírůstku průtoku. Hydraulický model při využití známých dat vývoje hladin, směrů proudění a velikosti odběrů umožňuje vymezení předpokládané množství přírodních zdrojů podzemní vody ve struktuře.

Specifikem jímání podzemní vody v pánvi (mimo jiné i pro pivovar Budvar) je jeho hloubková úroveň. S cílem optimalizovat kvalitu začínají otevřené úseky jímacích vrtů až v hloubkách 100 a více metrů pod terémem. Popisovaný stav jímání předchází zavlčení přípovrchové kontaminace (zemědělství, průmyslová výroba) do vodních zdrojů. Důležitou podmínkou je zachování vzestupného směru proudění podzemní vody v drenážní (a jímacími vrty především využívané) oblasti pánve. Cílem modelového hodnocení tak je vyčíslit přírodní zdroje nejen pro celou plochu hydrogeologického rajonu, ale i ve vertikálním členění (model je pětivrstevný) pro rozdílné hloubkové úrovně pánevních sedimentů. Omezující podmínkou pro stanovení přípustné velikosti odběrů tak ani není celkové vyhodnocené množství přírodních zdrojů v hydrogeologickém rajonu, ale zejména množství podzemní vody dostupné v hlubších partiích pánve.

Litologický vývoj sedimentů Budějovické pánve (sedimenty mesozoika, terciéru a kvartéru) neumožňuje regionálně vymezení souvrství rozdílné propustnosti. Dochází k nahodilému střídání litotypů rozdílné propustnosti. Celá struktura se hydraulicky chová jako jediná zvrstvená s rozdílnou výtlačnou úrovní hladiny podzemní vody v závislosti na poloze a hloubce monitorovacích objektů v proudovém systému. V databázi ČGS jsou evidovány desítky vrtů s hydrogeologickými údaji. Naposledy byla monitorovací síť doplněna o vrty ČHMÚ vyhloubené v rámci projektu ISPA. Vrty jsou koncipovány v párech pro monitoring rozdílných hloubkových úrovní pánevních sedimentů.

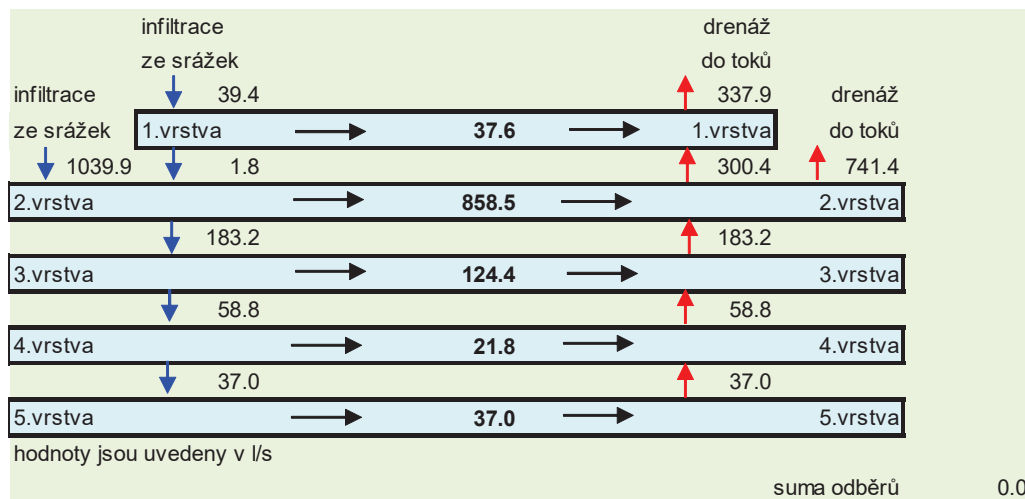
Obr.1 Hladiny podzemní vody v jižní oblasti pánve (hlubší partie) - vrty ČHMÚ



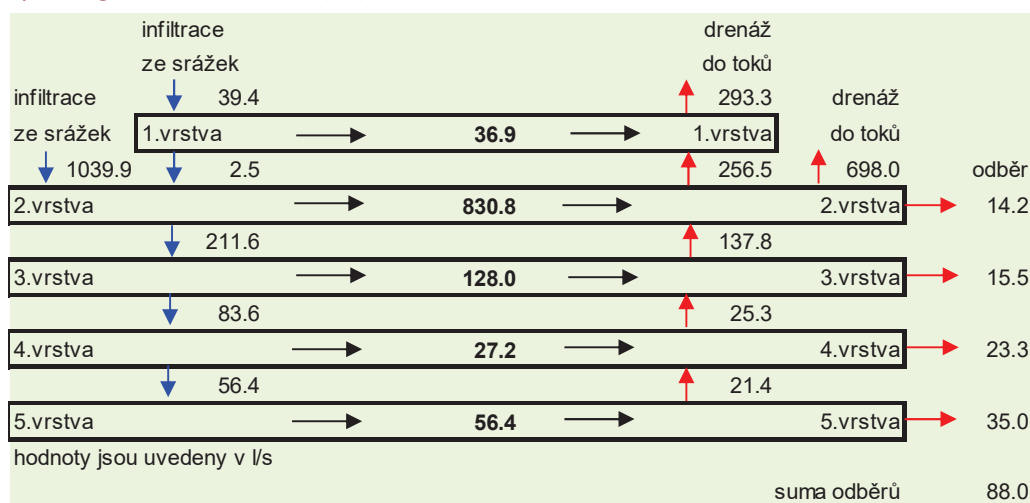
Obrázek 2 obsahuje bilanční schéma antropogenně neovlivněné struktury. Vyčíslená množství podzemní vody, získaná z modelu, reprezentují střední předpokládané množství podzemí vody v jednotlivých hloubkových úrovních pánve (modelových vrstvách). Reálné hodnoty bilance množství podzemní vody se mohou od modelových hodnot poněkud lišit (o jednotky, max. první desítky procent). Cesta k zúžení této nejistoty spočívá v dlouhodobém monitoringu a v modelovém hodnocení všech dostupných údajů s důrazem na mezní situace struktury (např. dlouhodobé sucho, docílení maximálních odběrů v některých vrtech, nebo celé struktuře; sledování vývoje kontaminace ve smyslu ředění, směru a rychlosti šíření).

Zvodněné kvartérní sedimenty jsou simulovány pouze v oblasti podél Vltavy. Infiltrované množství ( $39.4 \text{ l.s}^{-1}$ , Obr. 2) se na hlubším oběhu téměř nepodílí. Největší množství infiltrace ze srážek ( $1039.9 \text{ l.s}^{-1}$ ) je zadáno do 2. modelové vrstvy. Rozdíl mezi přítoky 2. vrstvy ( $1039.9 + 1.8 \text{ l.s}^{-1}$ ) a odtokem do třetí vrstvy ( $183.2 \text{ l.s}^{-1}$ ) udává velikost proudu podzemní vody, který horizontálně protéká v dané hloubkové úrovni (vrstvě) - tj.  $858.5 \text{ l.s}^{-1}$ . Směrem k bázi pánevních sedimentů intenzita oběhu podzemní vody významně klesá (při výrazně zmenšeném rozsahu pánve v těchto hloubkách) - za přirozených podmínek je proud podzemní vody, směřující do čtvrté a páté modelové vrstvy, pouze  $58.8$  a  $37 \text{ l.s}^{-1}$ .

*Obr.2 Prostorová distribuce proudění podzemní vody – bez odběrů podzemní vody (l/s)*



*Obr.3 Prostorová distribuce proudění podzemní vody – odběr podzemní vody na úrovni hydrologického roku 2014 (l/s)*



Realizované odběry podzemní vody zintenzivňují proudění podzemí vody hlubšími partiemi pánevních sedimentů. Při situaci aktuálních odběrů ( $88 \text{ l.s}^{-1}$  v hydrologickém roce 2014) vzrůstá přítok podzemí vody do 4. a 5. modelové vrstvy na  $83.6$  a  $56.4 \text{ l.s}^{-1}$ .

### **Závěr**

Výsledky modelového hodnocení poskytují informace o: 1) velikosti dlouhodobého průtoku podzemní vody v hodnocené struktuře, 2) míře antropogenního ovlivnění z hlediska snížení hladiny podzemní vody, změn směrů a rychlosti proudění a poklesu drenáže do říční sítě, 3) plošné distribuci a místech vzniku přírodních zdrojů dotujících hlubší partie pánve a 4) časové proměnlivosti zásob, doplňování a drenáže podzemní vody.

Zhodnocení aktuální bilance množství podzemní vody zakládá možnost predikovat pomocí modelů další vývoj hydrogeologických struktur s ohledem na předpokládané změny infiltrace v důsledku možných výkyvů klimatu, v současnosti tak často zmiňovanou prognózu suchého období.

Hydraulické modely jsou nejkompaktnější dostupné nástroje pro popis a kvantifikaci podzemní složky hydrologického cyklu. Určitou daní za komplexní možnosti jsou časová náročnost zpracování a specifické požadavky na vstupní data.

**Poděkování:** V kapitole *Modelové hodnocení hydrogeologického rajonu Budějovická pánev* jsou použity výsledky díla: “Bilanční hodnocení zásob podzemních vod v hydrologickém roce 2014 včetně krátkodobé prognózy vývoje zásob podzemních vod a jejich jakosti pomocí modelových řešení v hydrogeologickém rajónu 2160 (Budějovická pánev) pro potřeby zpracování vodohospodářské bilance za rok 2014 a pro vyjadřovací činnosti správce povodí“, které bylo vypracováno pro Povodí Vltavy, státní podnik.

## Optimalizace jímacích území podzemní vody nemá alternativu

RNDr. Svatopluk Šeda

FINGEO s.r.o., Litomyšlská 1622, 56501 Choceň

tel. 603 538605, seda@fingeo.cz , [www.fingeo.cz](http://www.fingeo.cz),

### Úvod

Představte si, že by někdo zjistil, že vltavská vodní kaskáda je v havarijním stavu a rozhodl, že staré přehrady se nechají spadnout a někde vedle se vybudují přehrady nové. Nebo že Praha je už přeplněná a nové hlavní město se postaví někde na zelené louce, aby se tam snadno dostala potřebná technika. Co myslíte, podařilo by se najít jiná tak vhodná místa, která by plnila všechny požadavky? Asi trochu naivní představa.....

Přenesme se ale o několik pater níže a položme si stejnou otázku, zda je možné budovat nové zdroje podzemní vody jinde, než jsou ty stávající. Asi se mnou budete souhlasit, že i toto je trochu naivní představa. A přesto to není tak dávno, připomeňme si sedmdesátá až devadesátá léta reálného socialismu, kdy staré chátrající jímací objekty se opustily a někde jinde se budovaly nové. Ono totiž ještě většinou bylo kde, a když se to nepovedlo, šlo se o kousek dál. Důležité totiž byly metry a i negativní výsledek se v závěrečné zprávě okomentoval například větou: Potvrdil se původní předpoklad, že se zde podzemní voda nevyskytuje.

V předkládaném příspěvku se podívejme nato, jaké to mělo dopady a souvislosti a přečtěte si, jaké řešení doporučuje hydrogeolog, který se za desítky let terénní praxe snad alespoň trošku naučil chápat, jak to vlastně s tou podzemní vodou a kde jsou ta nejlepší místa pro její jímání.

### Nejprve několik příkladů z českého a moravského venkova

#### Jímací území Císařská studánka

Na severovýchodním okraji české křídové tabule, pod Orlickými horami, se nachází jímací území Císařská studánka s vydatností až 50 l/s, zásobující pitnou vodou město Solnici, Kvasiny s rozvíjející se automobilkou Škoda – Auto a řadu blízkých obcí. Původním zdrojem byla Císařská studánka, která byla přirozeným pramenním vývěrem vody patrně z kolektoru B. Nad pramenem byla vybudována šachtová studna o průměru 4 m a hloubce 8 m. Přítok vody je ze dna, z otevřené trhliny probíhající ve směru SSZ-JJV, široké 0,8 m, vyplněné horninovou drťí okolních svrchnokřídových sedimentů. Při průměrných nebo nadprůměrných vodních stavech studna pokrývá potřebu celého vodovodního systému ve výši cca 35 – 50 l/s. V době extrémních minimálních vodních stavů, například v letech 1982 – 1983, však hladina vody klesá a vydatnost studny se výrazně snižuje. V okolí studny proběhl

několikanásobný geofyzikální průzkum s cílem najít přítokovou cestu ke studni a na ni umístit vrt, který by vodu zachytil na hlubších oběhových cestách a umožňoval tak větší provozní snížení hladiny než stávající studna. Žádný ze třech vyhloubených vrtů však tuto vodu nezachytil a studna si dál žije svým vlastním životem.

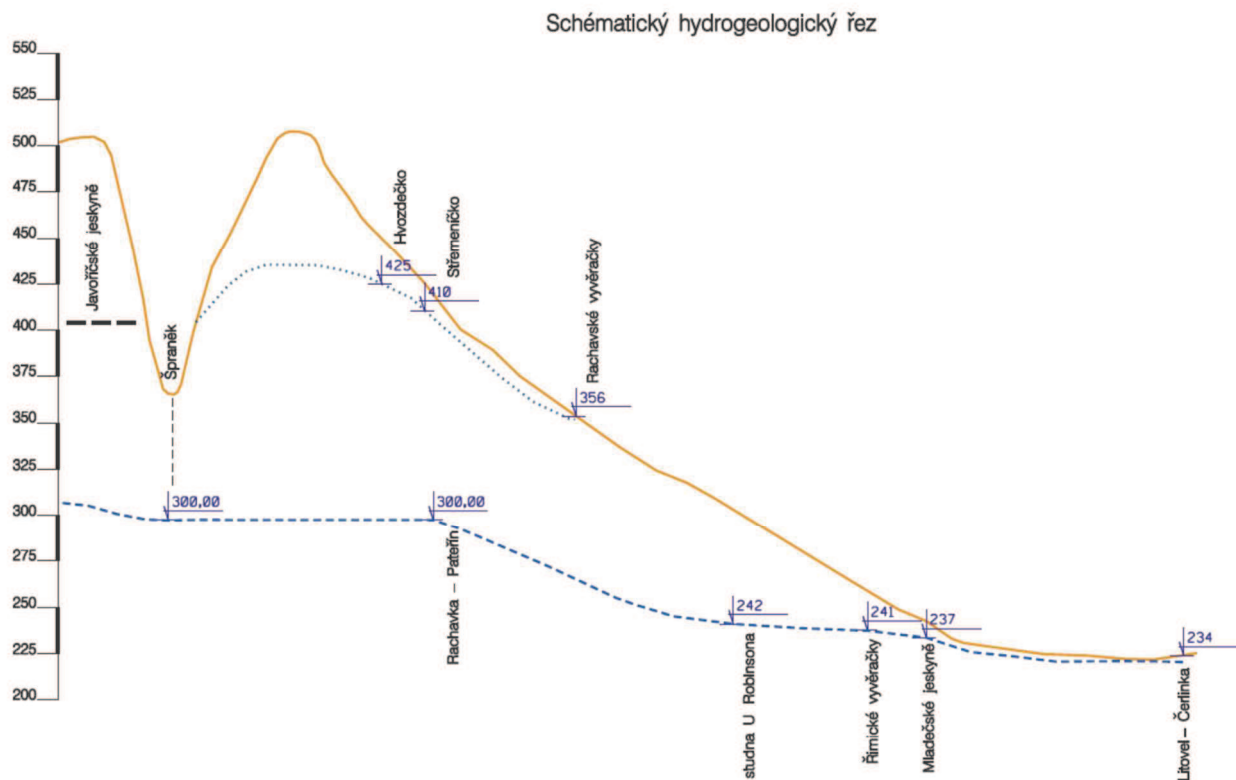
### Jímací území Česká Třebová

Kdo z hydrogeologů by neznal slavné prameny Vrbovka a Javorka v České Třebové s vydatností až 100 l/s. První zmínka o vodě,  *která přitéká ze studny Vrbovky „dřevěnými trúbami“ do kašny na náměstí* pochází již z roku 1591 (městská gruntovní kniha). Přibližně kolem roku 1750 byla na jejím místě postavena nová čtvercová kamenná kašna s vyvýšenou pískovcovou mísou. Následovaly další úpravy a poslední je z roku 1911. Nad pramenním vývěrem byl tehdy vybudován pavilon kruhového půdorysu zastřešený kopulí, vše provedeno v tehdy moderním železobetonu. Vrbovka již tehdy představovala technické dílo velké kulturní hodnoty reprezentující epochu vrcholné secese. Nejde však jen o technickou podobu zdroje vody s vydatností 40 - 60 l/s. V prameništi vyvěrá voda mimořádné kvality o níž se měl před více než 100 lety prof. MUDr. Eiselt, syn Jana Nepomuka Eiselta, průkopníka lékařské prevence a hygieny, vyjádřit takto:  *„...jest to jedna z nejlepších pitných vod českých, která by ne mlýny hnáti, ale za peníze prodávati se měla...“*. Čemu zdejší podzemní voda za tato prorocká slova vděčí? Především mimořádnou polohou v hydrogeologickém rajónu 4231 Ústecká synklinála v povodí Orlice, v oblasti semanínského zlomu, který představuje významnou tektonickou strukturu porušující svrchnokřídový horninový soubor jihozápadního křídla synklinály. V jeho rámci jsou křídové sedimenty v šířce až několika stovek metrů podrceny, významně je tím zvýšena jejich propustnost a písčité výplň horninových dutin vodu dokonale filtruje. Připočteme-li k tomu rozsáhlé infiltrační zázemí v prostoru zalesněného Kozlovského hřbetu je důvod mimořádné jakosti vody zřejmý. Kromě Vrbovky jsou dnes do vodovodního systému města připojeny i vrtvy ČT-1, ČT-2B a ČT-5, vyhloubené v prostoru prameniště Vrbovka – Javorka. I při jejich hloubení se naplnila někdejší pověst, ve které se říká, že voda v prameništi Vrbovka a Javorka kdysi vyvěrala v blízké obci Kozlov, pak se však voda ztratila a začala vytékat v České Třebové. Občané Kozlova najali „havíře“, který měl vodu nalézt a přivést zpět do Kozlova. Po dlouhém kopání musel „havíř“ konstatovat, **že pramen Vrbovka skutečně nejde přemístit**. Ani novými vrtvy se pramen Vrbovka podchytit nepodařilo a voda nadále samovolně vyvěrá na povrch. Podotýkám, že napříč několik desítek metrů mocným souvrstvím totálně nepropustných miocenních jílovců. Prostě div přírody, na který náš rozum nestačí....

### Jímací území Litovel – Čerlinka

Zdroje vody jímacího území Litovel – Čerlinka jsou situovány cca 1 km severozápadně od Litovle, v katastru obce Červenka a města Litovle. Dle historických a mapových podkladů tok Čerlinky pramenil v lužních lesích západně od obce Červenka a za hlavní zdrojnicí byla považována studánka tzv. „Svatá voda“, resp. „Zázračná studánka“. První záměry o vodárenském podchycení tohoto prameniště spadají již do počátku 20. století (kolem roku 1910). Do ukončení několika etap regionálního hydrogeologického průzkumu širší zájmové oblasti, realizovaných v druhé polovině minulého století se voda odebírala nejprve ze spouštěných studní, které byly zahloubeny pouze do kvartérních štěrkopískových náplavů

a nedosáhly skalního podkladu, i když voda geneticky pochází z podložních devonských vápenců. Dnes je z těchto zdrojů provozována pouze 5 m široká a 5,5 m hluboká tzv. sběrná studna SbS z roku 1955, situovaná na původním pramenním vývěru a tato studna sama o sobě je schopna dodávat více než polovinu z celkového povoleného množství vody ve výši 267 l/s. V letech 1979 – 1988 proběhlo v území několik etap regionálního hydrogeologického průzkumu, v jehož rámci byly vyhloubeny další jímací objekty, tentokrát vrtané studny s hloubkou 40 – 152 m jímajícími vodu z devonských vápenců. Z nich je v současnosti provozováno 5 vrtů řady HV, avšak jejich specifická vydatnost je výrazně nižší než v případě nejstarší studny SbS. Pro pochopení geneze vody v jímacím území Litovel – Čerlinka uvádím schematický řez územím tvorby, komunikace a přirozené drenáže podzemní vody, z kterého vyplývá, že voda se vytváří a obíhá v prostředí krasově propustných devonských vápenců, postupně stéká do údolí Moravy, zde se drénuje do průlinově propustných údolních náplavů řeky Moravy s přelivem do povrchového toku ale i ve zdánlivě homogenních štěrkopiscích existují privilegované cesty proudění podzemní vody. Tou nejpropustnější zónou je místo vývěru tzv. Svaté vody, dnes studny SbS.



### Jímací území Olomouc - Černovír

Historie skupinového vodovodu Olomouc sahá do konce 19. století, kdy byl objeven významný zdroj podzemní vody v severním okolí Olomouce u Černovíru. V roce 1889, po tříleté výstavbě, byla dána do užívání první část městského vodovodu s 9 m hlubokou a 2,7 m širokou jímací studnou E0, strojovnou, parní čerpací stanicí o kapacitě 30 l/s a s navazujícím výtlačným řadem do dvoukomorového zemního vodojemu o objemu 1500 m<sup>3</sup>. Studna byla později doplněna 6 studnami spojenými násoskami situovanými



při jižním okraji prameniště. Přestože se na první pohled jedná o rovinaté území tvořené štěrkopískovými náplavy Moravy a Oskavy, v podzemí se skrývá poměrně složitá geologická stavba, související s někdejší paleogeografickým vývojem zdejšího území. Průlinově propustné štěrkopísky o mocnosti až 100 m se totiž zachovaly v přehlubněném údolí Oskavy severo - jižní orientace, sahající od Dlouhé Loučky na severu území až po Černovír a Chválkovice. Právě v prostoru dnešního jímacího území Černovír, těsně před Olomoucí, se báze štěrkopískového koryta zdvihá, přibližuje se k povrchu terénu, tím se snižuje průtočný profil a voda se tlačí do přelivu. V jeho místě byla voda před více než 100 lety zachycena. V posledních desetiletích minulého století, místo aby se udržoval řádný stav historických jímacích objektů, bylo prameniště doplňováno novými a novými vrtanými studnami, kterých je v současnosti více než 40 a jejich stav odpovídá někdejšímu rychlokvaškovému období. Žádný z těchto objektů nedosáhl ani zdaleka vydatnosti původních zdrojů a navíc se s hloubkou uložení podzemní vody ve vodě začaly objevovat nežádoucí složky, především železo a mangan.

Naštěstí v posledních letech dochází k zásadní změně koncepce využití jímacího území, vracíme se „ke kořenům“ a obnova studny E0 spolu s připojenými násoskami umožní odběr více než poloviny z celkové využitelné vydatnosti jímacího území ve výši 190 l/s.

### Jímací území Rýchory

Rýchorské prameniště je klasickým příkladem historického jímání podzemních vod pomocí systémů jímacích zářezů a pramenních jímek. Bylo vybudováno v letech 1915 – 1917 a od počátku svého provozu až dosud slouží k zásobování města Trutnova pitnou vodou. Prameniště se nachází při západním okraji Horního Maršova takřka v celé délce Vodovodního údolí, jímž prochází Maxův potok. Voda z jednotlivých jímacích zářezů a celkem 9 sběrných jímek je gravitačně sváděna litinovým potrubím DN 50 – DN 100 do nejnižší položené přerušovací komory nazývané vodní zámek (Wasserschloss) s výzdobou v novogotickém slohu. Uvnitř vodního zámku je umístěna kruhová nádrž s centrální trychtýřovou fontánou. Z fontány a ze stěn nádrže padá voda k jejímu dnu, odkud je pak bez dalších úprav (s výjimkou desinfekce) vedena přivaděčem DN 200 do trutnovské vodovodní sítě. Převýšení nejvýše položené sběrné jímy, nacházející se pod Rýchorskou boudou ve výšce cca 950 m n. m. a vodního zámku (cca 580 m n. m.) je 370 m. Maximální vydatnost prameniště činí cca 60 l/s a kolísá v závislosti na množství srážek. Čemu za tak mimořádnou vydatnost vděčíme? Především místní geologické stavbě, kdy do komplexu staropaleozoických, zpravidla slabě metamorfovaných hornin, jsou zvrásněny polohy krystalických vápenců. Ty jsou místy zkrasovatělé a vznikající krasové dutiny tak v sobě akumulují podzemní vodu nejenom z míst vsaku srážkové vody do těchto vápenců v místech jejich povrchových výchozů, ale především z okolních slabě puklinově propustných fylitů, pro které soubor vápenců představuje drenážní prostor. Jedná se tak o jednu z mála vod v oblasti celých Krkonoš, jejíž reakce je alkalická (pH 7,8), ale současně o vodu prostou těžkých kovů a radioaktivních prvků, které se jinak v podzemních vodách v oblasti Krkonoš poměrně často vyskytují.

Někdejší úvahy o posílení prameniště hlubší vrtanou sondáží, se snahou zachytit vodu v suchých obdobích na hlubších oběhových cestách, se ukázaly jako nereálné, výskyt zdejší podzemní vody je naprosto striktně vázán na výskyt vápenců, tak jako třeba v jímacím

území Štěpanická Lhota pro město Jilemnice a místo současného jímání je tak prostorově nenahraditelné.

#### Co u uvedených příkladů pro vodárenskou praxi vyplývá

Prostorový režim podzemní vod v jímacích oblastech má své jasně dané zákonitosti. Mezi hlavní fenomény podmiňující soustředěný výskyt podzemní vody v prameništích jsou geologické a morfologické poměry. Zjednodušeně lze říci, že horninové prostředí musí být dostatečně propustné tak, aby byl umožněn živý oběh podzemní vody, jímací území musí mít dostatečně velké infiltrační zázemí a morfologie prostředí musí umožnit akumulaci podzemní vody.

Obecně lze horninový soubor, ve kterém podzemní voda proudí a akumuluje se, označit za prostředí heterogenní a filtračně anizotropní. Heterogenita způsobuje to, že se propustnost horninového prostředí místo od místa liší, střídají se horninové bloky minimálně propustné, kterými voda stěží prosakuje, s puklinovými a průlinovými zónami, kterými podzemní voda proudí až o několik řádů rychleji než v horninových blocích. Filtrační anizotropie pak vyjadřuje to, že voda v některých směrech proudí horninovým prostředím podstatně rychleji a ve větším množství než ve směrech jiných. Běžně je to pochopitelné u horninového souboru puklinově, případně krasově či pseudokrasově propustného, ve kterém je na první pohled zřejmé, že v otevřené puklině proudí voda podstatně rychleji než v puklině sevřené nebo vyplněné například jílovitými produkty větrání okolní horniny. Méně známé je to, že i v průlinovém prostředí jsou některé zóny nebo polohy ve srovnání se svým okolím významněji propustné, což souvisí například s granulometrií nezpevněných sedimentů u svahových pohybů, s paleogeografickým vývojem říčních koryt a usazujících se štěrkopískových sedimentů v závislosti na rychlosti proudění vody někdejšího říčního toku, apod.

A teď se vžijme do role našich vodárenských předchůdců, kteří pomocí měření, mapování, sledování vegetačního pokryvu, za využití virgule a jiných postupů či indicií hledali místa pro budování centrálních zdrojů vody. Není těžká odpověď na otázku, kde asi. No primárně asi tam, kde podzemní voda vyvěrala na povrch, v místech narušení horninového masívu ať již tříštivou tektonikou nebo zvětrávacími pochody, v místech propustných hornin typu písků, štěrků, pískovců či slepenců především v kombinaci s jejich pánvovitým uložením, apod. Jinými slovy, ta nejlepší místa již byla v minulosti vybrána a my tak trochu paběrkujeme a snažíme se najít jiná, stejně kvalitní místa jako naši předchůdci. Jenomže to nejde vždy a všude, výše uvedené příklady z českého a moravského venkova jsou toho jasným důkazem. Prostě jímací objekt situovaný v absolutně nejpropustnější části horninového masívu a navíc v příznivé morfologické pozici, v místě kde voda po tisíciletí vymývá výstupovou cestu podzemní vody k povrchu a snižuje tak tření na horninových stěnách či horninových zrnech je unikátem, kterými musíme respektovat. Jestliže se tedy tento příspěvek jmenuje „Optimalizace jímacích území podzemní vody nemá alternativu“, je to přesně z tohoto důvodu. Nesnažme se slepě a často marně alternativu hledat a využijme rozumu a zkušeností našich předchůdců a neopouštějme ta nejlepší, praxí ověřená místa pro budování či dnes spíše pro obnovu jímacích objektů podzemní vody.

## Jak tedy při úvahách o optimalizaci jímacích území postupovat

Prvním a základním krokem musí být vždy pasport současného jímacího území a podrobné vyšetření geneze vody, protože množství a jakost vody jsou na ní bytostně závislé. Uvedu tři typové případy:

- jestliže pochopíme a s dostatečnou věrohodností ověříme genezi podzemní vody v jímacím území a výsledek této analýzy je z hlediska našich budoucích potřeb příznivý, což znamená, že jímací území je v důsledku místních hydrogeologických poměrů, infiltračního zázemí a reálných podmínek ochrany vodního zdroje schopno poskytnout požadované množství podzemní vody vyhovující jakosti, byť se třeba vydatnost prameniště s ohledem na stav jímacích objektů snižuje pod hranici potřeby nebo se zhoršuje jakost vody, neváhejme, nehledejme jiné řešení, začněme pracovat na optimalizaci jímacího území a považujme to za postup optimální, dlouhodobě nezvratný. Znamená to, regenerovat, případně přebudovat stávající jímací objekty, vyřešit jejich účinnou ochranu, a pokud to bude třeba, vyprojektujme nejprve v místech podrobně prozkoumaných (geofyzika, úzkoprofilová sondáž, hydrometrování, apod.) místo pro doplňkový zdroj a teprve poté ho v optimálních parametrech vybudujme;
- v případě, že výsledek analýzy je příznivý pouze částečně, tzn., že sice není naplněna celková celoroční potřeba vody nebo její jakost, ale jímací území větší část roku funguje, což je případ většiny gravitačních pramenišť, další využití tohoto zdroje právě v intencích udržitelného rozvoje je žádoucí. Znamená to opět regenerovat, případně přebudovat nebo i dobudovat stávající jímací objekty, využívat je na maximum možného a příliš nezkoumat výši okamžitých investic. Budoucnost vaše rozhodnutí požehná;
- teprve v případech, kdy analýza geneze vody a možnosti jejího dalšího využití nepřinese příznivý výsledek, je třeba hledat novou variantu řešení. Ta by měla mít tyto kroky:
  - o ověřit možnost lokálního řešení (nový jímací objekt v blízkosti spotřebiště);
  - o ověřit možnost centrálního řešení (napojení na některý z blízkých jímacích objektů nebo vodovodních systémů);
  - o realizace připojení spotřebiště na nový zdroj či vodovodní systém;
  - o zrušení původního vodního díla a jeho fyzická likvidace.

## **Závěr**

Podzemní voda, její výskyt v přírodě a zákonitosti jejího časově prostorového režimu jsou a zůstanou vždy mimo naše přímé pozorování. Základním nástrojem pro zkoumání podzemní vody je empirie, zatímco exaktnost zatím zůstává jen pomocnou berličkou, byť mnohdy velmi důležitou. Dejme proto na zkušenost, neopouštějme zdrojová místa podzemní vody dlouhodobě ověřená svým vodárenským potenciálem a upravme, obnovme, přestavějme a případně doplňme historická jímací území a objekty zde vybudované. Je to opravdu to nejlepší, co můžeme pro zásobování našich obyvatel pitnou vodou udělat.

Nehleďme na momentální náklady, na časovou náročnost, na mnohdy zdánlivě neefektivní ruční práci, z dlouhodobého hlediska, technického i ekonomického, využití těch nejlepších míst, které nám příroda nabízí, opravdu nemá alternativu. Prostě nemá!

# PÉČE O HISTORICKÉ VRTANÉ STUDNY, MOŽNOSTI JEJICH ÚDRŽBY, PŘESTAVBY NEBO NÁHRADY NA PŘÍKLADU JÍMACÍHO ÚZEMÍ PODLAŽICE



PODZEMNÍ VODY VE VODÁRENSKÉ PRAXI  
2016  
JABLONNÉ NAD ORLICÍ

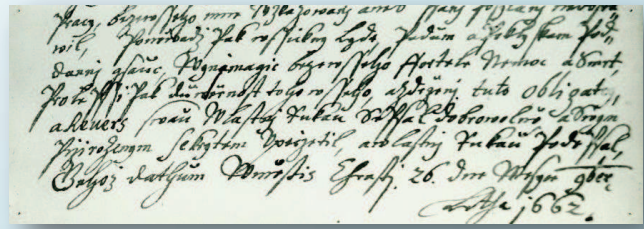
## Proč právě Podlažice?

- V České republice je málo vodárensky tak významných území jako Podlažice u Chrasti v okrese Chrudim. V povědomí široké veřejnosti jsou Podlažice zapsány spíše jako raně středověké kulturně-historické centrum, kde v benediktinském klášteře byla počátkem 13. století sepsána jedna z největších středověkých knih na světě – Dáblova bible.
- V podvědomí vodohospodářů, geologů a hydrogeologů se při slovu Podlažice vybaví území, které poskytuje veliké množství kvalitní podzemní vody, a kde během posledních sta let bylo provedeno mnoho prací směřujících k podchycení a převedení podzemních vod pro zásobování místních obyvatel – města Chrasti, posléze Chrudimi a nakonec Pardubic a Hradce Králové.



# Historie odběrů podzemní vody v Podlažicích a okolí

- Počátek vodárenské tradice v území Podlažic a okolí se datuje od roku **1662**, kdy byl dán souhlas k výstavbě zámeckého vodovodu a k výstavbě staré zámecké vodárenské věže.
- Tehdy byla **povrchová voda** ze Žejbra převáděna do biskupské rezidence a zahrady pomocí pístové pumpy a vodního kola. Sucha, epidemie nakažlivých nemocí a časté požáry motivovaly obecní zastupitelstvo Chrast k úvahám o vybudování vodárny a vodovodního systému.
- V lednu 1883 bylo započato s vrtáním artéské studny na zahradě městských lázní.



Povolení stavby staré vodárny datované rokem 1662.



# Historie odběrů podzemní vody v Podlažicích a okolí

- Ze **40. let 20. století** již máme k dispozici fotodokumentaci, ze které je zřejmý způsob hloubení **dalšího z vodárenských vrtů**, charakter použitých materiálů a vystrojení. Nejsou však k dispozici údaje o čerpacích zkouškách, ze kterých by bylo patrné množství přetokové (artéské) či čerpané vody.

Vrtání ve 40. letech 20. století





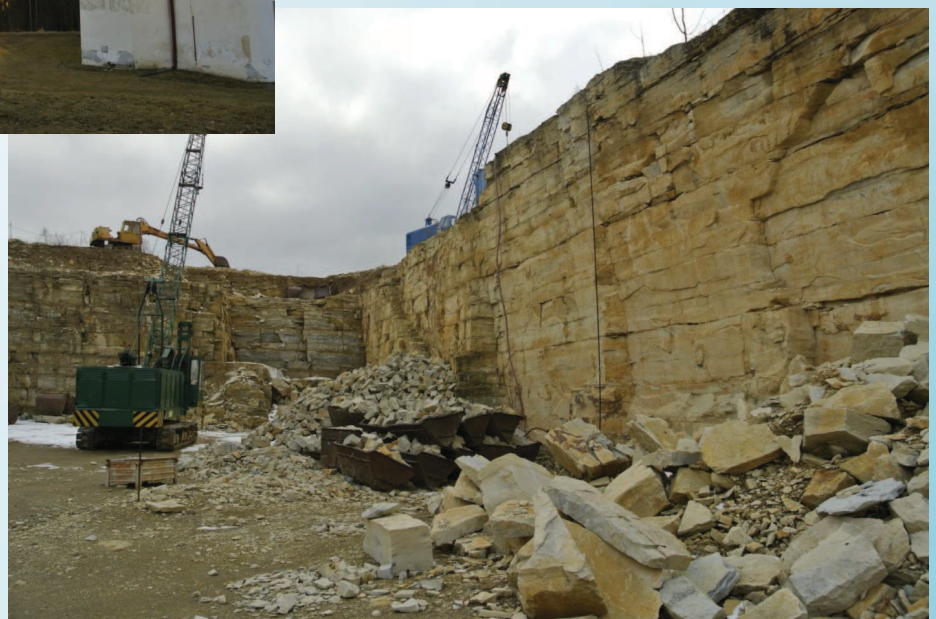


Pískovec „puklinoprůlinový“ kolektor (A).  
Transgrese pískovců cenomanu na křemence ordoviku



Podskála

Opuky „puklinový“ kolektor (B).



Příbylov





Žejbro protéká jak pískovci, tak opukami – mizí před očima.



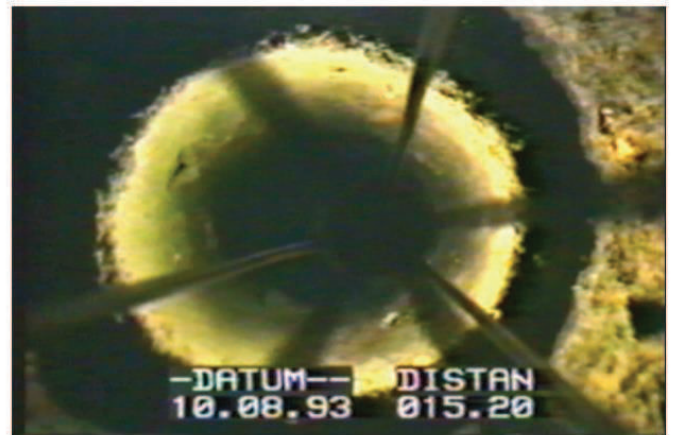
Hloubení vrtu V-1.



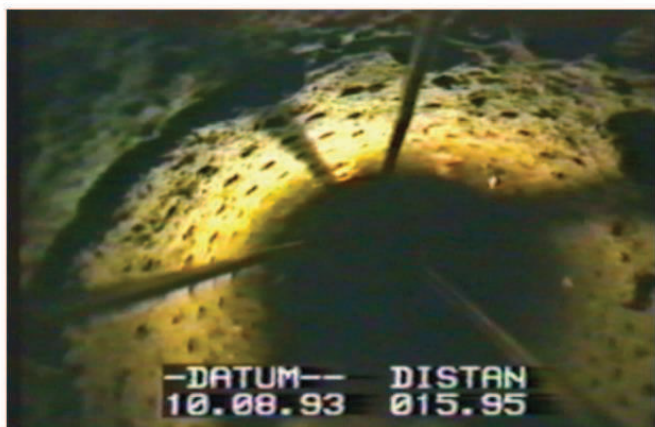
Vrt V-8. Zázrak, který zatím funguje.



Obr.č. 1



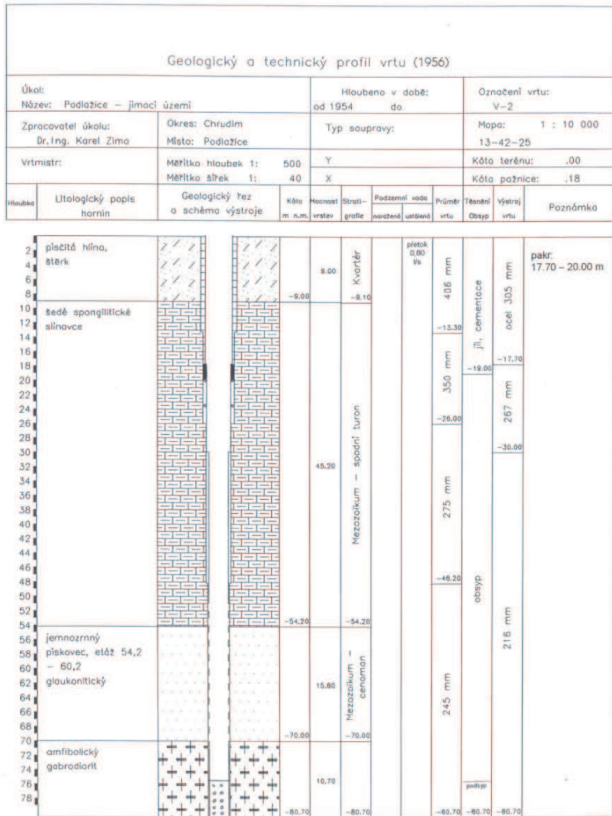
Obr.č. 2



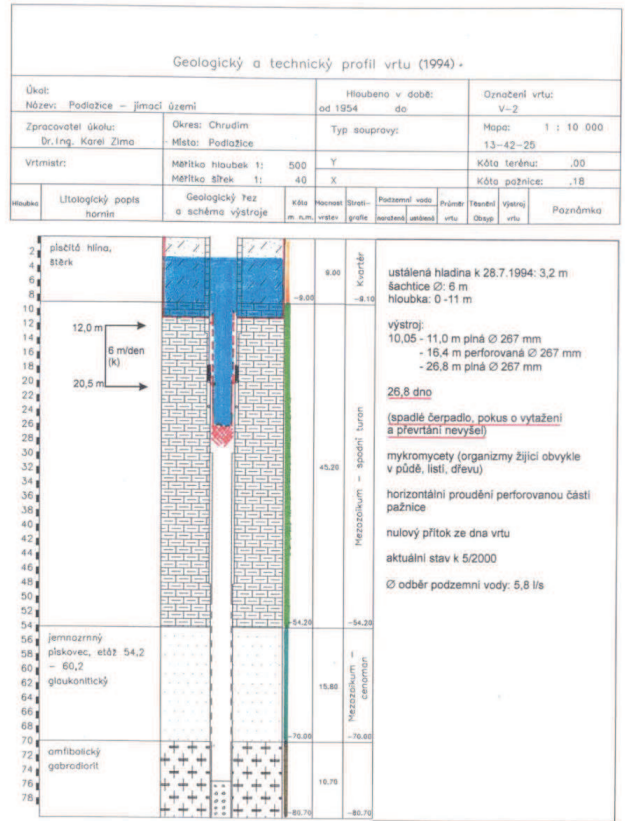
Obr.č. 3

TV-prohlídka vrtu V-8.

# Podlažice - vrt V-2

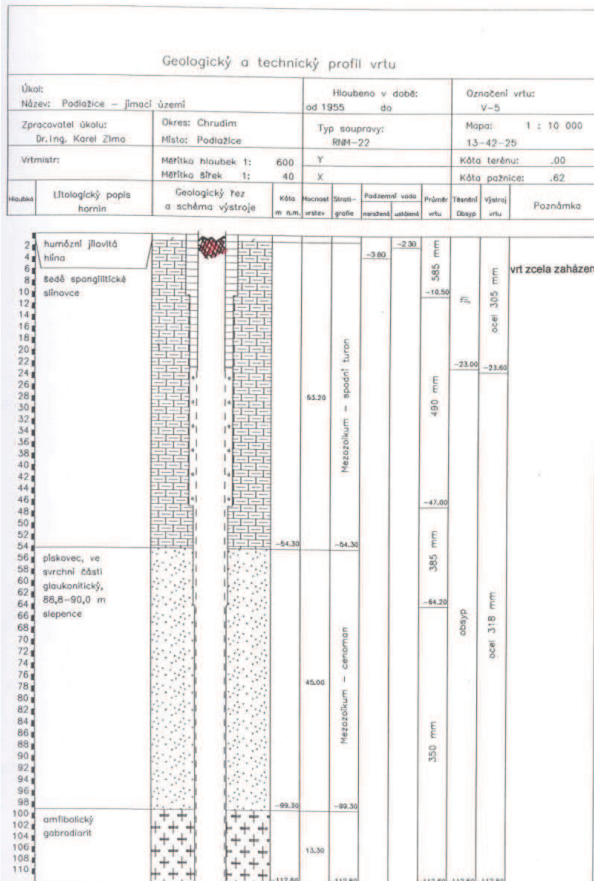


Dřive.



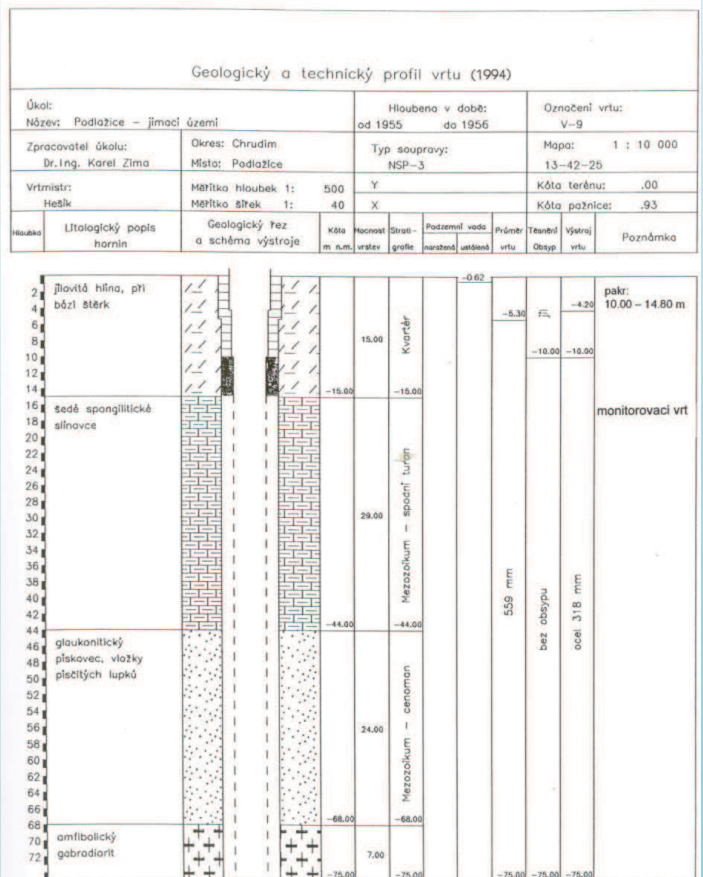
Nyní.

# Podlažice - vrt V-5



Vrt V-5 zcela zasypán.

# Podlažice - vrt V-9

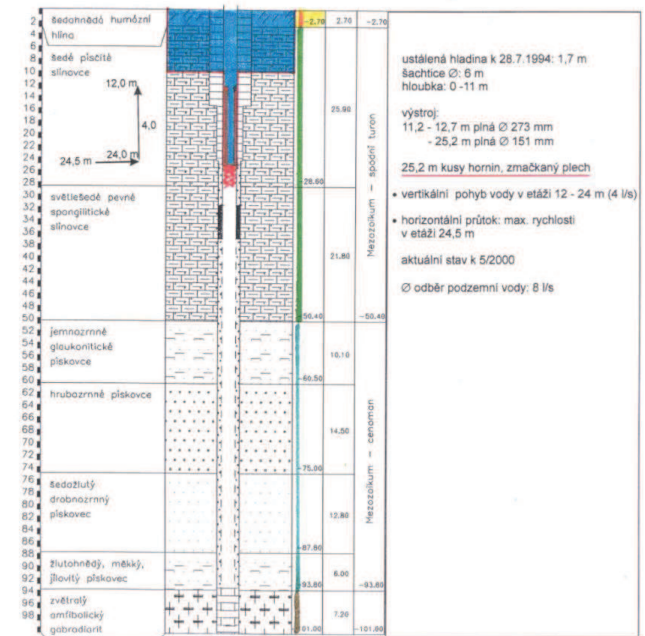
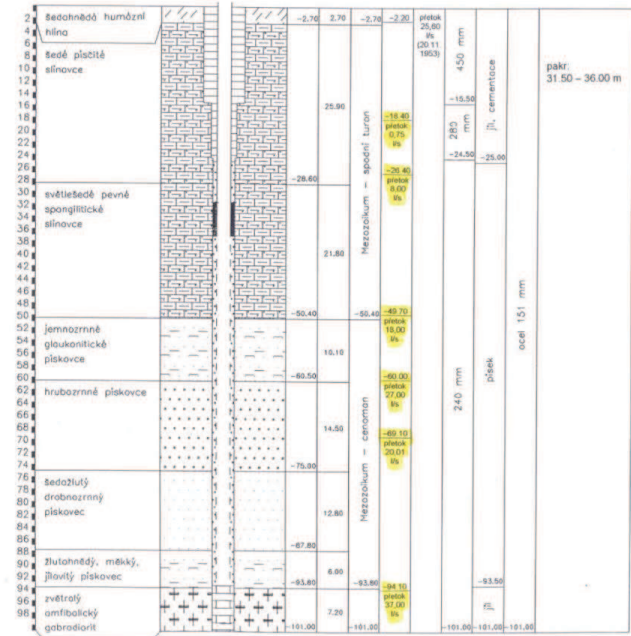


Vrt V-9, jsme rádi, že jej máme.

