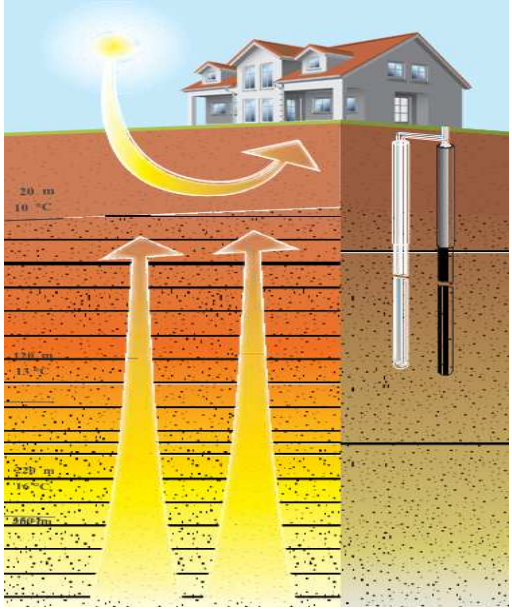
**Primární okruh s vrty pro tepelná čerpadla**

*Ing. Arch. Pavel Cihelka*

*Představení systémů*

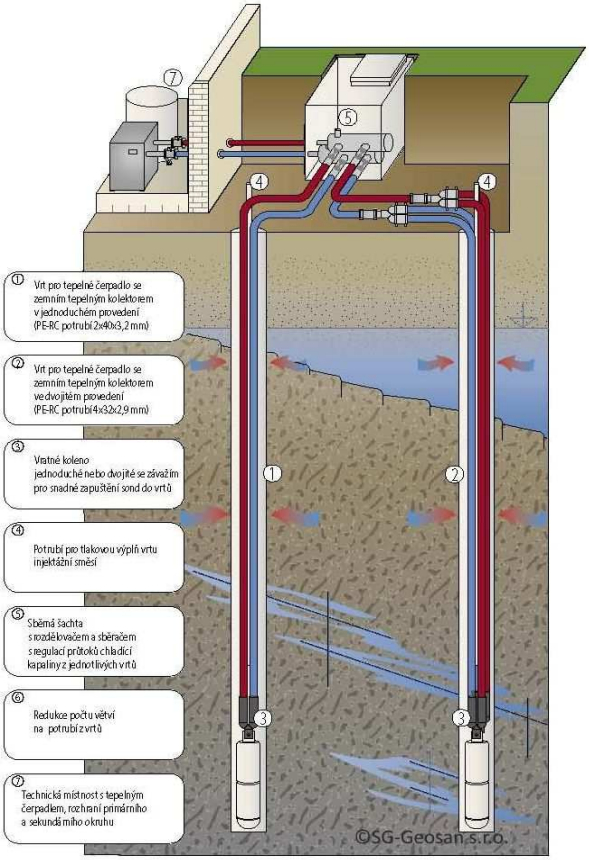
Tepelná energie, vyzařovaná sluncem a tepelná energie, která je předávána do atmosféry zemským povrchem je rozhodující pro teploty do tzv. indiferentní hloubkové úrovně, tj. do hloubky cca 15 m pod povrchem terénu. Pod touto úrovní se již na teplotě neprojevuje vliv ročních období a rozhodující je zde přísun vnitřního tepla Země, přičemž platí, že minimálně pro kontinentální kůru je hlavním producentem tohoto tepla rozpad radioaktivních prvků. Zatímco v hloubce kolem 20 m pod terénem je teplota cca 10° C, směrem do hloubky teplota každých 30 m stoupá o cca 1°C. Mluvíme o tzv. geotermickém gradientu. Znamená to, že v hloubce kolem 100 m je teplota přibližně o 3°C vyšší než je střední roční teplota krajiny (viz následující obrázek).



