

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 produktovodů – 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 ZARÍZENÍ**

Ing. Ivan Cimbolínek

ČVUT v Praze
Fakulta elektrotechnická
Katedra elektroenergetiky

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

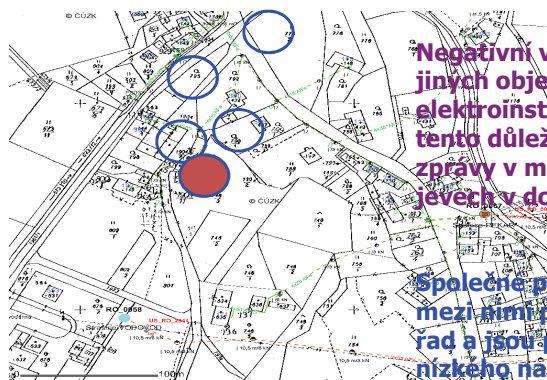
Bludné proudy střídavé - neznámé:

- **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 jevěch 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, Dům č.p. 612, Strašice, lokalita Na Huti**

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,

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

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,

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

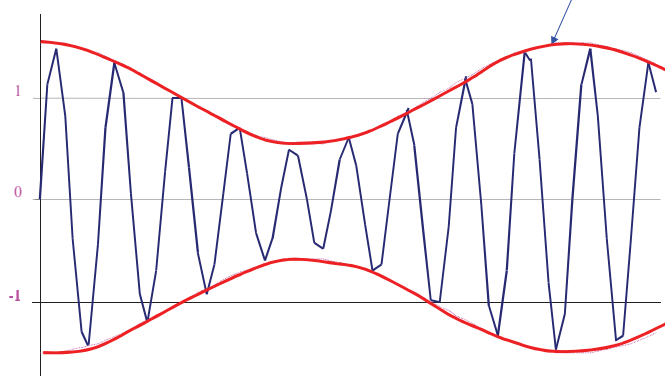
Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

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 zavládnul klid a mír. Stejně tak přestal být rušen i sdělovací kabel SŽDC.

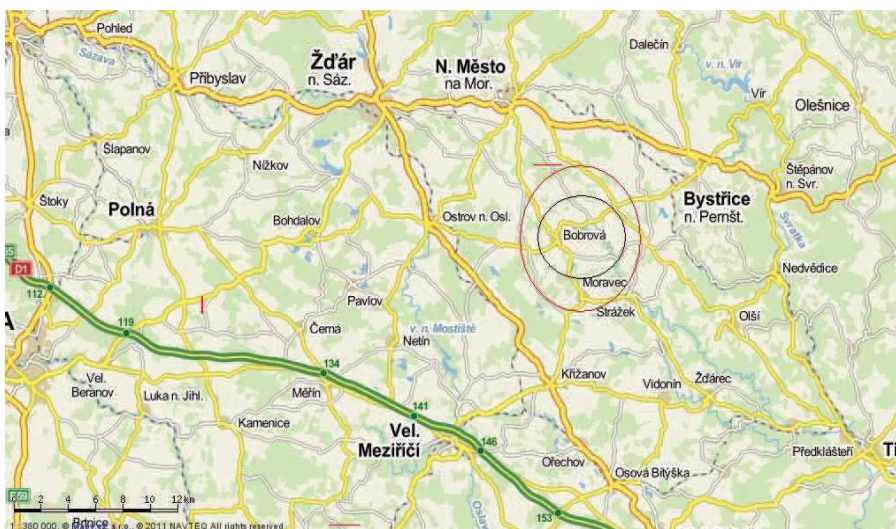
Vlivy AC trakce v jiných lokalitách

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 devastační 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 (rozdílný 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.**

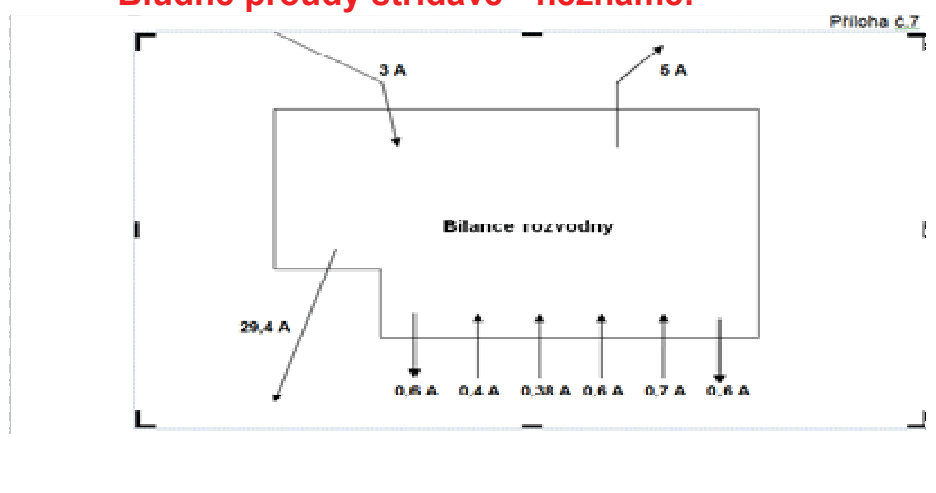
Bludné proudy stejnosměrné i střídavé a jejich možný dopad na vodárenská a jiná zařízení