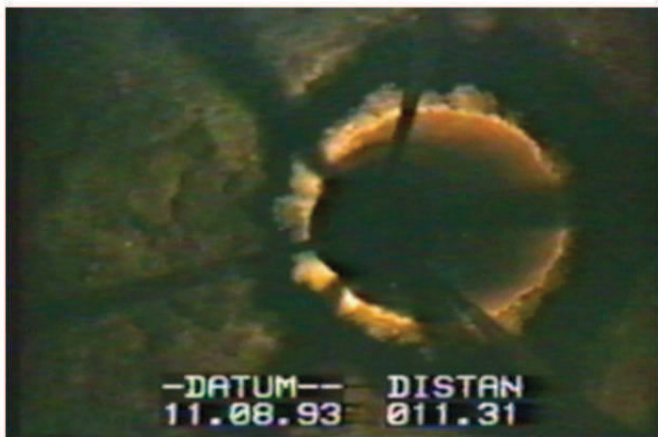
# Podlažice - vrt V-1

Geologický a technický profil vrtu (1956)							
Úkol: Název: Podlažice – jímocí území				Houbena v době: od 1953 do		Označení vrtu: V-1	
Zpracovatel úkolu: Dr. Ing. Karel Zima		Okres: Chrudim Město: Podlažice		Typ soupravy:		Mapa: 1 : 10 000 13-42-25	
Vrtmistr:		Měřítka hloubek 1: 600 Měřítka šířek 1: 40		Y		Kóta terénu: .00 Kóta pažnice: .78	
Hloubka	Litologický popis hornin	Geologický řez a schéma výstroje	Kóta m. n. m.	Hodnota vrstev	Šířka grafu	Podzemní voda	Příčub. vrstev

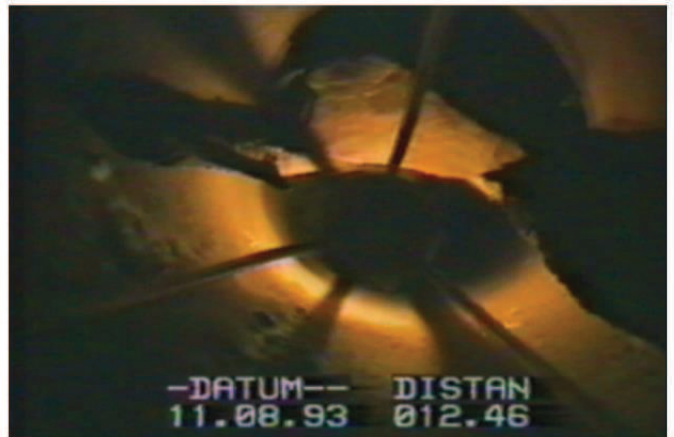
Geologický a technický profil vrtu (1994)							
Úkol: Název: Podlažice – jímocí území				Houbena v době: od 1953 do		Označení vrtu: V-1	
Zpracovatel úkolu: Dr. Ing. Karel Zima		Okres: Chrudim Město: Podlažice		Typ soupravy:		Mapa: 1 : 10 000 13-42-25	
Vrtmistr:		Měřítka hloubek 1: 600 Měřítka šířek 1: 40		Y		Kóta terénu: .00 Kóta pažnice: .78	
Hloubka	Litologický popis hornin	Geologický řez a schéma výstroje	Kóta m. n. m.	Hodnota vrstev	Šířka grafu	Podzemní voda	Příčub. vrstev



Vrt V-1. Hrůza a děs.



Obr. 1

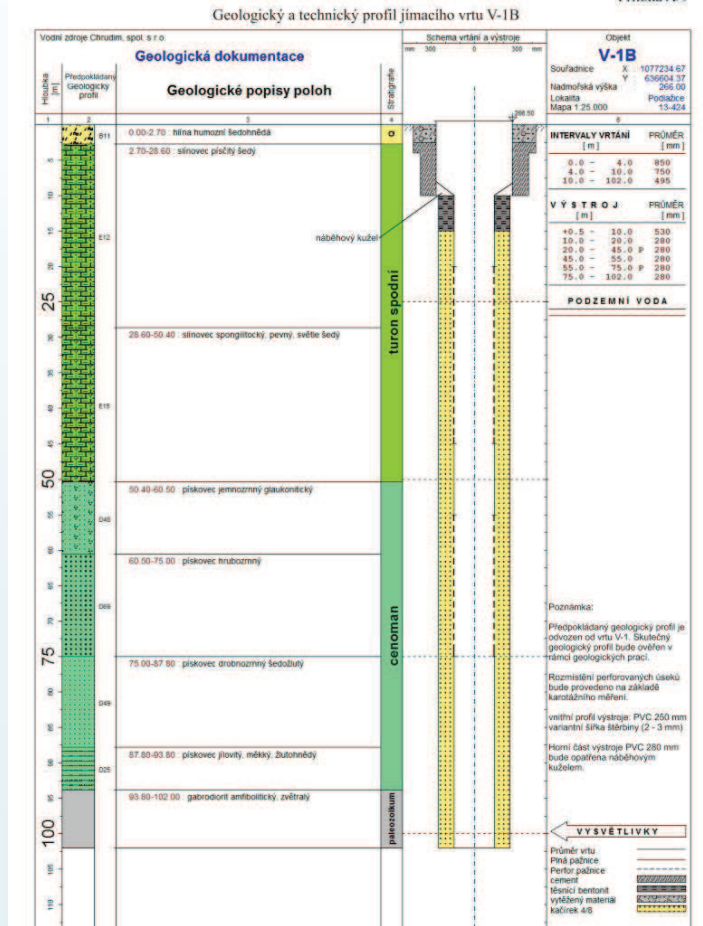


Obr. 2



Obr. 3

TV-prohlídka vrtu V-1, katastrofa potvrzena.



Projekt vrtu V-1B.



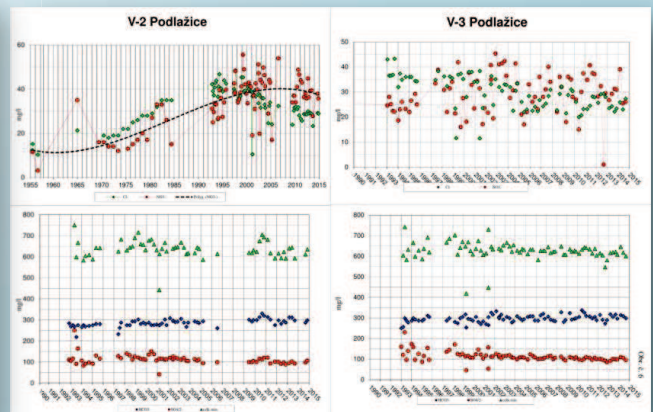
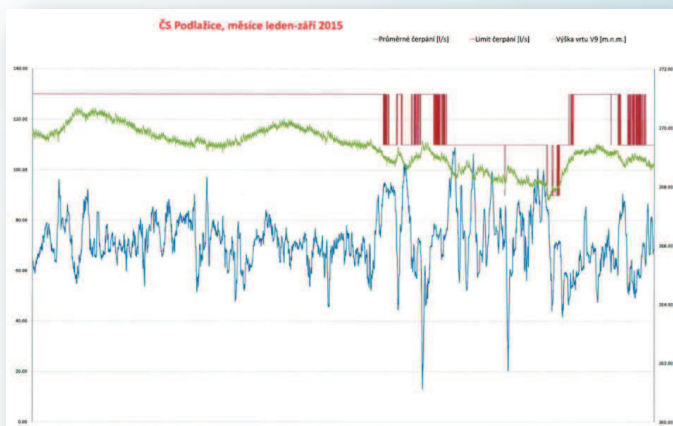
Budování vrtu V-1B.



Vrt V-1B, petrografie, materiál-výstroj a mudrování s karotážníky.

## Odběry vody z Podlažic a jejich ochrana

- Dispečerský způsob vodárenského využívání hydrogeologické struktury dlouhodobě zajišťuje **soulad** mezi vodárenskými potřebami, požadovanou stabilitou chemismu a jakostí podzemní vody a zachováním ekosystému v jímacím území.



# Aplikace institutu minimální hladiny podzemní vody v „Rozhodnutí“

**Městský úřad Chrudim**  
 Reseňovo náměstí 77, 537 16 Chrudim  
 Odbor životního prostředí / oddělení vodního hospodářství  
 Adresa provozní: Pardubická 67, 537 16 Chrudim

Váš dopis ze dne: 06.03.2007  
 Vaše značka: 025/TC/07  
 Č. j.: CR 009081/2007 OŽP/Ku  
 Spisová značka: 2312.1/A 20  
 Spisová značka: CR009081/2007  
 ČVt: H/503/2295  
 Vyřizuje: Josef Kvočák  
 Tel./fax: 469 657 335 / 469 657 240  
 E-mail: podatelna@chrudim-city.cz  
 Počet listů: 4  
 Počet listů příloh: 0  
 V Chrudimi dne: 02.05.2007

**ROZHODNUTÍ**

Městský úřad Chrudim, Odbor životního prostředí, oddělení vodního hospodářství jako věcně příslušný vodoprávní úřad [podle ustanovení § 104 odst. 2 písm. c) a § 106 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů] a místně příslušný správní orgán podle § 11 odst. 1 písm. b) zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů]

částečnou řízení na něhož se toto rozhodnutí vztahuje ustanovení § 27 odst. 1 správního řádu,

právnícké osobě  
 Vodárenská společnost Chrudim, a.s., Novoměstská 626, 537 28 Chrudim II, IČ 27484211

A) vydává povolení podle ustanovení § 8 odst. 1) písm. b) bodu 1) vodního zákona k nakládání s vodami – k odběru podzemních vod z římského území Podlažice. Jedná se o odběr vody ze stávajících vrtů V-1, V-2, V-3, V-6N, V-7 a V-8.

Odběr podzemní vody se povoluje v následujícím množství:  
 Maximální celkové množství odebírané podzemní vody bude odebíráno v závislosti na okamžitě úrovni hladiny podzemní vody v referenčním monitorovacím vrtu V-9 (umístěný na poz. p.č. 39/2 v k.ú. Podlažice) a to takto:

hladina ve vrtu V-9 (nadmořská výška)	Q <sub>max</sub>
= 265 m n. m.	70 l/s
> 265 až < 267 m n. m.	90 l/s
≥ 267 až < 269 m n. m.	110 l/s
≥ 269 m n. m.	130 l/s
Q <sub>prům</sub> = 70 l/s	11.232 m <sup>3</sup> /den 350.000 m <sup>3</sup> /měsíc 2.200.000 m <sup>3</sup> /rok

**MĚSTSKÝ ÚŘAD CHRUDIM**  
 Odbor životního prostředí, oddělení vodního hospodářství  
 Pardubická 67, 537 16 Chrudim, telefon: 469 657 111, e-mail: podatelna@chrudim-city.cz

Spisová značka: CR 027809/2013 AI V Chrudimi, dne 11.6.2013  
 Číslo jednací: CR 038552/2013 OŽP/AI - 1587  
 Spisový znak/skart. znak a lhůta: 231.2/A5  
 ČVE: H/503/2295  
 Počet stran/počet příloh: 3/0  
 Vyřizuje: Jitka Albertová, DiS., tel.: 469 657 333, e-mail: jitka.albertova@chrudim-city.cz

Dle rozdělovníku

**ROZHODNUTÍ**

Výroková část:  
 Městský úřad Chrudim, Odbor životního prostředí, oddělení vodního hospodářství, jako vodoprávní úřad příslušný podle § 104 odst. 2 písm. c) a § 106 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů (dále jen „vodní zákon“), a místně příslušný správní orgán podle § 11 odst. 1 písm. b) zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „správní řád“), ve správním řízení posoudil žádost o změnu povolení k nakládání s podzemními vodami – jejich odběr (dále jen „změna povolení“), kterou dne 22.4.2013 podala

Vodárenská společnost Chrudim, a.s., IČO 27484211, Novoměstská č.p. 626, Chrudim II, 537 01 Chrudim I (dále jen „žadatel“), a na základě tohoto posouzení

Podle § 12 odst. 2 vodního zákona

**m ě n í**

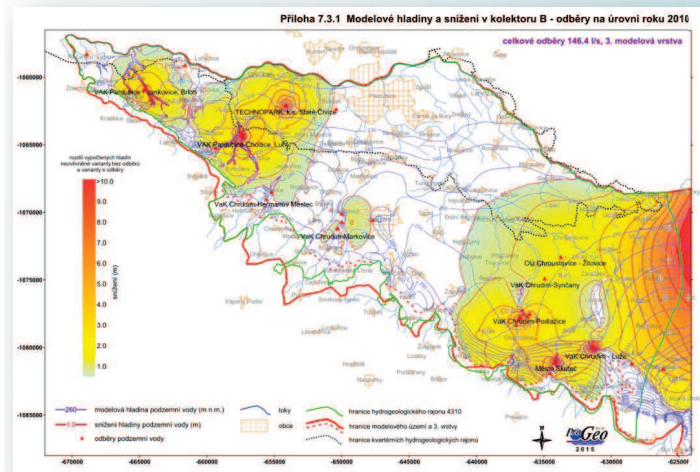
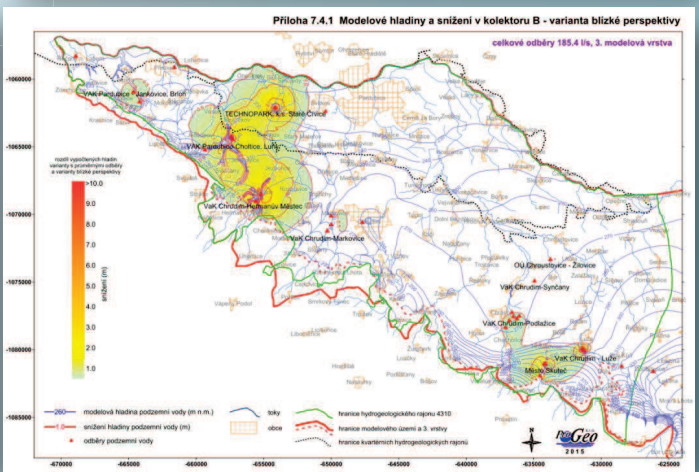
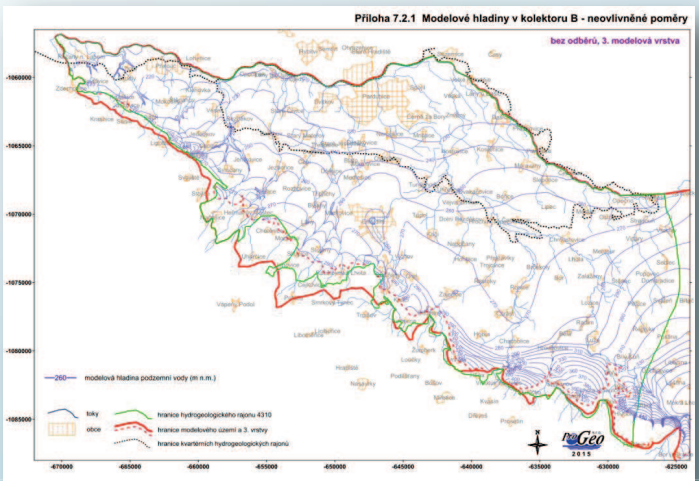
I.  
 část výroku A) rozhodnutí dne 2.5.2007 pod č.j. CR 009081/2007 OŽP/Ku, týkající se stanovení hodnot hladiny podzemní vody v referenčním monitorovacím vrtu V-9.

Nově stanovené hodnoty:

Nadmořská výška (m n. m.)	Okamžitě množství (l/s)
265,0 - 267,0	60
267,0 - 268,0	90
268,0 - 269,0	110
> 269	130

## Co ukázal projekt Rebalance?

...že v Podlažicích je a bude vše v pořádku.



# Dobré příklady si nenechávat pro sebe!

- zkušenosti geologů, hydrogeologů a vodohospodářů popularizovat a předávat dál
- Podlažice jsou modelovým územím
- jedním z nástrojů je geopark



# Děkuji za pozornost.

Přijďte do území, kde se  
**PUTUJE ZA VODOU!**






# Geogynekologie, aneb nová metoda sanace starých a havarovaných vrtů

Mgr. Petr Nakládal

## Abstrakt

S pomocí jednoduchých strojů a elektronických přístrojů je od roku 2012 vyvíjena poměrně účinná metoda umožňující řezání plastových pažnic ve vrtu. Kombinace vodorovných a svislých řezů včetně vrtání kruhových otvorů umožňuje rekonstruovat staré a havarované vrty.

## Historie vývoje metodiky

Historie vývoje metodiky je úzce spjata s výrobou kamer do vrtů. V druhé polovině osmdesátých let, jsem se jako pracovník vývoje přípravků pro výrobu leteckých přístrojů seznámil s funkcí černobílé polovodičové CCD kamery s rozlišením 330 × 220 pixelů. V té době se jednalo o novinku na českém trhu nedostupnou (nikoliv pro výrobce bitevních letadel L39 Albatros). Protože po revoluci byla tato kamera na trhu běžně dostupná, vyrobil jsem na jejím základě v roce 1995 jako pracovník firmy Karel Kliner - vodní zdroje svoji první kameru do vrtů. Robustní konstrukce průměru 75 mm (mechanickou konstrukci vodotěsného pouzdra používám do současné doby) a nízká pořizovací cena (i s prací cca 20 000 Kč) umožňovala už v té době jednoduchou řízenou instrumentaci ve vrtech spočívající v součinnosti kamery s různými nastavci na vrtných tyčích.

Další aplikace mimo standartní prohlídky vrtů byla podmíněna situací, kterou většina hydrogeologů důvěrně zná, a to pádem čerpadla určeného pro odběr vzorků do vrtu. S pomocí kamery, kterou jsme měli náhodou u sebe, bylo vytažení čerpadla otázkou krátké chvíle. Od té doby kamera sloužila i na vytahování předmětů spadlých do vrtů. Nová dimenze v užívání kamery datovaná do roku 2012 byla podmíněna úvahou o mechanické rozpojitelosti plastových pažnic. Pokud dokážu plastové pažnice na povrchu snadno rozřezávat, nešlo by to samé realizovat ve vrtech? Původní návrh konstrukce umožňující zásahy do výstroje vrtů v podobě složitého mechanicko-elektronického systému byl postupem doby zredukován na několik jednoduchých mechanických zařízení kontrolovaných při práci ve vrtu kamerou v současné době s rozlišením 720 × 576 pixelů. Tímto souborem zařízení je možné do stávající plastové výstroje a omezeně i do výstroje ocelové od průměru 125 mm řezat jak díry svislé (foto 1) a horizontální (foto 2), tak i otvory kulaté do průměru cca 52 mm.



Foto 1: Svislý řez v antikoro zárubnici realizovaný v hloubce 45 m



Foto 2: Vodorovný řez v PVC zárubnici realizovaný v hloubce 20 m

## Využití sekundárních zásahů do výstroje vrtů

Nejběžnější provozní havárií vystrojeného a vodárensky využívaného vrtu je pád čerpadla. Pokud je vrt vystrojen pažnicemi o více průměrech, bývá pádem postižen přechod jejich průměrů (foto 3). To zamezuje například účinnou regeneraci vrtu. Poškození přechodu pažnic je možné novou metodikou odfrézovat (foto 4).

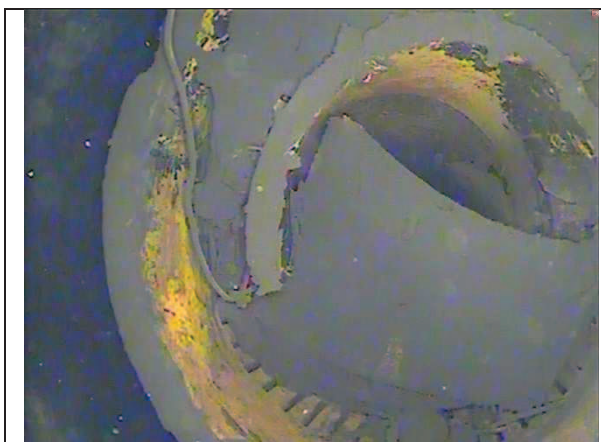


Foto 3: Deformace přechodu pažnic po pádu čerpadla (hloubka 15 m)



Foto 4: Odfrézovaná deformace, na foto 3 dole odpovídá na foto 4 situaci vlevo

Další využití metody spočívá v možnosti opravovat chybně vystrojené vrtu nebo rekonstruovat havarovanou plastovou výstroj. Pomocí kruhových otvorů vyříznutých do boku pažnic (foto 5) lze mezikruží vrtů dosypat kačírkem (foto 6) a vrt docementovat (foto 7) a to vnitřkem pažnice (foto 8).

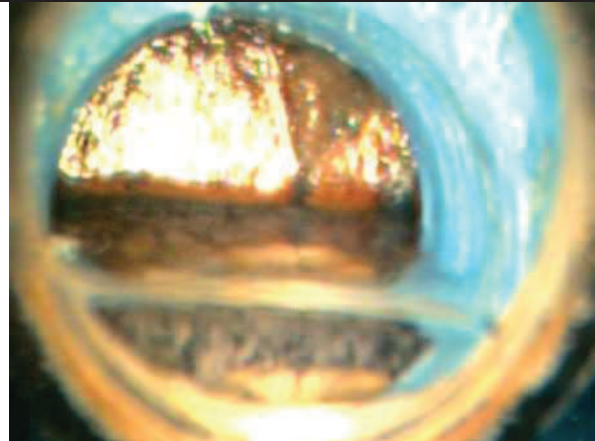


Foto 5: Kruhový otvor pro docementování, průměr otvoru 33 mm, hloubka 7 m



Foto 6: Dosypání vrtu kačirkem, průměr otvoru 52 mm, hloubka 142 m

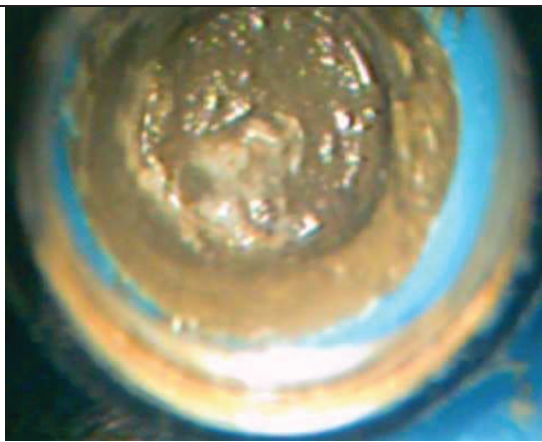


Foto 7: Docementování vrtu, průměr otvoru 33 mm, hloubka 7 m



Foto 8: Dosypávání vrtu vnitřkem pažnice, hloubka 142 m

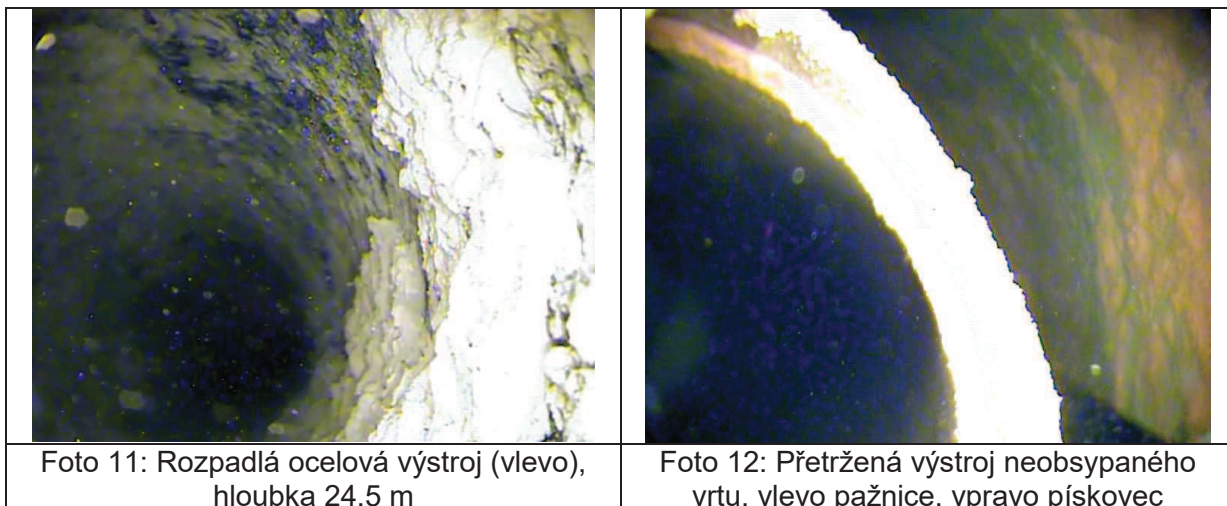
S tím souvisí i možnost již nainstalovanou pažnici doperforovat (foto 9) nebo v krajním případě pažnici z vrtu vyjmout a vrt převystrojit (foto 10). Metodikou lze rekonstruovat staré vrtu o vysokých průměrech, na kterých byly velmi dobře odvedeny vrtné práce, ale bohužel byly nekvalitně vystrojené. Jejich nekvalitní výstroj může být způsobena absencí kvalitních materiálů v dřívějších dobách (foto 11) nebo také nekvalitně odvedenou prací (foto 12).



Foto 9: Doperforování, hloubka 158 m



Foto 10: Vytěžená stará PVC výstroj



V současné době je metodika ve stádiu ověřovacích testů, nebo jinak řečeno učím se, co vlastně jsem s ní schopen ve vrtu udělat. Po drobných úpravách nejsem omezen maximálním průměrem vrtu. Minimální průměr vrtu však je stanoven průměrem použitých řezacích kotoučů na 125 mm (nejmenší použitelné kotouče mají průměr 100 mm). Teoretický hloubkový dosah metodiky není fyzikálně limitován, ale podle zkušeností jsou práce pod hloubkou 50 m poměrně náročné. Práce resp. vertikální řezy a vrtání otvorů včetně dosypání obsypu a cementace byly ovšem realizovány i v hloubkách do 160 m (cca 110 m pod hladinou vody). Hlavním ukazatelem přínosu metodiky není jen schopnost práce s instalovanou výstrojí ve vrtu ale i její ekonomická stránka. Na podkladě současných zkušeností lze pro představu odhadnout, že cena prací na převystrojení vrtu (bez nákladů na novou výstroj) se bude pohybovat v intervalu 10 až 30 procent z ceny vrtu nového, obdobné konstrukce.

# Vliv kovových částí výstroje vrtů na intenzitu kolmatace obsypu. (doplněný text přednášky z roku 2014)

**Mgr. Petr Nakládal, Mgr. Lukáš Faltejsek**

## **Abstrakt**

Vlivem kombinace elektronové vodivosti v kovech, iontové vodivosti v horninovém prostředí v součinnosti s působením bakterií v podzemních vodách a vlivem čerpání vody z vrtu dochází k intenzifikaci kolmatace na plášti vrtů vystrojených ocelovými pažnicemi. Z uvedeného důvodu nedoporučuji vystrojoval vrtky kovovými a zvláště pak nerezovými pažnicemi. Ve vrtech vystrojených elektricky nevodivou pažnicí je nutné nepoužívat kovové předměty propojující aerobní a anoxickou zónu. To hlavně platí pro výtlaky čerpadel a zemní vodič. Pro potlačení kolmatace vrtů je proto nutné zemní vodič čerpadla nezapojovat na zemní soustavu.

S vlivem kolmatace pláště vrtů na jejich životnost jsem se musel zabývat ve firmě Karel Kliner - vodní zdroje již od 90-tých let minulého století. Při provozu hydraulické ochrany Kaučuku Kralupy (dnes Synhos) docházelo u řady vrtů v oblasti postižené úniky polutantů organického původu k výraznému poklesu vydatnosti s časem. V té době se problematika řešila regenerací vrtů s někdy dobrou, jindy malou účinností. Dále v průběhu prohlídek vrtů kamerou jsem ve vrtech a na výstroji pozoroval chuchvalce a měkké povlaky. Významný zlom ve studiu kolmatací nastal používáním metod mikrobiologických analýz zvláště analýzy DNA bakterií ze získaných vzorků kolmatačních povrchů.

Klíčovou událostí pro pochopení role kovových částic ve vrtech byla rekonstrukce vrtu K-3A v Kytlicích. Zde vlivem chyby při převystrojení došlo během krátké doby (ve dnech) k významnému poklesu vydatnosti vrtu z cca 10 l/s na 2 l/s. Vrt byl v jímaném úseku 27 až 48 m vystrojen štěrbinovými filtry z nerezové oceli. Primární kolmataci filtrů způsobil jemný písek. Při vytěžení pažnicové kolony však byla nerez pokryta mocnou vrstvou nárůstů oxo-hydroxidů železa. Prohlídkou vrtu televizní kamerou bylo zjištěno, že původní překližková výstroj vrtu není kolmatací postižena. Oxo-hydroxidy tak vznikaly pouze na povrchu nerezové výstroje (obr. 1). Vzhledem k výsledku prohlídky vrtu K-3A televizní kamerou a na podkladě předešlé dlouhodobé praxe vývojového pracovníka elektrotechnických zařízení v továrně na letecké palubní přístroje Mikrotechna Modřany mi došla významná podobnost povrchu oxo-hydroxidů železa z nerezové výstroje s povrchem elektrod

používaných při galvanickém pokovení a eloxování. Pak už bylo velmi snadné spojit si vliv filtračních potenciálů, vodivé výstroje vrtu a její kolmatace.

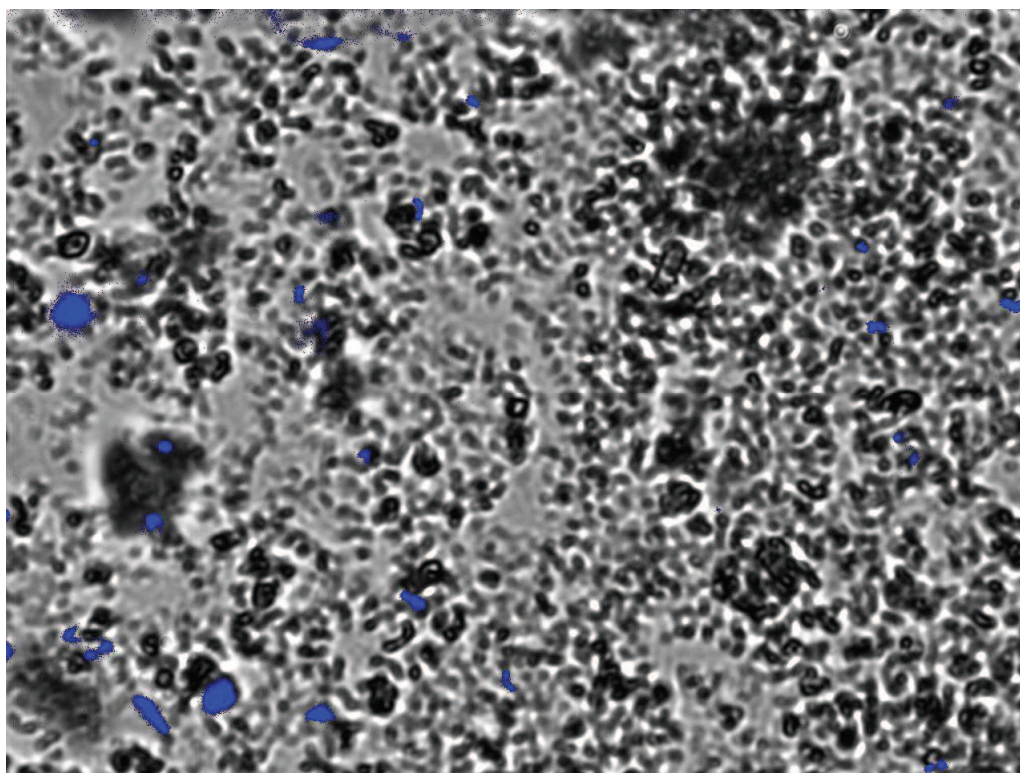
*Obr. 1 Oxo-hydroxidy železa na povrchu nerezové výstroje.*



Hybnou silou kolmatací je rozdílný elektrochemický potenciál mezi kolektory s anoxickou a aerobní vodou. V podzemí je tak vlastně vytvořen plošně rozsáhlý galvanický článek. Vrt s kovovou výstrojí tvoří pro tento článek zkrat. Průchod elektrického proudu způsobuje kolem kovové výstroje klasické galvanické jevy (oxidace, redukce). To samozřejmě platí i pro kovové výtlačky čerpadel ve vrtech jinak s elektricky nevodivou výstrojí. Rozdílné elektrochemické potenciály v podzemí stimulují i růst bakterií v okolí kovových předmětů spojených s vrtem. Ukazuje se, že bakteriím je v podstatě jedno zda má elektroda kladný nebo záporný náboj. Náboj pouze určuje, které druhy bakterií se budou v okolí elektrody množit. Pro stimulaci růstu bakterií je podle biologů dostatečné elektrochemické napětí článku 0,05 V. Při ověřovacím měření jsme s kolegou naměřili mezi aerobní a anoxickou zónou napětí od 0,2V do 0,9V.

Vliv elektrochemických potenciálů v případě využívaných vrtů je umocněn ochranou kostry čerpadel zemněním. Zemní vodič je součástí kabelu (zelenožlutý drát) od čerpadla a standardně se na celém světě propojuje se zemní soustavou, která je situována v aerobní zóně. V případě vrtu K3-A byla sestavena kombinovaná výstroj z PVC pažnic v oblasti aerobní zóny a nerezových pažnic v zóně anoxické. Zemní vodič spojující kovový povrch čerpadla se zemní soustavou kolem vrtu elektricky propojoval i elektrochemický potenciál anoxické a aerobní zóny. Důsledky jsou vidět na přiložených obrázcích 1 a 2. Není bez zajímavosti, že celá kolmatační vrstva je tvořena hlavně hmotou anorganického původu. Bakterie (modré oblasti) jsou zde v menšině. V případě hojně používaných pásových pozinkovaných zemničů je elektrochemický potenciál mezi aerobní a anoxickou zónou navýšen o elektrochemický potenciál zinku. Měřené proudy a napětí mezi čerpadly a zemní soustavou se pohybují od 0,25 mA při 0,26V (ocelové čerpadlo) do 65,3 mA při 0,92V (nerezové čerpadlo a výtlač, pozinkovaný zemní vodič).

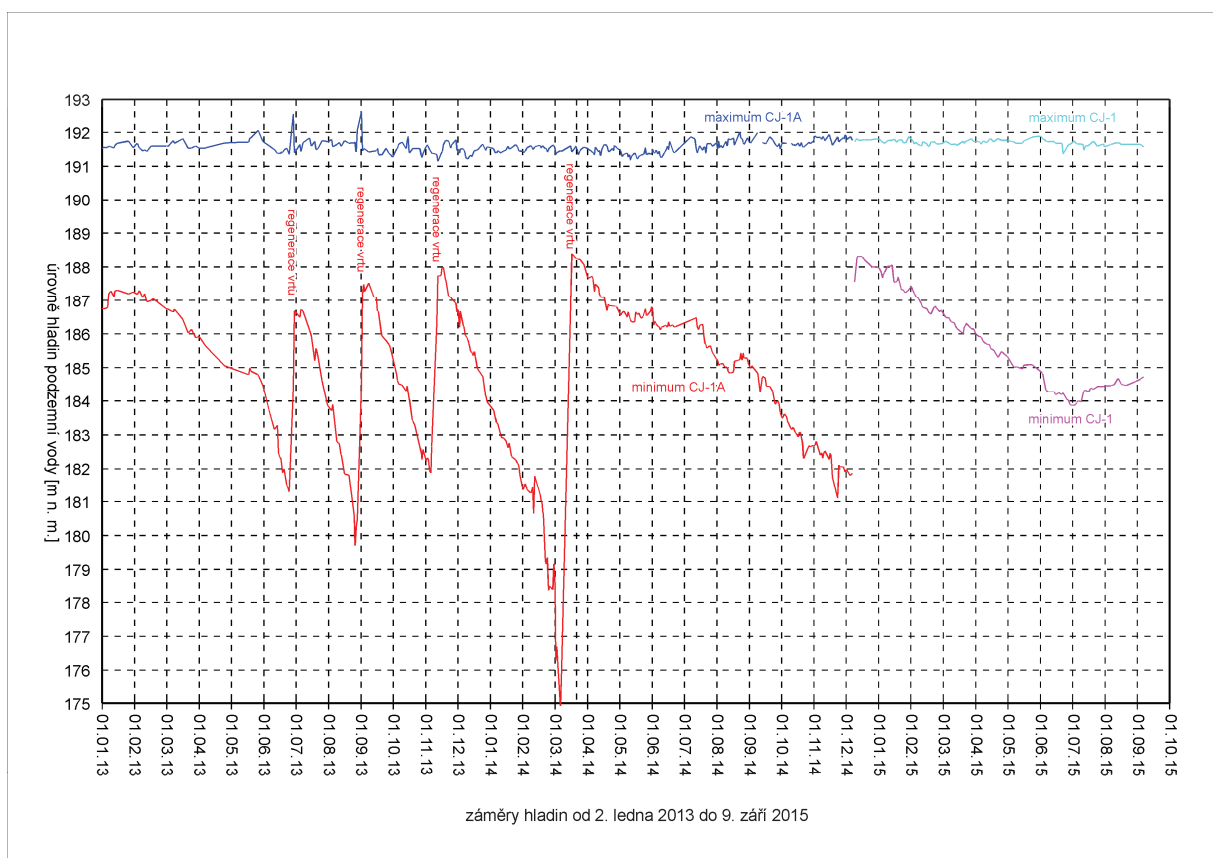
*Obr. 2 Bakterie (modré) v oxo-hydroxidech železa (barveno DAPI)*



Vliv zemního vodiče na intenzitu kolmatace pláště vrtu byl ověřen i při exploataci vrtu Cj-1A vyhloubeného do cenomanského kolektoru v pískovně Černuc. Vrt je využíván ve směnném provozu (12 hodin čerpání, 12 hodin klid). Výstrojí nevyhovující sousední vrt Cj-1 vzdálený 25 m byl regenerován s četností 1 × za 3 roky. U vrtu Cj-1A došlo po krátké době provozu k intenzivní kolmataci jeho pláště. Vrt bylo nutné regenerovat 1 × za 2 až

4 měsíce (viz obr. 3, odečet hladin 1 × za 3 až 4 dny). Těsně před poslední regenerací v březnu 2014 došlo k objevu souvislostí mezi kolmatací a elektrickým propojením mezi aerobní a anoxickou zónou. V rámci regeneračních prací byl odpojen zemní vodič čerpadla od zemní soustavy. Vliv odpojení zemního vodiče na kolmataci vrtu, vyplývajícího z grafu není třeba dále komentovat. Z pátrání po sledu událostí, které zapříčinily intenzifikaci kolmatace vrtu, jsme s pracovníky pískovny Černuc dospěli k závěru, že za ni může revizní technik požadující zlepšení uzemnění zemní soustavy v pískovně. Původní z elektrotechnického hlediska nevyhovující zemní soustava (zemní vodič „kopal“) byla v první polovině roku 2013 doplněna o další zemní pásové vodiče.

**Obr. 3** Hydrogramy úrovní hladin ve vrtech Cj-1A a Cj-1



Kolmatační jevy na dvojici vrtů Cj-1A a Cj-1 byly od roku 2014 podrobně monitorovány. Z výsledku monitoringu je závislost intenzity kolmatace na připojení zemního vodiče čerpadla potvrzena. V průběhu následných experimentů s elektrickými návnadami pro bakterie byla zjištěna i významná závislost mezi intenzitou čerpání podzemních vod a intenzitou kolmatace vrtů. Čerpáním indukované proudění podzemní vody směrem k vrtu zvyšuje přínos kationtů a dalších živin pro bakteriální osádku žijící na plášti vrtu. Pro některé



kolektory se specifickým chemizmem vody tak platí, že čím je vrt intenzivněji využíván, tím je jeho kolmatace progresivnější.

S odpojováním zemních vodičů čerpadel od zemní soustavy souvisí i otázka ochrany pracovníků údržby vrtů před nebezpečným dotykovým napětím. Mezi hlavní ochrany před nebezpečným dotykovým napětím patří ochrana polohou (např. dráty vysokého a velmi vysokého napětí). Čerpadlo v hloubce pod 3 m ve vrtu do průměru 600 mm s nevodivou výstrojí a výtlačným potrubím je prakticky chráněno už svojí polohou. Další možná ochrana čerpadel je ochrana proudovým chráničem. Ten však vyžaduje uzemnění vodivého krytu čerpadla. Neznám však lepší uzemnění, mimo přímého propojení se zemní soustavou, než je kus kovu zapuštěného pod hladinu podzemní vody. Tím je problematika ochrany čerpadel před nebezpečným dotykovým napětím dostatečně vyřešena.

# REGENERACE JÍMACÍCH OBJEKTŮ PRO ZÁSBOVÁNÍ PITNOU VODOU

Rudolf Lidařík

Lidařík, s.r.o., Železná 12, 619 00 Brno

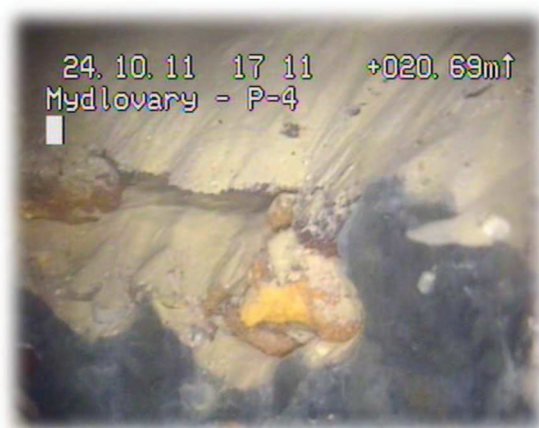
[www.lidarik.cz](http://www.lidarik.cz)

V současné době jsou pro potřebu zásobování pitnou vodou nejčastěji využívány vrtané studny a pro menší odběrná místa ještě mnohdy i kopané studny, které se dnes již budují v menší míře. O těchto dvou nejčastěji používaných typech bychom se zde krátce zmínili.

## REGENERACE VRTANÝCH STUDNÍ:

Regenerace a monitoring by se měl ideálně provádět v pravidelných intervalech v závislosti na využití vodního zdroje a kvality vody. Nikoliv až když vrt tzv. „zkolaboval“ zjišťovat příčinu. Při pravidelné regeneraci je v neposlední řadě cenná informace nejen o stavu inkrustace výstroje ale i samotný stav výstroje vrtu vlivem stáří, kdy nečistka dochází k porušení stěny ocelové výstroje korozí.

### *Porucha v ocelové výstroji*

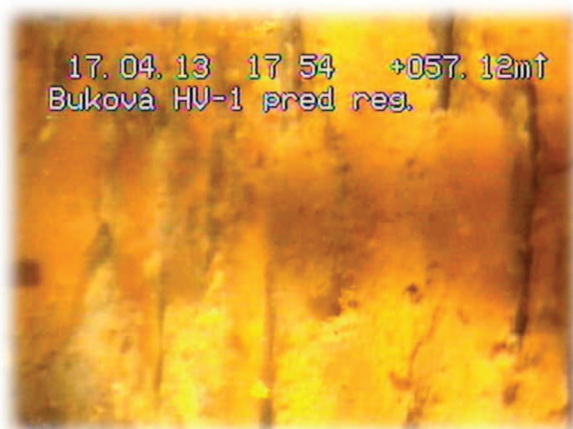


Tuto informaci většinou získáme při TV prohlídce vrtu, která je dnes již součástí regenerace a provádí se pokud možno v předstihu pro stanovení optimálního postupu při čištění. Případně již vrt při provozování s poruchou výstroje více „pískuje“... Provozovatele potom nemusí tolik zaskočit nečekaná porucha na dodávce vody. Oprava výstroje vrtu většinou není tak rychle řešitelná, pokud vůbec výstroj ještě opravit lze a stojí to za to. Nejčastější příčinou, kdy se provozovatel obrací na firmu provádějící regeneraci je **postupné snížení vydatnosti vrtu** doprovázené větším snížením hladiny vody ve vrtu oproti dlouhodobému standardu.

Možné příčiny:

- 1) Častou příčinou je inkrustace (zakolmatování) perforované části výstroje vrtu včetně jeho filtru (obsypu) sloučeninami železa, manganu, vápenatohořečnatých solí atd. dle kvality vody.

*Inkrustace železa na výstroji*



*Lažany – výtlačné potrubí čerpadla –  
železitě inkrustace*



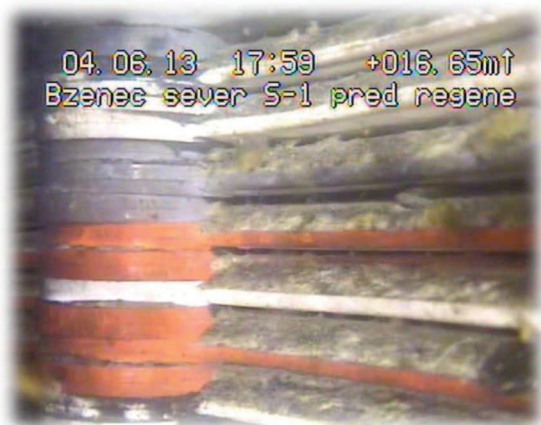
### Pošťorná – inkrustace vrtu



Nejčastěji se k uvolnění používá mechanicko-chemická regenerace (zmíníme se dále).

- 2) Dalším častým problémem bývá zanesení perforace výstroje mechanickými nečistotami a sedimenty. K tomuto dochází často v závislosti na typu okolní horniny (jemné písky, jíly...), schopnosti filtru je zachytit (obsypu) a v neposlední řadě nadměrné vydatnosti při čerpání. V tomto případě také často dochází k nárůstu dna vlivem usazování mechanických částic na dně vrtu. Ve většině případů o tomto problému již napoví výskyt jemného písečku dále ve vodojemu, potrubí nebo i snížení vydatnosti čerpadla vlivem mechanického opotřebení oběžných kol.

### Nánosy písku mezi v perforaci před a po čištění



### *Zařízení a výnos materiálu z vrtu*



Dostačujícím postupem je mechanická regenerace bez nutnosti použití chemických preparátů na rozpouštění a uvolnění inkrustací (zmíníme se dále).

- 3) Pokles vydatnosti může být dále způsoben celkovým snížením vydatnosti zvodnělého horizontu například vlivem dlouhodobě nepříznivého počasí, nebo uvedením do provozu dalšího čerpacího objektu atd.

V tomto případě se regenerace vrtu neprojeví na zvýšení vydatnosti.

**Náhlé snížení vydatnosti** může být způsobeno v lepším případě např. poruchou čerpadla (výměna čerpadla), v horším případě může dojít k havárii (zborcení) vrtu. Při zborcení stěny výstroje může docházet při čerpání ke zvýšenému množství mechanických nečistot v čerpané vodě (píseček, zákal...) nebo k pozvolnému (či náhlému) zanášení vrtu obsypovým materiálem z filtru (většinou praný říční kačírek).

Následuje „pokus“ o záchranu vrtu uvolněním a vytažením čerpadla z vrtu, zjištění příčiny poruchy a případně opravou výstroje ať už „záplatou“ v místě poruchy nebo převystrojením novou, menší výstrojí. Což není samozřejmě ideální, nicméně mnohdy jedinou nejrychlejší možností jak částečně prodloužit využití vrtu než dojde k přepojení na nový zdroj. (tato kapitola není dnes ale předmětem příspěvku).

### *NEJČASTĚJŠÍ (optimální) POSTUP PŘÍPRAVNÝCH PRACÍ PŘEDCHÁZEJÍCÍ REGENERACI:*

- Kontakt provozovatele s firmou provádějící regenerace
- Zjištění maxima vstupních informací (plánovaná regenerace, pravděpodobná porucha vrtu...)
- Prohlídka lokality, zjištění dostupnosti terénu pro čisticí techniku, umístění vrtu v armaturní šachtě pro instalaci zařízení, možnost napojení na el. energii, možnost vypouštění vody při čištění, délka možné odstavky dodávky vody...
- Optimálně následuje TV prohlídka vrtu inspekční kamerou do vrtů na pitnou vodu pro zjištění stavu výstroje. (nepoužívat z hygienických důvodů TV zařízení pro inspekci kanalizace!) Pokud je to možné, je ve většině případů potřeba čerpadlo z vrtu demontovat v předstihu, alespoň 24 hodin, aby došlo k dostatečnému usazení rozvířených nečistot ve vrtu a při TV prohlídce byla maximální viditelnost ve vrtu. Naopak zase při širokoprofilových vrtech lze mnohdy TV prohlídku realizovat i s čerpadlem ve vrtu. (průměr TV kamer cca od 100mm)

#### Zjištěné informace TV prohlídkou:

- o Typ perforace (vrtaná, šterbinová, UGI, lepené filtry...)
  - o celistvá výstroj bez poruchy (díry v plášti)
  - o soudržné spoje (závity, sváry)
  - o typ inkrustace (železo, mangan, mechanické nečistoty...)
  - o umístění perforace (hloubka), pokud je viditelné přes inkrustace
  - o množství sedimentů na dně vrtu (dle uváděné původní hloubky)
  - o umístění a typ převystrojení – přechodu průměru, materiálu výstroje (s náběhem, na ztraceno...)
  - o materiál výstroje (PE, PVC-U, anticoro, ocel, překližka, měď, kamenina...)
  - o zapadené předměty ve vrtu (upadená čerpadla, hladinové sondy, trubky, nářadí...)
  - o zjištění odchylek od projektové dokumentace (pokud je dostupná)
- Dle zjištěných informací následuje návrh optimálního postupu čištění vrtu.

- o Mechanická regenerace při zanesení vrtu mechanickými nečistotami (písek, kal...)
  - o Mechanicko-chemická regenerace v případě že se jedná o inkrustace převážně sloučeninami železa, manganu, případně další dle složení vody.
- Zpracování cenové nabídky jako podklad k dalšímu projednání

### *ZPŮSOBY REGENERACE JÍMACÍCH VRTŮ:*

#### **Mechanická regenerace vrtů.**

Mechanická regenerace je dostačující v případech, kdy je vrt zanesený převážně mechanickými nečistotami typu píseček a kal.