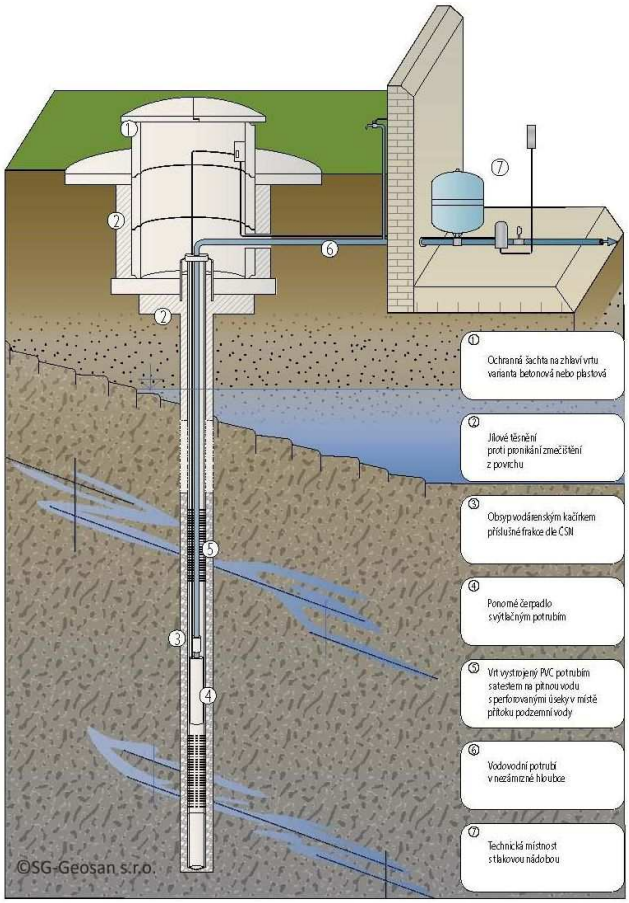

Oblast vlivu slunečního záření a vnitřního tepla Země ve svrchní části horninového prostředí

Nejčastěji používané systémy tepelných čerpadel k získávání zemského tepla jsou zemní tepelné sondy (s vestavenými vertikální kolektory). **Zemní tepelné sondy** mohou být používány k vytápění a chlazení budov, popř. k ukládání tepelné energie. Tyto sondy se instalují do vrtů o hloubkách převážně 50 – 150 m, výjimečně mohou být ukládány i v hloubkách menších nebo větších. Nejčastěji používaným typem sondy je dvojitá sonda „U“ skládající se ze spojené dvojice umělohmotných potrubních smyček ve tvaru „U“ . Běžně jsou používány i jednoduché sondy „U“, které se skládají pouze z jedné smyčky umělohmotné trubky. Podmínkou dobrého přenosu tepla na jedné straně a potřebou oddělit od sebe jednotlivé zvodnělé polohy horninového souboru a stabilizovat stěny vrtu je úprava zaplášťového prostoru, tj. výplň mezikruží mezi stěnou vrtu a vertikálním kolektorem vhodným materiálem. Obvykle se používá směs bentonitu a cementu, v závislosti na místních geologických podmínkách je na výplň mezikruží možné i použití jiných typů materiálů, zejména v kombinaci s případnou potřebou etážového vrstvení zaplášťových vrstev. Ojediněle jsou zatím používány a koaxiální sondy, které se skládají z vnitřní a vnější trubky či jiné typy kolektorů. Speciální případ tepelných sond představují tzv. energetické piloty. Jedná se o základové piloty, které jsou vystrojeny uvnitř uloženými umělohmotnými trubkami, které slouží jako tepelné výměníky. Energetické piloty se používají zpravidla pouze při stavbě budov, které vyžadují hlubší založení na pilotách.

**AVTČ Copyright © 2015**




Typ A Systém země – voda, detail




Typ B Systém voda – voda, detail

Typ A – vystroj vrtů pro tepelná čerpadla systém země – voda, certifikované zemní sondy.