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. ve dění vvn	do uzemnění stožárů	0,6 A	
1. ve dění vvn	z uzemnění stožárů	0,6 A	
2. vedení vvn	z uzemnění stožárů	0,1 A	
3. vedení vvn	do uzemnění stožárů	1,3 A	
4. vedení vvn	z uzemnění stožárů	0,4 A	
5. vedení vvn	do uzemnění stožárů	0,6 A	
2. ve dění zvn	z uzemnění stožárů	8,8 A	

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

Bludné proudy střídavé - neznámé:



Dostát 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:



Dostát 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

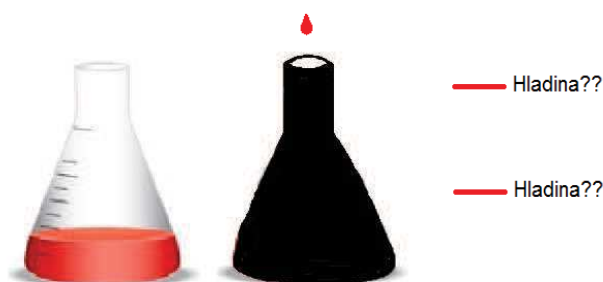
Vytěžená výstroj z vrtu po 20 letech provozu poškozená vlivem bludných proudů



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

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

41

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

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 studnám 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.

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:

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

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

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

Q_C	[l/den]	úhrnná průměrná denní potřeba vody pro zalévání zahrad za kalendářní rok
$k_{Cv\dot{i}k}$		u zahrad zalévaných průběžně $k_{Cv\dot{i}k} = 1$
q_i	[m ³ /rok]	směrné číslo potřeby vody pro i-tou zahradu
n_i	m ²	rozloha i-té zalévané zahrady
$t_{Cv\dot{i}k}$	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} [m³/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 m³ 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. m³ za měsíc, ... m³ 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 ⁻¹	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 ³ /rok na l/s.
Maximálně...m ³ · rok ⁻¹	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 ³ · měs ⁻¹	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 ³ · rok ⁻¹	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⁻¹ Q_{Sp}

Rubriku vyplnit podle vztahu:

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

Q _{Sp}	[ls ⁻¹]	průměrný odběr podzemní vody ze studny za kalendářní rok
Q _{Sa}	[m ³]	Celkový odběr podzemní vody v kalendářním roce podle vztahu (21)

9.2. Maximálně ...ls⁻¹ Q_{Sm}

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 ...m³ · měs⁻¹ Q_{SM}

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 _{Am}	[l / den]	celková maximální denní potřeba vody pro bytový fond podle (8)
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
Q _A	[l / den]	celková průměrná denní potřeba vody pro domácnosti podle (6)
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
Q _{CM}	[m ³ /měs]	maximální měsíční potřeba vody pro zalévání zahrad podle (14)
k _U		koeficient úpravárenských ztrát podle (4)
k _Z		koeficient ztrát při rozvodu upravené vody podle (5)

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

9.4. ...m³ · rok⁻¹ Q_{Sa}

Rubrika se vyplní podle vztahu:

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

Q _{Sa}	[m ³ /rok]	celkový odběr podzemní vody v kalendářním roce
Q _a	[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 spotřebičů. 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

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^{1/4}“ 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 kdokoliiv 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 IGSHA (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 vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-čerpadla/12426-prakticke-zkusenosti-s-vrtem-pro-tepelne-čerpadlo). 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 studny 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. 8¹/₂" (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 odvrtání vrtu) vrtnou technologií pomocí ponorných kladiv poháněných stlačeným vzduchem. Avšak ne vždy se jedná o technologii nejvhodnější. Podstatné je odvrtání 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 provázáno přítokem spodní vody a závaly okolních rozvolněných a nepažených hornin do vrtu.

Vystrojení takto „připraveného“ vrtného stvolu plastovými kolektory je provázáno řadou problémů, především neprůchodností sondy pro svazek PE kolektorů do projektované hloubky vrtu. Často se kolektory instalují jen do $\frac{2}{3}$ nebo $\frac{3}{4}$ odvrtané 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 vrtů 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^{1/2}" (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 nejhlouběji 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 těsně 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
 - zapouštění 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. 8¹/₂"(216mm) tak, aby nedošlo k bodovému styku kolektor x stěna vrtu. US předpis: Vnitřní průměr injektážní trubky musí být minimálně 1¹/₄"(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. 8¹/₂"x 4¹/₂"(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
 - zaplnění mezikruží štěrkem, pískem nebo vrtnou drtí je nepřipustné, 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 nepřipustné 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 smirkovým 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 „ **μ** “) v polních podmínkách. Měrná hmotnost „ **γ** “ 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 vodosměšného 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 zapuštěných do mezikruží na hlavu zapadlé hladiny injektážní směsi
- z každé namíchané várky budou odebrány 3 vzorky injektážní směsi pro měření γ , μ 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) : 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 přídavkem 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 λ 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).

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)

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 během 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 jednájí 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

Ing. Zdeněk Hradil, CSc, vrtný specialista
+420-602.610.238, geoprosper@volny.cz

Praha 15.03.2016