Postup prací čištění:

- o po příjezdu na lokalitu demontáž čerpadla z vrtu (případně již zrealizováno v předstihu objednatelem)
- o zaměření stávajících hodnot (hladina, dno , pH...)
- o montáž regenerační soupravy na vrt
- o použitá regenerační hlava je dle typu výstroje (ocelový kartáč, gumové stírací manžety)
- o čištění stěn výstroje stíráním pohyby nahoru – dolů a případně současným otáčením regenerační hlavy
- o současně vytváříme tlakové rázy vzduchu z kompresoru pro zvýšení účinnosti uvolnění perforace a nečistot z filtru (obsypu) vrtu
- o po dosažení dna vrtu jsou uvolněné inkrusty a sedimenty ze dna odsáty za pomoci tlakového vzduchu aerliftem (mamutkou) pokud možno do hloubky původního dna
- o instalace čerpadla do vrtu pro dočištění od jemných nečistot ve vznosu a čerpání (délka individuálně dle potřeby, zpravidla v řádu hodin)
- o TV prohlídka vrtu po regeneraci pro zjištění účinnosti regenerace, stavu výstroje, případně zjištění detailů které nebyly vidět při TV prohlídce před regenerací
- o dle dohody s objednatelem prací vystrojení vrtu zpět čerpadlem, zprovoznění čerpání

- předání vrtu zpět do užívání objednateli
- dle potřeby odběr vzorků vody a rozbor před opětovným zapojením do hromadného zásobování, zpravidla zabezpečuje objednatel
- zpracování závěrečné technické zprávy o provedené regeneraci včetně DVD a fotodokumentace prací

### **Mechanicko-chemická regenerace vrtů.**

Mechanicko-chemická regenerace je vhodná v tom případě, že výstroj je inkrustovaná především sloučeninami železa, manganu a dalších sloučenin. Při TV prohlídce se nejčastěji projevují hnědým zbarvením železo a černým zbarvením inkrustace manganu. Tyto jsou zpočátku převážně měkkého charakteru. Postupem času však ztvrdnou a vytváří spolu s korozi ocelové výstroje tvrdé výstupky na stěnách a zmenšují funkčnost perforace. Tyto tvrdé inkrusty už jdou špatně odstranit a mnohdy hrozí u starších ocelových výstrojích porušení výstroje při vyšší razantnosti mechanického čištění. Což je jedním z důvodů provádění pravidelné regenerace.

Postup prací čištění:

První fáze je shodná s mechanickou regenerací, kdy dochází k odstranění mechanicky odstranitelných sedimentů a inkrustací z přístupné části vrtu. Následuje aplikace chemického činidla (např.: preparáty Carela, kyselina citrónová). Tato působí v nepřístupných částech jako je perforace a filtr. Množství se stanoví dle znečištění vrtu, nejčastěji 5%-20% koncentrace z objemu vody. Při potřebě cílené aplikace (např. objemné vrty) lze použít obturátor na rozdělení vrtu, perforovaná část vrtu... Specifické jsou také přetokové vrty, kdy je potřeba zhlaví utěsnit aby nedošlo k rychlému vyplavení a snížení účinnosti. V těchto případech se preparát aplikuje tlakově čerpadlem trubkami přes uzavřený poklop. Po aplikaci je potřeba nechat „chemii“ působit alespoň 12-48 hodin. Po chemické regeneraci je zapotřebí mechanickou regeneraci zopakovat a uvolněné nečistoty z vrtu odstranit. Finální dočištění se provádí na hodnotu původního pH před čištěním. Při použití chemických činidel je opět zapotřebí dodržovat zvýšenou opatrnost a bezpečnost práce. V neposlední řadě se mohou v armaturních šachtách hromadit nebezpečné plyny, což platí ve všech případech, nejen chemické regenerace! Tzn. potřebu kontrolovat, případně odsávat vzduch ze šachty a pokud to není nutné dolů vůbec nesestupovat.



- o o příjezdu na lokalitu demontáž čerpadla z vrtu (případně již zrealizováno v předstihu objednatelem)
- o zaměření stávajících hodnot (hladina, dno , pH...)
- o montáž regenerační soupravy na vrt
- o použitá regenerační hlava je dle typu výstroje (ocelový kartáč, gumové stírací manžety)
- o čištění stěn výstroje stíráním nahoru – dolů a současným otáčením regenerační hlavy
- o současně tlakové rázy vzduchu z kompresoru pro zvýšení účinnosti uvolnění perforace a nečistot z filtru (obsypu) vrtu
- o po dosažení dna vrtu jsou uvolněné inkrusty a sedimenty ze dna odsáty za pomoci tlakového vzduchu aerliftem (mamutkou) pokud možno do hloubky původního dna
- o *aplikace chemického činidla (Carela, kys.citrónová...) v patřičné koncentraci*
- o *klid chemické regenerace cca 12-48 hodin individuálně*
- o *zopakování mechanické regenerace čistící soupravou včetně aerliftu dna a vzduchových tlakových rázů*
- o instalace čerpadla do vrtu pro dočištění od jemných nečistot ve vznosu a čerpání (délka individuálně dle potřeby, zpravidla v řádu hodin) Na konci čerpání původní hodnota pH.
- o TV prohlídka vrtu po regeneraci pro zjištění účinnosti regenerace, stavu výstroje, případně zjištění detailů které nebyly vidět při TV prohlídce před regenerací
- o dle dohody s objednatelem prací vystrojení vrtu zpět čerpadlem, zprovoznění čerpání
- o Předání vrtu zpět do užívání objednateli
- o dle potřeby odběr vzorků vody a rozbor před opětovným zapojením do hromadného zásobování, zpravidla zabezpečuje objednatel
- o zpracování závěrečné technické zprávy o provedené regeneraci včetně DVD a fotodokumentace prací

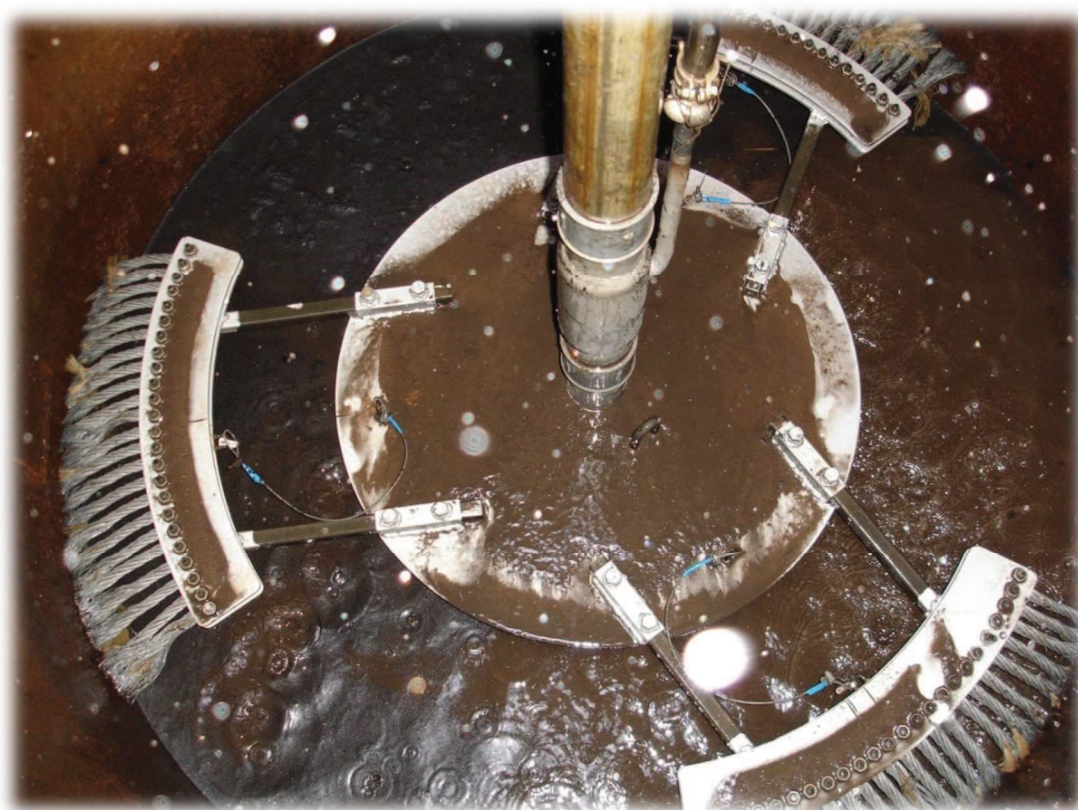
CENA:

Je velmi individuální, především v závislosti na velikosti a stavu znečištění vrtu.

Vždy se zpracovává na konkrétní vrt konkrétní nabídka.

ILUSTRACNÍ FOTO:

*Velké Orviště -velkopřůměrový vrt (ocelový kartáč)*





*Velký Beranov (dostupnost k vrtu)*



*Bzenec (čištění vrtu)*



*Mnichochovo Hradiště (regenerace)*



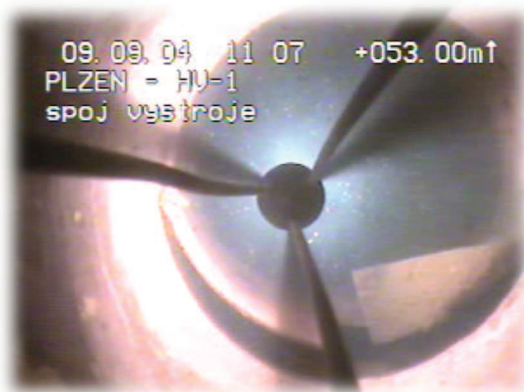
*Lažany – vytažení upadeného čerpadla*



*Dechtice (překážka ve vrtu)*



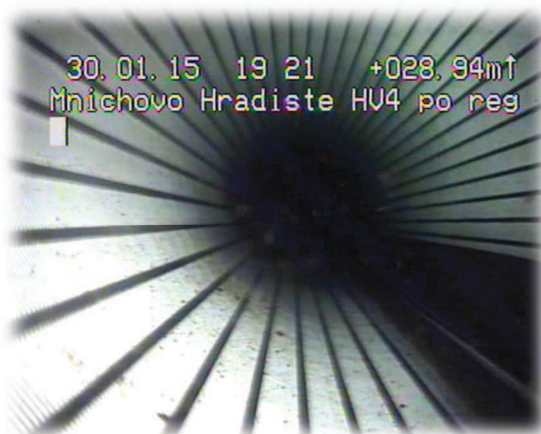
*Plzeň Roudná – porucha spoje*



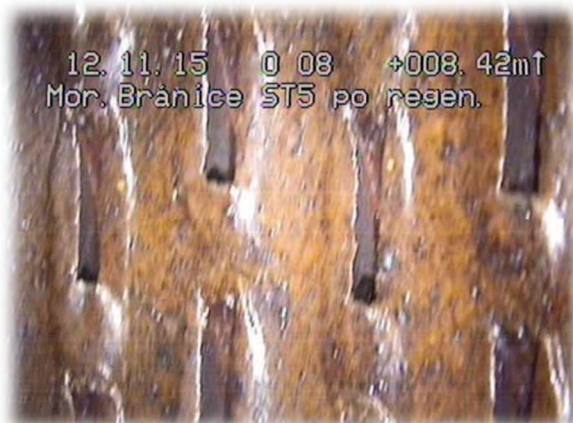
*Mydlovary – porucha výstroje*



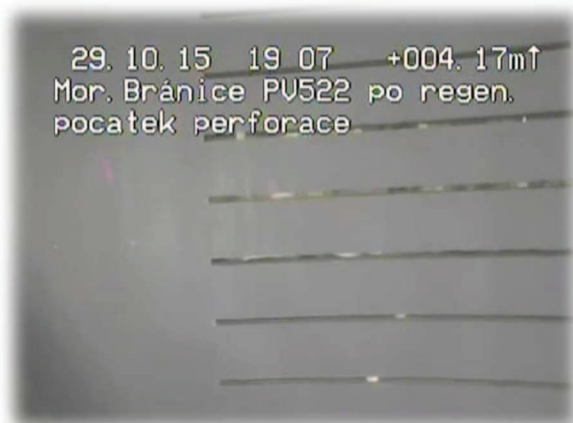
*Mnichovo Hradiště po regeneraci (anticoro)*



*Moravské Bránice kamenina (před a po čištění)*



*Moravské Bránice (plast před a po regeneraci)*

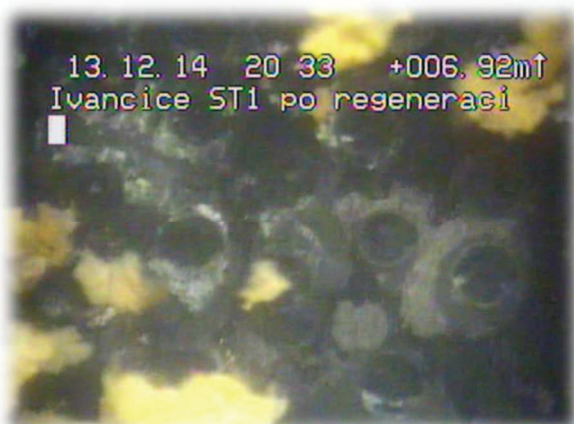
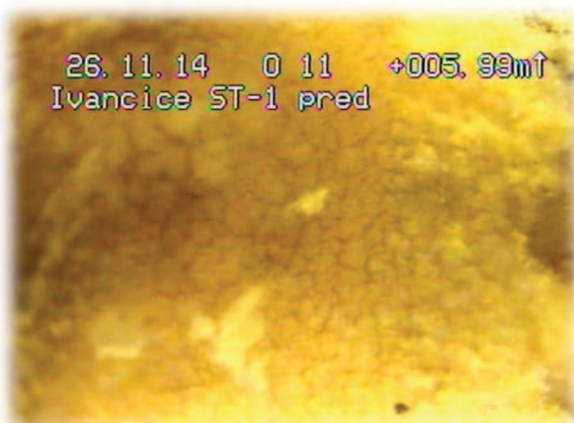


*Buková (před a po regeneraci)*

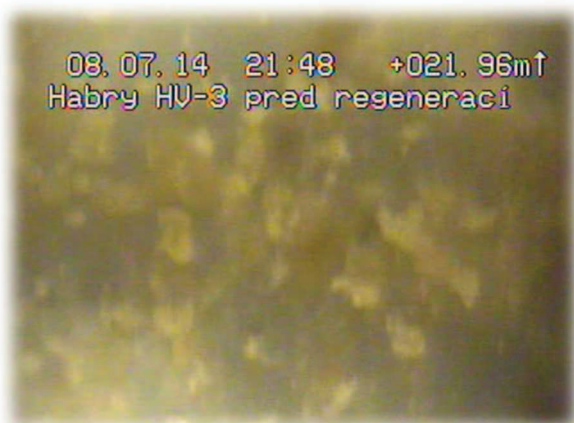




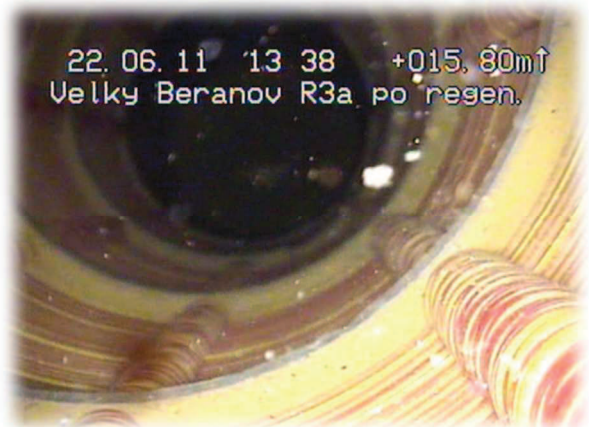
*Ivančice ocel (před a po vyčištění)*



*Habry (ocel)*



*Velký Beranov (UGI)*



*Benátky nad Jizerou (překližka)*





### **REGENERACE ŠACHTOVÝCH STUDNÍ (skružové, roubené...):**

V současné době jsou nejčastějšími objednateli těchto prací soukromé osoby (rodinné domy, zahrady, chaty) a obce. Hloubka tokových studní ve většině případů nepřesahuje 20m. Velkoprofilové studny o průměru až 4,0m bývají také ve větších prameništích často využívány jako sběrné studny, případně do nich ústí jímací drény.

**Vystrojení** těchto objektů je nejčastěji betonovými skružemi či segmenty. Starší studny mohou být vyzdívané z cihel či kamenů (tzv. roubené studny). Výjimečně jsou v soudržném skalním masívu nevystrojené.

**Důvodem čištění** je zpravidla snížení vydatnosti nebo špatná kvalita vody. Příčiny jsou obdobné jako u vrtaných studní. Postupem času dochází k usazování sedimentů na dně studny, kde často snižují nátokové schopnosti vody do studny. Spárami ve stěnách prorůstají kořeny. Těsnění v horních spárách je již nefunkční a dochází k nátoku „špinavé povrchové“ vody. Špatná kvalita vody může být způsobena jednorázově znečištěním např. při povodni, zahnívajícím uhynulým živočichem spadlým špatným zabezpečením studny... Toto

znečištění se odstraní, studna desinfikuje a zpravidla je to dostačující. Horším případem je dlouhodobý nátok kontaminované vody z průsaku z okolí. (netěsnící septik či jímka, hnojník, pole...). Po vyčištění a desinfekci se znečištění časem opakuje, pokud nedojde k odstranění zdroje a promytí přítokových cest, což je dlouhodobější záležitost.

Po zjištění správných vstupních informací (vydatnost, hloubka, materiál, výskyt plynů...), což je základem pro volbu vybavení na lokalitu je zapotřebí dodržet především bezpečnost práce při sestupu pracovníků do studny. Zvláště obezřetně je zapotřebí postupovat při čištění starých studní v dezolátním stavu aby nedošlo ke zranění vypadeným materiálem ze stěny.

Postup prací čištění:

- o po příjezdu na lokalitu demontáž čerpadla z vrtu (případně již zrealizováno v předstihu objednatelem)
  - o instalace dostatečně silných kalových čerpadel na dno studny pro odčerpání statické zásoby vody a přítoku
  - o zjištění přítomnosti jedovatých plynů před vstupem do šachty
  - o spuštění pracovníka s bezpečnostními přípravky (helma, úvazek...) do studny na evakuační trojnožce nebo po žebříku
- Při sestupu pracovníka do studny musí být na lokalitě přítomni minimálně další 2 pracovníci na povrchu pro zajištění vytažení 3 osoby ze studny v případě nevolnosti.
- o pracovník provede vyčištění spár od kořenů, opraví porušené těsnění spár a odtěží sediment na dně studny
  - o dle potřeby zatížení dna říčním kačírskem (filtr)
  - o po výstupu ze studny je proveden oplach stěn tlakovou vodou a desinfekce studny nejčastěji roztokem chlornanu sodného
  - o druhý den je potřeba objem vody ve studny obměnit, odebrat vzorek vody a teprve po kladném výsledku vodu napojit pro pitné účely (zpravidla již realizuje majitel studny svépomocí)

Při čištění širokoprofilových jímacích nebo sběrných studní postup závisí od možnosti vyčerpání vody ze studny, případně odstavení přítoků do sběrné studny. Pokud lze

vyčerpat, postup je v podstatě shodný s předešlým. Pokud nelze vyčerpat, sediment ze dna se musí odčerpat za pomoci aerliftu nebo sacího bagru. Mnohdy je zapotřebí i asistence potápěče. Například uvázání upadených čerpadel, trubek... Čištění takovýchto objektů je již zpravidla zapotřebí řešit individuálně.

CENA:

Je velmi individuální, především v závislosti na velikosti a stavu znečištění vrtu.

Vždy se zpracovává na konkrétní vrt konkrétní nabídka.

ILUSTRÁČNÍ FOTO:

*Brno – roubená studna z cihel*



*Jemný kal na dně studny při čištění*



*Jindřichův Dvůr – roubená studny z kamenů*



*Měřín – před a po odčerpání vody (kořeny)*



*Šternberk – roubená studna*







*Ondrášov*

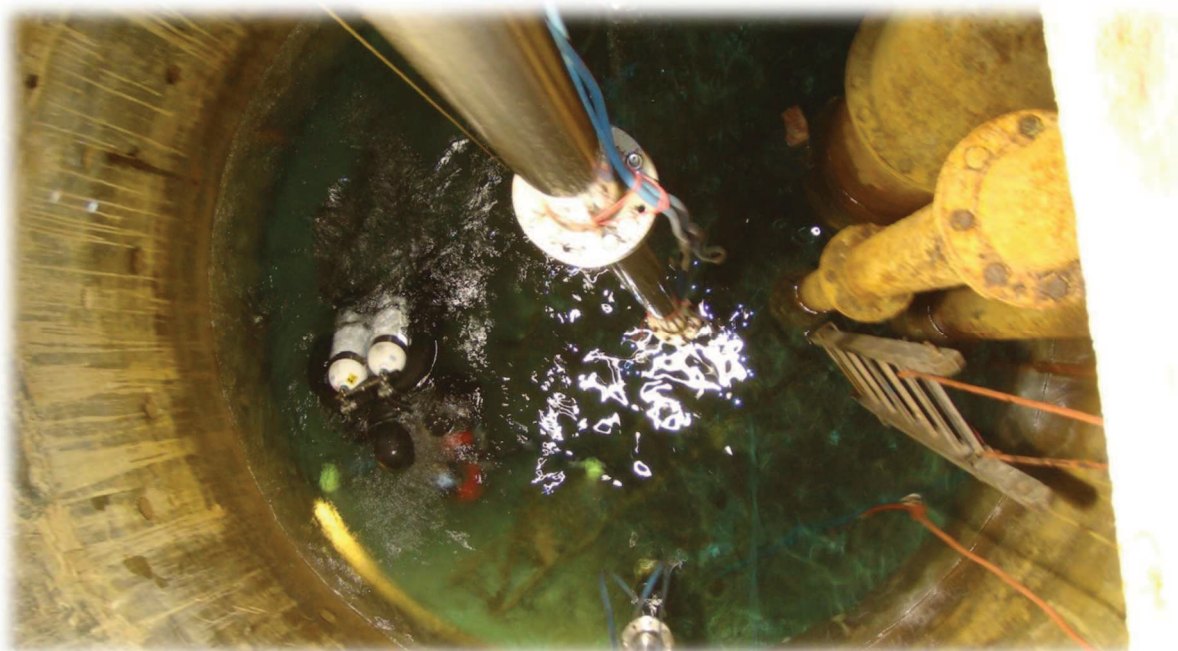








*Bytča – širokoprofilová studna (potápěči)*





*(poklady z Bytče)*



*Plzeň pivovar – širokoprofilová studna*



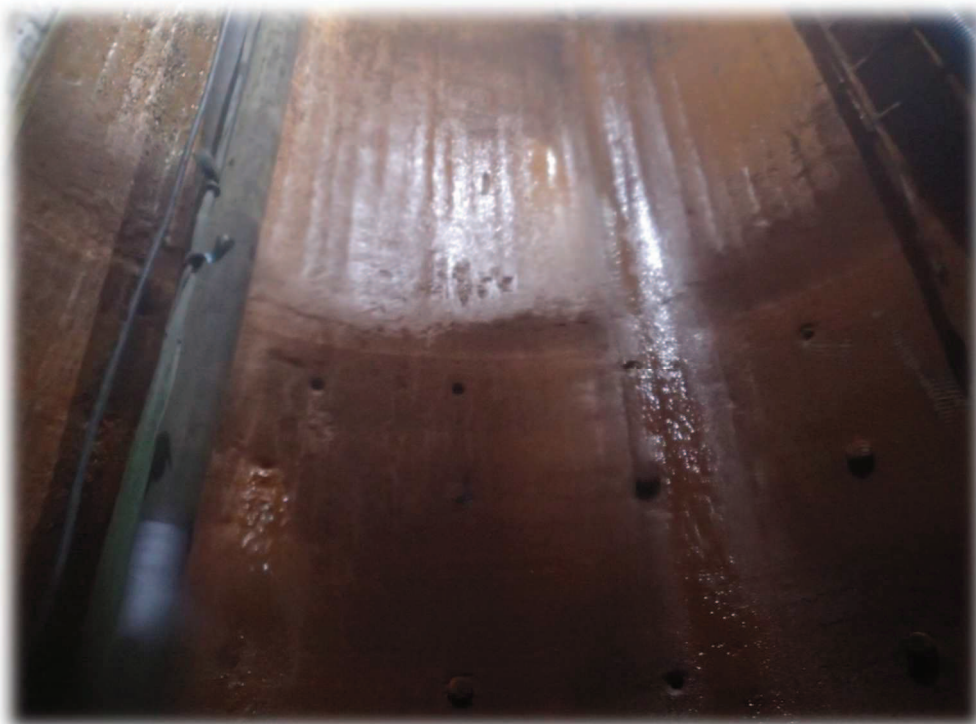
*Tišnov (výměna poklopu)*



*Velké Hoštice (sací bagr)*



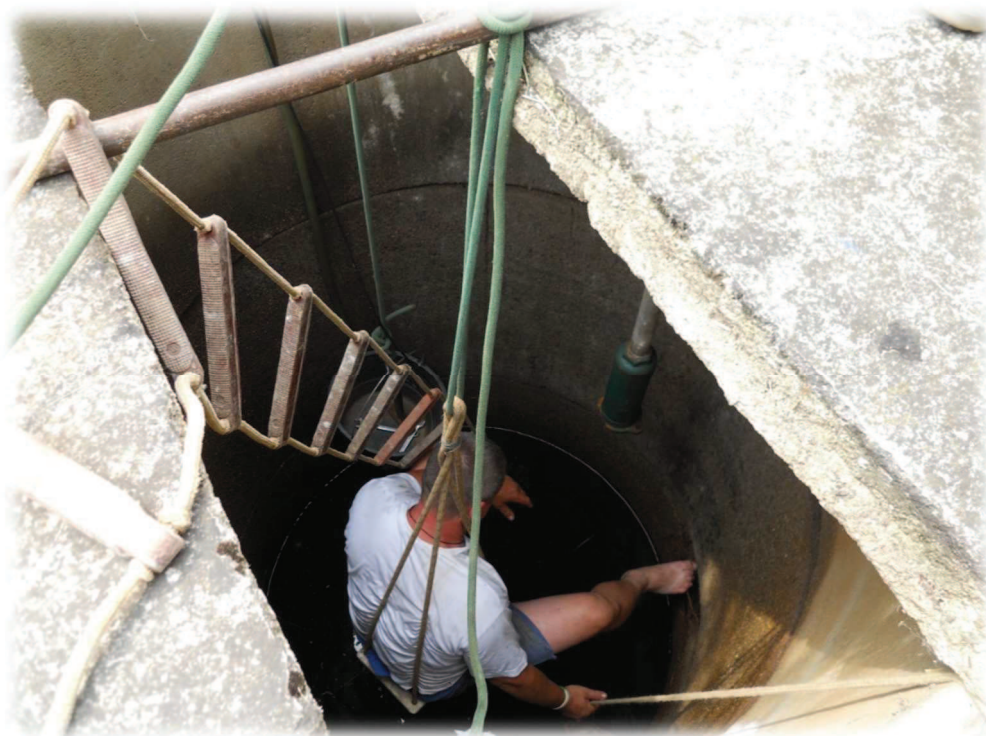




*Zaječí*



*Takhle by to zrovna vypadat nemělo! ☹*



*Děkuji za pozornost*

*3/2016*

# STAV GRAVITAČNÍCH PRAMENIŠŤ A PÉČE O NĚ

Rudolf Kalousek - H3Geo s.r.o.; Svatopluk Šeda - FinGeo s.r.o.

[kalousek@h3geo.cz](mailto:kalousek@h3geo.cz); [seda@fingeo.cz](mailto:seda@fingeo.cz)

## Abstrakt:

Převážná většina gravitačních pramenišť sloužících pro vodovodní zásobování větších územních celků byla vybudována na přelomu 19. a 20. století a bez rozsáhlejších rekonstrukcí slouží svému účelu dodnes úplně, nebo alespoň částečně, a jen menší část z nich byla časem opuštěna. Přestože doba využívání těchto historických gravitačních vodních zdrojů v mnohých případech překračuje hranici sta let a je daleko za běžně uznávanou hranicí životnosti, při správné péči mohou tato jímací území, charakteristická minimálními provozními náklady, sloužit další desítky let. Ale „zakopaný pes“ je právě v sousloví „správná péče“. Jestliže je tato zanedbávaná, objevují se poruchy na potrubních systémech, horizontální jímací prvky se zanášejí či zarůstají, pramenní a sběrné jímky se bortí a výsledkem je tak celkový pokles vydatnosti pramenišť. Jaké jsou výhody a nevýhody gravitačních zdrojů? Jak postupovat v případě obnovy těchto historických pramenišť?

## Klíčová slova:

Gravitační prameniště, gravitační vodní zdroj, jímací zářez, jímací drenáž, pramenní jímka, sběrná jímka, horská oblast, rekonstrukce, regenerace

## Úvod:

Přelom 19. a 20. století byl mimo jiné historicky významným budováním jednotných vodovodů s pitnou vodou o „bezúhonné jakosti“. Letným náhledem do vodárenské ankety v příčině zřízení nového vodovodu Tábor z roku 1897 je možné získat základní představu o způsobu někdejší projekce gravitačních vodních zdrojů:

*„Na Baťkových“ zachytily by se veškeré prameny v patřičné hloubce a svedly v trubách kameněných po pravé straně potoka k Chočincům, při čemž by zároveň na levé straně tohoto toku na rozhraní luk a úklonu vedle se prostírajících lesů a rolí se trativody též z trub kameněných zřídily a vždy ve vzdálenosti ca 100 m k hlavnímu toku připojily.*

*Zároveň s tímto uvedeným sloučeným pramenem svedly by se do nádržky té mimo to ještě přebytečná voda z Rutice a pak pramen na Bejkovně se nalézající. Nádržka z lámaného kamene a betonu provedená měřila by 1000 m<sup>3</sup> a měly dva do sebe samostatné filtry, z nichž jeden by vždy v zásobě zůstal. Hladina vody v nádržce byla by položena ca 50 m nad městem Tábořem.*

*Trouby, jež by prameny do nádržky sváděly, byly by, jak již podotknuto, kameněné dle lokálních poměrů buď mezi sebou koudelovými provazci a hlinou proti vnikání vody zabezpečené, aneb co trativody zřízené, dirkované, štěrkem a nad svodnou vrstvou hlinou přikryté. Rozměry trub musí být tak velké, by pod žádnou podmínkou tlak vodní v trubách těch nenastal a musely by při tom světlé rozměry trativodů míti nejméně 100 mm a výše průměru. Hloubka, na kterou by se trouby položily, obnášela by nejméně 2.2 m. Trouby*

*by byly lité, uvnitř i zvenku asfaltované, ležely by nejméně 2.1 m hluboko v zemi a nalézaly by se v nich na vhodných místech výpustky.*

*Při zakoupení pozemku pro nádržku doporučovalo by se též, co možná největší rozlohu „Na bačkových“, kde se prameny vyskytují, do vlastnictví obce Tábořské převést a zalesnit.*

#### **Zjednodušený technický popis již z dnešního pohledu:**

Gravitační vodní zdroje se zpravidla skládají z jednotlivých sběrných jímek, do kterých je prostřednictvím potrubí svedena podzemní voda jednak z pramenních jímek (je-li jímán soustředěný pramenní vývěr), tak z jímacích zářezů, štol či galérií, jedná-li se o vývěr rozptýlený. Příklad jímacího zářezu s kontrolní štolou je uveden na obr. 1, podchycený pramenní vývěr je znázorněn na obr. 2. Jímky jsou propojeny potrubími a tvoří obvykle systém, který se sdružuje ve sběrných studnách, odkud je voda hlavním potrubím přiváděna zpravidla do vodojemu a dále do spotřebišť.



Obr. 1: kontrolní štola jímacího objektu HJ-3, prameniště Bátovka, foto R. Kalousek 2015



Obr. 2: podchycený pramenní vývěr v objektu HJ-4, prameniště Bátovka, foto R. Kalousek 2015

### **Výhody a nevýhody gravitačních vodních zdrojů**

Gravitační prameniště byla většinou budována v morfologicky členitých oblastech s vyšší nadmořskou výškou, tj. ve srážkově bohatých územích. Tyto jímací systémy umožňovaly za příznivých podmínek v různých horských oblastech Česka zásobování spotřebitelů podzemní vodou obvykle v jednotkách l/s, ve výjimečných případech i v množství až několika desítek 10 l/s.

Vzhledem ke krátké době zdržení podzemní vody v přípovrchovém kolektoru v řádu dnů až prvních týdnů, vydatnost větší části gravitačních zdrojů vody kolísá v závislosti na aktuálních srážkách, na teplotách vzduchu v zimním období i na jiných vlivech. To bylo v minulosti často příčinou toho, že se tyto zdroje nahrazovaly zdroji jinými, zpravidla vrtnými studnami zahloubených do hlouběji uložených zvodní, které byly méně ovlivnitelné aktuálními vodními stavy. Jednak se tak vytrácel efekt levného gravitačního způsobu jímání podzemní vody, ale současně došlo i k jinému nežádoucímu efektu. Jímací území se z neobydlených, často zalesněných území s přirozenou ochranou vody přesunovala blíže spotřebišti, do antropogenně ovlivněné krajiny, a to se projevovalo změnou jakosti vody, často nepříznivě.

Investice do obnovy či rekonstrukce stávajících gravitačních pramenišť jsou při současných cenách prací v členitých a obtížně přístupných oblastech značné a navíc se zde naráží na současnou dotační politiku. Nové je podporováno a dotováno, obnova či rekonstrukce stávající zdrojů vody ne. Rozvoj technologie vrtných prací hlavně díky rychlosti hloubení a nižším investičním nákladům tak postupně především v 80. až 90. letech minulého století

značně potlačil tradiční způsob jímání podzemní vody pomocí gravitačních jímacích objektů a tak se stalo například i to, že nová ČSN 755115 Jímání podzemní vody vůbec nezmiňovala zdroje typu pramenných jímek a pramenných zářezů a teprve až po aktivitě hydrogeologů a vodohospodářů byla ČSN 755115 doplněna o normové parametry těchto tradičních vodních děl.

Otázka obnovy a udržování provozu gravitačních jímacích objektů spadá do problematiky udržitelného rozvoje společnosti a troufáme si říci, i zdravého rozumu. Jestliže nám příroda uprostřed Evropy, v centru rozvoje civilizace, nabízí vodní zdroje čisté pramenité vody, která sama, bez energetických nároků, vyvěrá na povrch terénu a stačí ji zachytit a svést do spotřebiště, považujeme za hazard a za ztrátu rozumu tyto vody nevyužívat. Navzdory současné dotační politice, navzdory převaze ruční práce, navzdory pohodlí a komfortu pracovat na zelené louce, navzdory snaze počítat jen metry, kilometry, tuny, tunokilometry a především okamžitý zisk. Kdo si jednou prohlédne gravitační prameniště našich předků, kdo po desítkách let objeví starou pramenní jámku a v ní například fungující zvonový uzávěr když doma nám po dvou dnech nejde vytáhnout špunt z vany, musí cítit potřebu něco změnit a vrátit se k jednoduchosti, která současně s precizností je tím, čemu přeneseně můžeme říkat udržitelný rozvoj vodárenské profese.

### **Jak postupovat v případě návrhu obnovy historických gravitačních pramenišť**

Podívejme se nyní nato, jak může probíhat rekonstrukce historických gravitačních pramenišť i s vědomím toho, že v určitých obdobích roku bude třeba vodovodní systém zásobovat i z jiného zdroje.

Prvním krokem je podrobná dokumentace jednotlivých jímacích objektů, sledován je zejména jejich technický stav, rozměry a tvar podzemních jímek, šachet a kontrolních štol, funkčnost přívodních potrubí a základní jakostní parametry jímané podzemní vody. Samozřejmou součástí úvodního průzkumu je měření vydatnosti jednotlivých přítoků vody. V rámci terénních prací jsou navíc dokumentovány pramenní vývěry, které by mohly být prostřednictvím nových či rozšířením a rekonstrukcí starších jímacích objektů podchyceny a následně napojeny na vodovodní systém a vhodné je na povrchovém recipientu měřit celkového množství vody odtékajícího z daného povodí.

Druhým krokem je vypracování pasportu, tedy zjednodušené dokumentace stavby dle § 125 zákona č. 183/2006 Sb. (stavební zákon), ve kterém je obsažen popis aktuálního stavu a ten založen do některého z typů informačního systému. V optimálním případě je to geografický informační systém, stačí však i jednodušší dokumentace například v excelovském souboru.

Třetím krokem je zpracování návrhu na optimalizaci prameniště, zahrnující soubor regeneračních, rekonstrukčních, případně i doplňujících stavebních prací. Jedná se v podstatě o prováděcí projekt prací, který je doplněn soupisem navrhovaných prací (někdejší výkaz výměr) a tyto dva výstupy mohou být základním podkladem pro zadávací řízení a výběr dodavatele. Zadávací podklady mají obvykle dvě části, lišící se svou odborností. Jedná se jednak o doplňkový hydrogeologický průzkum a jednak o vlastní stavebně-montážní práce.

Doplňkový hydrogeologický průzkum:

- v rámci těchto prací probíhá oprava jímacích a drenážních prvků, jejich čištění, obnova a případně i doplňující podchycení podzemní vody. Jedná se tedy o prvky stavby bezprostředně navazující na zvodněné horninové prostředí a tyto jsou řízeny pracovníky geologické služby;
- uvedené práce probíhají dle geologického zákona č. 62/1988 Sb., případně vyhlášky č. 369/2004 Sb., o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací, pod odborným dozorem hydrogeologa a případně závodního, neboť část prací spadá do činností prováděné hornickým způsobem;

Stavebně-montážní práce:

- obsahem těchto prací je oprava sběrných objektů, manipulačních šachet, potrubních rozvodů, armatur, stupadel, poklopů, přepadových potrubí, úprava terénu, označení zdrojů a ochranných pásem, apod., tedy části staveb, do kterých byl v rámci doplňkového průzkumu zaveden přítok podzemní vody.
- uvedené práce probíhají v režimu stavebního zákona č. 183/2006 Sb. a prováděcích vyhlášek k němu.

Cílem optimalizačních opatření je uvést jímací objekty do vyhovujícího technického stavu s dlouhodobou životností a zachovat, případně zvýšit jejich vydatnost a případně i zlepšit jakost jímané podzemní vody. Nejčastěji se tak navržený soubor prací v etapě doplňkového hydrogeologického průzkumu skládá z obnovy nefunkčních či omezeně funkčních částí jímacích prvků od pramenního vývěru do pramenní nebo sběrné jímky a v etapě stavebně-montážních prací pak o sanaci či obnovu vnitřních částí šachet, výměnu armaturního vybavení, celkovou úpravu okolí jímacího objektu, včetně případného oplocení, apod. Závěrečnou část prací pak tvoří dokumentace skutečného provedení stavby, její zaměření a založení veškerých dat do některého z používaných informačních systémů.

### **Problémy s praktickou aplikací optimalizace gravitačních jímacích území a doporučení**

Prvním závažným problémem v rámci procesu optimalizace jímacích území je obtížná přístupnost území a často i značná hloubka jímacích částí zařízení, činící až několik metrů od povrchu terénu. Zde je třeba si uvědomit, že v minulosti byla řada z těchto jímacích území budována na zelené louce, maximálně s pokryvem území drobným náletem a při budování jímacího území se šlo tzv. od spodu nahoru proti přítoku podzemní vody. Ten se projevoval na povrchu terénu jasnými indiciemi (výskyt tekoucí vody, vodomilná vegetace, selektivní odtávání sněhu, apod.), a stavebníci tak věděli, kde, jak a do jaké hloubky kopat, jak „kličkovat“ s drenážními pery, kdy zářezy rozvětvovat a jednotlivé větve spojit ve sběrných jímkách, apod. Dnešní situace je často dramaticky jiná: kolem osmdesátiletý les, kde ochránáři hlídají každou větvičku, přírodní režim odvodnění podzemní vody před desítkami let zanikl a povrchové indicie někdejšího odtoku už nejsou patrné, dokumentace



o konstrukci vlastních jímacích prvků (většinou zářezů) často chybí a tak jen prohlídkou přístupných objektů (manipulační šachty, sběrné jímky, apod.) si lze učinit alespoň přibližný názor o stavu jímacího prvku a návrhu obnovy jeho plné funkčnosti. To je hlavní důvod, proč doporučujeme rekonstrukční práce rozdělit do dvou částí. Všude tam kde je třeba navázat jímací prvek na přítok podzemní vody, má práce projektovat, řídit a vyhodnocovat hydrogeolog a vodu přivést do nějaké sběrné části vodárenského zařízení. A teprve až když je voda podchycená, následují profese stavebně montážní. Tento dvoustupňový proces má svůj odraz i v povolovací činnosti. V první fázi se jedná zpravidla o geologické práce spojené se zásahem do pozemku v ochranných pásmech vodního zdroje, tzn., že k realizaci těchto prací je nutné získat povolení vodoprávního úřadu dle § 14 zákona č. 254/2001 Sb. Ve druhé fázi se pak dle typu prací jedná o stavební činnost realizovanou buď mimo rámec stavebního zákona (například údržba), nebo o práce spadající do kategorií prací vyžadujících ohlášení nebo i stavení povolení.

Druhým závažným problémem jsou finance, respektive objektivní ocenění nákladů na optimalizaci gravitačních pramenišť. Dvě různé fáze prací, doplňkový hydrogeologický průzkum a stavebně-montážní činnost mají totiž odlišnou metodiku stanovení cen prací. Doporučujeme proto následující postup:

- po zpracování pasportu konkrétního jímacího území vypracovat projekt doplňkového hydrogeologického průzkumu a ten realizovat jako první část optimalizačních prací. Tento projekt by kromě úvodních kondic měl obsahovat věcný rozsah navrhovaných prací, jejich časovou náročnost a předpokládané finanční náklady. Co se týká věcného rozsahu, v úvahu přicházejí tyto práce:
  - o podrobné prověření průchodnosti a stavu jímacích částí objektu za pomoci např. TV kamery, kalibrátorů, pružin, pér apod.;
  - o stanovení technologie zlepšení průchodnosti a jímacích schopností jímacího prvku (tlakový vzduch, tlaková voda, mechanická či mechanicko chemická regenerace výstroje);
  - o v případech částečné nebo úplné destrukce jímacího objektu nebo jeho části realizace zemních nebo jiných prací spočívajících v odkrytí místa kde podzemní voda vstupuje z horninového prostředí do jímacího prvku a následná obnova jímacího prvku až po sběrnou jímku;
  - o v případech podchycení nezachyceného vývěru vyprojektovat nový záchytný prvek, včetně jeho svedení do sběrné jímky;
  - o návrh systému měření vydatnosti přítoků a odběru vzorků vody na laboratorní analýzy;
  - o návrh systému sledu, řízení dokumentování a vyhodnocení prací geologickou službou.
- z hlediska časového musí být součástí projektu doplňkového průzkumu harmonogram prací a především jeho rozdělení na dílčí etapy, protože nerekonstruovaná část jímacího zařízení patrně zůstane nadále v provozu a teprve v další etapě se dotkne rekonstrukce této dosud nerekonstruované části;

- a poslední částí projektu doplňkového průzkumu je soupis projektovaných prací a jejich finanční ocenění. To bývá pro neznalost skutečného rozsahu terénních prací kámen úrazu a zpravidla se proto použije jednotková cena na konkrétní druh prací (například rekonstrukce 1 m jímacího zářezu o hloubce 3 m) a odhadne se počet měrných jednotek s tím, že skutečný rozsah prací se může od předpokladu lišit. To mimo jiné proto, že práce průběžně řídí a jejich rozsah verifikuje nebo v případě potřeby modifikuje řídicí geolog akce tak, aby cíle prací bylo dle možnosti dosaženo. Pokud se naopak prokáže, že projektovaný cíl průzkumu nemůže být naplněn (například z důvodu minimálního zvodnění horninového souboru), řídicí geolog práce ukončí.

Druhá stavebně-montážní část prací je jednodušší, protože téměř na všechno je „vidět“. Lze tedy snadněji zpracovat projekt prací z věcného i časového hlediska a doprovodit ho soupisem prací. Pro jejich ocenění, na rozdíl od doplňkového průzkumu lze v tomto případě použít běžné ceníkové položky.

## **Závěr**

Historická gravitační prameniště, jichž jsou v republice stovky, v dnešní době mnohdy překračují hranice své životnosti. Vhodně navrženými rekonstrukčními pracemi je možné uvést často tato dlouhodobě zanedbaná prameniště do vyhovujícího technického stavu, zvýšit množství jímané podzemní vody a stabilizovat její jakost. Jako vhodné se po provedené rekonstrukci a aplikaci optimalizačních opatření jeví zpracovat řád konkrétní jímací oblasti, který bude respektovat i proměnlivou vydatnost prameniště, více či méně závislou na aktuálních srážkových poměrech. Tento řád, který bude de facto provozním řádem gravitačního prameniště, bude zahrnovat soubor monitorovacích, udržovacích, ochranných, dokumentačních a vyhodnocovacích prací směřujících k dlouhodobé funkčnosti těchto ekonomicky bezkonkurenčních zdrojových oblastí pitné vody. A nevýhoda nestálosti těchto zdrojů? To je jako kdybychom rušili vodní elektrárny jenom proto, že v řekách někdy teče málo vody nebo že šatny vyhodili deštníky, protože je potřebujeme málokdy. Nezabavujme se toho, co nám příroda nabízí téměř zadarmo.

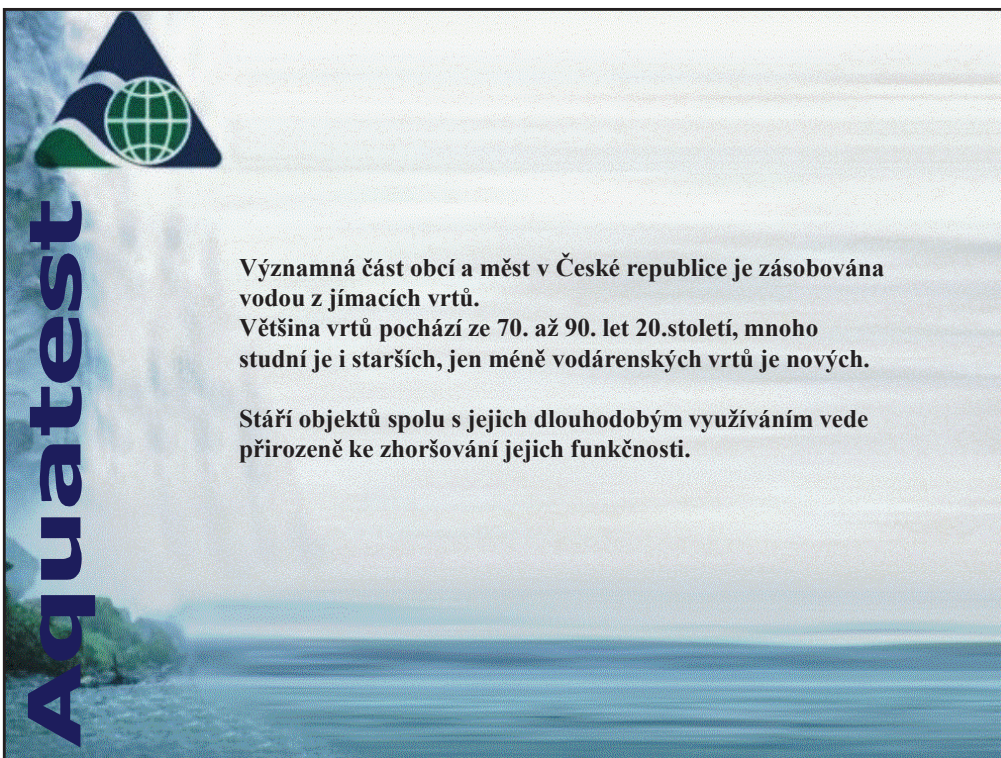
Ústí nad Orlicí, duben 2016



**Aquatest**

## **Nové postupy diagnostiky jímacích vrtů a optimalizace jejich cílené regenerace**

**Martin Procházka a Petr Kvapil  
AQUATEST a.s.**




**Aquatest**

**Významná část obcí a měst v České republice je zásobována vodou z jímacích vrtů.**

**Většina vrtů pochází ze 70. až 90. let 20.století, mnoho studní je i starších, jen méně vodárenských vrtů je nových.**

**Stáří objektů spolu s jejich dlouhodobým využíváním vede přirozeně ke zhoršování jejich funkčnosti.**



**Aquatest**

Zhotovení náhradních studní je spojeno se značnými finančními náklady (vrtné práce, HDZ, vybudování podzemní kobky, napojení na vodovodní řad, elektroinstalace atd.), s legislativními překážkami a bohužel i s obecně horší kvalitou vrtných firem v porovnání druhou polovinou 20.století. Učební obor „vrtmistr“ například zcela zanikl. Hluboké širokopřůměrové studny jsou prakticky nenahraditelné.

Ze všech těchto důvodů je snaha vodárenských společností zachovat stávající objekty s vynaložením nákladů jen na jejich nutnou regeneraci.