Detail zemní sondy pro uzavřený systém

Kompletní svinutá zemní sonda

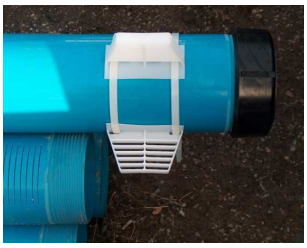
**AVTČ Copyright © 2015**

Zmíněné typy kolektorů jsou po instalaci a propojení s tepelným čerpadlem pomocí horizontálních potrubních systémů naplněny nemrznoucí kapalinou většinou na bázi etylenglykolu, která přejímá z horninového prostředí zemské teplo a předává ho ve výměníku tepelného čerpadla k jeho účelovému využití pro výrobu tepla a teplé užitkové vody.

Do kategorie systému využívajících zemské teplo patří i tepelná čerpadla systému voda x voda, kdy k přenosu zemského tepla mezi odběrovým objektem (vrtem, studnou, aj.) a výměníkem tepelného čerpadla slouží sama podzemní voda se svým tepelným potenciálem.

Typ B – vystrojení vrtů pro tepelná čerpadla systém voda – voda. Jedná se o výstroj pro jímací a vsakovací studnu, doporučuje se využít pro návrh normu ČSN 755115 Jímání podzemní vody. Protože se jedná o otevřený systém, je potřeba počítat s údržbou systému a především ho správně navrhnout – hloubky, průměry, procento perforace, obsyp, atd.

Výstrojový materiál pro studny



Detail výstrojového materiálu – uzávěr a centrátory

V současné době jsou běžně dostupné vysoce kvalitní materiály pro kompletaci vrtů, geotermální vertikální sondy, PVC a nerez výstroj do studen, injektáží a těsnící směsi. Bohužel se však stále setkáváme s vysoce neprofesionálními instalacemi s neodpovídajícím vystrojením vrtů nebo nedostatečně zatěsněnými vrty.

Rizika vyplývající z provádění a provozu zemních tepelných sond lze shrnout do třech skupin. Tou první je dimenze a situování zemních tepelných sond, neboť ty při svém provádění a provozu vyvolávají vždy určitý vliv na svoje okolí. Druhou skupinu představuje vliv na vodní režim, protože zemní tepelné sondy prakticky vždy zastihnou minimálně jeden, zpravidla však více útvarů podzemní vody, z nichž každý je charakteristický specifickou formou svého výskytu, vlastnostmi a znaky hydrologického režimu. Do třetí skupiny náleží vliv na okolní stavby či zařízení, ať již se jedná o vliv krátkodobý (při provádění zemních tepelných sond) nebo o vliv trvalý, projevující se především objemovými změnami základové půdy v důsledku měnícího se teplotního pole v okolí sond.

V České republice je technické vybavení vrtných souprav a znalost technologií na odpovídající úrovni. Je známo použití např. duplexních systému, aplikace preventrů pro odvod vrtné drti, technologie injektování vrtů nebo receptury injektážích směsí.

Příklad plně vybavené vrtné soupravy pro realizaci vrtů

**AVTČ Copyright © 2015**

**Projektování a dimenzování**

**Dimenze a situování zemních tepelných sond**

Projektování a dimenzování obou systémů je třeba věnovat velkou pozornost, jedná se o systémy plnící funkci mnoho let (předpokládaná životnost dosahuje 100 let).
Správná dimenze zemních tepelných sond je předpokladem pro jejich technický a ekonomický úspěch. Příliš „těsné“ dimenzování může vést jak k velikým problémům v provozu tak k nadměrným provozním nákladům. Nadměrné dimenzování naopak vede ke zvýšeným investičním nákladům. Protože výkon tepelného čerpadla je v podstatně funkcí specifické spotřeby tepla objektu, který má být vytápěn a výtěžnosti zemského tepla určované geologickou popř. hydrogeologickou situaci lokality, musí se již v projektovém v návrhu sladit dimenzování tepelného čerpadla s místními přírodními podmínkami.