**Dva různé přístupy k regeneraci vrtů:**

- 1.) Léčba pacienta osvědčenými a zaběhnutými postupy bez stanovení diagnózy.**
- 2.) Stanovení diagnózy pacienta a poté jeho cílená léčba.**

*Případně stanovení diagnózy pacienta a jeho ponechání svému osudu v případě, že nemoc je natolik vážná, že regenerace by se měla dějit  
– návrh hloubky a konstrukce vrtu nového na základě výsledků diagnózy.*

## Historie

Patent č.298169 z r.2007: „Způsob provádění kontroly tech.stavu a funkčnosti vrtů a studní“  
Výzkumný projekt TA03020290: “Regenerace vrtů-vývoj nástrojů pro vyhodnocení stavu a následného využití jámacích objektů“ (2013-2016)



Výzkumný projekt TA03020290: “Regenerace vrtů“  
- kompletní metodika (pro konkrétní případ vrtu se využívá vždy určitý optimální soubor vhodných metod)

### Karotáž jako základní metoda diagnostiky vrtů.

Optimalizace komplexu tradičních i nových karotážních metod- hloubkově spojitá měření fyzikálních parametrů:

GK, GGK, TM, RM, RM-ředění, RM-čerpání/nálev, pH, konduktivita, Redox, rozpuštěný kyslík, NNK s proměnnou vzdáleností zdroj-detektor, Rag s proměnnou vzdáleností elektrod (různý hl.dosah do stěny), KM, IM, CBL.

### Televizní prohlídka vrtu.

Zonální odběry vzorků pevné fáze ze stěn vrtu na základě TV (tzv.“škrabák“) a ze dna vrtu – laboratorní rozbory

Umístění pasivních vzorkovačů na bázi nanovláken do míst přítoků určených na základě karotáže – laboratorní analýzy

Zonální odběry vzorků vody (hloubky odběrů opět na základě výsledků karotážního měření) – laboratorní analýzy


**Aquatest**












**Aquatest**

**Návrh:** provést TV prohlídku.  
Teprve v případě, že by se problém vyřešit nepodařilo, použít karotážní metody GGK, KM, RM v aplikaci metody ředění + RM v aplikaci metody čerpání.



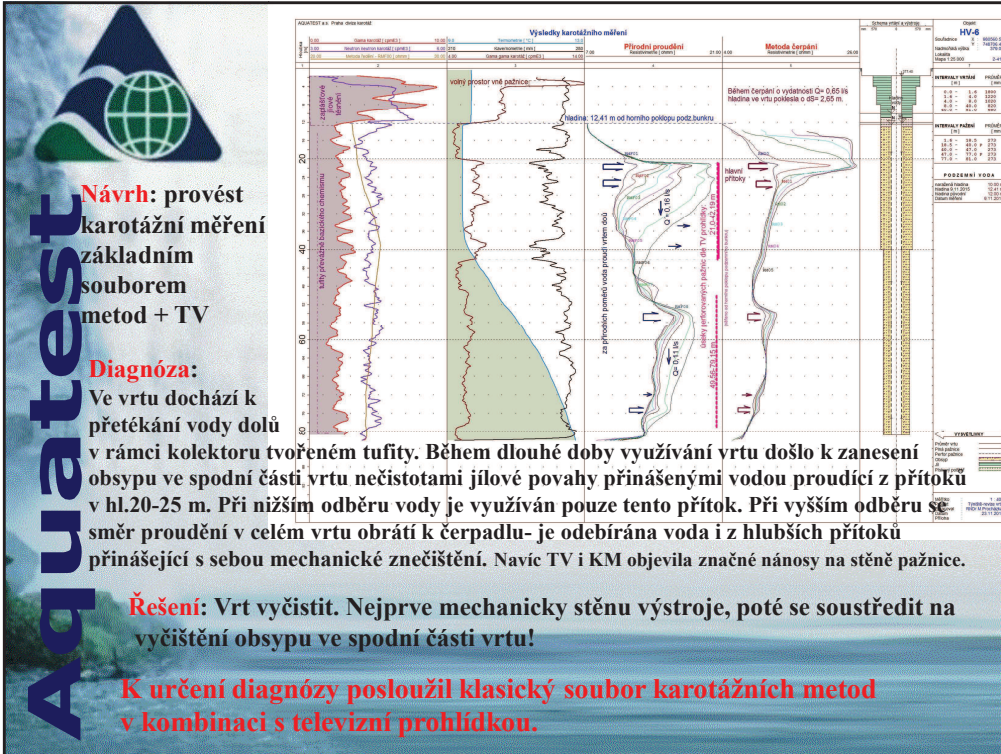
**Diagnóza:** jedna z pažnic sjela dolů o cca 25 cm, její spodní okraj se rozdrtil do úlomků, při jejím horním okraji vznikl volný nezapažený prostor. Z něj vypadával kačírtek. Absence obsypu způsobovala zakalování vody při čerpání.

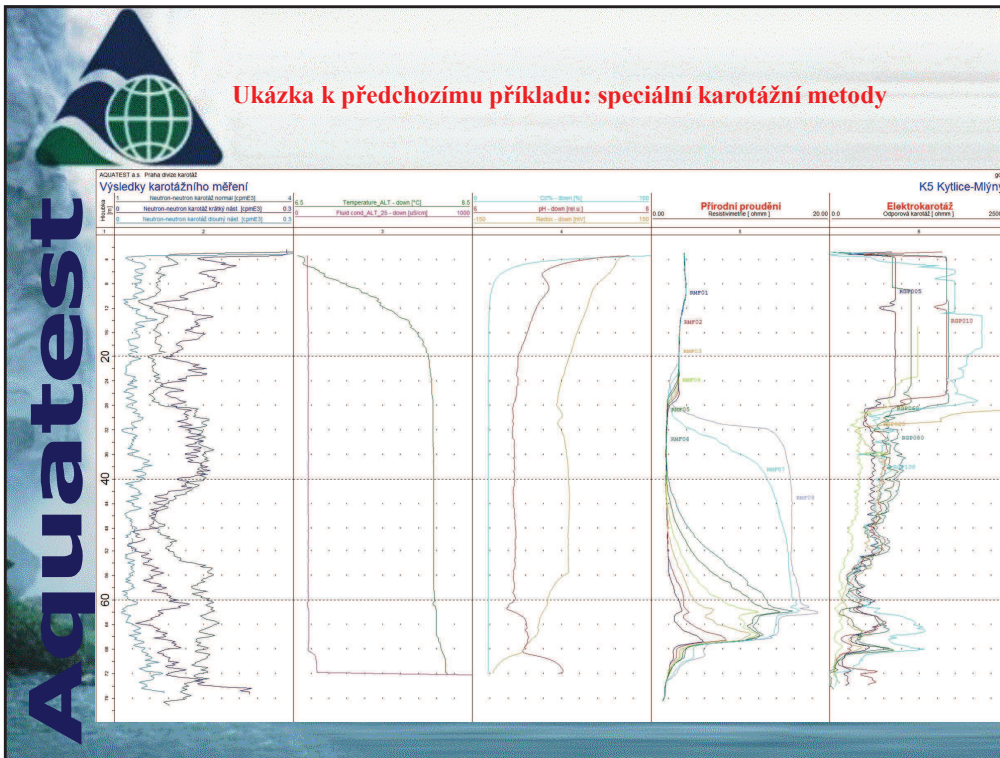
**Řešení:** vyčištění vrtu od napadávky-kačírku na dně, vložení kolony pažnic do stávajícího vrtu, její obsypání. Vrt od té doby čerpán bez problémů (10 l/sec).


**TV prohlídka byla zcela dostačující pro určení diagnózy problému.**









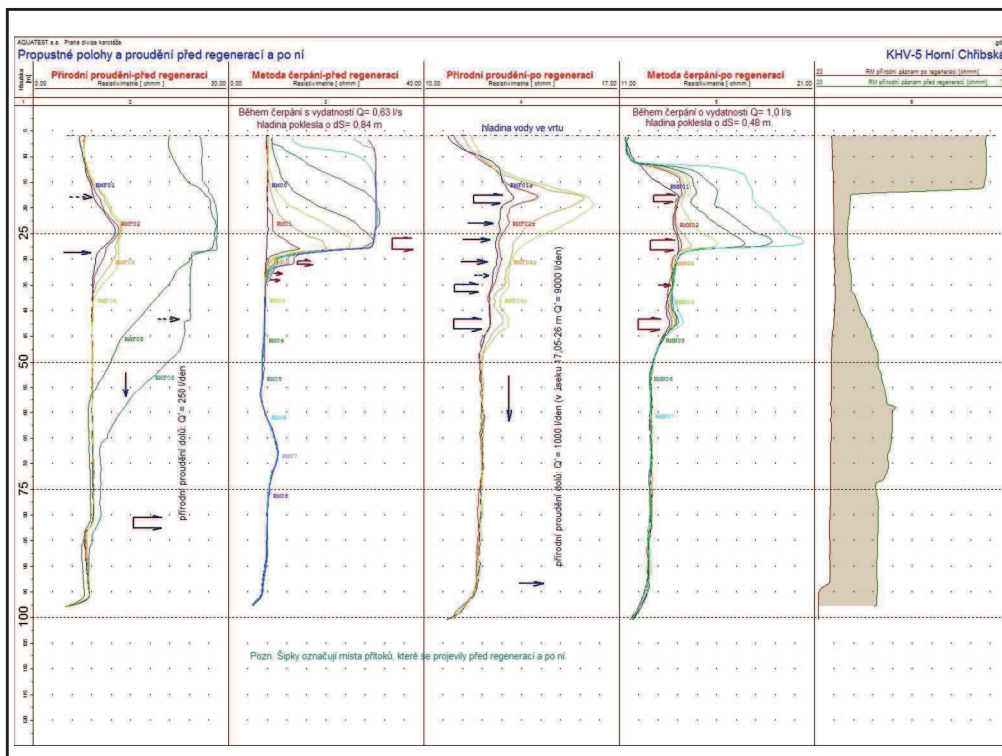


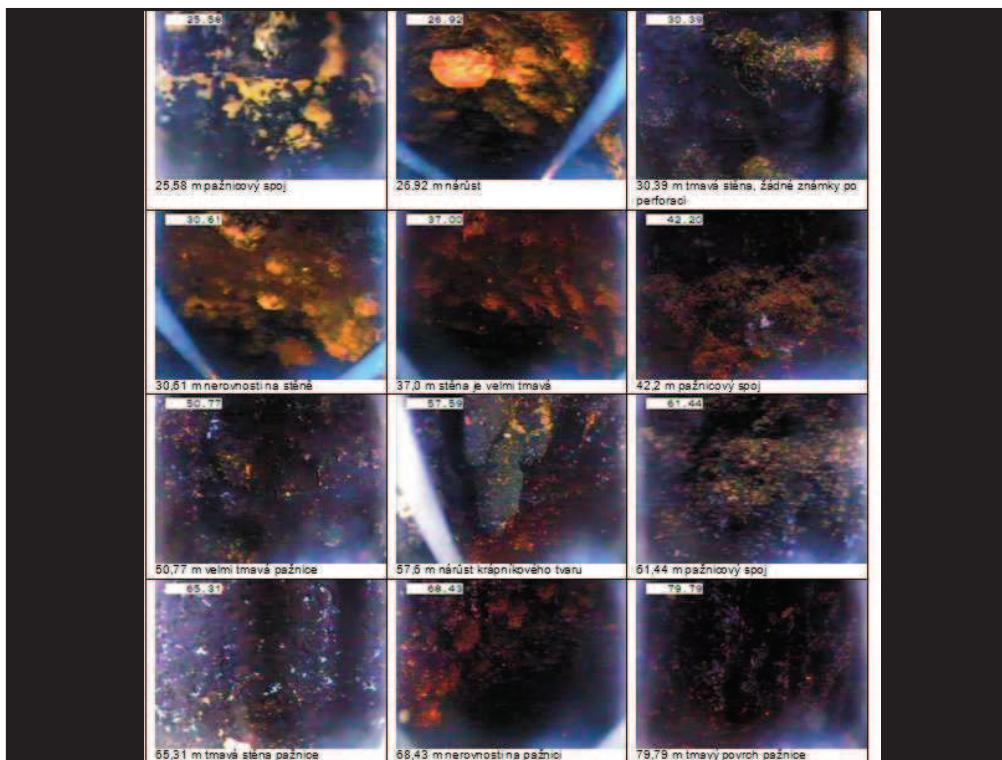
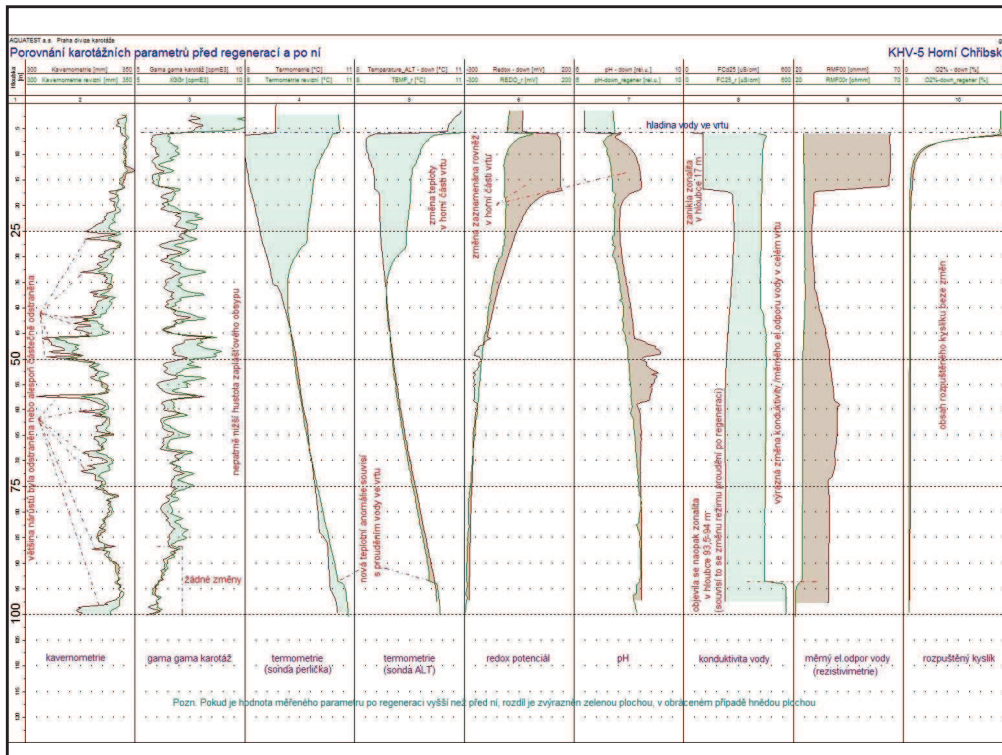
**Použita rozšířená karotážní metodika, TV prohlídka, odebrány vzorky ze stěn výstroje, zonální vzorky vody, Do hloubek zvolených na základě výsledků karotáže umístěny pasivní vzorkovače.**

**Zjištěna totální kolmatace perforace, nezvykle velké nárůsty a vrstvy vysrážených minerálů na stěnách výstroje a především masivní kolmatace obsypu (minerálního i bakteriálního původu).**  
**Po stránce technické je vrt jinak dosud v pořádku (obsyp, zaplášťové těsnění-oddělení, kvartérní zvodně umístění perforace, pažnicové spoje nejsou nikde poškozeny, kvalita vody je rovněž vhodná pro vodárenské využití).**  
**Proto bylo po dohodě se zástupci vodárenské společnosti přikročeno k cílené regeneraci vrtu: chemické a mechanické s důrazem na nejvíce problémové úseky. Volba chemických roztoků, jejich složení, koncentraci a doby působení určena na základě výsledků měření a analýz.**


**Po regeneraci vrtu byly karotážní měření i odběry vzorků zopakovány. Konstatováno výrazné zlepšení situace, výrazné zvýšení vydatnosti. Přesto byla zjištěna přetrvávající částečná kolmatace obsypu ve spodní polovině vrtu. Bylo navrženo zopakovat regeneraci ve spodní části vrtu.**

**2.regenerace provedena koncem března 2016. Dosud provedena pouze TV prohlídka. (zpracována krátce před zahájením konference).**









## Závěr

Diagnostika vrtů je důležitá z několika hledisek:

- Umožňuje cílenou regeneraci resp. cílenou opravu, pokud je proveditelná
- Umožňuje kontrolu úspěšnosti zásahu
- Pokud se ukáže, že by regenerace nepřinesla kýžený efekt anebo by byla natolik technicky či finančně náročná, že by se nevyplatila, je nutno doporučit vyhloubení vrtu nového. Mohou být však navrženy optimální parametry nového vrtu (hloubka, průměr, úseky perforace s důrazem na izolování-utěsnění určitého intervalu, pokud hrozí hydraulický zkrat a podobně).
- Finančně je diagnostika vrtů výhodná – regenerace je cílená, tedy efektivní se zaměřením na zjištěný problém.
- Při diagnostice vrtu lze postupovat i po krocích: TV (levná -někdy i postačí), karotáž základní metodikou, diagnostika rozšířenou metodikou.

**Nové postupy diagnostiky byly použity již řádově ve stovkách vrtů v ČR.  
Úspěšně se rozvíjí spolupráce s vodárenskými společnostmi (vynikající se SČVK)**

**Metody cílené regenerace vrtů v návaznosti na nové postupy diagnostiky jsou předmětem probíhajícího výzkumného úkolu TA03020290  
„Regenerace vrtů-vývoj nástrojů pro vyhodnocení stavu a následného využití jímacích objektů“.**





# Technologie hloubení a vystrojování jímacích a monitorovacích vrtů ve vícekolektorových zvodnělých systémech

ing. Zdeněk Hradil, CSc.

**Geoprosper Praha**

[geoprosper@volny.cz](mailto:geoprosper@volny.cz)

**business card**

## **výrobní program Johnson – BWT France**

**Klíčová slova:** cementace dle PERKINSe a SCOTTa - pažení filtru „naztraceno“ = filtrový liner – valivá dláta Kobra – cementační paty se zpětným ventilem – nerezový štěrbinový filtr 5<sup>1/2</sup>“ Johnson - pravolevý spojník na odvěšení nerez filtru Johnson - PVC filtry Pumpenboesse - závěsné zařízení PVC filtrové kolony

### **Abstract**

Chtěl by předeslat, že nejsem zastáncem hloubení a vystrojování více zvodnělých kolektorů v jednom HG vrtu, zejména je-li tento objekt určen k dlouhodobému využívání. Tyto ne příliš úspěšné vrtné technologie byly typické zejména pro (hydro)geologický průzkum v 60-tých až 70-tých letech minulého století.

Přesto bych vás rád dnes seznámil s projektem, na němž jsem ztrávil téměř 17 měsíců tvrdé práce, která byla nakonec korunována úspěchem. Byla to nejkrásnější doba v závěru mé profesní kariéry v ČR.

### **Ú v o d**

V průběhu r. 2005 proběhlo výběrové řízení na realizaci projektu „**Monitorování a hodnocení hydrosféry v ČR v souladu se směrnicemi ES o životním prostředí ISPA/FS2000/CZ/16/ PE/003**“

Jednou ze součástí tohoto projektu bylo monitorování podzemních vod v hlubinných svislých vrtech v počtu cca 403 ks pro oddělené sledování kvarterních – turonských a cenomanských zvodní České křídly. Na tuto část projektu byly vyčleněny náklady ve výši 10 859 355 Eur. Tento rozsáhlý projekt byl financován Fondem soudržnosti Evropské unie za účelem snižování ekonomických a sociálních rozdílů mezi občany Evropské Unie.

Nositelem projektu se stal ČHMÚ Praha, dozorčím orgánem nad dodržováním technické kvality budovaných objektů a jejich funkčností se stala a. s. VRV Praha. Hlavní supervize byla svěřena společnosti SGS Praha – RNDr. Nakládal a RNDr. Kessl.

Technickou realizací vrtných prací bylo pověřeno sdružení vrtných firem TopGeo Brno, s.r.o.–VZ Praha a.s.– Ecochem Praha a.s – SGS Praha, ČR s.r.o.–Soletanche Praha ČR, s.r.o. – Stavební geologie Geosan, s.r.o.v čele s vrtnou společností Geo-Ing Jihlava s.r.o.

### **1. Příprava projektu**

Obecně vzato: Odvrtání a výstroj kvarterních sedimentů v mělkých vrtech do hl.cca 100m nebyl problém. Ve sdružení firem se nacházely různé typy vrtných souprav, které byly

schopné kvarterní zvodně odvrtať, vystrojít i hydrogeologicky ověřit. V ČR však nebyly k dispozici výkonné vrtné soupravy pro hloubky větší než 300m.

Vzhledem k tomu, že jsem strávil dlouhá léta hloubením mělkých až velmi hlubokých studní na vodu v Libyi a po návratu do ČR v 90-tých letech jsem působil coby distributor zahraničních výplachových a cementačních aditiv pro geologicko-průzkumné organizace v ČR a SR zejména MND Hodonín a Nafta Gbely a.s., nabídl jsem své služby a zkušenosti s vrtáním hlubokých HG vrtů akciové společnosti VZ Praha, která akceptovala moji nabídku a dne 16. března 2006 se mnou uzavřela Smlouva o dílo s datem ukončení a předání technických prací na lokalitě Brusov do 31.8.2007. Dále jsem získal od VZ pověření jednáním s tuzemskými i zahraničními společnostmi ve věci MTZ této akce. Hned druhý den začal kolotoč s technickou, materiálovou a ekonomickou přípravou akce.

V rámci výše uvedeného projektu ISPA – Monitorování a hodnocení hydrosféry... byla společnost VZ Praha pověřena hloubením vrtu VP 8207N na turon o celkové délce 574mtr a vrtu VP 8208N na cenoman o projektované délce 650 resp. 680 mtr v oblasti Držovice (Brusov) u Úštěka. Společnost TOPGEO Brno odvrtaťla vrt 2H213 o hl. 100 m na kvartér na stejné parcele jako vrty na turon a cenoman.

V březnu 2006 hlavní supervizor akce SGS Praha seznámil zástupce Sdružení vrtných firem s klíčovými zadáními projektu:

1. vnitřní průměr filtrové kolony musí být min. 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" (114,3mm) pro průchod karotážní sondy
2. povolený nárůst vertikální odchylky vrtu byl limitován hodnotou 3°/100m
3. vrty budou hloubeny na plnou čelbu přímým výplachem na jílové bazi přes nezájmové intervaly, ve zvodnělém intervalu bude bentonitový proplach nahrazen vodním nebo polymerovým výplachem
4. budou odebírány vzorky vrtné drti z každého odvrtaňného metru pro upřesnění litologického profilu vrtu

k bodu 1) zadaný minimální průměr výstroje byl respektován na obou vrtech a filtr byl průchozí pro karotážní sondy do kalníku

k bodu 2) odchylka vrtu uvedená v zadávací dokumentaci 3° na 100mtr tj. horizontální vzdálenost čelby vrtu od svislice 5,24mtr v hloubce 100mtr je charakteristická spíše pro usměrněné nebo šikmé vrty. Pro zhotovitele vrtů bylo spíše rozhodné to, aby vrt VP 8207N nenavrtal pažnice nebo výstroj vrtu VP8208N, který byl zahájen jako první k bodu 3,4) na tuzemském trhu byly k dispozici kvalitivní výplachová aditiva od holandské fy BDC International bv, kterou jsem v té době zastupoval. Stabilita HG vrtů při vrtání systémem rotary závisí do značné míry na kvalitním výplachu, odběr vrtné drti na ovzorkování litologického profilu při vrtání na plnou čelbu je běžnou praxí.

Čili v projektovém zadání pro tyto vrty jsem neviděl problém. Problém byl v zajištění vhodného typu vrtné soupravy, trubní výstroje vrtu a v zajištění vhodných filtrů pro oba vrty. GTP obou vrtů jsem již měl připraven ve svých představách. Začal jsem tedy prověrkou základních výrobních prostředků potřebných k realizaci vrtů

Ve skladě VZ v Tuchlovicích byl dostatek valivých dlát ruské výroby dia 190,5mm = 7<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" a 295,3mm = 11<sup>5</sup>/<sub>8</sub>" s připojením čep 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub> Reg. Jednalo se o dláta 3-válečková zubová do středně tvrdých hornin, což zhruba odpovídalo pevnosti turonských resp. cenomanských pískovců (Bohužel na skladě nebylo žádné roubíkové dláto TCI typu „kobra“.



Dále jsem prověřoval možnosti výroby pažnic API  $8\frac{5}{8}$ "O.D.-28lbs/ft - s.s.7,72mm t.j. 203,6 ID (technická kolona) u tuzemského výrobce ArcelorMittal (býv.NHKG) v Ostravě Kunčicích s možností dodávky do 3 měsíců a vybavení kolony  $8\frac{5}{8}$ "O.D. centrátry, pažnicovými patami

a vsuvkami se zpětnými ventily, pryžovými cementačními zátkami od fy Weatherford s možností dodávky do 3 – 12 – 14ti týdnů po obdržení objednávky.

Od těchto 3 reálných a podstatných položek se odvíjela projektovaná konstrukce vrtů a GTP na lokalitě Brusov. Později se tato konstrukce vrtů (příl.1 příprava projektu) t.j. ocelová technická kolona zapažená nad zvodnělé kolektory a těsněná cementací a plastový filtrový liner o vnitřním průměru cca 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" (115mm) resp.5" (127mm) stala základem pro návrh konstrukce PHG vrtů na projektu Rebilance zásob podzemní vody.

Mezitím fy Topgeo Brno vedla jednání s Ingeo Žilina,a.s. a zajistila pro svůj projektovaný rozsah prací vrtnou soupravu Wirth B4 (vrchový pohon unášecí tyče) od maďarské fy ROTAQUA.Tato souprava byla určena pro monitorovací vrt 2H278,Valteřice o TD cca 660m. Mé jednání s fy Ingeo Žilina a maďarskou fy Rotaqua ohledně použití jejich soupravy Wirth B4A na vrtech VP 8207N a VP 8208N v Brusově nebylo úspěšné, protože Maďaři nesouhlasili s provedením těchto vrtů podle mé konstrukce vrtu (vrtání 11<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"- 295,3mm, pažení 8<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"O.D.- 219,1mm a cementace tyčemi 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" ) a já jsem na druhé straně nesouhlasil s jejich projekčním návrhem (vrtání dláty 17<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" a 12<sup>1</sup>/<sub>4</sub>" a pažení kolonami 13<sup>3</sup>/<sub>8</sub>" a 9<sup>5</sup>/<sub>8</sub>" ŘK a TK ) a s jejich cenovou nabídkou.

Fy Geo-Ing Jihlava si zajistila pro svůj program na projektu Monitorování hydrosféry americkou pojezdnou vrtnou soupravu rotary typ GEFCO model GF3000CF (George Failing 3000 Counter Flush) původně určená pro vrtání s reverzní cirkulací výplachu a nově přestrojená na technologii vrtání s přímou cirkulací výplachu v majetku maďarské společnosti AQUAPLUS. Tato souprava již v roce 2006 odvrtala na lokalitě Žandov vrt 2H275 na cenoman s konečnou hloubkou 760m



Po shlednutí obou vrtných souprav na pracovištích Valteřice a Žandov jsem se rozhodl jednoznačně pro vrtnou soupravu GEFCO pro vrty na lokalitě Brusov a tomu jsem podřídil své další jednání s fy Aquaplus.



V červenci 2006 obdržel ČHMÚ Praha a VRV Praha stavební povolení na realizaci vrtů 2H213, VP8207N a VP8208N na kvarter – turon a cenoman na parcele č.260/1 v k.ú.Brusov a toto povolení postoupil VZ Praha

Další jednání se zástupcem fy Aquaplus (hydrogeolog pan Roland Varga) o použití jejich vrtné soupravy GF3000CF na vrtech v Brusově podle mé konstrukce vrtů a projektované technologie vrtání, pažení, cementace a výstroje bylo úspěšné. Toto jednání bylo zatím jen ústní bez písemné dohody a oficiálního potvrzení nasazení soupravy Gefco pro vrty VP 8207N a VP 8208N.

Bohužel již ve 3.kvartále 2006 jsem musel objednat přes VZ Praha výrobu pažnic 8<sup>5</sup>/<sub>8</sub>“ v NH OV a dále jsem musel zajistit vybavení pažnicových kolon u fy Weatherford Germany, abychom se nedostali do časové tísně.

Prakticky celou 2. polovinu roku 2006 jsem věnoval projednávání technických, organizačních a ekonomických detailů (telefonicky, většinou však jednáním v terénu) k zajištění účasti maďarské společnosti Aquaplus na tomto projektu v Brusově a projednáváním jejich požadavků na praktický provoz na pracovišti Brusov (zajištění přípravy pracoviště, dodávka elektřiny, vody, paliva, sociální vybavení kempu v místě vrtu, servis jeřábové a automobilové techniky, odvoz TKO a vrtné drti na skládku, odvoz znehodnoceného výplachu na ČOV v LT, atd.)

Dne 18.10.2006 byla provedena rekognoskace terénu na lokalitě Brusov a vyznačena plocha pro umístění vrtů na kvarter – turon a cenoman. Situování vrtů se zúčastnili pracovníci VZ Praha (Jůza-Formánek-Hradil a Nakládal).

Dne 15.12.2006 byla konečně uzavřena Smlouva o dílo mezi VZ Praha a fy AQUAPLUS HU a tentýž den bylo provedeno provozní vytyčení vrtů VP 8208N a VP 8207N na parcele 260/1 k.ú.Brusov za účasti managementu fy AQUA+ ( p.György Zoltán, GM – p.Roland Varga, hydrogeolog – p.Attila Apro, vrtmistr soupravy Gefco) a zástupce VZ Praha ( ing Hradil).

Koncem r. 2006 jsem předal fy Aquaplus veškerou technickou dokumentaci k provedení obou vrtů na lokalitě Brusov a požadavky na dovybavení vrtné soupravy GF 3000CF a GTP pro vrtání, pažení, cementaci technických kolon a program vystrojení cenomanu na vrtu VP 8208N nerezovými štěrbínovými filtry 5<sup>1</sup>/<sub>2</sub>“ Johnson, France a vystrojení turonu na vrtu VP 8207N PVC filtry DN125 od fy Pumpenboesse, Německo a další podklady.

Vrtná souprava GEFCO se na to odstěhovala do Maďarska na repasi a přípravu vrtné kolony pro další vrtání v ČR v r.2007. Byl stanoven předběžný termín nastěhování maďarské vrtné soupravy na lokalitu Brusov cca březen 2007 a zahájení vrtných prací duben - květen 2007.

## **2. Náklady, nabídky, finance**

Bylo dohodnuto smluvně, že AQUA+ odvrtá projektovanou metráž za 200.00 € /1 bm, celkem za 244.800,00 €, t.j. za 6,854.400,-Kč pro oba vrty. Dále bylo dohodnuto, že:

- v ceně odvrtné metráže byla zahrnuta cena za vrtné nástroje, výplachová aditiva zapouštění pažnic a komplexní hydrodynamický výzkum t.j. čištění vrtu airliftem.
- v případě dodávky valivých dlát nebo jiných technických položek ze strany VZ Pha byla cena vrtných prací dle AQUA+ kalkulace ponížena o cenu vrtných nástrojů, případně dalších položek, které dodala a.s.VZ Praha
- dodání zemních strojů před najetím vrtné soupravy GEFCO na lokalitu Brusov zajistily VZ resp.MIOS Děčín a příprava pracoviště byla provedena dle pokynů vrtmistra fy Aqua+
- vzorkování vrtné drtě v průběhu vrtání zajistí AQUA+
- trubní materiál t.j API pažnice a SST Johnson a PVC filtry + vybavení pažnicových a filtrových kolon, včetně manipulačního nářadí zajistí VZ Pha
- cement a cementaci všech osazených pažnic zajistí VZ Pha
- karotáž před technickým pažením a před instalací filtrů zajistila a.s. Aquatest, karotáž po cementaci zajistila rovněž a.s. Aquatest Praha. Obecně – prověření technického stavu vrtu a jeho použitelnosti pro konečného uživatele ČHMÚ zajišťovala a.s.Aquatest Praha
- odvoz vrtných úlomků a znehodnoceného výplachu zajistí VZ Praha

## **3. MTZ – sklady a dílny Tuchlovice**

Ve skladovém a dílenském vybavení u a.s.VZ Praha v Tuchlovicích jsem měl spolehlivé zázemí a oporu. Mohl jsem se spolehnout na výrobu manipulačního nářadí, na výrobu API závitů pro pažnicové „kraťasy“, na úpravu závitů na nerezových trubkách a filtrech, na výrobu nerezových centrátorů, zapouštěčů pro nerezovou a PVC filtrovou kolonu a další provozní položky.

A nyní bych vás rád seznámil podrobněji s technologií vrtání, pažení, cementací, výstroje a ověřování zvodnělých kolektorů atd. a to prostřednictvím textových a obrazových příloh, které jsou rovněž součástí mého příspěvku a jsou uloženy v elektronickém sborníku z této konference. Nejdříve začneme u přípravy pracoviště.

#### 4. Příprava pracoviště

Pro zemní práce byla zajištěna fy MIOS Děčín, která vlastní buldozery, rypadla, jeřáby nákladní auta a jiné prostředky pro terénní úpravy, které byly provedeny v březnu 2007 pod dozorem a vedením vrtmistra p.Apro.

#### 5. Technika a technologie prací

Vrtná souprava: Jak bylo dohodnuto byla nasazena pojízdná rotary vrtná souprava GF 3000, vrtání na plnou čelbu s přímou cirkulací výpachu. Uzavřený cirkulační okruh – bez znečišťování okolí vrtu.

Maďarská souprava GEFCO byla technicky i technologicky vybavena pro realizaci vrtů na Brusově dle mých instrukcí.

Vrtná kolona:

- vrtné tyče 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" – 9,50 # - třída EU – závit 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"IF – NC38 – délka R2
- zátěžky 6<sup>1</sup>/<sub>4</sub>" O.D.,- 2<sup>13</sup>/<sub>16</sub>"I.D. - závit 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"H 90 - délka R2 - 123,6 kg/m, celk. délka 80mtr
- zátěžka 8" O.D. - 2<sup>13</sup>/<sub>16</sub>"I.D. - závit 6<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"Reg - délka R2 - 222,7 kg/m, celk.délka 9,5mtr
- near bit a DC stabilizátor pro vrtný průměr 11<sup>5</sup>/<sub>8</sub>"

Dostatečný přítlak na dláto (WOB) a stabilizátory zátěžkové kolony příznivě ovlivnily odklon vrtu od svislice.

Výplach: V nezájmových intervalech (turon – VP 8208N) byl použit výplach na jílové bazi (Swelltonite) pro zajištění stability stěn vrtu.

Valivá dláta: Pro odvrtání turonu na vrtu VP 8208N byla použita skladem dostupná ruská valivá dláta zubová do měkčích až středně tvrdých hornin dia 11<sup>5</sup>/<sub>8</sub>" (295,3 s různou životností).

Pro vysoký stupeň opotřebení ve tvrdých a abrazivních pískovcích turonu se musely zuby valivých dlát 11<sup>5</sup>/<sub>8</sub>" navařovat tvrdokovem Böhrler Thyssen welding - TC tube rod UTP A - 7560 (viz následující obrázek).

TCI dláta dia 11<sup>5</sup>/<sub>8</sub>" jsme z cenových důvodů nepoužili. Pod patou kolony 8<sup>5</sup>/<sub>8</sub>" v cenomanských pískovcích jsme vrtali roubíkovým valivým dlátem TCI 7<sup>7</sup>/<sub>8</sub>" (200) typu „kobra“ až do konečné hloubky 670mtr, t.j. celkem 90mtr.

Na vrtu VP8207N pod patou pažnicové kolony 8<sup>5</sup>/<sub>8</sub>" v turonských pískovcích jsme museli použít rovněž stejné valivé dláto TCI 7<sup>7</sup>/<sub>8</sub>" (200). Rychlost vrtání dosahovala až 8-9 m/hod., dláto nejevilo zjevné známky opotřebení.

Interval pata kolony 8<sup>5</sup>/<sub>8</sub>" (hl.335mtr) až konečná hloubka (575mtr) t.zn. 240mtr jsme odvrtali jedním dlátem „kobra“.Celkem jsme na obou vrtech odvrtali TCI dlátem dia 7<sup>7</sup>/<sub>8</sub>" „kobra“

330mtr převážně v pískovcích a siltovcích bez známek výrazného opotřebení roubíků (30%), rovněž ložiska „šarošek“ byly v dobrém stavu.



**Karotáž**

Karotážní měření zejména IM (inklino), KM (kavernometrie) před pažením TK a filtru, hustotní (GGK) a akustická (CBL) karotáž v průběhu vrtání a po skončení vrtu podávaly jasné informace o průběhu a kvalitě prací vrtných prací.

## **6. Pažení a cementace**

Této technologii prací byla věnována mimořádná pozornost, protože na vodotěsném oddělení zvodnělého intervalu od nadloží závisí úspěch každého HG vrtu nebo studny.

K propažení vrtu o průměru 11<sup>5</sup>/<sub>8</sub>“ (295,3) byly použity pažnice 8<sup>5</sup>/<sub>8</sub>“ dle API Spec. 5CT - API Std.5B - 28 lbs/ft - s.s.7,72mm - jakost H40 - závit STC – range 2 (délka 7,62 – 10,36mtr)

K cementaci byl použit struskoportlandský cement tř.CEMII/B-S 32,5, výrobce a.s.LAFARGE Cement, Čížkovice.

K míchání a vlastnímu provedení cementace byla sjednána již v r.2006 společnost Karotáž a cementace Hodonín, se kterou jsem měl z dřívějších akcí velmi dobré zkušenosti. Byl



použit americký cementační agregát Byron Jackson pro míchání a zatlačení cementové směsi do mezikruží, který odebíral volně ložený cement z cementových sil.

Co se týká technologie cementačních prací byla zvolena na vrtu

- VP 8208N: technologie cementace tyčemi metodou SCOTTa, vzhledem k tomu, že se jednalo o poměrně značný objem cementové směsi (cca 26cum), která musela být zatlačena do mezikruží co nejdříve. Navíc jsem byl upozorněn výrobcem, že cement se plní přímo ze sil do velkokapacitních cisteren a bývá ještě teplý z výroby a to byl jeden z hlavních důvodů (čas !!! – začátek doby tuhnutí 211 min. ) použití této technologie
- VP 8207M: byla použita technologie 2 – zátkové cementace metodou PERKINSe. Z důvodu bezpečného zacementování pažnicové kolony 8<sup>5/8</sup>“ byla použita cementační pata se 2 zpětnými ventily.

### **Výstroj vrtů filtry**

Na vrtu VP 8208N (cenoman) byly použity šterbinové nerezové filtry Johnson 5<sup>1/2</sup>“ O.D., otevíření 1mm. Na vrtu VP 8207N byly použity PVC filtry DN125 od fy Pumpenboesse.

Oba filtry byly zapaženy „na ztraceno“ jako liner bez obsypu. Na obou vrtech byla provedena destrukce polymerového výplachu chlornanem sodným a čištění filtrových sekcí čistou technickou vodou. Na závěr byla provedena aktivace perforovaných intervalů filtrů rasantním airliftem shora- dolů, z kalníku byly odebrány sedimentované mechanické části až do obsahu pevných částic 50 g/cum, což je limit pro čerpání ponorkami Grundfos.

**9. Zakončení prací** Vrty byly po skončení všech technických prací zakončeny krátkou pažnicí 8<sup>5/8</sup>“ vytaženou do výšky cca 1,5m nad terén. Termín ukončení prací do 31.08.2007 byl splněn. Dne 18.09.2007 bylo pracoviště Brusov předáno a.s.VZ Praha zplánované a prosté všech překážek, ústí krátkých pažnic bylo překryto ocelovými deskami a zavařeno proti event.vhození cizích předmětů do vrtu.

V Praze 20.03.2016

Ing. Zdeněk Hradil

P.S.

U příležitosti realizace projektu Monitorování hydrosféry v ČR byla vydána příručka Vrtání ponornými kladivami od A do Z , t.j.praktický průvodce technikou a technologií vrtání ponornými kladivami a kritéria pro výběr optimálních typů vrtacích korunek (presentovat obal příručky a jednotlivé kapitoly obsahu)

Příručka DTH od A do ZET

500,-Kč/1 kus

## Ověřování více-kolektorových zvodnělých systémů na projektu „Rebilance zásob podzemních vod v ČR“

Ing Zdeněk Hradil, CSc.

Geoprosper Praha

[geoprosper@volny.cz](mailto:geoprosper@volny.cz)

Jedná se o nepříliš úspěšné a netechnické vrtné technologie, které jsou typické zejména pro (hydro)geologický průzkum v 60-tých až 70-tých letech minulého století. Ve většině případů se tyto práce realizovaly shora – dolů, takže i poměrně mělké HG vrty začínaly průměry 20“-22“ (508 – 559mm) i většími.

Tyto technologie byly aplikovány např. na nedávno ukončeném projektu Rebilance zásob podzemních vod v ČR, oblast 3 podle zadání ČGS z listopadu 2012.

Pro účely projektu Rebilance zásob podzemních vod byly navrženy průzkumné geologické (PG) vrty jádrové – ty se mají po dokončení a karotáži likvidovat a průzkumné hydrogeologické (PHG) vrty, které byly vystrojeny a po dobu trvání projektu sloužily pro monitoring hladiny podzemní vody – PD, str.7

Podle projektové dokumentace (PD) ČGS se na projektu Rebilance zásob podzemních vod, oblast 3 se předpokládá odvrtání 20ti PG vrtů o celkové metráži 4.915mtr a 24ks PHG vrtů o celkové metráži 4.575mtr o projektovaných hloubkách 50 – 442 mtr.

Na základě této PD ČGS byla zpracována geologická a technická část s označením GTP průzkumného PHG vrtu (autor RNDr Vratislav Nakládal a ing Václav Tenenko). V jednom ze základních požadavků PD je uvedeno, že:

**„Ve všech typech průzkumných PHG vrtů bude otevřena pouze jedna zvodeň. Všechny ostatní budou uzavřeny izolací“ – PD, str.19**

To znamená, že techniku a technologii vrtání, konstrukci vrtů nad zvodnělými kolektory a konstrukci vstroje PHG vrtů plastovými filtry pro účely finančního ocenění navrhoval v technické části projektu ing Václav Tenenko. Kredem tohoto GTP byla maximální úspora provozních nákladů zejména technického pažení s ohledem na plánovanou krátkodobou životnost těchto vrtů. Realizační projekty jednotlivých účastníků „vrtného konzorcia“ tuto situaci nemohly změnit, protože finanční objemy technických prací byly schváleny dříve.

V příloze tohoto e-mailu je uvedeno mé Posouzení technické realizace PHG vrtů v oblasti 3.

Poněvadž již bylo vše řečeno a popsáno v příložených dokumentech omezím se jen na konstatování těchto zásadních bodů:

1. Vrtání PHG vrtů ponornými kladivý s tlakovým vzduchem nemá na projektu Rebilance zásob podzemní vody, oblast 3 svoje místo. Havarie na vrtu 4620-T Křešice resp. Ludvíkovice a další problémy s TLC (úplné ztráty výplachu, kavernování a porušení stability stěn vrtu, neprůchodnost vrtných stvolů pro výstroj ) jsou toho příkladem.

Stabilitu vrtu a problémy se ztrátami cirkulace lze řešit pouze kapalinovým výplachem s potřebnými aditivami (Modisorb 200, Sand Seal apod). Tomu napomáhá hydrostatický tlak

kapalinového výplachu více než  $\frac{1}{2}$  nebo jen  $\frac{1}{3}$  pracovního tlaku vzduchu v mezikruží při ztrátách cirkulace. Ponorná kladiva mají uplatnění v ryolitech, porfyrech, dolomitech, vápencích, nefelinických čedičích, což není případ PHG vrtů v centrální části České křídly.

2. Psamitické a pelitické sedimenty České křídly mají pevnost v tlaku max. 100 MPa a to se dá překonat roubíkovými dláty TCI (Tungsten Carbide Insert Bit) typu „kobra“ nebo dláty PDC (Polycrystalline Diamond Compact). S dláty TCI dia  $7\frac{7}{8}$ “(200) jsme vrtali v křídových pískovcích České křídly v oblasti Brusova u LT jako z praku s rychlostí 8-10m/hod. Dosažená životnost dláta byla cca 310mtr, opotřebenění roubíků cca 30%, dláto bylo dále použitelné.
3. Krátké řídicí kolony (ŘK) dia  $9\frac{5}{8}$ “O.D., cca 228,7 I.D.) neúčelně pažené a cementované do hl.cca 10m příp.hlouběji a jejich vnitřní průměr omezil další vrtný průměr na  $8\frac{1}{2}$ “ max  $8\frac{3}{4}$ “ (215,9 max.222,7). Tento průměr ŘK prakticky přinutil dodavatele pažit plastovou výstroj s filtrem do „holé“ díry a v této pozici musela být perforace filtru obsypána funkčním nebo stabilizačním kačírkem 2/4 nebo 4/8mm a nad obsypem bylo provedeno zatěsnění mezikruží cementovou směsí atd. Dovedete si představit praktickou realizaci těchto postupů a následnou kontrolu těsnění a kačírkování 3 – 4 kolektorů nad sebou. Karotáž byla ověřena netěsnost cementace a propojení odlišných zvodnělých kolektorů u cca 17-ti % PHG vrtů. Prakticky se jednalo o zmetkové díry a musela být provedena jejich likvidace. O finanční ztrátě se raději nezmiňuji.
4. v příložené tabulce je uvedena konstrukce 12-ti PHG vrtů dle GTP od ing Tenenka a můj návrh na těsnění vrtů ocelovými pažnicemi s cementací a výstroj vrtů PVC linery „naztraceno“ (bez obsypu)., které jsme použili na projektu ISPA v r.2007 .
5. na projektu Rebilance ....., oblast 3 byly k odvrtání PHG vrtů použity pojízdné soupravy Wirth ECO-1, G-25, SA20T s maximální tahovou silou kladkostroje 15 -18 tun a max.nosností věže 20 tun. Toto je zásadní nedostatek celého projektu i při vědomí tohoto handicapu se šlo do výběrového řízení bez „uzardění“

**Na základě zadání ČGS je nezbytné, aby průzkumné vrty byly provedeny na vysoké odborné úrovni s ohledem na dostupné a nové technologické postupy.**

Na akci Rebilance zásob podzemní vody se více havarovalo než vrtalo. Havarie jádrových PG vrtů byly na denním pořádku. Předčasně ukončené vrty, převytyčování projektovaných PHG vrtů z titulu nereálného provedení, nepoužitelné vrty apod byly typickým jevem na tomto projektu. Vysoká odborná a technická úroveň s ohledem na dostupné a nové technologické postupy zde nenašla uplatnění.

Ing Hradil, V Praze 23.03.2016

P.S.: Přesto bych si dovilil promítnout vám na závěr krátkou presentaci vrtných souprav na Sibiři.

## Projekt „Rebilance zásob podzemních vod v ČR“

### Posouzení technické realizace průzkumných hydrogeologických vrtů v oblasti 3 a připomínky k revizi realizačních – „prováděcích technických projektů PHG vrtů“

Na základě zadání ČGS je nezbytné, aby průzkumné vrty byly provedeny na vysoké odborné úrovni s ohledem na dostupné a nové technologické postupy. V tomto posouzení jsou shrnuty poznatky z technické realizace podobného projektu **Monitorování a hodnocení hydrosféry v ČR v souladu se směrnicemi ES o životním prostředí ISPA/FS 2000/CZ/16/P/PE003** z r.2006-2007 a mé dlouholeté osobní zkušenosti s projekcí a realizací HG vrtů v ČR i v zahraničí v letech 1965-2009.

Průzkumné hydrogeologické vrty (PHG) v oblasti 3 (celkem 24 svislých vrtů) budou realizovány na základě Projektové dokumentace ČGS z 11/2012 a „Geologické a typové Technické části Projektu – GTP“ jednotlivých průzkumných vrtů zpracované na základě této projektové dokumentace.

Určený zhotovitel průzkumných vrtných prací (VZ a Sdružení vrtných firem) předloží vlastní **Prováděcí Technicko-Technologické Projekty (PTP)** odpovídající strojnímu a technologickému vybavení zhotovitele. Technický dozor před zahájením prací zkontroluje a posoudí vhodnost zvoleného postupu vrtání a výstroje průzkumných HG vrtů pro dosažení cílů uvedených v geologické a technické části projektu průzkumného vrtu a projektové dokumentaci zadavatele.