Zadání od objednatele bývají různá. Někdy objednatel již disponuje znalostmi o budově o potřebách tepla a třeba i o velikosti tepelného čerpadla. Někdy ale zejména na počátku návrhu kdy nejsou dostupné podrobné údaje o vytápění budovy vyžaduje objednatel např. studii proveditelnosti a porovnání jednotlivých topných systémů. Důležité je umět již na počátku dobře posoudit vhodnost záměru pro daný objekt a konkrétní lokalitu. Mezi podklady pro projektování náleží přesná znalost lokality, územního plánu, geologické a hydrogeologické pozice, popřípadě dalších informací o objektu a způsobu vytápění.

Pro návrhové parametry zemních tepelných sond pro tepelné čerpadlo systému země x voda je důležitou veličinou tzv. **měrný výkon jímání.** Ten udává délku vrtu nutnou pro získání jednoho W tepla. Je významně závislý na charakteru prostředí v němž je vrt vybudován a pohybuje se v širokém rozmezí od 30 do 100 W/m. S největším měrným výkonem jímání lze kalkulovat tam, kde zemské teplo je vertikálním kolektorům předáváno proudící podzemní vodou. Naopak s nejnižším měrným výkonem jímání je nutno kalkulovat v nesaturované zóně v klastických sedimentech. Pro jednoduché případy, tj. pro menší zařízení s topným výkonem do 30 kW je možné stanovit dimenzi systému zemních tepelných sond na základě následujících empirických hodnot.

| **Hornina:** | **Měrný výkon jímání** |
|---|---|
| s velkým výskytem podzemní vody (především průlinově, puklinově nebo krasově propustné sedimenty) | 100 W/m |
| pevná o vysoké tepelné vodivosti (kompaktní magmatické horniny bazické až ultrabazické) | 80 W/m |
| skalní až poloskalní (rozpukané magmatické, metamorfované, sedimentární s nízkým stupněm zvodnění) | 50 W/m |
| nezpevněné či zpevněné psamitické a psefitické sedimenty bezvodé | 30 W/m |

Orientační údaje měrného výkonu jímání jednotlivých litologických typů hornin v ČR, v závislosti na míře jejich zvodnění

Pro systém voda x voda je v podmínkách ČR s víceméně konstantní teplotou vody od 7 do 9°C rozhodující dostatečná vydatnost odběrového objektu. Pro 10 kW topného výkonu tepelného čerpadla je potřebný průtok asi 0,5 l/sec. Pokud bychom použili vodu povrchovou s proměnlivou teplotou, je nezbytný zdroj o průtoku přibližně dvojnásobném (cca 0,8 – 1 l/s). Velmi závažnou okolností je energetická náročnost ponorného čerpadla, tzn., že tento systém by neměl být využíván tam, kde je hladina podzemní vody hluboko zakleslá (optimum do 20 m, maximálně 50 metrů).

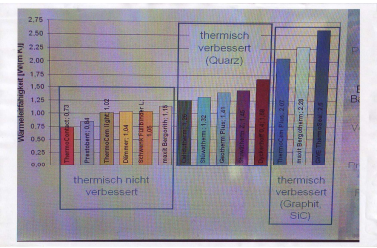
**AVTČ Copyright © 2015**

Kromě dimenze celého systému je třeba dodržovat i základní pravidla pro situování zemních tepelných sond. Při vzdálenosti zemních tepelných sond 5 m je však již vzájemné snížení výkonu těžce rozlišitelné, uvážíme-li vliv přírodně podmíněných rozdílů dvou sousedních sond. Je-li však vzdálenost menší než 5 m, mohou teploty horninového prostředí v okolí zemních tepelných sond silně a trvale poklesnout, takže se výrazně sníží výkony obou sond. Pro podmínky ČR se dnes na základě empirie pro malá zařízení s topným výkonem do 30 kW běžně aplikuje vzájemná vzdálenost sond cca 10% jejich délky, pouze v silněji zvodněných horninových systémech s rychlým oběhem podzemní vody lze vzájemný odstup snížit cca na 6m.