#### Připomínky k technické realizaci hydrogeologických prací v oblasti 3:

#### **I. Technologie vrtání a konstrukce PHG vrtů**

1. Technická část projektu předpokládá vrtání na plnou čelbu valivými dláty (D3V) s přímým výplachem s intervalovým odběrem vrtné drti (*nutno odsouhlasit s technickým dozorem a GS*). Minimální vrtný průměr v konečné hloubce se očekává 8<sup>1/2</sup>“- 216mm, doporučuji použít dláto 8<sup>3/4</sup>“ (222mm) k odstranění cementového kamene z paty pažnic 9<sup>5/8</sup>“. Při vrtání D3V doporučuji používat vrtné tyče pokud možno 3<sup>1/2</sup>“- s ohledem na potřebná množství výplachu 870 – 1813 – 2932 l/min (pro D3V 8<sup>1/2</sup>“-12<sup>1/4</sup>“-17<sup>1/2</sup>“) a poměrně vysoké vzestupné rychlosti výplachu 29-26-20 m/min k zajištění výnosu vrtné drti na povrch. Doporučuji zařadit do vrtné kolony nad zátěžky zpětný ventil do tyčí. Přesto před přidáním vrtné tyče doporučuji vrt proplachovat po dobu min.30-40 minut na maximální výkon výplachového čerpadla.
2. při vrtání ponornými kladivy (DTH) doporučuji používat také vrtné trubky min.dia 3<sup>1/2</sup>“z důvodu co nejmenšího mezikruží k zajištění dostatečné vzestupné rychlosti vzduchového výplachu. Rovněž u této kolony doporučuji zařadit zpětný ventil nad kladivo. Doporučuji používat zdvojené vysokotlaké kompresory AC s min.prac.tlakem 2,5-3MPa případně booster kompresor ke zvýšení provozního tlaku. Je zapotřebí, aby kompresory měly stejný pracovní tlak jinak se bude pracovní tlak na kladivu rovnat výstupnímu tlaku méně výkonného kompresoru, výtlačná množství paralelních kompresorů se sčítají. Ke zvýšení výnosové schopnosti vzduchového proplachu doporučuji přistříkavat pěnu a polymer do proudu tlakového vzduchu.

Zde bych chtěl upozornit na to, že je poměrně snadné přejít z rotarového vrtání s polymerovým vyplachem na vrtání DTH. Je však technicky i časově velmi náročné přejít z vrtání ponornými kladivy na vrtání valivými dláty s výplachem (ve vrtu zůstávají otevřené pukliny, úplné ztráty cirkulace - TLC, závaly vrtu...)

Doporučuji si prostudovat praktickou příručku Vrtání ponornými kladivy od A – Z která vyšla u příležitosti realizace projektu ISPA v r. 2006 (viz příl. 1). Kontakt na autora příručky: [geoprosper@volny.cz](mailto:geoprosper@volny.cz)

3. u vrtu 4620-4T, Křešice se očekává v hl.intervalu cca 165 mtr navrtání tlakové vody s  $Q=70 \text{ l.s}^{-1}$  a manometrickou výškou 40 mtr nad terén. K potlačení těchto projevů se předpokládá použití zatěžkaného výplachu  $1,27 \text{ kg/l}$  (zatěžkání výplachu na celkový objem vrtu na tuto měrnou hmotu bude prakticky velmi obtížně realizovatelné.) Po ověření hydrodynamických parametrů tohoto horizontu (*Open Hole Test*) doporučuji:
  - interval vztakových vod v hl.165m definitivně odizolovat technickou kolonou se zapažnicovou cementací anebo provizorně zainjektovat cementovou směsí (s dočasným efektem neboť vztaková voda se projeví při dalším vrtání nebo airliftování dříve nebo později)
  - v technické koloně vyměnit zatěžkaný výplach za lehký výplach na bazi polymerů ( $1,02-1,05 \text{ kg/l}$ ) a pokračovat ve vrtání dalších zvodnělých obzorů. Se zatěžkaným výplachem nedoporučuji pokračovat do pískovců spodního a středního turonu neboť je reálné nebezpečí zakolmatování zvodnělých kolektorů Kt1+ Kt2, B+C.
  - vrtání čistou vodou nedoporučuji v žádném případě s ohledem na pravděpodobné ztráty vodního výplachu v intervalu pískovců, bobtnání pelitických hornin ve vrtu provázené příchvaty náradí, kavernováním a ztrátou stability stěn vrtu.
4. k dodržení svislosti vrtu nutno použít kolonu zátěžík, které musí zajistit min.přítlak na dláto 1-1,5 tuny na 1" průměru dláta.V koloně zátěžík musí být zařazen nad dláto stabilizátor (Near Bit Stabilizer - NBS) a min.2 kolonové stabilizátory (Drill Collar Stabilizer - DCS).
  - přítlak na dláto vyvozovaný pouze přes tyče od vrtného vřetena nebo podávacího zařízení ve věži může způsobit nekontrolovatelné křivení vrtu. Odchylna vrtu uvedená v zadávací dokumentaci  $3^\circ$  na 100m tj. 5,24 m = horizontální odchylna počvy vrtu od svislice je charakteristická spíše pro usměrněné nebo šikmé vrtu.
  - se stabilizovanou zátěžkovou kolonou na sanačním vrtu Hy-307, Mikulčice u Hodonína v r.2009 byl pod mojí supervizí dosažen generelní úklon vrtu  $0,73^\circ$  a horizontální odchylna čelby vrtu (vzdálenost od vertikály) v hl.190m činila 2,41m. Podobně na vrtu VP 8208N v Brusově u Úštěka (projekt ISPA) v r.2007 byla v hloubce 575m (spodní turon) zjištěna čelbová odchylna 2,50m, generelní úklon vrtu v této hloubce činil cca  $15'$ . Na vrtu Hoon-Waddan v Libyi v r.1986 byl změřen v konečné hloubce 1.510m generelní úklon studny cca  $1^\circ 40'$
  - z těchto údajů je patrný kladný vliv (stabilizované) kolony zátěžík na svislost vrtu.
5. Projektovaná konstrukce vrtu u většiny PHG vrtů nebere zřetel na hloubkové úrovni hladin podzemních vod. Pažení a cementace krátkých ŘK/ÚK  $9^5/8$ " (do 10m) a další vrtání dia  $8^{1/2}$ " (216) prakticky znemožňuje instalaci horního teleskopu TĚK (DN175) pro zapuštění ponorného čerpadla pod statickou hladinu v hloubkách 17-20-35-50-60-70-85m p.t. a provedení ČZ s  $Q=5 \text{ l.s}^{-1}$  Doporučuji, aby ŘK / ÚK respektive TK

se zapažnicovou cementací byly zapaženy minimálně 30-50mtr případně hlouběji pod úroveň statické (ustálené) hladiny vody sledovaného zvodnělého kolektoru

## **II. Technologie cementace mezikruží řídicích, úvodních nebo technických kolon**

Tato kapitola je jednou z nejdůležitějších pracovních operací v rámci celého projektu. Jedná se spolehlivou izolaci nadložních štěrkových a pelitických hornin kvarteru, svrchního turonu od zvodnělých kolektorů středního, spodního turonu a cenomanu. Vzhledem k požadavkům ČGS na provedení průzkumných vrtů na vysoké odborné úrovni je nutno zapomenout na dosavadní neprofesionální praktiky zejména co se týká techniky přípravy cementové směsi a izolace zapažnicového prostoru výplachovými čerpadly, či jiným nevhodným zařízením.

- pro cementace shora uvedených kolon musí být sjednány renomované cementační společnosti KaC nebo MND Hodonín, Uranový průmysl Liberec a pod. Zastaralé a nespolehlivé cementační agregáty CA 320M nesmí být použity, poněvadž není záruka že cementace budou dokončeny ve 100% kvalitě, respektive není záruka, že budou vůbec dokončeny.
- k cementaci ŘK, ÚK a TK doporučuji použít cement API tř.G nebo cement podobných fyzikálních vlastností. K přípravě cementační směsi bude použita čistá technická voda s vodocementovým faktorem 1:0,5. Cementová směs o měrné hmotě 1,80 – 1,90 kg/ltr bude připravena cementačním agregátem a udržována v pohybu vrtulovými míchadly (ruční příprava cement.směsi je nepřipustná). Začátek doby tuhnutí cementové směsi je cca 3,5 hod max 4 hod., konec tuhnutí za cca 55'
- před zahájením cementace musí zhotovitel předložit cementační program s uvedením techniky a technologie provedení cementace, ve kterém budou respektovány výsledky karotážního měření – kavernometrie (KM).V průběhu cementace budou odebrány 3 vzorky cementové směsi pro kontrolu tvrdosti cementového kamene. Po ukončení cementace bude předložen cementační protokol s výsledky cementace (provozní tlak, konečný tlak, hladina kapaliny v pažnicích po odpuštění tlaku) a záměr hladiny cca 6 hod po ukončení cementace. Tento záměr hladiny potvrdí těsnost/netěsnost cementace.

Na základě osobních zkušeností z realizace úspěšných cementací kolon 8<sup>5</sup>/<sub>8</sub>“ve vrtech VP 8207N a 8208N na projektu ISPA v r.2007 doporučuji na projektu Rebilance zásob podzemních vod oblast 3 realizovat izolace řídicích, úvodních a technických kolon (ŘK, ÚK, TK) metodou **jedno-dvouzátkových cementací dle PERKINSe. Cementace tyčemi metodou SCOTTa** nebudou aplikovány, protože vzhledem k délce vrtů nebude k dispozici dostatečná délka a hmota vrtných trubek pro utěsnění „stingeru“ v patě pažnic:

- ŘK, ÚK a technické kolony musí být cementovány zásadně ve visu
- doporučuji, aby paty úvodních pažnicových kolon na vrtech 4620-4T, Křešice xxx 4640-1C, Zdislava xxx 4710-22,Ralsko xxx 4710-24, Bělá pod Bezdězem byly opatřeny cementačními patami se zpětným ventilem (**Cement Nose Float Shoe-model 303, příl.2., str.6,7,10**) a nárazovou deskou se zpětným ventilem (**Float Collar-model 402, příl.2, str.14**) umístěnou cca 7-10m nad pažnicovou patou.
- do pažnicové kolony se vloží standardní spodní zátky s membránou (**Standard Bottom Plug, příl.3, str.2,3,4**), nad tuto zátku se do pažnic začerpá vypočtené množství cementové směsi. Do kolony se vloží standardní horní zátky (**Standard Top Plug, příl.3, str.2,3,4**) a přes pažnicovou / cementační hlavu se začerpá do pažnic výplach.

- jakmile spodní zátka s membránou „přistane“ na nárazové desce, zvýší se tlak na cementačním agregátu, membrána spodní zátky se při tlaku 2,76 kPa protrhne a do pažnic začne proudit cementační směs pod tlakem horní zátky. V okamžiku, kdy horní zátka dosedne na spodní zátku resp. nárazovou desku vzroste náhle cementační tlak na maximum a cementace bude ukončena
- odpustí se přebytečný tlak na cementační hlavici a pozoruje se pohyb hladiny dotlačné kapaliny v pažnicích. Hladina bude stabilní neboť zpětné ventily v pažnicové patě a nárazové desce zabrání zpětnému toku cement. směsi do pažnic
- při tomto technologickém postupu dojde ke 100% vyplnění poslední pažnice a mezikruží pažnic cementační směsí a ke 100% zajištění těsnosti paty kolony. Po odpuštění tlaku na ústí kolony po ukončení cementace se zamezí kontrakci (smrštění) kolony a tvorbě kanálek v cementační směsi v průběhu cementačního klidu WOC (*Wait On Cement*). Dojde k perfektnímu kontaktu stěna vrtu – cementový kámen – plášť pažnice, což prokáže pozdější karotážní metodika CBL (*Cement Bond Log*)
- podobně by mohly být vybaveny kratší ŘK/ÚK na ostatních vrtech s tím rozdílem, že do pažnicových kolon budou vestavěny pouze nárazové desky se zpětnými ventily (cca 5 nebo 6 nebo 9 mtr nad patou kolon )

### **III. Příprava vrtu pro před pažením technických kolon**

Po dovtání vrtu do projekt.hĺoubky pažení bude provedeno znovu prošablonování vrtu (*Wiper Trip*) stejným vrtným průměrem D3V a bude objednána kavernometrie (KM) pro určení tvaru stěn vrtu, míst pro umístění centrátorů., určení přesného objemu vrtu atd. Jestliže mezi šablonováním vrtu a ukončením karotážního měření KM uplyne déle než 1 hod, musí se šablonování vrtu opakovat znovu. Pažení musí být zahájeno ihned po skončení KM.

### **IV. Pažení v neaktivní části vrtu, materiál pažnic, závit, centrátory**

1. k oddělení kvarteru a nadložních nezájmových intervalů svrchní křídly se v původní technické části projektů předpokládá použití závitovaných pažnic 9<sup>5</sup>/8“ typu V pro ŘK a ÚK izolované cementací v celé délce až na povrch.
2. vzhledem k výše uvedené technice a technologii izolace mezikruží pažnicových kolon jedno-dvouzátkovou cementací metodou PERKINSe doporučuji použít pažnice stejného rozměru nebo větší, ale podle normy API: 95/8“O.D. s krátkým závitkem STC, 228,7 I.D., síla stěny 7,92, nominální hmota 32,30 lb/ft (46,22kg/m), materiál H40. Pažnice jsou opatřeny nátrubky, které umožňují snadnou a bezpečnou manipulaci při vtahování do věže a zapouštění pažnicové kolony do vrtu pomocí elevátorů.
3. závit API STC korespondují se závit na profesionálních cementačních patách a nárazových deskách a jsou kompatibilní se závit základních přírub, tlakových a cementačních hlavíc a se závit přírub mechanických preventrů i rotačních preventrů Shaffer
4. pažnice API se vyrábí v ČR v hutích ArcelorMittal Ostrava a.s. (býv.NHKG) v manipulačních délkách 4,88-7,62m (range 1), 7,62-10,36m (range 2), 10,36-14,63m (range 3). Pažnice jsou opatřeny certifikátem API a doklady o mechanických a fyzikálních vlastnostech výrobku.

5. pažnice se před zapuštěním do vrtu změří a pořídí se seznam pažnic (*Casing Tally Sheet*) v pořadí jak budou zapuštěny do vrtu.
6. před sešroubováním pažnicových spojů na pracovní plošině doporučuji čepové a matkové závity očistit drátěným kartáčem, ředidlem a vysušit suchým hadrem. Na prvních 10ti závitových spojích doporučuji aplikovat těsnící kompozici na bazi Epoxy např. Bakerlok nebo pod., aby se zamezilo vyšroubování pažnicové paty a dalších spojů (spoje nesvařovat, jedná se o materiál s nezaručitelnou svařitelností)
7. v průběhu pažení musí být ÚK/TK být opatřena **pružinovými centrátory, serie S** a to: 1.centrátor na první pažnici u paty a každých 12 – 18 metrů nad patu podle KM přes mufku nebo stop kroužek), *příl.4-str.2,9,13*.
8. u pažnicových kolon nad 30m se bude kolona pravidelně doplňovat výplachem k eliminaci „plovoucího efektu“
9. po zapažení ŘK/ÚK(TK musí být mezikruží řádně procirkulováno výplachem s 2násobným objemem vrtu.

## **V. Výstroj vrtu těžební kolonou s filtry, kačirkování, development (aktivace) vrtu**

1. podle zadání projektové dokumentace ČGS a GTP se preferuje v aktivní části vrtu plastová výstroj s příčně řezanou perforací šířky 1mm (*šířku štěrbiny musí potvrdit síťová analýza*). Definitivní výstroj PHG vrtů bude spojována nesvařovaným rozebíratelným spojem (tzn.závit čep x matka)
2. materiál definitivní výstroje (*a rovněž vybavení TěK*) musí odpovídat požadavku na hygienickou nezávadnost při permanentním styku s pitnou vodou podle zák.258/2000Sb a vyhl.MZ č.409/2005Sb
3. minimální vnitřní průměr výstroje PHG vrtů do 100 m je 115 mm **xxx** PHG vrtů hlubší než 100 m a vrtů s předpokládanou hladinou vody > 60 metrů p.t. budou vystrojeny TěK s vnitřní průměrem min.125 mm nebo větším. Tomu odpovídají v ČR dostupné pažnice a filtry PVC-U fy Pumpenboesse & SBF-Hagusta s trapezovým závitem:
  - do 100 m: filtry a pažnice DN 125 dle DIN 4925
    - KV DN125 : 140 O.D. – s.s. 8 – 124 I.D.– nátrubek/hrdlo (N/H)152 nebo
    - KVV DN125 : 140 O.D. – s.s.10,4 – 119,2 I.D. – N/H 157
  - nad 100 m: KVV filtry a pažnice silnostěnné
    - DN150 : 165 O.D. – s.s.12 – 141 I.D. – N/H 185 a
    - DN175 : 195 O.D. – s.s.12,8 – 169,4 I.D. – N/H 214 (pro osazení ponorky)
  - **pro tento průměr výstroje se v aktivní části vrtu podle technického projektu bude vrtat pod patou ŘK / ÚK / TK valivým dlátem D3V 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>“ - 216mm !!!**
4. technická část projektu předpokládá, že PVC TěK bude při zapouštění do PHG vrtů opatřena plastovými centrátory v rozteči 4mtr. Jedná se o celkovou metráž TěK v délce 4.575mtr, z čehož pouze 870m představují perforované intervaly filtrů, zbytek tj.3.705mtr jsou plné PVC trubky.
  - při pažení cca 200 metrového PVC lineru DN125 na vrtu 2H275 Žandov (projekt ISPA r.2007) došlo k deformaci PVC výstroje centrované ve vrtu plastovými centrátory. Je reálné nebezpečí, že plastové centrátory na projektu Rebilance ... použité v průběhu pažení dlouhých TěK přes abrazivní pískovcové intervaly event. v „ne-svislých“ vrtech budou zcela zničeny. Umístění plastových centrátorů na těžební koloně po 4 metrech může vážně ohrozit zapažení lehké PVC kolony do konečné hloubky



- vzhledem k pravděpodobnému křivení vrtů v rámci povolených tolerancí tj. 3° na 100mtr a max.1,5°na 10mtr (náhlý ohyb v jakémkoli místě vrtu) jednoznačně doporučuji na projektu Rebilance oblast 3 centrovat TěK PVC kolonu klasickými nerezovými centrátory žebrové / pružinové konstrukce.
  - tyto solidní a otěruvzdorné centrátory je nutno instalovat přes nátrubky/hrdla, kde dochází k největšímu namáhání kolony ve vzpěru, nikoli v těle trubky. Podobné centrátory byly použity s úspěchem při pažení plastových filtrů KVV DN125 na vrtu VP8207N (projekt ISPA), *viz fotodokumentace (příl.8)*
5. geologická i technická část projektu PHG vrtů stanoví obsyp TěK kačírkem o zrnitosti 2/4 příp. 4/8mm, přesto podle mých zkušeností nebude tento kačírkový obsyp všude nutný. Některé pískovce jsou natolik pevné, že obsyp nebude zapotřebí (viz monitorovací vrtu 8207N a 8208N Brusov u Úštěka, tam byly použity PVC filtry KVV DN125 (Pumpenboesse) a SST filtry 5<sup>1/2</sup>“O.D. (Johnson) o šířce štěrbin 1 mm
- nicméně pro řádný obsyp filtrů kačírkem musí být průměr vrtu minimálně o 3“až 5“ (76 -125) větší než je průměr filtru tedy v našem případě vrt dia 216 – 265 u TěK DN125 resp.vrt dia 241–290 u TěK DN150 tak, aby filtr plnil 100% svoji drenážní funkci. Technická část projektu toto pravidlo nerespektuje.
  - perforovaný filtr musí být umístěn proti zvodnělému obzoru podle výsledku karotáže (SP,RS,short and long normal, 16“ and 64“, lateral, GK, F.D.C., Caliper).
  - průměrná délka filtrů na 1 vrtu je pouze 36 mtr !!! , délka výstroje tj. plné pažnice s filtry v aktivní části vrtu je průměrně 98 mtr na 1 vrtu
  - pro rozhodnutí zda zvodnělý interval vystrojít filtrem s obsypem nebo bez obsypu platí základní pravidlo: jestliže alespoň 40% pískových částic hodnocených podle granulometrické analýzy má rozměr větší než 0,75mm, pak není nutný kačírkový obsyp filtru. Postačí development airliftem k vytvoření přirozeného obsypu filtru.
  - konstrukce filtru a rozměr štěrbin je limitující faktor pro úspěšnou a dostatečně výkonnou studnu. V každém případě bude nutno obsypávat těžební kolonu s filtry v závěsu kolony s uzavřeným kalníkem.
6. geologická a technická část projektu jednotlivých PHG vrtů předpokládá u cca 1/3 PHG vrtů vytažení (teleskopické) plastové výstroje až na povrch a v této pozici bude TěK obsypána kačírkem.Obávám se, že v projektované konstrukci vrtů se gravitační kačírkový obsyp nepodaří umístit stejnoměrně kolem perforovaných filtrů z následujících důvodů:
- nátrubky/hrdla u TěK DN175 (214) a u TěK DN150 (185) situované ve vrtu dia 216 a četnost plastových centrátorů budou velkou překážkou pro pravidelné a úplné vyplnění mezikruží kačírkem a izolaci TěK cementovou směsí nad kačírkem
  - **u PHG vrtu 4710-24**, Bělá p.Bezdězem o hl.294 m se předpokládá sledování zvodnělých cenomanských kolektorů v intervalu 250 – 290 mtr (perforace 40mtr), izolace intervalu 294-290 mtr a 250-0 mtr cementací. Vytažení PVC výstroje na povrch se dle GTP nepožaduje. Pažení PVC výstroje na povrch a její cementace významně prodraží / prodlouží celé dílo Kolona 95/8“ do 180 mtr nemá smysl, nutno ji pažit do 250 m ± a PVC výstroj pažit jako liner se zavěšením filtru v patě TK na kroužek a v této pozici je možno filtr kačírkovat pokud to bude nutné.
  - cementace mezikruží TěK nad kačírkem je velmi problematická, protože karotážní metodikou t.zn. hustotní GGK a akustickou CBL nelze jednoznačně potvrdit přítomnost cementu v mezikruží a vazbu cementového kamene na PVC výstroj.

- vnitřní průměr PVC výstroje pod terénem musí odpovídat rozměrům ponorného čerpadla s výkonem min. 5 ltr/sec v intervalu statické až dynamické hladiny vody ve vrtu + rezerva pro zapuštění čerpadla (*pump house*)
  - ve vrtu se bude nacházet „hustý“ (předpokládám polymerový výplach o viskozitě min. 40-45 sec dle MF ( výplach na jílové bazi je nepřijatelný) a tento výplach znemožní „naplavení“ těžební kolony /filtrů rovnoměrně kolem filtru. Bude nutné „přísávání“ (utažení) kačírku airliftem s ejektorem umístěným v kalníku.
  - airlift však sám o sobě nezajistí hydraulickou komunikaci mezi výstrojí a mezikružím, naopak při pokračování v gravitačním zásypu filtračního písku do viskozního prostředí (s airliftem) může dojít k nekontrolovatelnému namůstkování kačírku a postupně k (nevratnému) zablokování mezikruží koagulovaným (polymerovým) výplachem.
7. k částečnému nebo úplnému rozložení polymerů slouží oxidační činidlo chlornan sodný (NaClO), který sníží viskozitu výplachu a koagulované složky výplachu se při výměně výplachu za vodu nebo při liftování snáze z vrtu vyplaví.

- při laboratorních testech s polymerovým výplachem Modipol 600 v koncentraci cca 5 kg/m<sup>3</sup> se snižovala viskozita působením 5% roztoku chlornanu sodného následovně:

	původní	po 24 hodinách
viskozita Marsh (s)	41	37
zdánlivá viskozita mPa.s	17,5	13
<b>mez toku lb/100 ft<sup>2</sup></b>	<b>11</b>	<b>6</b>

- obvyklé dávkování 5% roztoku chlornanu sodného (obchodní označení SAVO) je 8-10 l/m<sup>3</sup> vody. Po začerpání do zájmového obzoru je vhodné nechat roztok chlornanu působit 12-24 hodin. Potom se vrt propláchně čistou vodou
  - z uvedeného je zřejmý pozitivní účinek chlornanu sodného na rozpad polymerů v širokém rozsahu. Čím je vyšší koncentrace roztoku a čím dříve dojde k aplikaci chemického roztoku NaClO, tím se rozpad koagulovaného polymeru urychlí.
8. velmi důležité je správně nadimezovat plastovou výstroj proti deformaci vnějším tlakem. Tento tlak se sestává z tlaku samotného kačírku na výstroj a hydrostatického tlaku při „utahování“ kačírku v mezikruží, horského tlaku hornin v zájmovém intervalu a hydrostatického tlaku těžké cement. směsi (cca 1,85kg/l) v mezikruží TěK
- suchý kačírek má měrnou hmotu cca 2,6 kg/l a 1 m mezikruží 6<sup>5/8</sup>“x 8<sup>1/2</sup>“ váží cca 37-40 kg. Jestliže délka výstroje tj. plně roury s filtry v aktivní části vrtu činí průměrně 98 mtr na 1 vrtu (max. 277 mtr), pak tato metráž výstroje je zatížena průměrně 4 tunami kačírku (a cca 11ti tunami na vrtu 4620-4T Křešice).
  - k tomu se musí připočítat hydrostatický tlak při „utahování“ kačírku. Interval vztlakové vody na vrtu Křešice v hl. cca 165 mtr musíte předem definitivně odstavit. Při airliftování („utahování“ kačírku) vyvoláte v nezapaženém intervalu podtlak a přísávání vztlakové vody do vrtu, což může způsobit obnovení přetoku z vrtu a pak vůbec nezakačírkujete ani nezaizolujete mezikruží PVC výstroje.
  - doporučuji, aby si vrtný kontraktor vyžádal od výrobce/dodavatele plastové výstroje certifikát mechanicko-fyzikálních vlastností PVC výstroje respektive vyjádření dodavatele, že PVC výstroj je vhodná k použití na projektu Rebilance zásob podzemních vod podle prováděcího technického projektu zhotovitele.

- tyto úvahy jsou bezpředmětné u nerezové výstroje dle AISI 304/304L nebo ocelové výstroje materiál 11.523 nebo API. Černá (uhlíková) ocel ovšem nemá certifikát hygienické nezávadnosti při styku s pitnou vodou.
9. pokud budou zapaženy a zacementovány řádně ÚK/TK nad poslední/nejsvrchnější filtr (to je velice potřebná kolona pro hladký průběh kačírkového obsypu i do větších hloubek), nebude dle mého názoru nutná technicky, časově náročná a velmi problematická isolace PVC těžební kolony cementovou směsí v mezikruží nad filtry.
  10. Po skončení izolace mezikruží bude provedeno vyčištění vrtu propláchnutím čistou vodou a dále řádný development (aktivace) vrtu – např. jetting, brushing, air-lifting do obsahu nerozpuštěných látek min. 50g/m<sup>3</sup>, což je limit pro ponorky GRUNDFOS.

## **VI. Parametry pro výběr ponorného čerpadla, čerpací potrubí, hydrodynamické testy**

- při výběru vhodného a spolehlivého ponorného čerpadla doporučuji ponorné čerpadlo GRUNDFOS
- požadavky na výkonové a technické parametry čerpadla, podmínky provozu
  - čerpání cca. 5 l.s<sup>-1</sup> z hloubek až 120mtr p.t. k dosažení potřebného snížení hladiny
  - k dispozici bude těžební kolona 124 I.D. - 141 I.D. - 169,4 I.D.p.t.
  - čerpadlo GRUNDFOS a jeho součásti jsou standardně vyrobeny z korozi-vzdorné oceli dle DIN 1.4301 (AISI 304), což zaručuje vysokou odolnost proti opotřebení a zmenšuje riziko koroze
- shora uvedeným požadavkům a podmínkám odpovídají ponorná čerpadla:
  - PHG vrtu do 100m: typ SP 14A-25 max.průměr v těle 138 – přip.závit G2“M
  - PHG vrtu nad 100m: typ SP17-14/15, max.průměr v těle 142 – přip.závit G2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>“M
- z těchto parametrů je patrné, že uvedená ponorná čerpadla mají z hlediska hydrauliky proudění čerpané kapaliny optimální podmínky k provozu v těžební koloně DN175 o vnitřním průměru 169,4 a podle tohoto rozměru je zapotřebí připravit finální konstrukci technických kolon v úvodních partiích PHG vrtů
- doporučuji dodavateli PHG vrtů předložit geologickému a technickému dozoru na použitou PVC výstroj (*v celé délce*) prohlášení o shodě a atest k hygienické nezávadnosti výstroje pro styk s pitnou vodou dle požadavků zák. č. 258/2000 Sb. a vyhl. MZ č. 409/2005 Sb. Vzhledem k tomu, že ponorné čerpadlo a čerpací trubky jsou součástí výstroje vrtu, doporučuji použít:
  - čerpací potrubí (*Riser Pipes*) v nerezovém provedení DN50, PN40 spojování sekcí typ JSL (ZSM). Kolona čerpacího potrubí (sekce 4 – 6mtr) se rychle sestavuje a demontuje za pomoci autojeřábu (není nutná přítomnost vrtné soupravy). Čerpací potrubí tohoto typu může dodat během pár týdnů fy BWT (Johnson Screens France). Kolona čerpacích trubek je opakovaně použitelná.
- hydrodynamické testy (ČZ) budou krátkodobé na jednu depresi s Q<sub>konst</sub> cca 5 l.s<sup>-1</sup>. Jestliže dojde k nepravidelnému nebo skokovému zaklesávání dynamické hladiny event.k přisávání písku z filtru je to známka, že vrt není řádně obsypán kačírkem nebo řádně vyčištěn airliftem

## VII. Závěr

Tolik mé relevantní postřehy z vrtné praxe a mé stanovisko k technickému řešení a TP vrtných prací na projektu Rebilance zásob podzemních ..., oblast 3. Podle tohoto projektu bylo zřejmě provedeno nacenění (spíše „podcenění“) vrtných prací, cementace a výstroje PHG vrtů. Dle mého názoru by bylo možné dosáhnout stejných výsledků a technicky přijatelnější a hlavně spolehlivější konstrukce vrtů a výstroje některých vrtů „filtrovými linery“ (cca 12 PHG vrtů, viz příložená tabulka) bez problematického kačirkování a cementace PVC výstroje.

Ing. Zdeněk Hradil, CSc., Geoprosper Praha,  
inženýrská činnost v (hydro)geologickém průzkumu

V Praze 29.12.2013

## **Vlastnictví průzkumných vrtů, studen a jiných vodních děl nacházejících se na cizím pozemku**

*Zdeněk Horáček, advokát, Ambruz & Dark Deloitte Legal s.r.o., advokátní kancelář, [zhoracek@deloitteCE.com](mailto:zhoracek@deloitteCE.com)*

Předmětem vlastnického práva může být pouze věc v (soukromo)právním slova smyslu, tzn. věc vymezená občanským zákoníkem. Ačkoliv jsou vodní díla stavbami podle stavebního zákona, z judikatury civilních soudů je zjevné, že nikoliv všechna vodní díla jsou zároveň samostatnými věcmi v právním slova smyslu.

Pokud není vodní dílo samostatnou věcí v právním slova, je součástí pozemku, na němž je umístěno, a vlastníkem vodního díla je vlastník pozemku. S takovým vodním dílem nelze disponovat bez pozemku, na němž je umístěno, ani jej nelze z pozemku vyjmout.

### **Základní vymezení vodních děl**

Vodní díla jsou podle ustanovení § 55 odst. 1 vodního zákona<sup>1</sup> stavbami sloužícími účelům vodního zákona (vodního hospodářství), zejména umožňující nakládání s vodami. Demonstrativní výčet staveb a terénních úprav, které jsou či nikoliv vodními díly, obsahuje vodní zákon v ustanovení § 55 odst. 1 a 3. Vodními díly např. nejsou průzkumné hydrogeologické vrty, pokud neslouží k odběru podzemní vody, a další zařízení vybudovaná v rámci geologických prací. Průzkumné hydrogeologické vrty však mohou být stavbami, tzn., že případný charakter průzkumných hydrogeologických vrtů jako vodních děl pro jejich vymezení jako samostatných věcí v soukromoprávním slova smyslu a určení jejich vlastnictví není rozhodující.

Některá vodní díla jsou potom definována zvlášť v dalších veřejnoprávních předpisech, např. vodovody a kanalizace v zákoně o vodovodech a kanalizacích<sup>2</sup> nebo rybníky a zvláštní rybochovná zařízení v zákoně o rybářství<sup>3</sup>.

Občanský zákoník definici vodního díla neobsahuje. Jelikož je vodní dílo z definice dané ustanovením § 55 odst. 1 vodního zákona stavbou, bude nezbytné vycházet z obsahu pojmu „stavba“.

### **Pojem stavba**

Pojem „stavba“ je stavebním zákonem definován v ustanovení § 2 odst. 3 jako *veškerá stavební díla, která vznikají stavební nebo montážní technologií, bez zřetele na jejich stavebně technické provedení, použité stavební výrobky, materiály a konstrukce, na účel využití a dobu trvání*. Občanský zákoník pojem „stavba“ nedefinuje, pouze uvádí, že stavbami jsou pro účely občanského zákoníku stavby zřízené na pozemku a jiná zařízení. Tato legislativní zkratka nám však k obsahu pojmu „stavba“ v soukromoprávním slova smyslu nic neříká.

Naopak se pojmem stavba v soukromoprávním slova smyslu velmi podrobně zabývaly ve své rozhodovací praxi civilní soudy. Jak bylo mnohokrát uvedeno v judikatuře, pojem „stavba“ ve veřejnoprávním slova smyslu, tj. podle vodního, resp. stavebního zákona, není totožný s pojmem „stavba“ podle soukromého práva, tj. podle občanského zákoníku.

Je zároveň nerozhodné, zda jde o stavby nemovité, např. čistírny odpadních vod, úpravny vody, studny, apod., či stavby movité, např. mobilní protipovodňové hráze, výrokové čistírny odpadních vod, vodovodní a kanalizační přípojky, apod.

---

<sup>1</sup> Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

<sup>2</sup> Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.

<sup>3</sup> Zákon č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské stráž, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství), ve znění pozdějších předpisů.

Předmětem soukromoprávního institutu vlastnického práva potom může být pouze věc v soukromoprávním slova smyslu.<sup>4</sup> V případě vodních děl tedy mohou být předmětem vlastnictví pouze stavby v soukromoprávním slova smyslu.

Pojem „stavba“ v soukromoprávním slova smyslu vymezil Nejvyšší soud ve svém rozsudku ze dne 26. srpna 2003, sp. zn. 22 Cdo 1221/2002, podle něhož (cit.) *občanský zákoník*<sup>5</sup> [...] stanoví, že stavba není součástí pozemku; nevymezuje však, co to stavba je. Pro oblast občanského práva nelze použít vymezení stavby provedené v [...] stavebního zákona, podle kterého za stavbu se považují veškerá stavební díla bez zřetele na jejich stavebně technické provedení, účel a dobu trvání, a to nejen proto, že toto vymezení je dáno jen pro účely stavebněprávní [...], ale též proto, že některé stavby, k jejichž provedení je třeba stavebního povolení, resp. ohlášení stavebnímu úřadu, netvoří věci v občanskoprávním smyslu.

Jak ve zmíněném rozsudku uvádí Nejvyšší soud, pojem stavba má rozdílný význam v soukromém právu a jiný význam ve veřejném právu. Dále *proto judikatura Nejvyššího soudu dospěla k závěru, že pokud občanskoprávní předpisy používají pojem „stavba“, nelze obsah tohoto pojmu vykládat jen podle stavebních předpisů. Stavební předpisy chápou pojem „stavba“ dynamicky, tedy jako činnost, popřípadě soubor činností, směřujících k uskutečnění díla (někdy ovšem i jako toto dílo samotné). Naopak pro účely občanského práva je pojem „stavba“ nutno vykládat staticky, jako věc v právním smyslu, tedy jako výsledek určité stavební činnosti, který je způsobilý být předmětem občanskoprávních vztahů.*

*Stavba, která není věcí podle [...] občanského zákoníku, je součástí pozemku a vlastnictví k ní nabývá vlastník pozemku přírůstkem.* S takovou stavbou potom nelze (samostatně) disponovat bez pozemku, na němž je umístěna, ani ji nelze z pozemku vyjmout, např. zřízením práva stavby.

### **Pojem vodní dílo v soukromoprávním slova smyslu**

Jak uvedeno výše, občanský zákoník definici vodního díla neobsahuje. Rozhodujícím faktorem pro určení, zda je vodní dílo věcí v právním slova smyslu, či nikoliv, je mimo stavebně technického provedení možnost jeho faktického vymezení v terénu, tj. kde končí pozemek a kde začíná vodní dílo.

Některá vodní díla, u kterých jejich faktické vymezení v terénu nelze provést, například upravená koryta vodních toků, hráze, vodní nádrže, ale i některé vrty bez stavebního provedení, jsou potom pouhou úpravou povrchu pozemku. Obdobně jako některé účelové pozemní komunikace či parkovací plochy. Naopak vodní díla stavebně snadno rozpoznatelná v terénu, například čistírny odpadních vod, úpravny vody, zděné hráze a studny, budou způsobilé být samostatnou stavbou, a tudíž i věcí v soukromoprávním slova smyslu. Vždy je však charakter konkrétního vodního díla ze soukromoprávního hlediska posuzovat v jednotlivém případě.

Pohled na soukromoprávní vymezení vodního díla jako samostatné stavby lze v praxi Nejvyššího soudu velmi dobře demonstrovat na rybníku, kterému se Nejvyšší soud ve své praxi věnuje velmi často. V již zmíněném rozsudku ze dne 26. srpna 2003, sp. zn. 22 Cdo 1221/2002, Nejvyšší soud uvedl, že (cit.) *o tom, zda hráz rybníka je samostatnou věcí v právním smyslu anebo zda jde o součást pozemku, na kterém stojí, nelze učinit obecný závěr bez posouzení konkrétní situace. Přitom bude třeba vyjít kromě stavebního provedení hráze též z toho, zda lze určit, kde končí pozemek a začíná samotná hráz, tedy zda lze vymezit a oddělit vlastnictví vlastníka pozemku a vlastníka hráze.* Ve starším rozsudku ze dne 28. května 1998, sp. zn. 2 Cdon 1192/97, potom Nejvyšší soud dokonce judikoval, že *rybník není ve smyslu*

---

<sup>4</sup> Viz ustanovení § 1012 občanského zákoníku, podle něhož vše, co někomu patří, všechny jeho věci hmotné i nehmotné, je jeho vlastnictvím.

<sup>5</sup> Předchozí občanský zákoník č. 40/1964 Sb. v ustanovení § 120 odst. 2 stanovil, že *stavba není součástí pozemku*, naopak podle nového občanského zákoníku č. 89/2012 Sb. *součástí pozemku je prostor nad povrchem i pod povrchem, stavby zřízené na pozemku a jiná zařízení (dále jen „stavba“)* s výjimkou staveb dočasných, včetně toho, co je zapuštěno v pozemku nebo upevněno ve zdech (§ 506 odst. 1).

*občanskoprávním samostatnou věcí, se kterou by mohlo být nakládáno odděleně od pozemků tvořících jeho dno a břehy, proto nemůže být ani stavbou [...].*

Vodní díla tedy mohou být pouhou (terénní) úpravou povrchu pozemku neoddělitelnou od pozemku a jeho součástí. Jejich vlastníkem potom bude vlastník pozemku. Pokud vlastník pozemku pozemek převede na třetí osobu, převede na třetí osobu rovněž vodní dílo, které je součástí pozemku.

Vodní zákon sice upravuje v ustanovení § 126 odst. 1 vodního zákona tzv. veřejnoprávní vlastnictví vodního díla a umožňuje přenesení práv a povinností k vodnímu dílu z vlastníka vodního díla na jeho uživatele. Na uživatele se poté pro účely vodního zákona hledí jako na vlastníka vodního díla. V případě však, že je vodní dílo součástí pozemku, nestává se takovým přenesením práv a povinností vodní dílo, jehož se tato práva a povinnosti dotýkají, samostatnou věcí, a je i nadále součástí pozemku. Na jeho uživatele se však pro účely vodního zákona hledí jako na vlastníka a má tedy odpovídající práva a povinnosti (přístup k vodnímu dílu přes cizí pozemky, povinnost starat se o vodní dílo, apod.).

### **Vodní díla na cizích pozemcích**

Vodní zákon zakotvuje zákonné omezení práv vlastníků pozemků, na nichž jsou umístěna stará vodní díla, tedy vodní díla vybudovaná před 1. lednem 2002 (před účinností stávajícího vodního zákona).

Tato omezení zakládá vodní zákon v ustanovení § 50 písm. c), podle něhož *vlastníci pozemků, na nichž se nacházejí koryta vodních toků, jsou povinni strpět na svém pozemku vodní díla umístěná v korytě vodního toku, vybudovaná před účinností tohoto zákona a v ustanovení § 59a, podle něhož vlastník pozemku je povinen strpět za náhradu na svém pozemku vodní dílo vybudované před 1. lednem 2002 a jeho užívání. Zatímco ustanovení § 50 písm. c) vodního zákona dopadá na všechna stará vodní díla v korytech vodních toků bez ohledu na skutečnost, zda se jedná o samostatnou věc či nikoliv, ustanovení § 59a vodního zákona s ohledem na povinnou kompenzaci tohoto omezení vlastníkem vodního díla zřejmě dopadá toliko. Na vodní díla, která jsou samostatnou věcí v soukromoprávním slova smyslu. V opačném případě by totiž neexistovala osoba, která by náhradu vlastníkovu pozemku vyplatila.*

Vlastníci vodních děl vybudovaných po 1. lednu 2002 již musí mít odpovídající soukromoprávní titul k takovému vodnímu dílu, zejména smlouvu umožňující mít vodní dílo na cizím pozemku (nájemní smlouvu, věcné břemeno, smlouvu o výpůjčce, atd.). Pokud odpovídající soukromoprávní titul absentuje, může vlastník pozemku požádat soud o odstranění takového vodního díla.

Lze proto vlastníkům takových vodních děl doporučit, v případech chybějících soukromoprávních titulů pro jejich umístění na cizích pozemcích, pokusit se s vlastníkem pozemku dohodnout.

## Geofyzikální měření v území

### Radhošť-Týnišťko-Dobříkov-Zámrsk (sz. od Vysokého Mýta)

*Jiří Sedlák a Ivan Gnojek (Miligal, s.r.o.), Zuzana Skácelová (Česká geologická služba), Oldřich Levý (Inset, s.r.o.)*

#### Úvod

Projekt vrtu 4270\_03W (Radhošť) situovaný cca 1 km s. od obce Radhošť předpokládal dosažení báze křídý v hloubce okolo 200 m. Tento odhad se však nepotvrdil, neboť v hloubce 200 m se čelba vrtu nacházela uprostřed jizerského souvrství. Vrt byl tedy prodloužen a báze křídý byla zjištěna v hloubce 317 m. K podrobnějšímu poznání geologické stavby v okolí vrtu byla provedena geofyzikální měření.

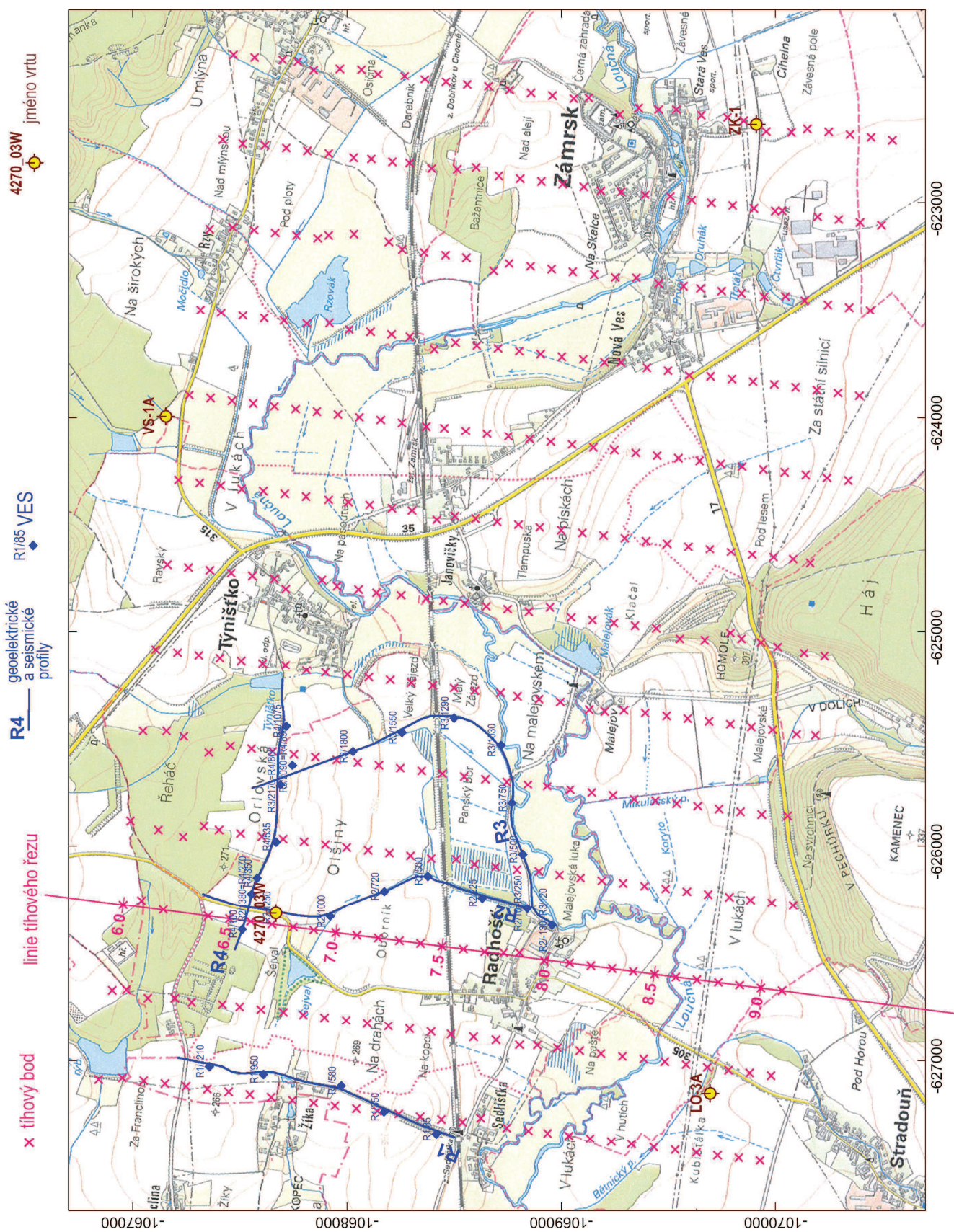
#### Situace

Středem území protéká řeka Loučná, která vytváří místy několik metrů mocnou a 1 km širokou nivu kvartérních fluvialních sedimentů (obr. 1 a 4). Nivu lemují písčitohlinité svahové sedimenty a štěrkopísky říčních teras. Terasy však pokrývají též řadu dílčích území až >1 km vzdálených od dnešního toku Loučné a dosahují mocnosti ~ 10 m. Nejstaršími křídovými sedimenty na povrchu jsou převážně slínovce a jílovce, podřadně i vápnité pískovce jizerského souvrství, následované jílovci, slínovci a prachovci teplického souvrství, nad nimiž vystupují opět jílovce, slínovce a prachovce březenského souvrství. Bělohorské souvrství (nevystupující na povrch) představuje v geologickém řezu souvrství bazální, neboť perucko-korycanské souvrství (cenoman) zde chybí. V podloží bělohorského souvrství se nacházejí slabě metamorfované drobové pískovce a prachovce (paleozoikum, hlinská zóna?).

#### Metodika

Na ploše cca 3 km<sup>2</sup> (2 km x 1,5 km) v blízkém okolí vrtu byly situovány geoelektrické a seismické práce, v širším okolí vrtu na ploše 15 km<sup>2</sup> (3 km x 5 km) byla uplatněna detailní gravimetrie (obr.1). V ploše 3 km<sup>2</sup> byly lokalizovány 4 nepřímocíčné linie („profily“) R1 až R4 o celkové délce 6 km, na nichž bylo provedeno (a) odporové profilování (dipólová varianta), (b) vertikální elektrické sondování (VES – celkem 30 sond), (c) refrakční seismika a (d) reflexní seismika, každá v úhrnném objemu 4,2 km profilů a s krokem 5 m.





Obr 1. Lokalizace geofyzikálních prací - geoelektriky, seismiky a gravimetrie.

Výstupem zpracování geoelektrických dat byly (a) grafy měrných odporů získané odporovým profilováním podél proměřených linií R1 až R4, (b) geoelektrické izoohmické řezy získané z VES, (c) geologicky interpretované odporové řezy z VES. Zpracováním seismických dat vznikly (d) seismické rychlostní řezy z refrakční tomografie a (e) seismické reflexní řezy. Na obr. 2 jsou prezentovány výstupy měření na profilu R1. Vstupními údaji pro reálné hodnocení významu geoelektrických a seismických měření byly hodnoty měrných elektrických odporů a rychlostí seismických vln získané karotáží vrtu 4270\_03W Radhošť.

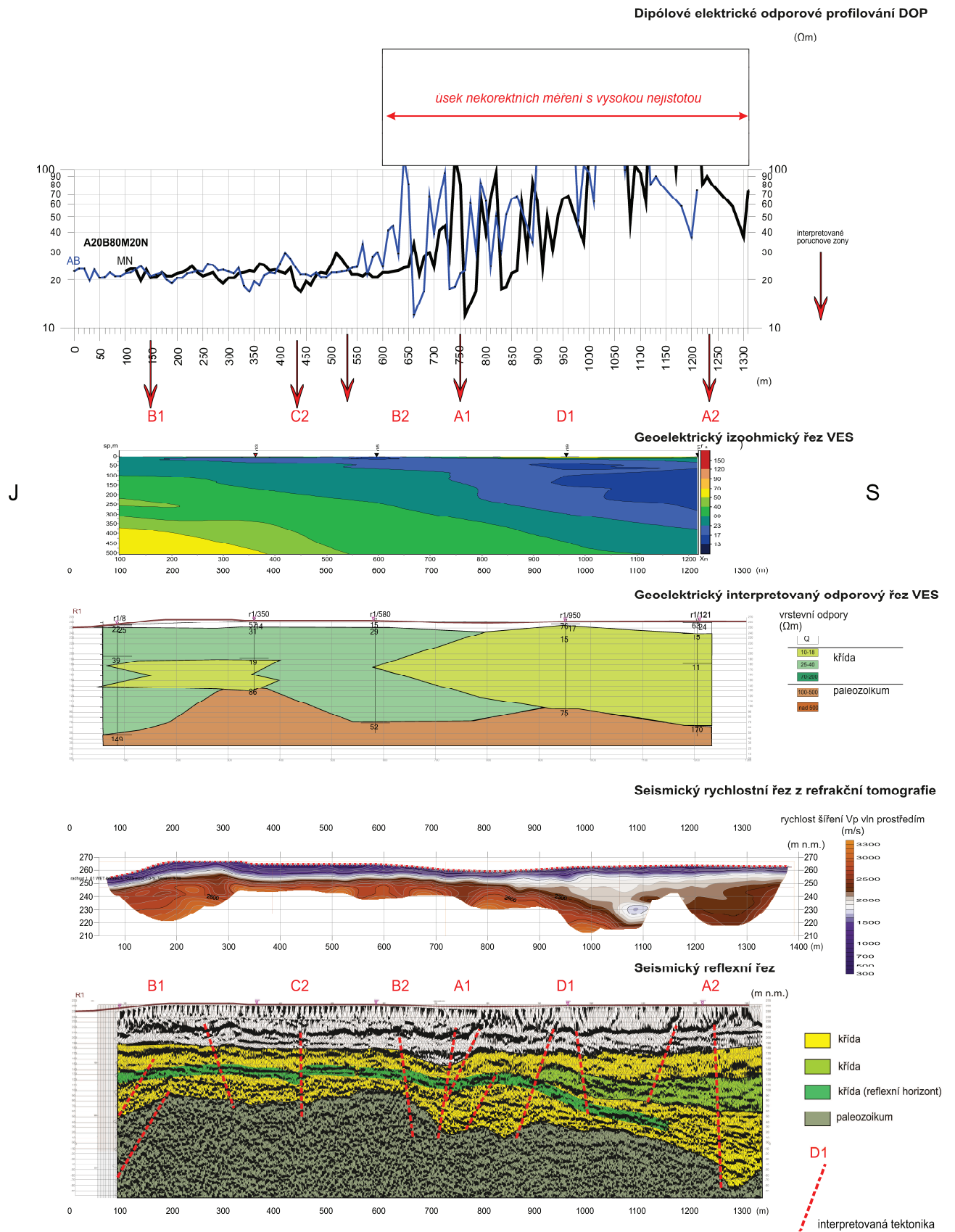
Tíhové měření na ploše 15 km<sup>2</sup> bylo vykonáno na 13 paralelních s.-j. profilech, které byly od sebe vzdáleny 400 m, observační body na profilech byly po 100 m (celkový počet změřených bodů byl 413).

Z gravimetrických dat byly získány hodnoty úplných Bouguerových anomálií pro redukční hustotu 2,30 g.cm<sup>-3</sup>. Vypočtené anomálie byly interpolovány do pravidelné čtvercové sítě o straně 125 m a z nich sestrojena mapa Bouguerových anomálií v měřítku 1:25 000 s interpolačním intervalem 0,25 mGal (obr. 3). Pro kvalitativní interpretaci byly dále vyhotoveny odvozené tíhové mapy regionálních a reziduálních anomálií, mapa horizontálních tíhových gradientů a mapa hustotních rozhraní Linsserovou metodou (linie hustotních rozhraní jsou ukázány v mapě Bouguerových anomálií na obr. 3 a v geologické mapě na obr. 4). Kvantitativní vyhodnocení gravimetrie pak prezentuje tíhový řez podél s.-j. profilu Horní Jelení – Domoradice, na němž se nachází vrt 4270\_03W Radhošť. Byl zpracován v měřítku 1:50 000 pomocí software GM-SYS, který hledá optimální shodu tíhového účinku modelového geologického řezu s hodnotami naměřenými v terénu; tíhový řez v celkové délce 15 km je prezentován na obr. 6.

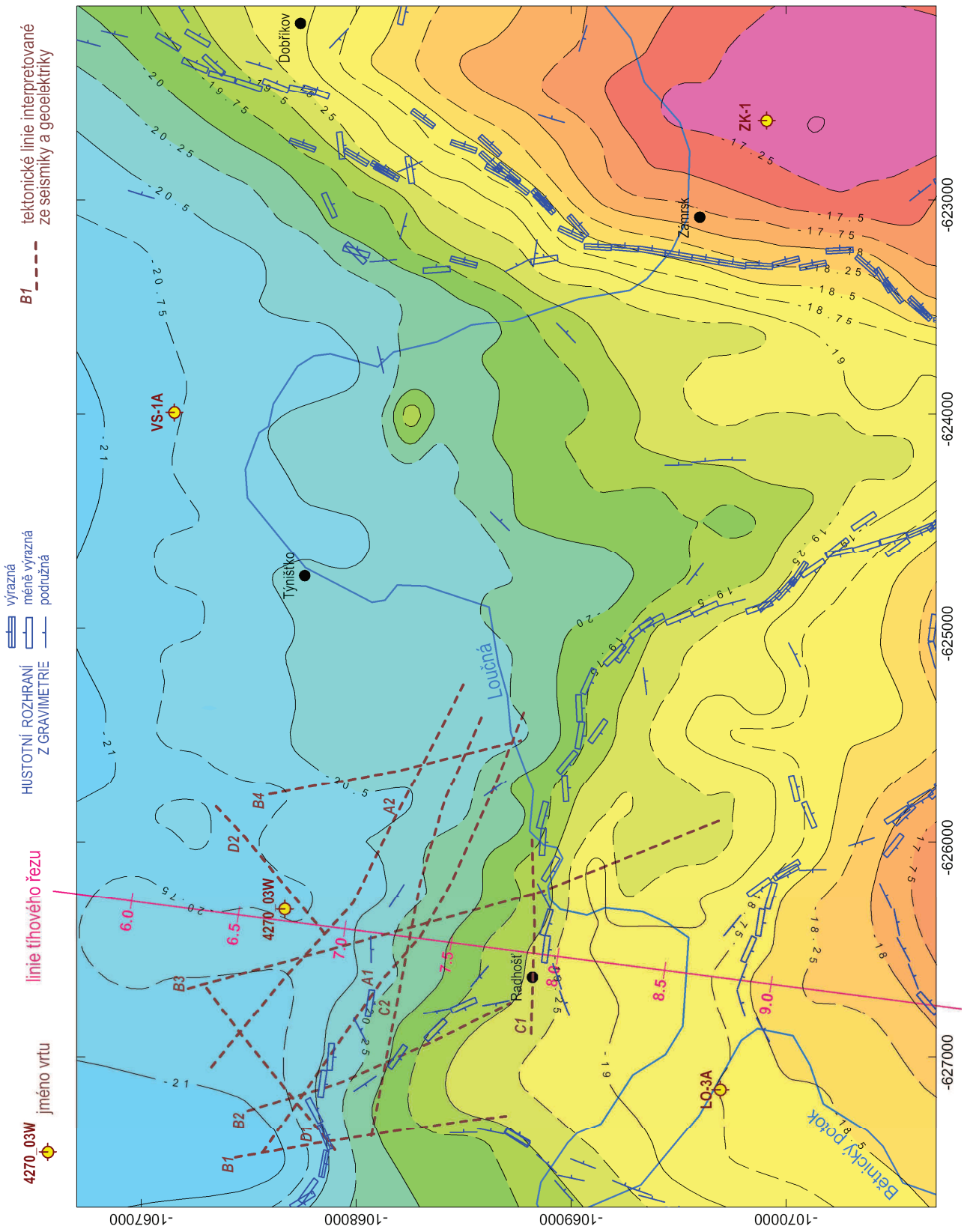
## **Výsledky**

Hlavním cílem geoelektrických a seismických prací byla identifikace geometrie geologických struktur a jejich tektonických omezení. Zlomy předpokládané z geologického mapování ČGS (Čech 1997) a pozdějších prací ČGS jsou ukázány na obr. 4 šedými čerchovanými liniemi. Probíhají ve směrech SZ-JV (linie A), SSZ-JJV (linie B), dále SV-JZ (linie D) a minoritně i Z-V (linie C), jejímž jediným reprezentantem je zlom předpokládaný Valečkou et al. in Herčík et al. 1999 v s. okolí Zámrsku, který není v mapě uveden.

Provedená *geoelektrická a seismická měření* zaznamenala na třech „profilech“ R1, R2 a R3 zřetelnými indikacemi nejvýznamnější sz.-jv. zlomové linie A1 a A2. Dalšími dvěma indikacemi pak ssz.-jjv. zlomovou linií B3 a zlomovou linií z.-v. směru C2. Jednou indikací



Obr. 2. Výsledky zpracování geoelektrických a seismických měření na profilu R1.



Obr. 3. Mapa Bouguerových anomálií z detailního měření (400m x 100m) v okolí vrtu Radhošť s vypočtenými hustotními rozhraními a indikacemi geoelektriky a seizmiky.

pak ještě zlomové linie B1, B2, C1, D1. „Profil“ R4 zaznamenal jednou indikací linii D2 - obr. 3 a 4.

Geoelektrické izoohmické řezy (obr. 2) ukázaly průběh „geoelektrických vrstev“ charakterizovaných konkrétními intervaly měrných odporů (10-20 Ohm.m; 25-40 Ohm.m; 70-200 Ohm.m; 100-500 Ohm.m), které odpovídají jednotlivým přítomným litologiím. Náznak přibližného geologického řezu s ukázáním strmosti sklonů, dílčích depresí a elevací v jednotlivých odporově vymezených souvrstvích pak podaly geologicky interpretované řezy VES.

Seismické řezy pak umožnily přesněji lokalizovat místa skoků vyzdvižených a zakleslých dílčích ker, případně ukázat, zda zlomové disjunkce ovlivňují jen křídová souvrství nebo zda ovlivňují i podloží pánve (obr. 2).

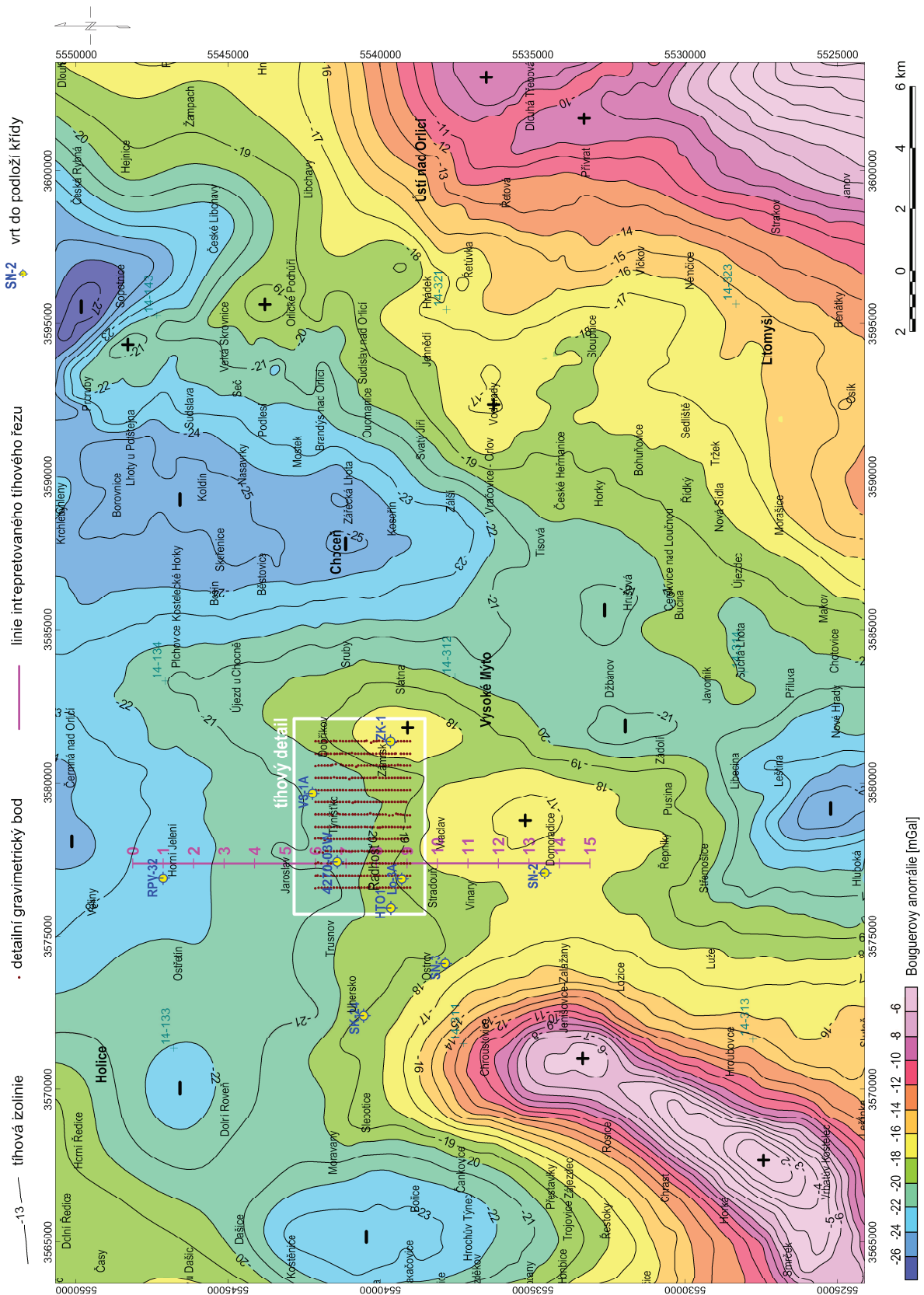
Cílem *tíhového měření* bylo přispět k lokalizaci linií zlomů, podél nichž dochází ke změně mocnosti kvartérních a křídových souvrství, přinést poznatky o morfologii dna pánve a hustotně charakterizovat také horninovou skladbu pánevního podloží.

Tíhové anomálie v sobě zahrnují společný účinek kenozoických pokryvných útvarů, výplně křídové pánve i krystalinického podloží. K jejich hodnocení je třeba vyjít z konfigurace tíhového pole širšího okolí zájmového území (obr. 5).

Území sz. od Vysokého Mýta (Radhošť-Týnišťko-Dobříkov-Zámrsk) se nachází v přechodném tíhovém poli mezi vysokou kladnou anomálií způsobenou bazickými intruzivami železnohorského plutonu (v jz. rohu obr. 5) a mohutnou kladnou anomálií (zvanou „svitavská“) vyvolanou metabazity ofiolitového komplexu letovického krystalinika (v jv. okraji obr. 5). Tyto komplexy bazických hornin vykazují hustoty blízké  $3 \text{ g.cm}^{-3}$ . Severní a sv. část širšího okolí zájmového území se nachází v záporném tíhovém poli způsobeném výplní křídové pánve spolu s granitoidy poličského krystalinika v jejím podloží. Hustoty sedimentů křídové pánve nabývají hodnot  $2,3 - 2,45 \text{ g.cm}^{-3}$ , hustoty granitoidů  $\sim 2,6 \text{ g.cm}^{-3}$ . Mezi zmíněnými dvěma kladnými anomáliemi (na JZ a JV) a zápornou anomálií (na S) vystupují dvě amplitudou i rozlohou menší dílčí kladné anomálie v prostoru Vraclav-Domoradice a v okolí Zámrsku.

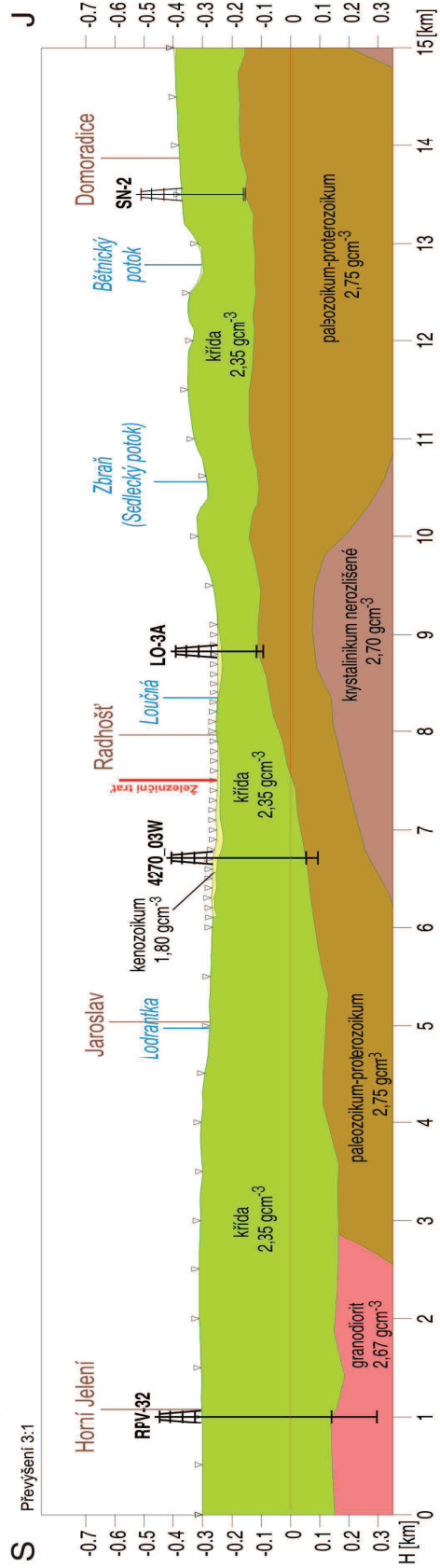
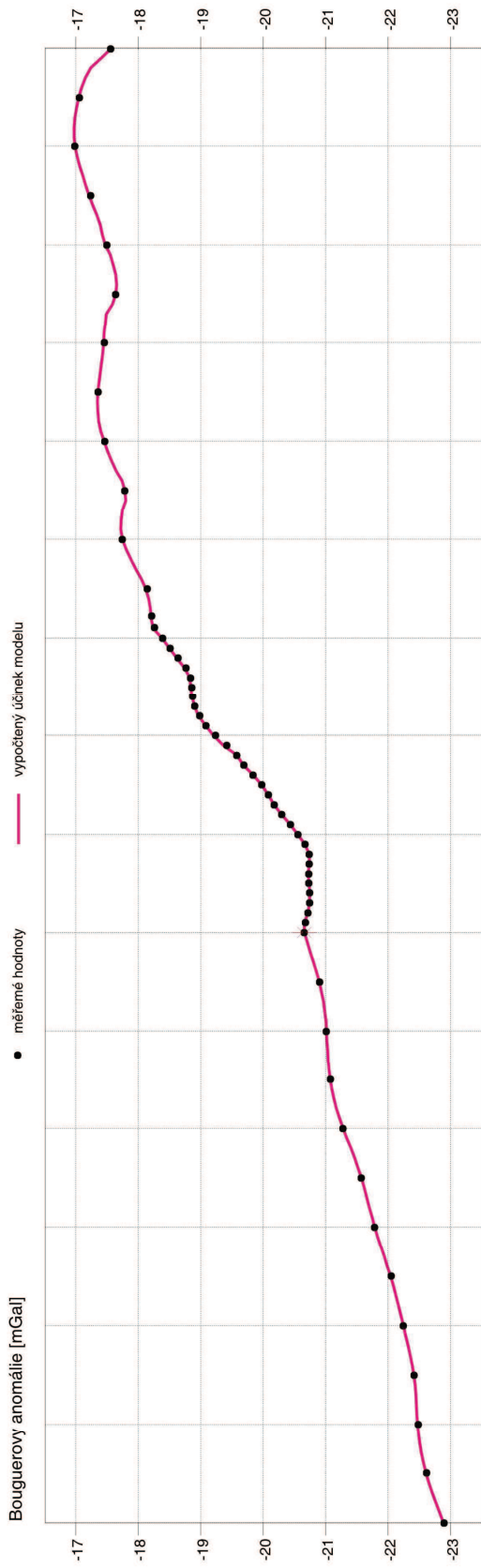
Konfigurace Bouguerových anomálií zjištěná detailním měřením v okolí vrtu Radhošť ( $15 \text{ km}^2$ ) je ukázána na obr. 3. Zahrnuje záporné tíhové pole na téměř celé s. polovině měřeného území, v j. polovině pak k JZ pozvolně narůstající kladnou anomálii a na JV další strměji vystupující kladnou anomálii. Postupně k S se prohlubující záporná anomálie představuje rostoucí mocnost „lehké“ sedimentární výplně české křídové pánve. Nárůst

kladné anomálie na JZ predstavuje vzedmutí dna pánve do elevace vraclavské, strmý nárust kladné anomálie



Obr. 5. Mapa Bouguerových anomálií širšího okolí zájmového území s vymezením plochy

detailních měření v okolí vrtu Radhošť.



Obr. 6. Tíhový řez (tíhový model geologického řezu) v linii Horní Jelení - Domoradice. na JV indikuje elevaci zámorskou (ta vykazuje též magnetickou anomálii). Postupně směrem k J pokračující avšak pozvolna zanikající záporná anomálie (mezi kladnými anomáliemi na JZ a na JV) představuje „záliv“ křídové pánve mezi zmíněnými elevacemi podloží.

Konfigurace tíhového pole a vypočítané indikace hustotních rozhraní v z. polovině území ozřejmují sz.-jv. průběh malejovského zlomového pásma (flexury), jehož spojitý průběh je sv. od obce Radhošť narušován mladšími zlomy směrového typu B (B1 - B4), indikovanými geoelektricky i seismicky. Změna směru linie hustotních rozhraní indikujících malejovské pásmo (v. od obce Radhošť) podporuje přítomnost z.-v. zlomové linie C1. Indikace hustotních rozhraní (v. a jv. od vrtu LO-3A), která je téměř paralelní s hlavní linií malejovského pásma, naznačuje stupňovitý vzestup vracavské elevace podloží.

Výraznost s.-j. až ssv.-jjz. linie hustotních rozhraní vymežujících sz. okrajovou část zámorské elevace nemusí vyjadřovat pouze její markantní zlomové omezení. Existence kontrastní magnetické anomálie polohově totožné s kladnou tíhovou anomálií u vrtu ZK-1 totiž prozrazuje přítomnost metavulkanitů, které mohou dosahovat vysokých hustot  $\sim 3 \text{ g.cm}^{-3}$ ; jedná se tedy především o značný hustotní kontrast v podloží křídly.

Na tíhovém modelu geologického řezu (obr. 6) vedeného po s.-j. profilu přes vrt 4270\_03W Radhošť bylo možno ukázat rozsah a mocnost kenozoika indikovaného krátkovlnnými zápornými anomáliemi (u 7. a 9. km profilu), dále spojitě prezentovat vývoj mocnosti křídové pánevní výplně, pak ukázat průběh reliéfu krystalinického podloží a naznačit změny horninové skladby v podloží pánve. Přibližně 6 km dlouhé okrajové úseky řezu se opírají o data ze staršího gravimetrického mapování ČR 1 : 25 000 (Čuta J. 1970, Sedlák et al. 2013).

## Shrnutí

Provedené geofyzikální práce umožnily:

- poznat morfologii podloží pánve modelovanou předkřídovými denudačními a erozními pochody i pozdějšími tektonickými vlivy synsedimentačními a postsedimentačními (pokřídovými),
- spojitě ukázat změny mocnosti křídové výplně mezi již realizovanými vrty,
- naznačit možné změny v horninové skladbě podloží pánve,
- ukázat spojitost či přetržitost linie malejovského zlomového pásma a směrové změny jeho průběhu,



- vymezit záliv křídové pánve vklíněný mezi vraclavskou a zámorskou elevaci podloží,
- bodově indikovat mladší pokřídovou zlomovou tektoniku segmentující mj. i malejovské zlomové pásmo (zejména dílčími zlomy směrového typu B, tj. B1 – B4),
- ukázat místa vertikálních diskontinuit (zdvihů, poklesů) v sedimentární výplni pánve, případně též ve svrchní části krystalinického podloží.

## Obrázky

obr. 1. Lokalizace geofyzikálních prací – geoelektriky, seismiky a gravimetrie.

obr. 2. Výsledky zpracování geoelektrických a seismických měření na profilu R1.

obr. 3. Mapa Bouguerových anomálií z detailního měření (400m x 100m) v okolí vrtu Radhošť s vypočtenými hustotními rozhraními a indikacemi geoelektriky a seismiky.

obr. 4. Geologická mapa ČGS s vypočtenými hustotními rozhraními a interpretovanými liniemi z geoelektriky a seismiky.

obr. 5. Mapa Bouguerových anomálií širšího okolí zájmového území s vymezením plochy detailních měření v okolí vrtu Radhošť.

obr. 6. Tíhový řez (tíhový model geologického řezu) v linii Horní Jelení – Domoradice.

## Literatura

Čech, S. ed. (1997): Geologická mapa ČR 1 : 50 000, list 14-31 Vysoké Mýto. - Čes. geol. ústav, Praha.

Čuta J. (1970): Geofyzikální výzkum podloží české křídvy. Podrobné tíhové měření na Vysokomýtsku. ČGS-Geofond Praha.

Herčík, F. - Herrmann, Z. - Valečka, J. (1999): Hydrogeologie České křídové pánve. - Čes. geol. ústav, 91 s., Praha.

Sedlák J., Zabadal S., Gnojek I. (2013): Plošné gravimetrické měření v jihovýchodní části České křídvy. ČGS-Geofond Praha.

## Péče o zdroje podzemních vod z pohledu správce povodí

Mgr. Petr Ferbar & Ing. Mgr. Bohumír Šraut

*Povodí Labe, státní podnik, Hradec Králové*

*ferbarp@pla.cz*

**Klíčová slova:** správce povodí, podzemní voda, bilance, plánování v oblasti vod, rajon...

Správce povodí vykonává správu povodí, kterou se rozumí zejména správa významných vodních toků, některé činnosti spojené se zjišťováním a hodnocením stavu povrchových a podzemních vod v dané oblasti a další vybrané činnosti, které vykonávají správci povodí. Jak už částečně vyplývá z výše uvedeného, v České republice je jasně definována a vodním zákonem určena správa povrchových vod. Co se týče podzemních vod, tak tam tomu tak není a tak činnosti, které v podstatě suplují „správu podzemních vod“, jsou roztrženy mimo činnosti a povinnosti správce povodí mezi další odborné subjekty (Český hydrometeorologický ústav – monitoring a hodnocení stavu podzemních vod, Česká geologická služba – zajištění státní geologické služby – výzkumná a odborná činnost, Česká inspekce životního prostředí – kontrolní činnost a správa a výběr poplatků za odebrané podzemní vody, Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M. v.v.i. – výzkumná a odborná činnost, včetně např. hodnocení stavu podzemních vod pro plány povodí, vodoprávní úřady – rozhodovací, resp. povolovací a kontrolní činnost a také Ministerstvo životního prostředí – ochrana podzemních vod a Ministerstvo zemědělství v dalších oblastech kompetencí souvisejících s podzemní vodou).

Z geologického a hydrogeologického hlediska má oblast povodí, kterou dle příslušné územní působnosti spravuje Povodí Labe, státní podnik, charakter kotliny s centrální křídovou pánví s pokryvem kvartérních říčních sedimentů. Horská pásma tvoří zejména krystalinika, při jejichž úpatí se rozkládají permské pánve. Hydrogeologické rajony se dají v podstatě rozdělit do 4 skupin: 1 – Kvartérní a terciérní sedimenty, 2 – Česká křídová pánev, 3 – Permokarbonské limnické pánve, 4 – Krystalinikum a zvrásněné paleozoikum. Nejvíce zastoupenou a zároveň nejvýznamnější skupinou rajonů jsou křídové rajony, zejména zvrásněné okrajové synklinály, které disponují největšími zásobami podzemní vody (např. Podorlická synklinála, Kyšperská synklinála, Vysokomýtská synklinála, Ústecká synklinála apod.). Druhými největšími zásobárnami podzemní vody jsou v dané oblasti kvartérní rajony, kde je zvodnění vázáno na fluvialní sedimenty v podobě štěrků a písků. Z hlediska jejich využitelnosti je však někdy problém s její zhoršenou jakostí vlivem antropogenní činnosti ve spojení s vysokou zranitelností tohoto kolektoru. Převážná část těchto rajonů je situována okolo významného vodního toku Labe a jeho neméně významných přítoků (Úpa, Metuje, Orlice, Loučná, Doubrava, Jizera...). Odlišné jsou kvartérní rajony v povodí Lužické Nisy, jejichž výplň tvoří převážně glacifluviální sedimenty (Obr. 1).

Pro představu a orientaci o množství vod, se kterým se nakládá v rámci území, které spravuje Povodí Labe, státní podnik, uvádíme následující fakta: Za rok 2015 činily vodárenské odběry z podzemních zdrojů, resp. odběry podzemních vod pro pitné účely více jak 87 % (tj. 94,4 mil. m<sup>3</sup> vody) ze všech odebraných podzemních vod. Celkový odběr podzemních vod za rok 2015 tedy činil 108,6 mil. m<sup>3</sup>, tj. cca 3,44 m<sup>3</sup>/s. Drtivá většina odebraných podzemních vod je soustředěna právě do významných křídových jednokolektorových či více kolektorových, často artésky zvodnělých okrajových struktur (Obr. 2). Odběry povrchových vod představovaly pro dokreslení situace v roce 2015 celkem 561,8 mil. m<sup>3</sup> vody, avšak z toho pro pitné účely bylo využito pouze 37,4 mil. m<sup>3</sup> vody, tj. cca 6,7 % (největší množství povrchové vody je využíváno pro energetické účely – chlazení elektráren a dále pak pro zemědělství – závlahy apod.).

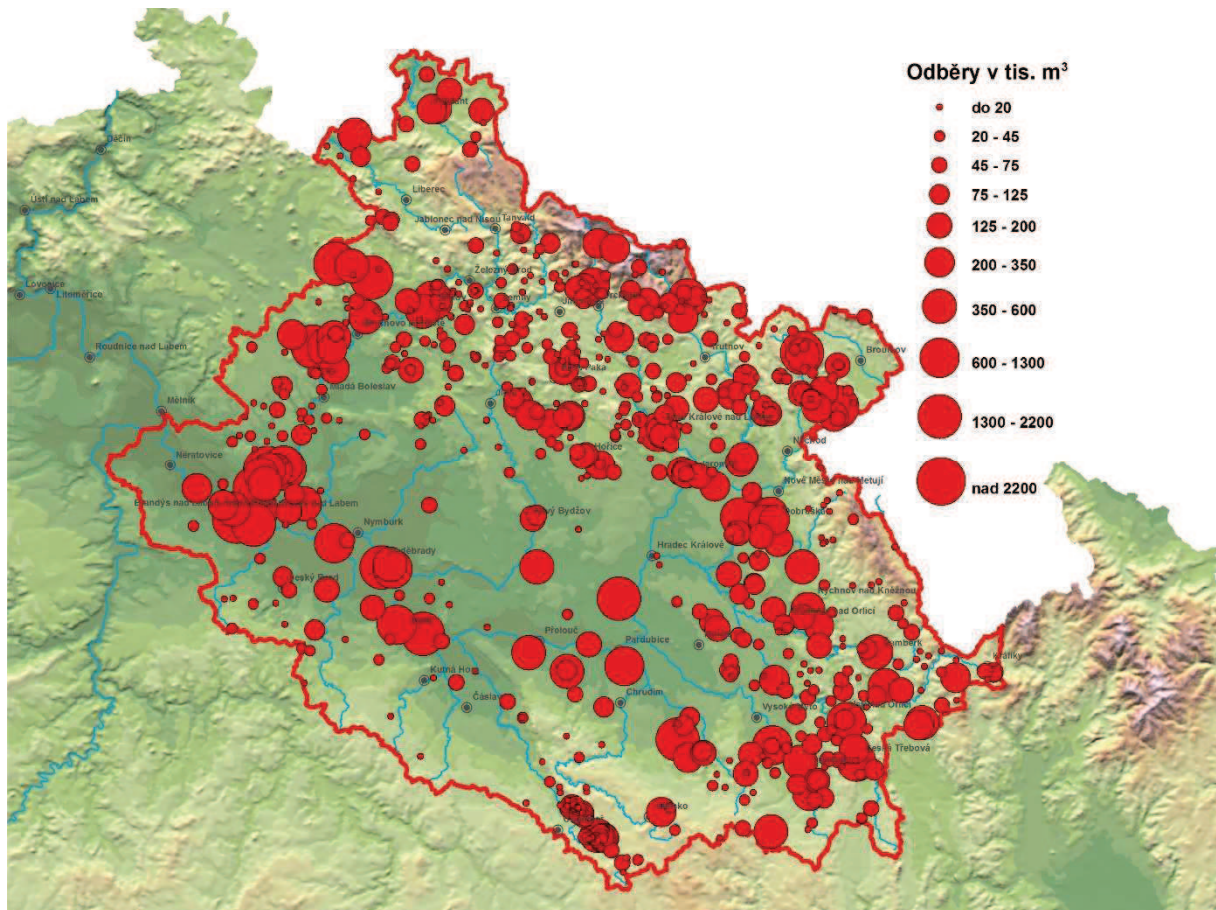


Obr. 1 Hydrogeologické rajony (rajonizace 2006) v oblasti povodí Horního a středního Labe.

Činnosti vykonávané správcem povodí v oblasti podzemních vod v kontextu v úvodu uvedených kompetencí se dají rozdělit do několika významnějších skupin: soustavná a koncepční vyjadřovací činnost (podpora pro rozhodování při vodoprávních řízeních), evidence odběrů podzemních vod, zpracování Vodohospodářské bilance podzemních vod a také plánování v oblasti vod, které samo o sobě zahrnuje řadu dalších jiných souvisejících odborných činností v této oblasti. Z dalších činností lze zmínit i spolupráce s odbornými výzkumnými organizacemi (např. ČGS, ČHMÚ, VÚV T.G.M., v.v.i., ČVÚT apod.), orgány státní správy, ale i s komerčními subjekty na různých projektech, studiích a záměrech v oblasti podzemních vod (zejména jejich ochrany a hospodárného využívání).

Z pohledu administrativních činností je možno konstatovat, že na Povodí Labe, státní podnik je ročně vyřízeno několik tisíc žádostí, souvisejících s podzemními vodami či obecně geologickým prostředím. Vyjadřovací činnost je dána ze zákona a je upravena souvisejícími vyhláškami a zpracovaná vyjádření a stanoviska slouží jako podklad pro státní správu v jejich rozhodovací (povolovací) činnosti. Nejčastěji se jedná o vyjádření k povolení k nakládání s podzemními vodami a ke stavbám souvisejících vodních děl z hlediska souladu s plánováním v oblasti vod a z hlediska dalších zájmů sledovaných vodním zákonem a dalšími souvisejícími prováděcími předpisy. Jedná se například o tyto typy žádostí – HG popř. IG průzkum, ložiskový průzkum, k provádění vrtů (jímací, monitorovací...), ke stavbám mělkých

a vrtaných studní, k nakládání s podzemními vodami – k odběrům podzemní vody, dále k čerpacím zkouškám, k sanačnímu čerpání a k čerpání podzemních vod za účelem snižování její hladiny a příslušnému vypouštění, ke stanovení ochranných pásem vodních zdrojů a k činnostem a stavbám v ochranných pásmech vodních zdrojů, k vrtům pro tepelná čerpadla a hlubinným vrtům za účelem získávání GTE (geotermální energie) a podobně.



Obr. 2 Rozložení odběrů podzemních vod v rámci územní působnosti Povodí Labe, státní podnik.

Jako podpora pro rozhodování při vyjadřovací činnosti využívá Povodí Labe, státní podnik mj. geografický informační systém tzv. GIS-DSS („Geographical Information System – Decision Support System“, nebo-li zjednodušeně česky „systém pro podporu rozhodování“). Tento unikátní geografický informační systém, který na Povodí Labe, státní podnik několik let pro danou oblast povodí vznikl za účasti odborného externího subjektu, je propojen s několika dalšími účelovými databázemi a poskytuje tak ucelenou informaci pro potřebu rozhodování (resp. vyjadřování) v konkrétní dané oblasti povodí. Tento systém kombinuje řadu informací, jako jsou údaje o odběrech podzemních vod, litologii, existenci kolektorů/izolátorů s údaji o dostupném množství podzemních vod, interakci povrchových a podzemních vod a také kompletní geologii a hydrogeologii daného území v podobě GIS-ových vrstev, které umožňují nejrůznější analýzy.

Správce povodí je povinen evidovat „nadlimitní“ odběry podzemních vod (tj. odběry v množství nad 6 000 m<sup>3</sup>/rok, resp. 500 m<sup>3</sup>/měsíc). Evidence odběrů podzemní vody je správci povodí prováděna prostřednictvím aplikace Evidence uživatelů vody (EvUživ), jejíž dnešní podoba je

dílem a vývojem IT a dalších odborníků Povodí Labe, státní podnik a je dnes provozována i na všech ostatních státních podnicích Povodí. Evidence je počítačová aplikace sloužící k evidenci odběrů podzemní a povrchové vody, k evidenci vypouštěných vod a k evidenci akumulací vod (nádrže). Jednotlivé typy nakládání s vodami mají přidělené jedinečné šestimístné číslo a tomu jsou přiřazeny příslušné informace. U odběrů podzemních vod je to např. – přesná poloha zdroje, hydrogeologický rajon, kolektor a původ vody (mělký/hlubinný), vodní útvar, informace o zdroji (vrt/studna/jímka), vydatnost zdroje, limity odběrů podzemní vody z vodoprávního rozhodnutí, skutečná výše odebraného množství (měsíční údaje), kvalita (pokud je k dispozici), povinný subjekt (vlastník), provozovatel, a mnoho dalších doplňujících a upřesňujících údajů. Tyto informace jsou dále zpracovávány statistickými metodami a jsou vyhodnocovány pro různé potřeby (Český statistický úřad, Výroční a další zprávy pro různé účely a potřeby – např. Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí atd.). Evidované údaje o odběrech podzemních vod jsou ale také hlavním a základním vstupem pro zpracování tzv. Vodohospodářské bilance podzemních vod.

Každoroční činností správce povodí je zpracování Vodohospodářské bilance v souladu s ustanoveními § 5 - § 9 vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 431/2001 Sb., o obsahu vodní bilance, způsobu jejího sestavení a o údajích pro vodní bilanci a podle Metodického pokynu MZe pro sestavení vodohospodářské bilance oblasti povodí čj. 25248/2002-6000 ze dne 28.8.2002, který stanovuje postupy jejího sestavení, minimální rozsah výstupů a způsob jejího zpřístupnění veřejnosti. Součástí tohoto dokumentu je tzv. „Zpráva o hodnocení množství a jakosti podzemních vod v územní působnosti Povodí Labe, státní podnik“ (dále jen „Zpráva“), tj. v dílčím povodí Horního a středního Labe a v dílčím povodí Lužické Nisy a ostatních přítoků Odry. Podkladem pro sestavení Vodohospodářské bilance jsou zejména ohlašované údaje pro vodní bilanci podle ustanovení § 22 odst. 2 vodního zákona, jejichž rozsah a způsob ohlašování je dán ustanovením § 10 a § 11 vyhlášky o bilanci a výstupy hydrologické bilance předané Českým hydrometeorologickým ústavem (dále jen ČHMÚ) podle ustanovení § 2 odst. 5 vyhlášky o bilanci. Údaje o realizovaných odběrech podzemních vod jsou součástí již výše popsané evidence, kterou vedou správci povodí. Odběratelé podzemních vod v množství přesahujícím v kalendářním roce 6 000 m<sup>3</sup> nebo 500 m<sup>3</sup> v kalendářním měsíci ohlašují údaje pro vodní bilanci. Množství odebíraných podzemních vod je odběratel povinen podle příslušných ustanovení výše citované vyhl. č. 431/2001 Sb. každoročně do 31. ledna následujícího roku hlásit pro potřeby vodní bilance. Hlášení pro potřeby vodohospodářské bilance dle ustanovení § 22 odst. 2 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) se podává prostřednictvím integrovaného systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí (ISPOP). Data jsou dále přenesena do aplikace Evidence uživatelů vod (Povodí Labe, státní podnik, Hradec Králové), kde se provádí veškeré zpracování a vyhodnocení dat. Ve „Zprávě“ jsou hodnoceny celkové i měsíční odběry v celkem 45 hydrogeologických rajonech „ve správě“, resp. působnosti Povodí Labe, státní podnik. Bilanční hodnocení probíhá u hydrogeologických rajonů, kde jsou k dispozici data o zdrojích podzemních vod od ČHMÚ. Asi u 50% hydrogeologických rajonů tomu tak ale bohužel zatím není (např. kvartérní rajony nelze hodnotit – bilancovat dle výše uvedené metodiky atd.). Hydrogeologické rajony, kde jsou k dispozici data ČHMÚ (velikost přírodních zdrojů podzemních vod spočítaných jako měsíční mediány v daném roce a velikost přírodních zdrojů podzemních vod spočítaných jako dlouhodobé průměrné měsíční mediány za období 1981 – 2010) jsou bilančně hodnoceny poměrem mezi maximální měsíční hodnotou odběru v daném roce a minimální měsíční hodnotou přírodních zdrojů podzemních vod spočítaných jako mediány v daném hodnoceném roce (MAX/MIN). V případě, že poměr MAX/MIN je větší než hodnota 0,5 jedná se o rajony bilančně napjaté (viz Tab. 1 a Obr. 3). Ke kvalitnímu a co nejpřesnějšímu bilancování podzemních vod je třeba mít co nejpřesnější vstupní data. Problém se zajištěním vstupních dat, resp. doplňujícím zdrojem těchto dat, by mohly být

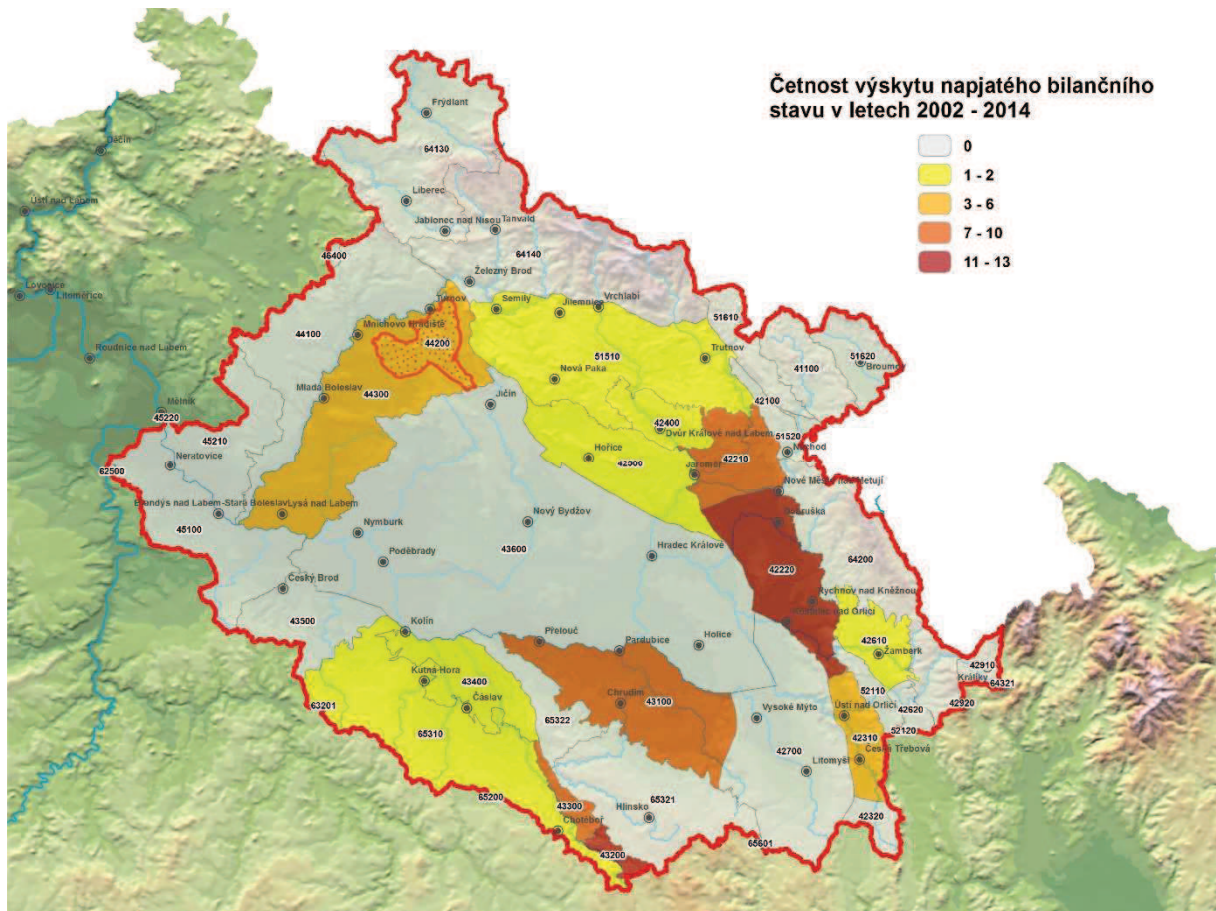
očekávané výstupy z projektu České geologické služby – „Rebilance zdrojů podzemních vod“ (spolufinancováno z OPŽP). Výstupy Vodohospodářské bilance jsou potom jedním z dalších podkladů pro činnosti spojené s plánováním v oblasti vod nebo s vyjadřovací činností správce povodí.

HGR	Název HGR	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	četnost
4222	Podorlická křída v povodí Orlice	0,93	3,74	4,67	1,02	1,29	3,08	14,3	8,23	0,61	0,95	0,92	0,99	1,18	13
4320	Dlouhá mez - jižní část	1,72	1,51	1,76	1,21	1,3	2,86	1,96	1,26	0,62	1,1	1,29	0,66	0,96	13
4420	Jizerský coniak	1,13	1,22				0,68	0,85	0,57		0,57	0,86	0,53	0,9	9
4330	Dlouhá mez - severní část			1,76	1,21	1,3	1,05	1	0,66		0,63	0,77		0,71	9
4310	Chrudimská křída		1,33	1,34			0,78	0,67	0,52		0,53	0,93			7
4221	Podorlická křída v povodí Úpy a Metuje	0,93	3,74	4,67	1,02	1,29		2,82	1,83						7
4430	Jizerská křída levobřežní						0,99	0,68				0,89		0,83	4
4231	Ústecká synklinála v povodí Orlice						0,86	1	0,66			0,53			4
4240	Královédvorská synklinála							0,51	0,69						2
4250	Hořicko-miletínská křída								0,55						1
4261	Kyšperská synklinála v povodí Orlice							1,28							1
6531	Kutnohorské krystalinikum							0,72							1
4340	Čáslavská křída		0,54												1
5151	Podkrkonošský permokarbon		0,53												1

Tab. 1 Bilanční napjatost HG rajonů – míra napjatosti a četnost výskytu (období let 2002–2014).

Jednou z dalších soustavných a koncepčních činností správce povodí je plánování v oblasti vod. Účelem plánování je vymezení a vzájemná harmonizace veřejných zájmů: „ochrany vod jako složky životního prostředí“; „snížení nepříznivých účinků povodní a sucha“; „udržitelného užívání vodních zdrojů a hospodaření s vodami pro pokrytí požadavků na vodohospodářské služby, zejména pro účely zásobování vodou“. Správci povodí pořizují podle své působnosti ve spolupráci s příslušnými krajskými úřady a ve spolupráci s ústředními vodoprávními úřady tak zvané Plány dílčích povodí. Povodí Labe, státní podnik pořizuje tyto plány dva: „Plán dílčího povodí Horního a středního Labe“ a „Plán dílčího povodí Lužické Nisy a ostatních přítoků Odry“. Plány dílčích povodí jsou potom základním podkladem pro sestavení Národních plánů povodí (Labe, Odry, Dunaje) a jsou nedílnou součástí vyjadřovací agendy správců povodí. V současné době se nacházíme na rozhraní I. a II. plánovacího cyklu. Každý cyklus trvá 6 let a jsou celkem 3 plánovací období, tj.: I. 2009–2015, II. 2015–2021, III. 2021–2027. Základní jednotkou pro plánování v oblasti vod je z pohledu podzemních vod tzv. útvar podzemní vody. V České republice jsou tyto útvary, až na některé výjimky, totožné s hydrogeologickými rajony, které jsou zase základní jednotkou pro vodohospodářské bilancování. U těchto útvarů bylo provedeno vyhodnocení jejich stavu na základě dat z monitoringu. U útvarů podzemních vod je hodnocen jejich chemický a kvantitativní stav. Na základě výsledků tohoto vyhodnocení byly stanoveny environmentální cíle pro útvary podzemních vod. Mezi rámcové cíle patří: 1) zamezení nebo omezení vstupu znečišťujících látek do podzemních vod a zamezení zhoršení stavu všech vodních útvarů těchto vod; 2) zajištění ochrany, zlepšení stavu a obnova všech útvarů podzemních vod a zajištění vyváženého stavu mezi odběry podzemní vody a jejím doplňováním a dosažení dobrého stavu těchto vod; 3) odvrácení jakéhokoliv významného a trvajících vzestupného trendu koncentrace nebezpečných, zvláště nebezpečných látek a jiných závadných látek jako důsledku dopadů lidské činnosti, za účelem snížení znečištění podzemních vod; 4) sledování vývoje stavu

a zásob podzemních vod a možností jejich využití. Ke splnění (dosažení) stanovených cílů jsou pak v plánech povodí navrženy programy opatření. Jedná se buď o konkrétní opatření typu např. likvidace staré ekologické zátěže (SEZ) nebo o opatření obecná (např. legislativní, doporučující apod.).