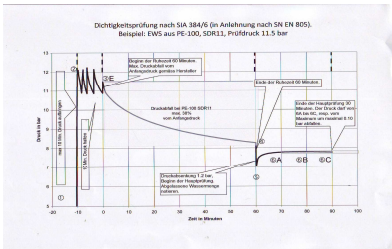
V projektování a dimenzaci vrtů pro tepelná čerpadla je často opomíjená geologie, vychází se často pouze z firemního software dodavatele tepelného čerpadla. Obecně je doporučeno a možno u menších instalací do 30kW provádět empirické výpočty a návrhy dle projekčních tabulek – obvykle se odhaduje teplotní zisk. U větších aplikací nad 30kW je potřeba provádět průzkumné vrty, provádět na nich polní měření – testy tepelné odezvy horninového prostředí a pomocí počítačových programů navrhovat sofistikovaná vrtná pole. Tak jsou zohledněny geologické poměry na lokalitě.

**Trendy, poznatky ze zahraničí**

Zástupci AVTČ VS se účastní různých zahraničních školeních, např. projektu evropské komise, IEE/07/581/S12.499061, organizovaného European Geothermal Energy Council. Jedná se o vzdělávací program, kurzy pro projektanty a vrtaře. Na kurzech se vyměňují zkušenosti pracovníků z celé Evropy, kurzy byly pořádány např. ve městech Upsala, Dublin, Peine, Newcastle, Valencie, ad. Odkaz www.geotrainet.eu.




Injektážní směsi



Tlakové zkoušky

V rámci odborné diskuse na kursech jsou probírána témata:

- co může AVTČ VS zavést v ČR?, jak?
- standardy, směrnice, příručky, zkušenosti, rady odborníků, materiály

Na základě této zkušenosti AVTČ VS vytýčila a naplňuje akční plán:

*Akční plán AVTČ VS*

*Tipy pro investory - příručka*

**AVTČ Copyright © 2015**

**Legislativa**

Dne 1.10.2012 podepsaná novela zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu ( stavební zákon ). Novela vyšla ve sbírce zákonů 22. října 2012 pod číslem 350/2012 Sb. a nabyla účinnosti dne 1.1.2013. Novela stavebního zákona nemění koncepci platného zákona. Jejím účelem je zpřesnění jednotlivých ustanovení.

13.1.2014 vydáno společné stanovisko Ministerstva pro místní rozvoj, Ministerstva zemědělství a Ministerstva životního prostředí k postupu při projektování a povolování tepelných čerpadel využívajících energetický potenciál podzemních vod a horninového prostředí z vrtů.

Tepelná čerpadla pro využití energetického potenciálu podzemních vod a horninového prostředí z vrtů - jedná se o metodické doporučení pro stavební a vodoprávní úřady.

MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR

zveřejněno na stránkách Ministerstva pro místní rozvoj www.mmr.cz
Obsah:

- kategorie tepelných čerpadel - typ A (země – voda) nečerpá se podzemní voda
  - typ B (voda – voda) čerpá se podzemní voda
- příprava záměru, osoby oprávněné k projektování, geologický průzkum
- umísťování, povolování a užívání, typ A, typ B
- právní předpisy upravující danou problematiku
- přílohy – doporučený rozsah, metodický výklad MŽP, tabulky postupu povolování