Obr. 3 Bilanční napjatost HG rajonů v grafickém znázornění (červeně – nejčastěji napjaté HGR).

Předmětem jednoho z takových obecných opatření uvedeného v Plánu dílčího povodí Horního a středního Labe je také ochrana Polické křídové pánve. Toto opatření vzniklo na základě podnětu vodárenské společnosti Vodovody a kanalizace Náchod, a.s., Krajského úřadu Královéhradeckého kraje, Povodí Labe, státní podnik a zejména a to především, okruhu odborníků z oblasti hydrogeologie, kteří v červnu 2015 dokončili studii s názvem: "Polická pánve – pilotní projekt eliminace ohrožení nebo negativního ovlivnění režimu podzemních vod v oblasti ochranného pásma vodního zdroje II. stupně vrtů pro využití GTE" (Šeda a kol., 2015). Studie předkládá na základě detailní hydrogeologické analýzy rozdělení plochy vodního útvaru Polické pánve do tří kategorií podle míry rizika prováděných geologických a hydrogeologických prací a určuje pravidla a podmínky, za jakých se mají nebo mohou, popř. nemohou provádět geologické práce v daných oblastech (katastrálních územích). Projekt má za cíl minimalizovat rizika hloubení vrtů (nejen) pro GTE v Polické pánvi, které mohou porušit těsnost mezilehlých nebo nadložních izolátorů, a tím může docházet k poklesu tlaku ve zvodni s napjatou hladinou, k odvodňování zvodni do nadložních kolektorů atd. Tyto podklady budou sloužit mj. při vyjadřovací činnosti správce povodí, a zejména také při rozhodovací a povolovací činnosti dotčených vodoprávních úřadů. Na projektu je třeba vyzdvihnout zejména snahu o společné zajištění ochrany podzemních vod této unikátní křídové struktury za přispění různých subjektů, jak z odborné a komerční sféry, tak ze strany státní správy a dalších orgánů.

Je obecně známou skutečností, že hydrologie podzemních vod je ovlivňována i bilančním stavem vod povrchových. Je proto vhodné se na tomto místě také zmínit o přípravách k zahájení výstavby velkého vodního díla na řece Zdobnici v Orlických horách. Prakticky se jedná o obnovení již více jak stoletých úvah o vybudování přehrady Pěčín. Nový záměr sice do katastru obce Pěčín již nezasahuje, protože bude postaven až nad soutokem Zdobnice s Říčkou, ale tradiční pojmenování zatím zůstalo. Připravovaná nádrž by ve své maximální variantě mohla dosáhnout objemu 26 mil. m<sup>3</sup> s hrází vysokou více jak 80 m. Lokalita je od roku 2011 součástí tzv. Generelu LAPV (lokalit pro akumulaci povrchových vod), který byl schválen po pohodě Ministerstva zemědělství s Ministerstvem životního prostředí. Rozhodujícím impulzem k obnovení tohoto již historického záměru jsou především prognózy o vývoji hydrologických poměrů v podmínkách předpokládané klimatické změny. V této souvislosti se odhaduje pro oblast východních Čech deficit v zásobování pitnou vodou téměř 400 l/s. Ideu přehrady na Zdobnici v posledních letech výrazně podpořil také stále se prohlubující deficit vodních zásob vyvolaný srážkově podprůměrným obdobím 2014–2015. Hlavní funkcí připravovaného vodního díla bude plnohodnotné zásobení pitnou vodou celé Vodárenské soustavy východní Čechy. Vedle toho se však předpokládá, že vodní dílo bude taky důležitým prvkem protipovodňové ochrany, a že v suchých epizodách bude zajišťovat minimální průtoky v níže položeném toku. Z výčtu hlavních funkcí připravované vodní nádrže tak vyplývá, že alespoň část odběrů z tenčících se zásob podzemní vody by mohla být nahrazena odběrem z povrchové akumulace. To by mohlo přispět k ochraně těchto lokalit (tj. „nepřímá ochrana podzemních vod“). V neposlední řadě je možné očekávat i příznivý vliv zejména na blízké podzemní zdroje, které by měly být sanovány i za velmi suchých period, pokud se podaří zachovat dostatečně vysoký vodní sloupec ve vodním toku pod hrází. Celkově lze plány na výstavbu VD Pěčín považovat z vodohospodářského hlediska za počín mimořádného významu, který by měl i při naplnění pesimistického scénáře zabránit krizovým epizodám v zásobování pitnou vodou na území východních Čech.



Obr. 4 Vizualizace VD Pěčín (ve variantě betonové klenbové hráze).

Přestože správce povodí není „de jure“ přímým správcem podzemních vod a ani přímo nijak „nenakládá“ s podzemními vodami, významně se podílí při tvorbě koncepcí v oblasti zajištění ochrany podzemních vod a hospodárného využívání vodních zdrojů, což by mělo být společným zájmem celé naší (nejen odborné) veřejnosti.



## Připravovaná vyhláška o umístování jaderných zařízení a její možná aplikace ve vodárenské praxi

Mgr. Dana Havlín Nováková, Ph.D.

Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha/Brno

[dana.havlinnovakova@sujb.cz](mailto:dana.havlinnovakova@sujb.cz)

**Klíčová slova:** hydrogeologie, právní předpisy, Atomový zákon, vyhláška o umístění jaderných zařízení, útvary podzemních vod, hlubinná úložiště

### Souhrn

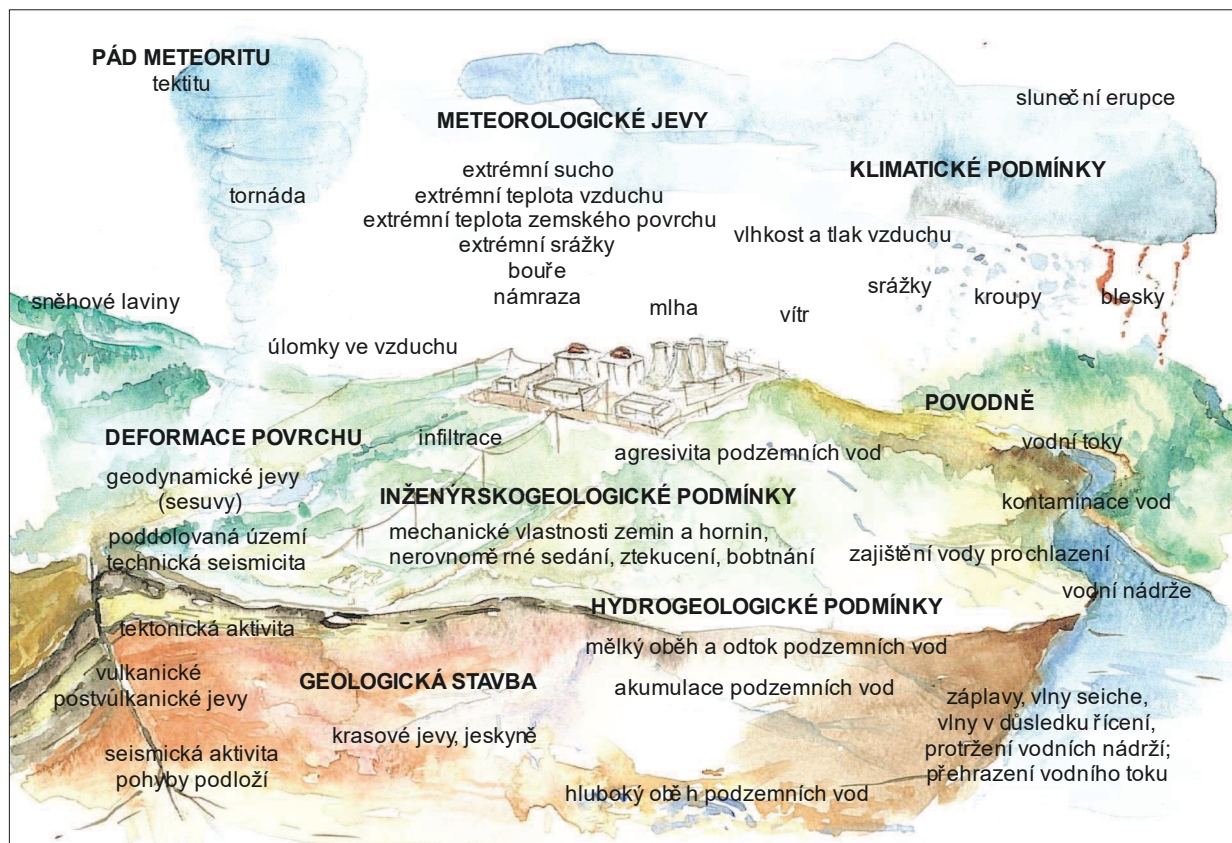
*Připravovaná prováděcí vyhláška Atomového zákona o umístění jaderných zařízení řeší oproti stávající legislativě komplexně oběh podzemních vod v místě provozovaného jaderného zařízení nebo v územích, která se pro umístění vybírají (např. hlubinná úložiště) jak z hlediska možného vlivu jaderného zařízení na podzemní vody, tak z hlediska vlivu podzemních vod na konstrukce a bezpečnost jaderného zařízení a možnost zaplavení areálu/pozemku pro umístění nejen povrchovými, ale i podzemními vodami. Umístění jaderného zařízení je vyloučeno v místě, kde by mohlo dojít k trvalému znečištění radioaktivní látkou významných útvarů podzemních vod (včetně minerálních vod) bez časového a prostorového omezení. Stávající legislativa (vyhláška 215/1997 Sb.) vylučovala území s výskytem významných zásob podzemních vod do 5 km od jaderného zařízení, což je omezení pro oběh podzemních vod nepřilíš vhodné. Nová vyhláška také udává povinnost provozovateli jaderného zařízení zpracování hydrogeologického modelu proudění podzemní vody, včetně popisu všech hydrogeologických vrstev. Zásobování pitnou vodou je stejně významná otázka jako výroba elektrické nebo tepelné energie; umístování, provozování jaderných zařízení a ukládání radioaktivního odpadu je nutno pečlivě plánovat jak s ohledem na dnešní zdroje podzemních vod, tak do budoucna na ještě nevyužívané zdroje podzemních vod.*

### ÚVOD

Atomový zákon (stávající 18/1997 Sb.) a jeho prováděcí vyhlášky řeší mimo řadu technických, technologických, radiačních a ostatních požadavků, také otázku *vnějších vlivů na jaderné zařízení z hlediska bezpečnosti*. Provozovatel má povinnost hodnotit všechny tyto vlivy, které zahrnují vlastnosti území, kde již jaderné zařízení provozuje nebo plánuje umístit, z hlediska seismicity, tektonické aktivity, možnosti zaplavení (mnoha možnými zdroji, včetně podzemních nebo důlních vod), oběhu podzemních vod, vybraných geodynamických vlastností, geotechnických parametrů základových půd, klimatických a meteorologických jevů (včetně extrémních výskytů), biologických jevů, přírodních požárů a mnoha dalších potenciálních ohrožení, které by mohl způsobit člověk svou činností (výbuchy, manipulace s chemickými látkami, vnitřní záplavy atd.). Hodnocení vlivů musí být prováděno jednak při výběru území k umístění, ale také v průběhu celé životnosti jaderného zařízení a provozovatel musí průběžně dokládat, že určité vlastnosti území nepřekračují limitní hodnoty, které udává vyhláška o umístění jaderných zařízení (215/1997 Sb., obr. 1). Z hodnocení jednotlivých vlastností území a pravděpodobnostních stanovení výskytu určitých jevů v území, vychází tzv. projektová východiska, podle kterých je nastaven projekt jaderného zařízení a odolnost jednotlivých objektů stavby (např. proti seismickým otřesům, zaplavení apod.). Pokud z průběžného hodnocení vyplynou přesnější hodnoty nebo je zjištěna nová skutečnost, jako např. výskyt zemětřesení, tektonická aktivita, větší výskyt

extrémních klimatických jevů, musí být k dalšímu provozu provedena adekvátní technická opatření k z odolnění objektů jaderného zařízení.

Mezinárodní asociace jaderných dozorců WENRA neustále rozšiřuje seznam všech „hazardů“, které jsou povinné pro hodnocení jejich vlivu na jaderná zařízení, od běžných geologických a geotechnických charakteristik území, záplav, zemětřesení, tsunami, vln seiche, tak je zde nutnost posoudit možnost např. pádu meteoritu, úlomků vesmírných družic, pád letadla, výskyt živých organismů (vodních, ve vzduchu, hlodavci) atd. (WENRA, 2014, 2015).



Obr. 1. Základní vlastnosti území, které řeší vyhláška o umístění jaderných zařízení (Havlín Nováková – Kadeřábek, 2015)

Podrobnější návody a doporučení hodnocení území k umístění jaderných zařízení vydává Mezinárodní asociace pro atomovou energii, např. čl. 4.7 NS-R-3 (IAEA, 2003) „V oblasti musí být popsán režim podzemní vody, včetně popisu hlavních vlastností kolektorů, interakce mezi podzemní vodou v kolektorech a povrchovou vodou a využití podzemní vody v regionu“. Podle čl. 4.8 NS-R-3 (IAEA, 2003) musí být pomocí hydrogeologického výzkumu zajištěno posouzení migrace radionuklidů v hydrogeologických jednotkách. Program výzkumu by měl zahrnovat studium migračních charakteristik, charakteristik záchytu v hornině, ředících a disperzních charakteristik vodonosných horizontů, fyzikální a fyzikálně-chemické charakteristiky horninového prostředí ve vztahu k poznání mechanismu přestupu radionuklidů do podzemní vody a jejich preferenčních cest. Povinnost popsat režim podzemní vody a chemické vlastnosti podzemní vody uvádí čl. 3.43 NS-R-3 (IAEA, 2003).

Pro posouzení potenciálních vlivů jaderného zařízení na region a zejména pro vypracování havarijních plánů musí být zpracována charakteristika využívání území a vodních zdrojů. Průzkum by měl pokrývat území a vodní zdroje, které mohou být využívány obyvatelstvem,

nebo které mohou sloužit organismům jako prostředí v potravinovém řetězci (čl. 4.14 NS-R-3; IAEA, 2003).

Stávající vyhláška 215/1997 Sb. uvádí vylučující kritérium v §4 písm. j) *existence významných zásob podzemních vod či minerálních vod v užších lokalitách, ve kterých by stavbou nebo provozem díla došlo z hlediska radiačního vlivu k trvalým znehodnocujícím změnám vody*. Toto znění je v řadě věcí nepřesné. Výraz „významné zásoby“ nelze přesně kvantifikovat, protože závisí na místních podmínkách, klimatickém chodu regionu či možných technických opatřeních a je tedy nutné s ním pracovat v kontextu dané lokality.

Ve znění vyhlášky se počítá pouze se znehodnocením zásob podzemní vody z hlediska radiačního vlivu, který provozem jaderného zařízení musí být zanedbatelný a je možný pouze v případě havárie. Kritérium by mělo posuzovat i jiné vlivy na zásoby podzemních vod, např. zásah do režimu podzemních vod stavbou jaderného zařízení (ať už do infiltrační zóny struktury, zóny akumulace a transportu, tak oblasti odvodnění). Možné ovlivnění podzemních vod a jejich možná kontaminace by měla být zpracována modelem proudění podzemní vody a možným transportem případných kontaminantů. Platná Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/118/ES ze dne 12. prosince 2006 o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu nedovoluje ohrožovat podzemní vody. Prostorové omezení na „užší lokality“ představuje vzdálenost 5 km od hranice pozemku jaderného zařízení, což pro oběh podzemních vod není dostatečné.

## **NÁVRH NOVÉ VYHLÁŠKY O UMÍSTĚNÍ JADERNÝCH ZAŘÍZENÍ – OBĚH PODZEMNÍCH VOD**

Nová vyhláška udává povinnost žadateli o umístění jaderného zařízení nebo provozovateli jaderného zařízení posuzovat území k umístění z hlediska oběhu podzemní vody a musí hodnotit výskyt všech hydrogeologických struktur podzemních vod, včetně minerálních vod a dosud nevyužívaných zásob podzemních vod a minerálních vod, vliv podzemní vody na jaderné zařízení, včetně chemických vlastností vody z hlediska agresivity a zahrnovat zpracování hydrogeologického modelu proudění podzemní vody, včetně popisu hydrogeologických vrstev.

Charakteristikou oběhu podzemní vody, při jejímž dosažení je umístění jaderného zařízení zakázáno, je existence významných útvarů podzemních vod, včetně minerálních vod, u nichž by mohlo dojít k trvalému znečištění radioaktivní látkou (bez prostorového a časového omezení). Má se za to, že v případě výskytu významných útvarů podzemních vod není možné nepříznivý vliv jaderného zařízení kompenzovat technickými ani administrativními opatřeními.

Pojem „významné zásoby“ byl nahrazen významnými útvary podzemních vod, které uvádí vyhláška č. 5/2011 Sb., o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod.

V území, které je od jaderného zařízení velikostí adekvátní výskytu podzemních vod a jejich oběhu v lokálních podmínkách, se hodnotí výskyt všech hydrogeologických struktur a jejich částí – část infiltrační, akumulační (transportní) a odvodňovací. Popisují se jednotlivé

hydrogeologické vrstvy i do hloubky (tzv. stratifikace) a jejich vlastnosti (zda jde o izolátory, kolektory, jejich hydraulické vlastnosti apod.). Součástí hodnocení území je numerický hydrogeologický model, do kterého vstupují data jak archívní, tak z nových průzkumů a terénních měření a ze kterého jsou určeny přednostní směry a rychlosti možného úniku radionuklidů z jaderného zařízení, posouzení možného zasažení zásob podzemních vod, expoziční scénáře možného vlivu radionuklidů na jednotlivé skupiny obyvatel apod.

Hodnocení vlivu podzemních vod na konstrukce a objekty jaderného zařízení je soustředěno na pozemek jaderného zařízení, kde je posuzován režim podzemních vod a úroveň hladiny podzemní vody a její možný vliv jak při samotné výstavbě (zaplavování stavebních jam), tak při provozu jaderného zařízení (pokud je hladina podzemní vody v úrovni založení staveb, je nutno nepřetržitě čerpat podzemní vodu během celé životnosti jaderného zařízení) a agresivita podzemní vody, která může způsobit korozi staveb (posuzuje se také, zda podzemní voda na pozemku stagnuje nebo pod pozemkem proudí, tím se agresivita vody více zvyšuje).

## ZÁVĚR

Zásobování pitnou vodou je oproti minulosti, stejně významná otázka jako výroba elektrické nebo tepelné energie, či spíše zásadnější, vzhledem k přímé závislosti podzemních vod na atmosférických srážkách, které ovlivňuje velká proměnlivost klimatu a nepravidelné výskyty delších období sucha a srážek. Se střety zájmů je nutno se vyrovnat a rozumně plánovat umístění jaderných zařízení a ukládání radioaktivního odpadu s ohledem do budoucna na dnes nevyužívané hlubinné zdroje podzemních vod.

Vzhledem k vysokým požadavkům na znalosti území a pravděpodobnosti výskytu určitých jevů, které se hodnotí pouze pro jaderná zařízení, představuje tento obor zvláštní hnací impuls základnímu výzkumu v oborech jako je seismologie (pro území ČR, které se vyznačuje nízkou seismickou aktivitou vznikla metodika pravděpodobnostního hodnocení seismického ohrožení), neotektonika (na našem území se studuje aktivita zlomů v kvartérních sedimentech za posledních 2,6 mil. let) nebo klimatologie (výskyt extrémních jevů). V oblasti hydrogeologie je velkým přínosem pro rozšíření znalostí u prostředí krystalických hornin, kde jsou umístěny obě jaderné elektrárny a hlubinných oběhů podzemních vod, co se týče plánovaného hlubinného úložiště, kde oběh podzemních vod v předpokládané hloubce uložení bude klíčovým kritériem pro výběr území k umístění.

## Reference

- Havlín Nováková, D. – Kadeřábek, T. 2015: Návrh nové vyhlášky atomového zákona o umístování jaderných zařízení s ohledem na zlepšení úrovně poznání charakteristik lokalit a externích hazardů, se zvláštním zřetelem na systémy povrchových a podzemních vod. Sborník HYDROGEOCHÉMIA'15 Mezinárodní vědecká konference, XV. Ročník „Aktuální trendy v hydrogeochémii“ (poster). Bratislava. 2015.
- IAEA: Site evaluation for nuclear installations Safety Standards Requirements. Series No. NS-R-3 Site evaluation for Nuclear Installations. Vienna. 2003.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/118/ES ze dne 12. prosince 2006 o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu.
- Vyhláška 215/1997 Sb., o kritériích na umístování jaderných zařízení a velmi významných zdrojů ionizujícího záření.
- Vyhláška č. 5/2011 Sb., o vymezení hydrogeologických rajonů a útvarů podzemních vod, způsobu hodnocení stavu podzemních vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu podzemních vod.

WENRA Safety Reference Levels for Existing Reactors: update in relation to lessons learned from Tepco Fukushima Dai-ichi accident. 2014.

WENRA Guidance Document Issue T: Natural Hazards Head Document. 2015.

Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Česko. In Sběrka zákonů České republiky.

**Bludné proudy stejnosměrné  
i střídavé a jejich možný dopad  
na vodárenská a jiná zařízení**

**Ing. Jan Šeda  
Litomyšl, březen 2016**

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich  
možný dopad na vodárenská a jiná zařízení  
Vodárenské zařízení – stáří??**



*Lidské tělo je dokonalý stroj a mozek, který jej řídí, vysílá přes tenká vlákna nervové soustavy tisíce proudových impulsů, aby jej mohl ovládat. Člověku již nestačí vlastní smyslové orgány pro komunikaci s okolním prostředím a díky své genialitě posunul své receptory daleko za hranici šedé kůry mozkové. Využívá přitom stejných principů a generuje do okolí a z okolí přijímá elektromagnetické signály, které mu umožňují bližší poznání okolního prostředí.*

*Zdaleka ne všechny signály jsou užitečné a často se stává, že užitečný signál vytváří na základě biochemických a fyzikálních vlivů okolního prostředí svého nechtěného mutanta. Negativní vlivy signálu se zvyšují s růstem přenášeného množství energie i na nízkých frekvencích.*

*V horninovém prostředí pod zemským povrchem tak mohou být člověkem generovány bludné proudy, aniž by o to někdo stál.*

## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

### **Bludné proudy stejnosměrné - známé:**

- Vliv stejnosměrné trakce 3 kV
- Vliv kvality zpětné cesty proudu:
  - Propojky kolejových obvodů,
  - Kvalita a čistota železničního svršku i spodku
  - Běžný provoz nebo práce na tratích
- Ochrana produktvodů – katodová ochrana

## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

### **Bludné proudy střídavé - neznámé:**

- Vliv střídavé trakce 15 kV, 16,7 Hz – Rakousko Německo
- Vliv střídavé trakce 25 kV, 50 Hz
- Vliv střídavých sítí 0,231 – 400 kV, 50 Hz

## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

### **Bludné proudy střídavé - neznámé:**

- Teorie:
  - Základní frekvence 50 Hz,
  - harmonické frekvence 50 Hz
    - liché – 3. – 150 Hz, 5. – 250 Hz, atd.
  - ČSN EN 50160 – flickr, nesymetrie, apod.
  - Vliv elektronizace zařízení na kvalitativní parametry napětí distribučních sítí



## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

### **Bludné proudy střídavé - neznámé:**

- Vliv střídavé trakce 15 kV, 16,7 Hz – Rakousko Německo
- V blízkosti hranic se SRN a Rakousko
- vzdálenost závislá na místních geologických poměrech, ročním období ( vodivost půdy ), půdních činnostech apod.,
- vliv je obdobný jako u  $f = 50$  Hz.

## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

### **Bludné proudy střídavé - neznámé:**

- střídavá trakce 15 kV, 16,7 Hz – Rakousko, Německo,
- izolovaný systém určený pouze pro trakci drah,
- umožňuje rekuperaci,
- toky zpětných proudů potřebují reálnou smyčku s malým odporem,
- paralelní proudy, tj. i bludné proudy jsou možné jen v blízkosti hranic a za mimořádných stavů, nicméně ...

## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

### **Bludné proudy střídavé - neznámé:**

- vliv střídavé trakce 25 kV, 50 Hz

Příklad: hledání poltergeista v RD Strašice

Výběr informací z přednášky:

**NEGATIVNÍ VLIV JEDNOFÁZOVÉ AC TRAKCE  
25 kV, 50 Hz, NA PODZEMNÍ ÚLOŽNÁ ZAŘÍZENÍ**

Ing. Ivan Cimbolínek

ČVUT v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
Katedra elektroenergetiky

## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

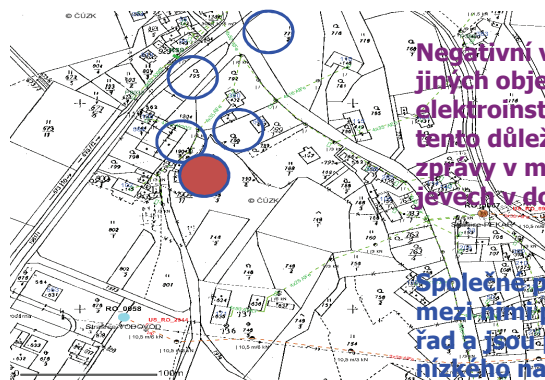
### **Bludné proudy střídavé - neznámé:**

- vliv střídavé trakce 25 kV, 50 Hz



Dům č.p. 612, Strašice, lokalita Na Huti

## Celá postižená oblast



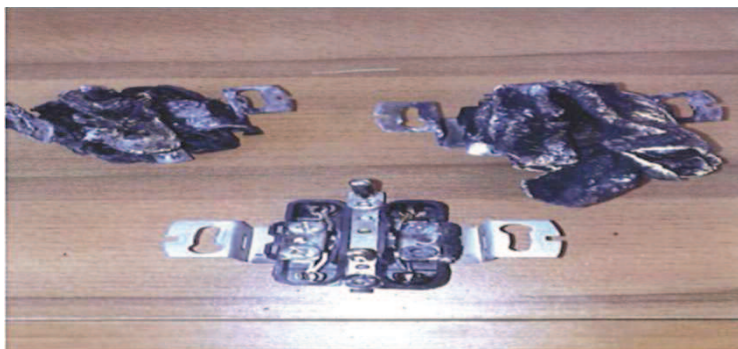
Negativní vlivy trakce se projevily i v jiných objektech výpadky jističů v elektroinstalaci. Pro média však tento důležitý fakt nebyl zajímavý a zprávy v médiích hovořily pouze o jevech v domku č.p. 612.

Společné pro tyto objekty je to, že mezi nimi prochází stejný vodovodní řad a jsou připojeny na stejný vývod nízkého napětí ze stejné distribuční trafostanice.

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

**Bludné proudy střídavé - neznámé:**

- vliv střídavé trakce 25 kV, 50 Hz

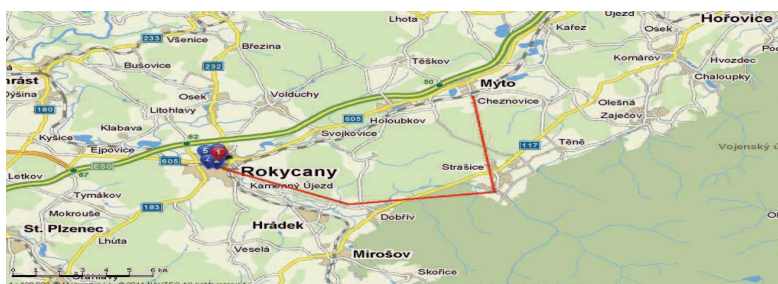


## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Bludné proudy střídavé - neznámé:

- vliv střídavé trakce 25 kV, 50 Hz
- projevy ve Strašicích:
  - závady v elektroinstalaci domku – výpadky jističů, vyhořelé zásuvky apod.,
  - poruchy v elektronice a praskání žárovek osvětlení bagru pracujícího při provádění výkopu pro kanalizaci u domku,

## Cesta toku bludných proudů AC trakce



Výřez mapy se zobrazením obchozí trasy zpětného proudu Rokycany-Strašice-Myto

## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

### **Bludné proudy střídavé - neznámé:**

- vliv střídavé trakce 25 kV, 50 Hz
- příčiny potíží ve Strašicích:
  - souběh a křížení vodovodních řadů mezi vodárnou ve Strašicích a obcemi Rokycany a Mýto - vytvoření proudové cesty zpětného (bludného) proudu ,
  - práce na železničním svršku – pro cestu zpětného proudu byla jen jedna kolej ( 2 kolejnice ),
  - základový zemnič spojený s nulovacím vodičem, do něhož se dostaly bludné proudy,

## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

### **Bludné proudy střídavé - neznámé:**

- vliv střídavé trakce 25 kV, 50 Hz
- používáním starších druhů el. lokomotiv, jejichž zařízení umožnilo vytvořit , společně s dalšími zařízeními drah proudy s frekvencí 16,7 Hz ( umožnilo to vlastně zjistit ),
- současným prováděním tlakové kanalizace u domku a tedy snížení krycí vrstvy zeminy mezi litinovou kanalizací a uzemňovací soustavou domku,
- pokles hladiny spodních vod v povodí Berounky,

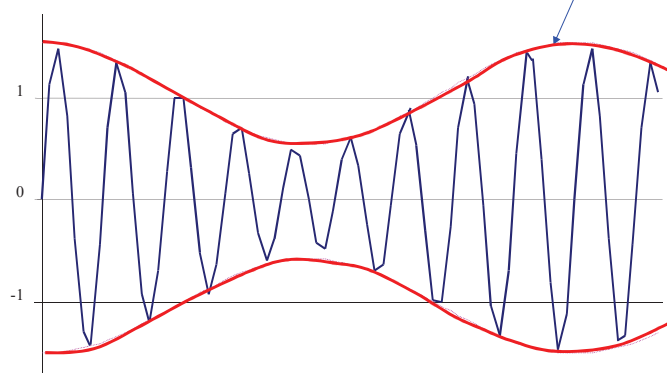
## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Bludné proudy střídavé - neznámé:

- vliv střídavé trakce 25 kV, 50 Hz
- projevy ve Strašicích:
  - po vydatných deštích a zahrnutí tlakové kanalizace si bludný proud našel cestu mimo uzemňovací soustavu domku ( pokles odporu zeminy ) a docházelo následně jen k výpadkům jističů,
  - definitivní konec potíží nastal až po dokončení rekonstrukce železniční trati v oblasti Rokycan.

## Interference blízkých kmitočtů

Zázněj má frekvenci rozdílového kmitočtu **16,7 Hz**



## Vlivy AC trakce v jiných lokalitách

A to nejdůležitější. Co znamená ono kouzelné „Nádraží v Rokycanech bylo dokončeno“, pro nás techniky to podstatné, kromě stavebních prací souvisejících se stavbou vlastního koridoru pracovníci SŽDC nastavili v poledne 9. 12. 2009 kolejové obvody. Byla tedy eliminována jejich nesymetrie. Od tohoto okamžiku nebyla v takové míře „vybočena“ žádná složka zpětného kolejového proudu a tedy ani vysokofrekvenční složka. Do strašické vodárny a dále kolem domků manželů Mračkových teče potrubím jen část zpětného kolejového proudu s nižší intenzitou. V malebné obci Strašice se mohlo začít slavit, ještě dopoledne musel vlastník domku č.p. 612 naposledy zapnout po výpadku jistič a odpoledne již všude zavládl klid a mír. Stejně tak přestal být rušen i sdělovací kabel SŽDC.

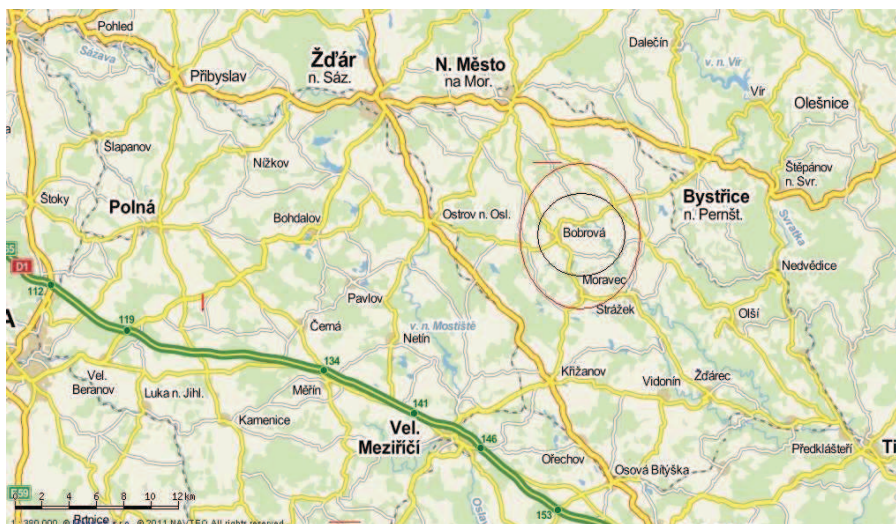
## Vlivy AC trakce v jiných lokalitách

Vlivy AC trakce byly pozorovány i v předchozích letech na jiných místech České a Slovenské republiky. Mezi nejznámější případy patří [neobjasněné jevy v obci Pol'arikovo na jižním Slovensku a dále v obci Bobrová v ČR](#). Není bez zajímavosti, že v malé vzdálenosti od těchto míst prochází AC trakce 25 kV, 50 Hz.

Další případ vlivu AC trakce byl evidován na jaře roku 2010 u stejné trati nedaleko od Strašic v obci [Hořovice](#). K jevům docházelo při rekonstrukci kolejiště na nádraží v Hořovicích. Tentokrát šlo již lidem pomoci, aniž by k tomu byla zapotřebí média.

**Herec Petr Nárožný s oblibou říká: „Nehoda není opravdu náhoda“. Zde to platí dvojnásob.**

## Vlivy AC trakce v obci Bobrová



**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé**

**Výběr informací z korozního průzkumu rozvodny zvn/vvn, který vypracovali:**

**Ing. František Stejskal**

**Ing. Vladimír Akuratný**



## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Bludné proudy stejnosměrné i střídavé:

- vliv stejnosměrné trakce 3 kV
- poznatky:
- trakční systémy 3 kV – cca 60 % zpětného proudu - ideálně kolejnicemi, z důvodů:
  - znečištěný kolejový svršek i spodek, ( štěrkové lože apod. ), použití geotextilií, apod.
  - zmenšení rozdílu napětí mezi kolejnicí a zemí,
- Jsou-li v blízkosti tratí kovová zařízení se špatnou povrchovou izolací , může se zpětný (bludný) proud vést tímto zařízením s poškozením elektrochemickou cestou,

## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Bludné proudy stejnosměrné i střídavé:

- Vliv střídavé trakce 25 kV, 50 Hz.
- Poznatky:
- Menší devastáční účinky vlivem vyššího napětí ( menšího proudu ),
- Zmenšený efekt znečištěného kolejiště,
- Poškození není tak rychlé, ale přesto existující a někdy plíživé poškozování snadno unikne pozornosti, až to „bouchne“

## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Bludné proudy střídavé - neznámé:

Měření v rozvodně el. energie s vývody vrchními vedeními v blízkosti trati ČD se stejnosměrnou trakcí:

- vliv bludných proudů ss trakce se zvyšuje i střídavými bludnými proudy s  $f = 50\text{Hz}$ ,
- Tento proud vyšší jak 3 A jdoucí z materiálu Fe do půdy snižuje životnost uzemňovacích zařízení ( i konstrukce stožárů ) 10x, např. ze 120 let na 12 let,
- Střídavý bludný proud teče zemními lany vrchních vedení a hraje roli i přizemňování tohoto lana v trase vedení
- Směr i velikost toku bludného proudu ovlivňují místní poměry půdy (potenciál kladný nebo záporný vůči tzv.“0“)

## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Bludné proudy střídavé - neznámé:

Měření v rozvodně el. energie s vývody vrchními vedeními v blízkosti trati ČD se stejnosměrnou trakcí:

- Vliv homogenity a dobré vodivosti zákrytového materiálu,
- Vliv využívání tratí ( rozdílňý je směr jízdy vlaků ) a pracích na ní,
- Výstup je viditelný na obrázku,
- Existují způsoby ochran před účinky těchto kombinovaných bludných proudů, ale ...

## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

### **Bludné proudy střídavé - neznámé:**

**Bezpečnost osob v blízkosti energetických sítí:**

- **Měření potenciálu člověk–země -sítě 400 kV:**
- Kapacitní indukci do hmoty člověka v obuvi s izolační podrážkou ( např. suchá, kožená ) bylo naměřeno > 750 V (překročen rozsah přístroje),
- Následkem může být slabší elektrošok s možností tomu zamezit používáním vodivé obuvi nebo přizemňováním při vlastní práci, příp. i zařízení.

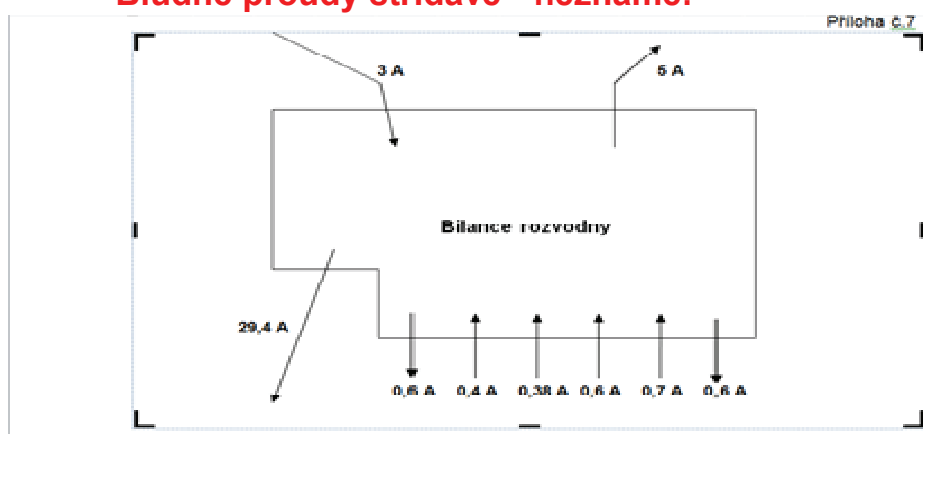
## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

### **Bludné proudy střídavé - neznámé:**

- Častá křížení VVN linek se železnicí a potrubní sítí mohou vést k rozsáhlým interferencím, které mohou být zdrojem koroze stožárů (základů), potrubí nebo cizích potrubí s technicko – právními následky.
- ČD už dnes nejsou vázány zodpovědností za vznik a působení bludných proudů.

## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Bludné proudy střídavé - neznámé:



## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Bludné proudy střídavé - neznámé:

#### Bilance 1. stožárů

1. vedení zvn	do uzemnění stožáru	6,8 A	- koroze
1. vedení vvn	do uzemnění stožáru	0,6 A	-koroze
1. vedení vvn	z uzemnění stožáru	0,6 A	
2. vedení vvn	z uzemnění stožáru	0,1 A	
3. vedení vvn	do uzemnění stožáru	1,3 A	- koroze
4. vedení vvn	z uzemnění stožáru	0,4 A	
5. vedení vvn	do uzemnění stožáru	0,6 A	- koroze
2. vedení zvn	z uzemnění stožáru	8,8 A	
453	z uzemnění stožáru	3,3 A	

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

**Bludné proudy střídavé - neznámé:**



*Dostat se s klešťovým DC ampérmetrem k měřenému lanu bylo složité*

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

**Bludné proudy střídavé - neznámé:**



*Dostat se s klešťovým DC ampérmetrem k měřenému lanu bylo složité*

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

**Bludné proudy střídavé - neznámé:**



*Intenzivní koroze nezaizolované uzemňovací pásky na rozhraní fázi vzduch - půda*

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

**Bludné proudy střídavé - neznámé:**



*Ohrožená FeZn páska ve výkopu pro základ rozšíření 110 kV rozvodny*

## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Bludné proudy střídavé - neznámé:



*Makročlánková vzdálenost mezi místem důlkové koroze a chráněným pomíneralizovaným Zn je řádově v cm*

## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Bludné proudy střídavé - neznámé:



*Makročlánková vzdálenost mezi zmineralizovaným Zn povlakem a intenzivní důlkovou korozi oceli (obr.12) řádově půl metru.*

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé**

**2 obrázky z vodárenské branže**

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

**Vytěžená výstroj z vrtu po 40 letech provozu nepoškozená vlivem bludných proudů**





## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

**Vytěžená výstroj z vrtu po 20 letech provozu poškozená vlivem bludných proudů**



## **Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

- Tato přednáška měla za cíl osvětlit problematiku vlivu el. sítí na další zařízení a poukázat na nutnost správného pohledu na nebezpečí, které není na první pohled viditelné a zřejmé.
- Je to stejné jako u vlastní elektřiny – nevaruje, protože obvykle není vidět, není příliš slyšet, není cítit, ale občas může nepříjemně „kopnout“,
- Stejně tak důležité je nepodcenit sledování zařízení a jeho „chování“, např. cílenou diagnostikou, kontrolami, údržbou apod. během jeho živostnosti.

## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Závěr



Např. postupná degradace izolace plastového kabelu - na začátku 1 prasklinka má malý vliv, ale s postupně, se zhoršujícím se stavem jedna, ta poslední prasklinka, způsobí poruchu

## Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

### Závěr

- Neměli bychom se tedy z toho všichni v rozumné míře poučit, aby nás to nepřekvapilo, např. nečekanou kumulací poruch zařízení, bez zjevné příčiny, na více místech najednou?
- Přednáška může mít rozporuplné reakce, ale doufáme, že to nebude na škodu, naopak to bude znamenat hlavně všeobecný přínos i pro Vaši „branži“.

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

- *A na samotný závěr se snad hodí tyto citáty!*
- *Omyl, který vzbudí rozruch, je cennější než pravda vedoucí do slepé uličky ( Alessandro Volta o Galvaniho objevu – pokusy se žábami )*
- *Život provázaný chybami je nejen důstojnější, ale i užitečnější než život, během kterého se nic neděje, ( G. B. Shaw )*

**Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení**

**Děkuji Vám za pozornost  
i za případné dotazy!**

**Ing. Šeda Jan**

# Stanovení množství vody pro neveřejnou spotřebu v dosahu jímacích území podzemní vody pro veřejnou potřebu

RNDr. Petr Čížek

RNDr Petr Čížek A až Zet®

info@aazzet.cz

**Klíčová slova:** studny, podzemní voda, povolení k odběru podzemní vody, nerovnoměrnost potřeby vody, směrná čísla, hydrogeologie, stavební zákon, vodní zákon

## Souhrn

Pro posouzení ovlivnění vodních poměrů novou zástavbou odkázanou na domovní studny na okolí je třeba znát prognózu sezónních výkyvů odběru podzemní vody. Nezbytným podkladem pro její odhad je výpočet potřeby vody a jejich nerovnoměrností. Článek navrhuje stanovit maximální denní a měsíční potřebu vody a minimální potřebnou vydatnost studní z aktuálních Směrných čísel ve smyslu zásad, ze kterých vycházela zaniklá Směrnice č. 9/1973 Ústř. Věst. ČR. Navrhuje, jak jednotně chápat a vyplňovat rubriky v žádostech o povolení k odběru podzemní vody, aby ochraňovaly hydrogeologické poměry a aby hydrogeologická vyjádření ke stejným studním a záměrům vycházela ze stejných hodnot.

## 1. ÚVOD

Po novele starého stavebního zákona v roce 1993 vymizel ze stavebních předpisů povinný geologický průzkum pro územní plánování. Od té doby se skutečná schopnost území zásobovat nově vznikající části obcí podzemní vodou a likvidovat jejich srážkové a odpadní vody zjišťuje až po schválení územního plánu a rozprodání pozemků. Pozemek po pozemku a jak upozorňoval zesnulý ing. Muzikář - bez uvažování celku. S pokračujícím osídlováním se všechny malé potřeby jednotlivých domácností sčítají a tam kde překročí reálné možnosti území, začne se horninové prostředí chovat jako velká studna, bažina, žumpa, anebo všechno dohromady. Změnami územních plánů se satelitní osídlení neustále postupně rozšiřuje, a pokud by se ovlivnění podzemních vod přiblížilo až k vodárenskému zdroji, může v něm způsobit úbytek vydatnosti, anebo kontaminaci vody. Myslím, že si situace vynutí, aby se vodárenské společnosti začaly intenzivně zajímat o to, co se děje v jejich vnějších pásmech hygienické ochrany a v mnoha případech i za jejich hranicí. Pro posouzení vlivu studní v zamýšlené zástavbě na okolní vodní poměry je nezbytným podkladem prognóza potřeby vody. Právním předpisem, který potřebu vody upravuje, jsou Směrná čísla roční potřeby vody (dále jen „Směrná čísla“) která stanovilo ministerstvo zemědělství v Příloze č. 12 vyhlášky č. 428/2001 Sb. a která k 1. 1. 2012 novelizovalo vyhláškou č. 120 / 2011 Sb. Definují roční normové potřeby vody pro různé spotřební jednotky, ale nedávají návod k odhadu časových nerovnoměrností v její spotřebě. Posledním oficiálním návodem ke stanovení nerovnoměrností ve spotřebě vody byl metodický pokyn k jednotnému způsobu navrhování vodovodů a kanalizací v obcích do 100 tisíc obyvatel, kterým dvě ministerstva, lesního a vodního hospodářství ČR a zdravotnictví ČR, instruovaly své podřízené organizace. Je znám jako Směrnice č. 9/1973 Ústř. Věst. ČR (dále jen „Směrnice“). Přestala platit se zánikem subjektů, které se podle ní měly řídit a po jejím zániku neexistuje pro jednotný odhad časové nerovnoměrnosti spotřeby vody ani shoda, ani metodika. První část článku je proto stručný návrh jak stanovit v duchu zaniklé Směrnice ze Směrných čísel prognózu maximální denní a měsíční potřeby vody a nejmenší potřebnou vydatnost studní. Podrobnější zdůvodnění je na internetovém portálu TZB (Čížek, P. 2015). V další části navrhuji jak jednotně chápat a vyplňovat rubriky v žádostech o povolení k odběru podzemní vody. Dnes nejsou použitelné ani ke hrubým odhadům sezónních odběrů z povodí, protože je chápe a vyplňuje každý jinak.

## 2. Nerovnoměrnost ve spotřebě vody

K prognóze nerovnoměrností ve spotřebě podzemní vody navrhuji využít některé zásady zaniklé Směrnice č. 9/1973 Ústř. Věst. ČR (dále jen „Směrnice“). Mnohé její jednoduché postupy již nejsou použitelné, neboť typizovaná občanská vybavenost obcí přestala existovat, ale měli bychom využívat její hlavní myšlenky. Její tvůrci nevycházeli pouze z dlouhodobých měření vody v nových socialistických sídlištích, ale i ze zkušeností převzatých ze západní a severní Evropy. Výpočty potřeby vody podle Směrnice vycházejí z předpokládané průměrné denní spotřeby vody v kalendářním roce. Pro navrhování základních parametrů vodárenských zařízení se stanovuje maximální denní a maximální hodinová potřeba vody.

### Na maximální denní potřebu vody se dimenzuje:

- zařízení na odběr ze zdroje (tedy i nejmenší potřebná vydatnost studní)
- kapacita úpravny vody včetně úpravárenských ztrát
- kapacita řadů pro dopravu vody z úpravny vody do vodojemů.

### Na maximální hodinovou potřebu vody se dimenzuje:

- zařízení na přívod vody ke spotřebitelům.

KUČERA, T. a KADULA, D. (2012) doporučují u malých spotřebišť stanovit hodinovou potřebu vody podle ČSN 75 5455 Výpočet vnitřních vodovodů.

Aby bylo možné vypočítat prognózu průměrné a maximální denní, měsíční a sezónní potřeby vody, je třeba Směrná čísla přepočítat na specifickou potřebu vody podle vzorce:

$$q' = 2,74 q \quad (1)$$

$q'$	[l/den]	specifická potřeba vody ve spotřebišti pro účel X
$q$	[m <sup>3</sup> rok <sup>-1</sup> ]	směrné číslo potřeby vody pro účel X

Specifická potřeba vody  $q'$  je definována v litrech za den jako jednodenní průměr z roční spotřeby vody pro nějaký účel základní spotřební jednotkou. Průměrná denní spotřeba vody na vodoměru spotřebišť se vypočte vynásobením specifické potřeby vody počtem základních jednotek:

$$Q_X = q'n \quad (2)$$

$Q_X$	[l/den]	průměrná denní spotřeba vody ve spotřebišti pro účel X
$n$		množství základních jednotek ve spotřebišti

## 3. VÝPOČET POTŘEBNÉHO ODBĚRU PODZEMNÍ VODY

Potřebný odběr podzemní vody v litrech za den odpovídá spotřebě vody, navýšené o ztráty v úpravně a o všechny úbytky, technologické i nechtěné, které vzniknou na trase mezi úpravnou vody a vodoměrem spotřebitele. Platí proto vztahy:

$$Q_s = \frac{Q}{(1-k_u)(1-k_z)} \quad (3)$$

$$k_u = \frac{Q_u}{Q_s} \quad (4)$$

$$k_z = \frac{Q_z}{Q_v} \quad (5)$$

$Q_s$	[l/den]	odběr podzemní vody
-------	---------	---------------------

$Q_u$	[l/den]	ztráty při úpravě vody
$Q_V$	[l/den]	množství upravené vody
$Q$	[l/den]	úhrnná průměrná potřeba vody
$k_u$		koeficient úpravárenských ztrát
$k_z$		koeficient ztrát při rozvodu upravené vody

Pro spotřebitele využívající bez úpravy vodu z vlastních studní  $k_u = 0$ ,  $k_z = 0$ .

#### 4. VÝPOČTY NEROVNOMĚRNOSTÍ VE SPOTŘEBĚ VODY

##### 4.1 Nerovnoměrnost ve spotřebě vody pro bytový fond

###### 4.1.1 Průměrná denní potřeba vody pro bytový fond $Q_A$

Průměrná denní potřeba vody pro bytový fond se sníží až o 40% u bytů, které vypouští odpadní vody do vyvážené jímky a které nebudou v dohledné době připojeny na kanalizaci nebo DČOV. Na jednoho obyvatele rekreační chaty (chalupy) se potřeba vody vypočte jako u bytového fondu s přihlédnutím k době, po kterou je chata během roku využívána. Průměrná denní potřeba vody pro bytový fond v kalendářním roce se vypočte ze vztahu:

$$Q_A = q' \cdot n \cdot k_{odp} \cdot k_{Avík} \quad (6)$$

$$k_{Avík} = \frac{Q_{t_{uA}}}{365} \quad (7)$$

$Q_A$	[l/den]	úhrnná průměrná denní potřeba vody domácností za kalendářní rok
$k_{odp}$		u domácností s vyváženou žumpou $k_{odp} = 0,6$ , u ostatních $k_{odp} = 1$
$k_{Avík}$		koeficient obydlení domácnosti
$t_A$	[dny]	počet dnů v roce, po které je domácnost využívána
$k_{Avík} = 1$		u trvale obydlených domácností
$k_{Avík} = 0,46$		u rekreačních domácností

U rekreačních domácností se standardně předpokládá, že budou využívány až 170 dnů v roce (2 měsíce prázdnin + 2,5 dne ostatní víkendy v roce = 170 dní)

###### 4.1.2 Maximální denní potřeba vody pro bytový fond $Q_{Am}$

Maximální denní potřeba vody pro bytový fond  $Q_{Am}$  se vypočte podle vztahu:

$$Q_{Am} = Q_A \cdot k_d \quad (8)$$

$k_d$  součinitel denní nerovnoměrnosti

Součinitel  $k_d$  je semilogaritmicky závislý na počtu obyvatel podle Tabulky 1:

Tabulka 1

1 až 10 obyvatel	$k_d = 1,80$ až $1,90$
10 až 20 obyvatel	$k_d = 1,75$ až $1,80$
20 až 50 obyvatel	$k_d = 1,70$ až $1,75$
50 až 100 obyvatel	$k_d = 1,65$ až $1,70$
100 až 230 obyvatel	$k_d = 1,60$ až $1,65$
230 až 500 obyvatel	$k_d = 1,55$ až $1,60$
500 až 1.000 obyvatel	$k_d = 1,50$ až $1,55$
1.000 až 5.000 obyvatel	$k_d = 1,4$

5.000 až 20 000 obyvatel	$k_d = 1,35$
20.000 až 100.000 obyvatel	$k_d = 1,25$

#### 4.2 Nerovnoměrnost ve spotřebě vody pro občanskou vybavenost a průmysl

Potřeby vody pro občanskou vybavenost a průmysl se musí vypočítat jako součet průměrných potřeb, stanovených pro každý jednotlivý účel podle vztahu (1). V lázeňských a rekreačních místech, kde jsou zvýšené požadavky na čistotu veřejných prostranství, údržbu sadů apod., je třeba zvýšit množství vody, určené pro tyto účely, až o 50 % (Směrnice článek IV, bod II). Nerovnoměrnosti ve spotřebě vody místních výrobců a služeb je nutné zjišťovat přímo u jejich provozovatelů.

#### 4.3 Nerovnoměrnost ve spotřebě vody pro zalévání zahrad

Skutečná roční potřeba závlahové vody závisí na místním mikroklimatu, charakteru půdy, svažitosti terénu, způsobu zalévání a na druhu zavlažovaných rostlin. V převážné většině případů není odborná studie k dispozici. V takovém případě navrhuji dosadit do výpočtu celkové potřeby vody standardní fiktivní hodnoty získané ze Směrných čísel následujícím postupem:

1) **Průměrná denní potřeba vody pro zalévání zahrad za rok** se vypočítá ze vztahů:

$$Q_C = 2,74 \cdot k_{Cv\acute{i}k} \cdot \sum_i q_i \cdot 0,01 \cdot n_i \quad (9)$$

$$k_{Cv\acute{i}k} = \frac{t_{Cv\acute{i}k}}{t_{veg}} \quad (10)$$

$$t_{veg} = 0,2709 T^3 - 5,1093 T^2 + 41,42 T + 14,108 \quad (11)$$

$Q_C$	[l/den]	úhrnná průměrná denní potřeba vody pro zalévání zahrad za kalendářní rok
$k_{Cv\acute{i}k}$		u zahrad zalévaných průběžně $k_{Cv\acute{i}k} = 1$
$q_i$	[m <sup>3</sup> /rok]	směrné číslo potřeby vody pro i-tou zahradu
$n_i$	m <sup>2</sup>	rozloha i-té zalévané zahrady
$t_{Cv\acute{i}k}$	dny	počet dní zalévání zahrady ve vegetačním období
$t_{veg}$	dny	počet dní malého vegetačního období (> 10°C) se stanoví buď z údajů ČHMÚ, anebo standardně podle vztahu (11) z regresní křivky závislosti na průměrné roční teplotě podle Zlatníka (CULEK, N. a kol., 2005)
$T$	°C	průměrná roční teplota vzduchu na pozemku

2) **Průměrná denní potřeba vody ve vegetačním období** se vypočítá podle vztahu:

$$Q_{Cveg} = 365 \frac{Q_C}{t_{veg}} \quad (12)$$

$Q_{Cveg}$	[l/den]	průměrná denní potřeba vody pro zalévání zahrad za vegetační období
------------	---------	---

3) **Maximální denní potřeba vody pro zahrady** se vypočítá podle vztahu:

$$Q_{Cm} = 2Q_{Cveg} \quad (13)$$

$Q_{Cm}$  [l/den] maximální denní potřeba vody pro zalévání zahrad

4) **Maximální měsíční potřeba vody pro zahrady** se vypočítá podle vztahu:

$$Q_{CM} = 0,031Q_{Cm} \quad (14)$$

$Q_{CM}$  [m<sup>3</sup>/měsíc] maximální měsíční potřeba vody pro zalévání zahrad

## 5. SOUČET PRŮMĚRNÝCH DENNÍCH POTŘEB VODY Q

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C + Q_{ost} \quad (15)$$

$Q_B$  [l/den] celková průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost a průmysl

$Q_{ost}$  [l/den] celková průměrná denní potřeba vody pro ostatní účely

## 6. MAXIMÁLNÍ DENNÍ POTŘEBA VODY $Q_m$

Celková maximální denní potřeba vody v kalendářním roce se vypočítá podle vztahu:

$$Q_m = Q_{Am} + Q_{Bm} + Q_{Cm} + Q_{ostm} \quad (16)$$

$Q_{Am}$  [l/den] celková maximální denní potřeba vody pro domácnost

$Q_{Bm}$  [l/den] celková maximální denní potřeba vody pro občanskou vybavenost a průmysl

$Q_{ostm}$  [l/den] celková maximální denní potřeba vody pro ostatní účely

## 7. CELKOVÁ ROČNÍ POTŘEBA VODY $Q_a$

Na jednoho obyvatele bytu v rodinném domě s (max. 3 byty - 3 rodiny) se ročně připočítává 1 m<sup>3</sup> na očistu okolí a osob při aktivitách v zahradě apod. (Směrná čísla, oddíl I). Celková potřeba vody v kalendářním roce se proto vypočítá podle vztahu:

$$Q_A = 0,365 Q + n_{RD} \quad (17)$$

$n_{RD}$  počet obyvatel bydlících v rodinných domech

## 8. VÝPOČET MINIMÁLNÍ POTŘEBNÉ VYDATNOSTI STUDNÍ $Q_s$

Zařízení na odběr vody ze zdroje (a tedy i nejmenší potřebná vydatnost studní) se podle článku VII Směrnic dimenzuje na maximální denní potřebu vody. Minimální potřebná vydatnost studní se vypočítá podle vztahu:

$$Q_s = \frac{Q_m}{(1-k_u) \cdot (1-k_z)} \quad (18)$$



## 9. VÝZNAM RUBRIK V ŽÁDOSTI O POVOLENÍ ODBĚRU PODZEMNÍ VODY

Aby rubriky požadovaného odběru podzemní vody (průměrně ... l/s, max. .... l/s, max. .... m<sup>3</sup> za měsíc, ... m<sup>3</sup> za rok) v žádostech o povolení k nakládání s podzemními vodami chránily hydrogeologické poměry a mohly sloužit jako jednotný základ při posuzování rozporných hydrogeologických vyjádření, navrhuji je z hydrogeologického hlediska chápat a vyplňovat podle Tabulky 2:

Tabulka 2

Rubrika	Navrhovaný účel	Obsah
Průměrně ... l·s <sup>-1</sup>	Posouzení, jestli dlouhodobé jímání požadovaného množství podzemní vody nepřetíží hydrogeologické povodí, ve kterém je studna umístěna.	Celková spotřeba vody za kalendářní rok, navýšená o úpravárenské a dopravní ztráty, přepočtená z m <sup>3</sup> /rok na l/s.
Maximálně...m <sup>3</sup> · rok <sup>-1</sup>	Chrání vlastní studnu i její okolí před velkými jednorázovými odběry podzemní vody, které by mohly způsobit škody, aniž by v úhrnu přesáhly maximální povolený měsíční odběr.	Maximální množství vody, které je dovoleno čerpat ze studny (množství nižší nebo stejné než je největší nominální výkonnost instalovaného čerpadla).
Maximálně...m <sup>3</sup> · měs <sup>-1</sup>	Chrání hydrogeologické struktury s nízkými přírodními zdroji nebo přírodními zásobami podzemní vody, tj. s nízkým zbytkovým množstvím podzemní vody v hornině po přirozeném odtoku vody v obdobích nízkých zabezpečení a po již povolených odběrech podzemní vody.	Součet maximálních měsíčních odběrů vody pro všechna spotřebišť napojená na studnu v nejvytíženějším měsíci roku, navýšený o úpravárenské a dopravní ztráty, to vše v porovnání s místními přírodními zdroji podzemní vody vyšších zabezpečení, snížených o dosud povolené odběry.
Maximálně...m <sup>3</sup> · rok <sup>-1</sup>	Respektuje Směrná čísla potřeby vody. V hydrogeologických povodích s nízkými přírodními zdroji ve srovnání s potřebou je nezbytné tento výchozí ukazatel snížit tak, aby celkový odběr vody z povodí nepřevyšoval 75% přírodních zdrojů.	Celková spotřeba vody v kalendářním roce vypočtená ze Směrných čísel, navýšená o úpravárenské a dopravní ztráty a porovnaná s velikostí disponibilních zdrojů podzemní vody.

## 9. VYPLNĚNÍ RUBRIK V ŽÁDOSTECH O POVOLENÍ ODBĚRU PODZEMNÍ VODY

Jednotlivé rubriky požadovaného odběru podzemních vod v žádostech o povolení k nakládání s podzemními vodami navrhuji chápat podle Tabulky 2 a vyplnit je takto:

### 9.1. Průměrně ...ls<sup>-1</sup> Q<sub>Sp</sub>

Rubriku vyplnit podle vztahu:

$$Q_{Sp} = \frac{Q_{Sa}}{31536} \quad (19)$$

Q <sub>Sp</sub>	[ls <sup>-1</sup> ]	průměrný odběr podzemní vody ze studny za kalendářní rok
Q <sub>Sa</sub>	[m <sup>3</sup> ]	Celkový odběr podzemní vody v kalendářním roce podle vztahu (21)

### 9.2. Maximálně ...ls<sup>-1</sup> Q<sub>Sm</sub>

Pokud není nezbytné chránit okolí studny před velkými jednorázovými odběry podzemní vody, které v úhrnu nepřesáhnou maximální měsíční odběr, uvést do této rubriky nominální čerpané množství obvyklého čerpadla navrženého pro maximální dovolené provozní snížení hladiny vody ve studni, v opačném případě redukovat v intencích Tabulky 2.

### 9.3. Maximálně ...m<sup>3</sup> · měs<sup>-1</sup> Q<sub>SM</sub>

Za předpokladu, že souběh maximálních denních potřeb vody nepotrvá déle než 7 dní v měsíci, se rubrika vyplní podle vztahu:

$$Q_{SM} = \frac{[7(Q_{Am}+Q_{Bm}+Q_{ostm})+24(Q_A+Q_B+Q_{ost})] \cdot 0,001 + Q_{CM}}{(1-k_U) \cdot (1-k_Z)} \quad (20)$$

Q <sub>Am</sub>	[l / den]	celková maximální denní potřeba vody pro bytový fond podle (8)
Q <sub>Bm</sub>	[l / den]	celková maximální denní potřeba vody pro občanskou vybavenost a průmysl
Q <sub>ostm</sub>	[l / den]	celková maximální denní potřeba vody pro ostatní účely
Q <sub>A</sub>	[l / den]	celková průměrná denní potřeba vody pro domácnosti podle (6)
Q <sub>B</sub>	[l / den]	celková průměrná denní potřeba vody pro občanskou vybavenost a průmysl
Q <sub>ost</sub>	[l / den]	celková průměrná denní potřeba vody pro ostatní účely
Q <sub>CM</sub>	[m <sup>3</sup> /měs]	maximální měsíční potřeba vody pro zalévání zahrad podle (14)
k <sub>U</sub>		koeficient úpravárenských ztrát podle (4)
k <sub>Z</sub>		koeficient ztrát při rozvodu upravené vody podle (5)

Pokud bude souběh maximálních potřeb vody delší, je třeba redukovat v intencích Tabulky 2.

### 9.4. ...m<sup>3</sup> · rok<sup>-1</sup> Q<sub>Sa</sub>

Rubrika se vyplní podle vztahu:

$$Q_{Sa} = \frac{0,365 \cdot Q_a}{(1-k_U) \cdot (1-k_Z)} \quad (21)$$

Q <sub>Sa</sub>	[m <sup>3</sup> /rok]	celkový odběr podzemní vody v kalendářním roce
Q <sub>a</sub>	[l/den]	celková potřeba vody vypočtená podle (17)

V hydrogeologických povodích s nízkými přírodními zdroji vody ve srovnání s potřebou je nezbytné tento výchozí ukazatel snížit v intencích Tabulky 2 přednostně u těch odběrů podzemní vody, které jsou určeny pro účely, ke kterým není předepsána voda pitná.

## 10. Závěr

Směrnice č.9/1973 Ústř. Věst. ČSR byla vytvořena i podle zkušeností ze západní Evropy. Dokud nebude nic lepšího, měli bychom její hlavní myšlenky využívat.

### Literatura

CULEK, N. a kol. Biogeografické členění České republiky II. Díl. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2005. ISBN 80-8604. s. 19-60.

ČÍŽEK, P. Výpočet nutného odběru vody ze studny a jeho rozepsání do žádosti o povolení k nakládání s podzemními vodami. Praha: TZB, 2015. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz> .

HERLE, J. Komentář ke směrnicím pro výpočet potřeby vody: spolu s úplným textem Směrnice č. 9/73 Ústředního věstníku ČSR. 1. vyd. Praha: ÚVNM, 1975.

KADULA, D. a KUČERA, T. Stanovení potřeby vody v případě malých spotřebišť. Praha: TZB, 2012 [cit. 2013-01-14]. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz> .

# Technická realizace vrtů pro TČ

RNDr. Petr Čížek - Ing. Zdeněk Hradil, CSc.

**A-Z Praha**

**Geoprosper Praha**

[info@aazzet.cz](mailto:info@aazzet.cz)

[geoprosper@volny.cz](mailto:geoprosper@volny.cz)

**Klíčová slova:** pažnice, normy, cementace, karotáž, aquifer, stavební povolení, průměr vrtu, autorizovaná osoba, výstroj vrtů pro TČ, PE kolektory, injektážní trubka, injektážní směs ...

## Abstract

V naší republice je velmi rozšířen systém získávání přírodní tepelné energie z hlubinných vrtů pro TČ (systém země – voda), tzn. že tepelná energie je z provrtávaných hornin odčerpávána prostřednictvím nemrznoucí směsi. Hlubinné vrtů pro TČ představují prakticky nejnáročnější technickou, technologickou a finanční položku při pořizování otopného systému země – voda.

Pro srovnání uvádím podobnost mezi: vrtů na naftu / plyn – vrtané studny na vodu – geotermální vrtů – vrtů balneologické – vrtů pro tepelná čerpadla a pod. Pro uvedené objekty je charakteristické získávání přírodních zdrojů energie (uhlovodíků, vody, geotermální energie / tepla apod) ze země. Vytýčení záražkových bodů těchto vrtů zajišťuje geologická služba projektu.

## A. Ú V O D : Vrtů na naftu / plyn – vrtané studny na vodu – geotermální vrtů apod.

Vrtů na naftu / plyn a geotermální vrtů v ČR a především ve SR obvykle přesahují hloubky 2000 mtr, vrtané studny na vodu v ČR dosahují max. hloubek 200 – 600mtr, v severní Africe to mohou být i studny hlubší 800 - 1500 mtr. Pro tyto skupiny vrtů je podmínkou vodotěsné oddělení produkční zony respektive aquiferu od nadložních neproduktivních vrstev úvodní (ÚK) a technickou (TK) respektive těžební (TĚK) pažnicovou kolonou s cementací mezikruží.

Realizace uvedených vrtů probíhá podle Geologicko-Technického Projektu (GTP), který většinou zpracovává vrtný kontraktor ve spolupráci s geologickou službou prováděcí složky nebo podle geologicko-technického projektu nezávislého projektanta (v Libyi např. SARLD Secretariat of Agricultural Reclamation and Land Development, GWA - většinou experti FAO).

Vrtné a pažnicové průměry jsou specifikovány rozměrovými americkými normami API Std 5A, 5B a 5C nebo německými normami DIN a materiálovými normami ASTM. Geologicko-technické programy i vrtání studní, jejich pažení, technologie cementací, výstroj zvodnělých intervalů se realizují rovněž podle amerických standardů. K cementaci se používá většinou cement třídy „G“ dle API norem.

Cementace mezikruží musí probíhat zásadně v režimu laminárního proudění. [Pro TK 95/8“ ve 12<sup>1/4</sup>“ vrtu je objem cementového prstence v mezikruží cca 29 ltr/m.](#) Cementová směs vychází až na povrch.

Kvalita cementace se ověřuje tlakovými zkouškami v zacementovaných pažnicích a karotážními metodami (GGK, CBL, TM). Pro zajištění kontaktu: vrt x cementový kámen x extrémně hladké technické kolony se pažnice na vnějším průměru opatří epoxy nátěrem a obalují se křemitým

pískem. V případě netěsnosti pažnicové kolony zejména u naftových / plynových sond se provádí opravné cementace, což představuje značné časové a finanční ztráty.

Instalaci pažnicových kolon ve ztrátových intervalech je možno zahájit až po dosažení plné cirkulace výplachu. Do výplachu se přidávají protiztrátová aditiva Sand Seal Fine (SSF), Sand Seal Coarse (SSC), Modisorb 200. Do cementových směsí se přidávají aditiva D-111, Gas Seal apod. pro zlepšení těsnosti cementace. Distribuci těchto aditiv a odpovídající výplachový servis v ČR, SR zajišťuje fy ADASI Morava, Břeclav.

Všechny cementace u vrtaných studní na vodu v Libyi i jinde byly a jsou prověřovány výše uvedenými karotážními metodami a procento CBL menší než 100% bylo v Libyi penalizováno s tím, že za kvalitu úplného vyplnění mezikruží a vazby cementového kamene ručí dodavatel vrtu.

Pažení a cementace ÚK / TK se provádí podle pažnicového a cementačního programu, který zpracovává vrtný kontraktor. Materiálové zajištění projektu pažnicemi, cementem a přísadami do výplachu a cementových směsí zabezpečuje rovněž vrtný kontraktor. Uvedená karotážní metodika GGK,CBL,TM k potvrzení kvality cementace se provádí většinou externími organizacemi (v ČR např. Aquatest, Penetra, Geotrend, KaC Hodonín aj.)

Po vystrojení produkčního intervalu / aquiferu (většinou) linerovým filtrem se provádí naplavení/obsypu filtru křemitým pískem, následuje vyčištění filtru tlakovým vzduchem (airlift) a čerpací zkouškou se ověří vydatnost studny a tato se předává majiteli.

[Za kvalitu výše uvedených prací a úspěch celého vrtného díla obecně je tedy vždy zodpovědný smluvní dodavatel vrtu.](#)

## **B. Vrtý pro tepelná čerpadla – příprava k realizaci**

Pro oficiální zařazení těchto vrtů do české legislativy je nutné, aby vrtý pro TČ byly jmenovitě umístěny územním rozhodnutím nikoli pouze územním souhlasem jako součást stavby a dále, aby tyto vrtý byly schváleny stavebním úřadem a stavebním povolením a byly uvedeny do provozu kolaudačním řízením doložený kolaudačním protokolem s podpisy zúčastněných profesí.

Po posledních velkých novelách vodního a stavebního zákona lze od r. 2013 provádět vrtý pro TČ až 267 metrů pod hladinu podzemní vody bez účasti (hydro) geologa, bez stavebního povolení či ohlášení a bez souhlasu s uvedením vrtu do provozu, jestliže příslušný SÚ umístí vrtý pro TČ územním souhlasem jako součást stavby pro výrobu energie do 20ti KW souhrnného tepelného výkonu (§ 96 odst. 2, písm. a) + §103 odst.1, písm. e) bod 9 zák. č. 183/2006 Sb.) Přitom Geologický zákon nařizuje geologicko-průzkumným organizacím oznamovací povinnost pro vrtý hlubší než 30 m nebo pro vrtý s celkovou délkou nad 100 m (§ 6 odst.3 zákona č.62/1988 Sb)

Současný stavební zákon fakticky dovoluje, aby vrtý pro TČ o výkonu do 20 kW provedl kdokoliv jakkoliv a do jakékoliv hloubky, protože po vydání územního souhlasu jsou tyto vrtý nekontrolovatelné. A toto je z hlediska hydrauliky a hydrodynamiky podzemních vod naprosto nepřijatelné. Přítomnost hydrogeologa při povolování vrtů pro TČ je bezpodmínečně nutná.

Zatím není realizace vrtů pro TČ upravena žádnými technickými normami. Než budou uzákoněny potřebné české normy pro hloubení - výstroj a provozování vrtů pro TČ je nutno převzít, přeložit z angličtiny a ustanovit závazným metodický pokyn mezinárodní asociace IGSHPA (International Ground Source Heat Pump Association): Closed-loop Vertical Borehole Design, Installation & Material Standards a je nutno přistoupit ihned k legislativním změnám a úpravám stávajících předpisů pro povolování realizace těchto vrtů v ČR. Současný metodický pokyn obsažený v příručce AVTČ: Vrty pro TČ – tipy pro investory je pro většinu soukromých investorů nesrozumitelný a nečitelný prospekt (viz článek na portálu TZB [vytapani.tzb-info.cz/tepelna-čerpadlo/12426-prakticke-zkusenosti-s-vrtem-pro-tepelne-cerpadlo](http://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-čerpadlo/12426-prakticke-zkusenosti-s-vrtem-pro-tepelne-cerpadlo)). Technicky je tento pokyn na úrovni poloviny 90-tých let a nezajišťuje bezpečnost pro podzemní vody.

Zahraniční (US) i české předpisy pro povolení realizace vrtu/-ů pro TČ požadují, aby všechny vrty byly projektovány a realizovány autorizovanými projektanty a vrtaři. US normy navíc předepisují, že vrty pro TČ nesmí být umístěny blíže než 200 Ft (61 m) od studní na vodu s tou výjimkou, že když je studna na vodu součástí soukromého vodního systému, jehož majitel je vlastníkem obojího t.zn. jak studny tak vrtu pro TČ, pak nesmí být v tomto případě studna na vodu blíže než 75 Ft (cca 23 mtr) od vrtu pro TČ. Horizontální potrubí u systému s uzavřenou smyčkou, tedy horizontální rozvody od hlubinných vrtů s plastovými kolektory nesmí být blíže než 25 Ft (7,6 mtr) od jakékoli vrtané nebo jinak hloubené studny na vodu. Tyto hodnoty může upravit pouze odpovědný hydrogeolog.

Další technické podmínky podle US/českých předpisů pro udělení povolení k realizaci vrtu pro TČ:

1. **US:** Kopie projektu s technickou specifikací a s odsouhlaseným povolením realizace vrtu musí být k dispozici na vrtném pracovišti a za to odpovídá zhotovitel / dodavatel vrtu,
2. **US:** Průměr vrtu musí být ekvivalentní nebo větší než (vnitřní průměr tepelného kolektoru + vnější průměr kolektoru) x 2 + další 4" (101,6mm), tj. dia min. 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" (216mm)
3. **CS:** Potřebná hloubka vrtu (ke které se vyjadřuje opět odp. hydrogeolog) se stanoví odborným výpočtem v závislosti na topném/chladícím výkonu a to již v poptávkovém event. nabídkovém řízení. Za tepelně aktivní délku vrtu lze považovat jeho délku pod hladinou podzemní vody a 267 mtr vychází jako minimum výpočtem pro TČ 20 kW s obvykle deklarovaným COP 3 při tepelném zatížení 50W/1bm vrtu.  
Přitom nikdo nekontroluje, jestli byly vrty skutečně zainjektovány a proti komunikaci odizolovány zastižené intervaly podzemní vody a jestli dodavatelské firmy mají vůbec potřebné technické zařízení pro zainjektování jejich stvolů a zda je při uváděné konstrukci vrtu taková injektáž vůbec možná.
4. **US:** Zhotovitel vrtu musí mít k dispozici přesnou specifikaci materiálu a technického vybavení, které hodlá použít a dále projektové detaily pro každý vrt a hloubkové údaje každého zvodnělého horizontu. Tyto podklady budou uloženy na vrtném pracovišti k provedení inspekce před zahájením vrtu

Každý objekt určený k vyhřívání či ochlazování tepelným čerpadlem musí posoudit nejdříve odborná firma - autorizovaný instalatér TČ a pověřený (hydro)geolog oblasti přes geologii, hydrogeologii. Instalatér TČ vypracuje projekt otopného systému s TČ.

Na základě posudku odpovědného (hydro)geologa a projektu otopného systému osoba s odbornou způsobilostí t.j. příslušný pracovník organizace, která získala kontrakt na provedení

vrtnů pro TČ vypracuje GTP (viz výše) a předepíše techniku a technologii vrtání pro tento projekt včetně řešení technických/technologických problémů očekávaných v průběhu vrtných prací.

Za technickou realizaci vrtu(-ů) pro TČ podle GTP je tedy vždy zodpovědná vrtná organizace, která sepsala s investorem smlouvu na provedení vrtu/-ů pro TČ vystrojených podle projektu otopného systému a GTP pro daný vrt.

## **B 1. Hlubinné vrty pro TČ – vrtná technika**

Vrty pro TČ se hloubí většinou dosud nejefektivnější (co se týká rychlosti odvrtní vrtu) vrtnou technologií pomocí ponorných kladiv poháněných stlačeným vzduchem. Avšak ne vždy se jedná o technologii nejvhodnější. Podstatné je odvrtní a zajištění stability a průchodnosti vrtu v co nejkratším čase. A tady začínají první problémy.

Především je nutno si uvědomit, že stlačený vzduch po opuštění kladivové korunky expanduje do nebyvalých objemů, ztrácí svůj původní pracovní tlak a více nebo méně destruuje otevřený vrtný stvol a jeho okolí zejména v nesoudržných horninách. V důsledku sníženého tlaku na stěny vrtu dochází často ke kavernování nesoudržných (např. štěrko-pískových) partií vrtu případně k úplné nebo částečné ztrátě stability otevřeného vrtného stvolu, což je většinou provázeno přítokem spodní vody a závaly okolních rozvolněných a nepažených hornin do vrtu.

Vystrojení takto „připraveného“ vrtného stvolu plastovými kolektory je provázeno řadou problémů, především neprůchodností sondy pro svazek PE kolektorů do projektované hloubky vrtu. Často se kolektory instalují jen do  $\frac{2}{3}$  nebo  $\frac{3}{4}$  odvrtné délky a nevystrojená metráž se musí nahrazovat dalšími vrty, samozřejmě s finanční ztrátou.

Absence hydrostatického tlaku v mezikruží a nestabilní vrtný stvol je typickým nedostatkem technologie vrtání ponornými kladivy poháněné tlakovým vzduchem zejména ve zvodnělých a nesoudržných horninách. Proto je **bezpodmínečně nutné zařadit nad kladivo 1 až 2 zpětné ventily**, které zabrání vniknutí vrtných úlomků do kladiva při přidávání vrtné tyče. V každém případě musí být na pracovišti k dispozici kompresor, který zvládne eventuální projev hydrostatického (respektive horského) tlaku na celou projektovanou délku vrtu + min.25% rezerva.

### **B 1.1. vrtání s průběžným pažením a vrtné nástroje, technické podmínky pro povolení realizace vrtu pro TČ**

- k realizaci hlubinných vrtnů pro TČ je nutno používat moderní vrtné soupravy lafetového typu s dostatečným kroutícím momentem, přítlakem/tahem a vybavené technologií průběžného pažení úvodní části vrtu přes kvarter a jiné nesoudržné horniny. Vrtačky, které nejsou technologií průběžného pažení vybaveny nemají šanci realizovat vrty pro TČ v komplikovaných geologických podmínkách a musí být proto z projektu vyřazeny již v počátku při posuzování nabídek nebo při inspekci strojního zařízení před zahájením vrtu
- **kolové vrtné soupravy jsou mnohem šetrnější k životnímu prostředí než vrtné soupravy na pásech**, které často devastují terén v okolí obytných objektů v širokém rozsahu.
- Podle hloubky a průměrů vrtu je nutno vybrat vrtné soupravy s odpovídajícími výkonovými

parametry. Optimální průměr vrtu pro TČ je min. 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>" (216mm) jak uvedeno výše. Menší průměr nedoporučujeme s ohledem na proudění injektážní směsi v turbulentním režimu, což vede ke tvorbě „prázdných“ nezainjektovaných jazyků v mezikruží vrt x kolektory. Požadovaná

vzestupná rychlost v režimu laminárního proudění je pro vodu cca 1,5 m/s

- rotační hlavy vrtných souprav s technologií průběžného pažení musí být schopny zatáhnout ochranné pažnicové kolony co nehlouběji tak, aby kolony zajistily stabilitu vrtu pro instalaci geotermálních kolektorů. Tyto ochranné pažnicové kolony mají dočasnou funkci nicméně jsou velmi potřebné k osazení preventru, odklonění vrtné drti mimo ústí vrtu a k bezproblémovému zapuštění pramencových kolektorů až na dno vrtu. Ochranné pažnicové kolony se nakonec z vrtů vytěží.
- níže jsou uvedeny potřebné výkonové parametry vrtných souprav:
  - kroutící moment  $M_k$  cca 6 až 16 kN.m, větší kroutící moment není na škodu
  - otáčky rotační hlavy 0 do 200 rpm
  - přítlak : 10 – 50 kN, tah: 50 – 100 kN, vyšší hodnoty v tahu jsou vítány
  - čerpadlo pístové nebo šnekové (injektážní): až 160 l/min. (t.j. 9,6 cum/hod) při 60ti barech, čerpadlo odstředivé (míchací a proplachovací): až 1000 litrů za min. (60 cum/hod) při min. 6ti barech, vyšší hodnoty manometrického tlaku jsou vítány
- elektrické lomové vrtačky typu LVE nejsou vybaveny pažicím zařízením a jsou proto pro hloubení vrtů naprosto nepřijatelné
- ponorná kladiva se segmentovými korunkami Mitsubishi (systém TRB) nebo technologický systém Elemex, u něhož se proplachovací vzduch vrací z pod čela korunky mezikružím vrtné trubky a ochranné pažnicové kolony k povrchu. Předností těchto systémů je skutečnost, že nedochází k destrukci vrtného stvolu vzestupným proudem vzduchu a ke kontaminaci horninového prostředí v okolí vrtu olejovaným tlakovým vzduchem. V posledních metrech vrtu doporučujeme vrtat s přístřikem pěny a polymeru Argipol, což se velmi příznivě projeví při zapouštění svazku PE kolektorů (kluzný efekt),
- systém Duplex (2 rotační hlavy) zajišťuje nezávislé vrtání a pažení levotočivou pažnicovou kolonou a usnadňuje pažení/vytěžení ochranných pažnicových kolon do / z větších hloubek bez nároků na zvýšený  $M_k$ .

## B 1.2. těsnění ústí vrtu

Ústí vrtu musí být po celou dobu vrtání těsnění preventru s odkloněním proudu vrtné drti s vodou mimo ústí vrtu do zemní jámy nebo do vodotěsných kontejnerů umístěných na vrtném pracovišti.

## B 2. Vystrojení vrtů pro TČ

Vystrojení vrtů pro TČ tepelnými HDPE kolektory musí být provedeno na vysoké profesionální úrovni z následujících důvodů:

- zapuštěné PE kolektory již nelze z vrtu vytáhnout, takže v případě jejich netěsnosti je celé dílo zmařené a vrt se musí opakovat
- životnost PE kolektorů je dána životností materiálu (více než 100 let)
- pro vystrojení vrtů se používají po dohodě s instalátérem TČ 2 typy kolektorů:
  - 2-trubkové kolektory, DN40, síla stěny 3,7mm, typ.označení K-TČ 2x40
  - 4-trubkové kolektory, DN32, síla stěny 3,0mm, typ.označení K-TČ 4x32
  - zapuštění trubkových kolektorů do vrtů se uskutečňuje z přepravních kol.



## B 2.1. Materiál PE kolektorů a potřebné kontroly jejich těsnosti

- pro kolektory jsou použity trubky z vysokohustotního polyetylenu HDPE nebo PEX materiál PE100 a PN1,6 MPa podle ASTM D2666-89 a dalších souvisejících norem. Tyto trubky jsou spojeny v dolní části s pevnou paticí fy Rehau nebo Geser z NSR a navařeny k PE trubkám elektroodporově pomocí svařovacího automatu dle čárového kódu patice
- dílenská tlaková zkouška těsnosti po navaření patice ke geotermálnímu kolektoru slouží k ověření hermetičnosti spoje
- před zapuštěním kolektoru do vrtu provádí vrtná osádka na povrchu orientační tlakovou zkoušku těsnosti tak, aby bylo vyloučeno případné poškození při přepravě kolektorů
- po zapuštění kolektoru na dno vrtu musí být provedena další zkouška těsnosti tlakem **20PSI - 1,4 bar** za přítomnosti investora, aby byla jistota, že nejsou žádné úniky v potrubí. O této finální zkoušce těsnosti se sepíše protokol. Teprve potom se naplní kolektory teplovodnou kapalinou, při čemž ani u vrtných ani u plošných tepelných výměníků nesmí být použit monoetylglykol ani jiná toxická látka

## B 2.2. instalace geotermálních kolektorů s injektážní trubkou a účel těsnění mezikruží

- v ČR se používají oba typy kolektorů uvedené výše, konečný způsob vystrojení vrtů plastovými kolektory však definitivně stanoví projekt otopného systému. Tomu se musí přizpůsobit i technika a technologie zapouštění svazku kolektorů
- zapuštění svazku 4 trubek DN32 s injektážní ocelovou trubkou uprostřed ve spodní části perforovanou a u paty centrovanou na průměr vrtu se musí realizovat v dostatečně dimenzovaném vrtu o průměru min. 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"(216mm) tak, aby nedošlo k bodovému styku kolektor x stěna vrtu. **US předpis:** Vnitřní průměr injektážní trubky musí být minimálně 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub>"(32mm) proto, aby nedošlo k vyhození svazku PE trubek s injektážní trubkou z vrtu zpětným tlakem.
- Konec trubky je spojen s paticí prostřednictvím pravolevého přechodu nebo bajonetem. Tato ocelová trubka slouží k centrickému vedení svazku PE trubek a k proinjektování mezikruží vrtu t.j. 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"x 4<sup>1</sup>/<sub>2</sub>"(objem 26 ltr/m) prstence od jeho dna po ústí vrtu plastickou injektážní směsí, která plní následující funkce:
  - umožňuje lepší přestup tepla z hornin do kolektoru především proto, že zamezuje tvorbě případných vzduchových kapes a jazyků a těsní případné intervaly se ztrátami cirkulace
  - izoluje zvodnělé vrstvy v různých hloubkových úrovních a zabraňuje jejich propojení a tím předchází případné kontaminaci kvalitní podzemní vody kvarterní podpovrchovou vodou. Zatěsňuje intervaly se ztrátami cirkulace výplachového media
  - zaplňování mezikruží štěrkem, pískem nebo vrtnou drtí je nepřípustné, protože může způsobit eventuální ztrátu vody v okolních studnách. Úplná nebo jen částečná absence vyplnění mezikruží plastickou injektážní směsí může způsobit poruchu hydraulické a hydrodynamické rovnováhy podzemních vod v širokém okolí vrtu, což je nepřípustné a představuje v nejlepším případě snížený výkon TČ, ztráta vody v okolních studnách není výjimkou
- v průběhu zapouštění geotermálních kolektorů doporučuji povrch HDPE trubních kolektorů zdrsnit smrkovým papírem pro zajištění lepší vazby injektážní směsi s hladkými plastovými trubkami. PE kolektory musí být po dobu zapouštění do vrtu stále v tahu
- injektážní trubka může být od paty kolektorů odpojena a v průběhu injektáže povolna povy tahována z vrtu, avšak konec trubky musí být stále ponořen pod hladinou směsi dokud nebu

de injektáž ukončena výstupem směsi na povrch

- odpojení a vytažení injektážní trubky z vrtu bude provedeno až po ověření kvality proinjektování mezikruží mezi stěnou vrtu a plastovými kolektory hustotní karotáží GGK, akustickou karotáží CBL a TM

### **B 2.3. technologie injektáže a injektážní směsi**

Složení injektážní směsi je podstatným parametrem pro zajištění tepelné vodivosti směsi jednotka: „**W/m.K**“) a tepelného prostupu, t.j. rychlosti předání tepelné energie (jednotka: „**sec**“) mezi horninou v okolí vrtu a geotermálními kolektory. Jedná se o směs více méně plastickou s menším podílem cementu než bentonitu. Za účelem zlepšení výše uvedených hodnot se do některých směsí přidává křemitý úlet nebo práškový grafit.

Výše uvedené parametry injektážních směsí se ověřují na laboratorních Termostendech. Reologie (průtočnost směsi) se měří v laboratorních podmínkách rotačním viskozimetrem Fann VG-35 případně průtokovým viskozimetrem Marsh Funnel (viskozita „ $\mu$ “) v polních podmínkách. Měrná hmotnost „ $\gamma$ “ se měří pomocí výplachových vah. Oba přístroje jsou dostupné u společností Baroid, Swaco nebo Adasi (ČR) na zakázku.

Níže uvedené injektážní směsi všeobecně jsou vyrobeny a přepravovány v práškovém stavu ve stejném a garantovaném složení a požadovaná směs má po celou dobu injektáže stejnou kvalitu. Na základě vodosměsného faktoru se mění pouze měrná hmotnost injektážní směsi. Současné injektážní směsi se dodávají většinou v práškovém balení ve 25 kg pytlích.

#### **B 2.3.1. Technologie přípravy a začerpávání injektážní směsi**

- před vlastní injektáží doporučuji provést ověření plné cirkulace vrtem začerpáním kortanové předlázně pomocí odstředivého čerpadla. Tím dojde k uvolnění a vycirkulování jílových a jiných inertních zátek z mezikruží do ztrátových intervalů nebo na povrch.
- k míchání směsí s vodou a s případnými ztekucovadly a plastifikátory bude použita výkonná hydraulická míchačka a lopatová míchačka na domíchání finální směsi. Receptura injektážní směsi bude stanovena v GTP podle použitých aditiv.
- začerpávání injektážní směsi do mezikruží kolektory x vrt přes injektážní trubku musí být provedeno zásadně šnekovým nebo vysokotlakým pístovým čerpadlem s čerpaným množstvím dle US předpisu: 5 až 15 gpm (19 až 57 ltr/min) v režimu laminárního proudění a to v nepřetržitém cyklu až na povrch. Injektážní tlaky by neměly překročit 1-1,5 MPa, aby nedošlo k vyhození svazku PE kolektorů z vrtu. Reologii injektážní směsi je možno upravit ztekucovadly typu CrF nebo BDC 042.
- zapadlé hladiny injektážní směsi budou ověřeny karotáží nebo mechanicky. „Prázdňé“ mezikruží musí být zaplněno injektážní směsí z povrchu opět pomocí pístového čerpadla a tří maloprůměrových stupaček zapašřených do mezikruží na hlavu zapadlé hladiny injektážní směsi
- z každé namíchané várky budou odebrány 3 vzorky injektážní směsi pro měření  $\gamma$ ,  $\mu$  a pro následné laboratorní testy teplotní vodivosti a rychlosti transformace tepla prováděné po 24hod, výsledky testů ev.vzorky injektážní směsi musí být k dispozici investorovi vrtu na požádání.

#### **B 2.3.2. Typy injektážních směsí pro těsnění mezikruží ve vrtech pro TČ**

Pro aplikaci injektážních směsí byly vyvinuty směsi, které jsou více či méně vhodné pro vrty pro TČ (suché a mokré vrty). Na tuzemském trhu se objevuje celá řada injektážních směsí:

- a) **Thermocem PLUS:** Standardní výrobky firmy Heidelberg Cement Group vykazují tepelnou vodivost průměrně 2 – 2,5 W/m.K. Nejnovější produkt **Thermocem®PLUS 3.0** je v podstatě suchá malta s vysokou chemickou odolností. Tato směs je vyvinuta speciálně pro geotermální sondy. Při namíchání 830kg malty s vodocementovým faktorem 0,67 obdržíme plastickou směs o měrné hmotě 1,6 kg/ltr. Laboratorními testy se prokázala tekutost směsi cca 120 s dle Marshe, čas tuhnutí cca 5 h. **Termální vodivost  $\lambda = 3,0$  W/m.K.** Pevnost v tlaku 5,7 a 11,2 MPa po 7 a 28 dnech. Fy ADASI ve spolupráci s cementárnou Mokrý, která je členem H.C.Group se pokoušela tento výrobek prosadit na čs.trh, ale ztroskotalo to na ceně. V r.2011 zněla nabídka cca 11.400 Kč/mt.
- b) **Rofix-Thermo Inject 100** ([www.carmina.cz](http://www.carmina.cz)) : tuto směs používali kdysi v Geosanu Nučice a tento produkt kupovali před lety údajně za 5.000 Kč/mt., jde o injektážní směs dosti abrazivní.
- c) **Mikolit-Thermoseal (NL):** směs uvedená na webu fy Terratech nebo přímo na webové stránce [Mikolit Thermoseal](http://Mikolit-Thermoseal), včetně plničky Mikolit Loop Installer. Jedná se o směs vhodnou především pro „suchou“ injektáž. Jílové tobolky s přísadkou grafitu se dopravují mezikružím na dno vrtu kde při kontaktu s podzemní vodou nabobtnají a vytváří plastický prstenec
- d) **Injektážní směs „DPB“** je klasická bentonito-cementová směs. Tato směs má výborné reologické parametry, které ovšem snižují tepelné vlastnosti směsi (směs bentonit x voda vykazuje tepelnou vodivost  $\lambda = 0,6$  W/m.K). Toto se ovšem dá kompenzovat přidáním křemitého úletu do práškového produktu nebo přímo do tekuté směsi na pracovišti
- e) **TerraFULL** s dobrou tepelnou vodivostí  $\lambda$  cca 1,1 W/m.K, cena cca 4.100 Kč/mt při odběru celého kamionu (24 t)

Jako konzultanta a poradce při aplikacích injektážních směsí doporučujeme **fy ADASI Morava s.r.o.**, Lidická 2843/100a, 690 03 Břeclav (tlf:+420-519.373.069, e-mail: [adasi@adasi.cz](mailto:adasi@adasi.cz)).

Fy ADASI je vybavena potřebným Know-How a odpovídající laboratorní technikou pro stanovení čerpatelnosti a měrné hmotnosti injektážních směsí. ADASI rovněž disponuje potřebnými typy ztekucovadel a plastifikátorů pro určení optimální reologie injektážních směsí. Pracovníci fy ADASI provádí konzultační a poradenskou činnost při aplikaci výplachových kapalin a aditiv na území ČR a Slovenska.

### **B 3. Kontrola kvality injektáže / tamponáže:**

Jak bylo uvedeno v kapitole A, je kvalitní injektáž /tamponáž mezikruží za pažnicemi zárukou 100% funkce vrtané studny a tedy i vrtu s TČ. Jakékoli odchylky od této profesionální praxe se projeví v nedostatečně fungujícím vrtu pro vyhřívání / chlazení objektu. Pro kontrolu stavu kvalitního proinjektování mezikruží slouží níže uvedená karotážní metodika:

- **hustotní karotáž GGK** pro určení presence/absence plastické injektážní směsi v mezikruží
- **akustická karotáž CBL** pro určení procenta vazby injektážní směsi na styku stěna vrtu x plastická směs a plastická směs x plastová trubka geotermálního kolektoru
- v případě pochybností o dostatečně proinjektovaném mezikruží případně zapadlé hladině injektážní směsi v mezikruží se provádí **termometrie TM** pro stanovení hlavy zakleslé injektážní směsi v mezikruží eventuálně pro indikaci vertikálního proudění vody po plášti plastového kolektoru. TM musí být provedena do 24h po ukončení hlavní injektáže. Doplnění

injektační směsi do prázdného mezikruží musí být provedeno nejlépe ihned po ukončení TM a to prostřednictvím trojice stupaček a injektačního čerpadla.

A.s.Aquatest Praha vyvinula pro tento účel karotážní sondu dia 10 – 12mm, kterou je možno zapustit do geotermálních kolektorů DN40 i DN32. Pod sondou je umístěna olověná zátěžka. Kontakt na **a.s. Aquatest Praha**: RNDr.Martin Procházka, ředitel divize 32 karotáž (tel: +420-732.129.579, e-mail: [prochazka@aquatest.cz](mailto:prochazka@aquatest.cz))

Uvedená karotážní metodika může sloužit jednoznačně jako kritérium pro kvalitní nebo nekvalitní vrty pro TČ, stejně jako u vrtaných studní na vodu. Je to jediný průkazný doklad pro rozhodnutí zda převzít nebo nepřevzít vrty s TČ k dalšímu provozování a tedy zda proplatit úspěšný vrt nebo nezaplatit zmetkové dílo.

### **C. Závěr**

Výše uvedené postřehy jsem čerpal ze své bohaté vrtné praxe, především z posudků a připomínek odpovědných (hydro)geologů a investorů, většinou soukromých osob běžujících po ukončení a vystrojení vrtu nad problémy, které jim způsobily dodavatelské organizace v průběhu realizace díla. Ve většině případů si však tuto situaci (soukromí) investoři přivodili sami, protože nemají v tomto směru žádné zkušenosti a podklady od dodavatele vrtu jsou pro ně nesrozumitelné a většinou jednají s dodavatelem sami bez odborného poradce.

Bohužel pro všechny investory je převážně rozhodující cena za provedené dílo, méně je už zajímá kvalita provedených prací. To nechávají na dodavateli. A to je kámen úrazu, protože objednání a zadání realizace vrtu(-ů) pro TČ je jejich rozhodnutí bez ohledu na reálné možnosti vrtného kontraktora provést vrt profesionálním způsobem za smluvní cenu.

Doporučujeme proto (soukromým) investorům, aby si před realizací vrtu pro TČ vybrali na web stránkách vrtané studny a vrty pro TČ zkušeného dodavatele zakázky a seznámili se na webových stránkách <http://www.tzb-info.cz/2771-vrty-pro-tepelna-cerpadla-maji-sva-pravidla-i-uskali> se všemi detaily tak, aby věděli předem co je čeká a nemine v průběhu předložení žádosti o udělení povolení až po realizaci a předání vrtu pro jejich TČ.

Doufáme, že předložený rozbor poskytne odpověď na otázky investorů týkající se technického provedení vrt(-ů) pro TČ a vrtným kontraktorům ukáže cestu jak profesionálně a prakticky přistupovat k jednotlivým fázím realizace vrtu(-ů) pro TČ tak, aby se vyhnuli nespokojenosti investorů s provedenou prací.

RNDr Petr Čížek, A až Zet (hydro)geolog,  
GSM:+420–602.288.678,email:[info@geolog.cz](mailto:info@geolog.cz)

Ing. Zdeněk Hradil, CSc, vrtný specialista  
+420-602.610.238, [geoprosper@volny.cz](mailto:geoprosper@volny.cz)

Praha 15.03.2016