**Vrty typu A**, tj. vrty z nichž se nečerpá ani neodebírá podzemní voda, jsou stavbou nevyžadující stavební povolení ani ohlášení, vyžadují však územní rozhodnutí nebo územní souhlas. Pro zařízení nad 20kW může stavební úřad vyžadovat stavební povolení a kolaudaci. Protože se současně jedná o stavby, které mohou ovlivnit vodní poměry, je třeba k jejich realizaci získat souhlas vodoprávního úřadu. **Vrty typu B** jsou vodními díly, vyžadují vydání územního rozhodnutí nebo územního souhlasu, stavebního povolení a povolení k nakládání s podzemní vodou.
Je třeba dále zmínit, že vrty hlubší než 30 m patří mezi činnosti prováděného hornickým způsobem. Pro fyzické a právnické osoby, které mají příslušné vybavení a kvalifikaci vydává místně příslušný Obvodní báňský úřad oprávnění k provádění těchto prací, v daném případě k provádění strojního vrtání studní s délkou nad 30 m a vrtů s délkou nad 30 m pro jiné účely (viz § 3 zákona č. 61/1988 Sb. ve znění pozdějších předpisů), přičemž činnosti prováděné hornickým způsobem provádějí organizace ve smyslu § 20 odstavec 1 stejného zákona podle zvláštních předpisů (stavební zákon, vodní zákon, apod.). Kromě tohoto obecného osvědčení je nezbytné, aby vrtná firma v předstihu minimálně 8 dnů ohlásila činnost na konkrétní lokalitě, když náležitosti tohoto ohlášení vyplývají z § 11 vyhlášky ČBÚ č. 104/1088 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Na dané lokalitě musí být potom k dispozici ve smyslu přílohy č. 1 k vyhlášce č. 239/1998 Sb. projekt vrtů.

**AVTČ Copyright © 2015**

**Příloha č. 4** **Tabulka postupu povolování tepelného čerpadla typ A (nejedná se o vodní dílo) dle stavebního zákona (SZ) a vodního zákona (VZ)** (podrobnosti postupů jsou uvedeny v textové části metodického doporučení)

| | **Umisťování** | | | **Provádění** (pouze pro čerpadla o celkovém výkonu větším než 20 kW) | | | **Kolaudace** (pouze pro čerpadla o celkovém výkonu větším než 20 kW) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Příslušnost** | Obecný stavební úřad | | | Obecný stavební úřad | | | Obecný stavební úřad | |
| **Forma oprávnění** | Územní rozhodnutí | Veřejnoprávní smlouva | Územní souhlas | Stavební povolení | Veřejnoprávní smlouva | Oznámení stavebního záměru s certifikátem autorizovaného inspektora | Oznámení o užívání stavby | Kolaudační souhlas |
| **Žádost** | Formulář dle přílohy č. 1 k vyhlášce č.503/2006 Sb. | Náležitosti dle § 16 vyhlášky č. 503/2006 Sb. | Formulář dle přílohy č. 7 k vyhlášce č. 503/2006 Sb. | Formulář dle přílohy č. 9 k vyhlášce č. 503/2006 Sb. | Náležitosti dle § 18e vyhlášky č. 503/2006 Sb. | Formulář dle přílohy č. 10 k vyhlášce č. 503/2006 Sb. | Formulář dle přílohy č. 11 k vyhlášce č. 503/2006 Sb. | Formulář dle přílohy č. 12 k vyhlášce č. 503/2006 Sb. |
| **Dokumentace/ projektová dokumentace** | Rozsah a obsah dokumentace dle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. | | Jednoduchý technický popis záměru s příslušnými výkresy | Rozsah a obsah projektové dokumentace dle přílohy č. 5 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. | | | Dokumentace skutečného provedení stavby (došlo-li k nepodstatným odchylkám proti povolení stavby nebo ověřené projektové dokumentaci, a to i v případě, že k odchylkám došlo na základě provedeného doplňkového průzkumu) | |
| **Zpracovatel dokumentace/ projektové dokumentace** | Autorizovaný architekt oborů dle § 4 odst. 2 písm. a) nebo odst. 3, autorizovaný inženýr a autorizovaný technik (příslušné části dokumentace) oborů dle § 5 odst. 3 písm. a), c), e) a f) zákona č. 360/1992 Sb. | | Není předepsán | Autorizovaný inženýr a autorizovaný technik (příslušné části dokumentace) oborů dle § 5 odst. 3 písm. a), c), e) a f) zákona č. 360/1992 Sb. | | | Není předepsán | |
| **Podklady - VZ** | Souhlas podle § 17 odst. 1 písm. g) VZ | | | | | | | |

Tabulka postupu povolování tepelného čerpadla typ A

**Příloha č. 5** **Tabulka postupu povolování tepelného čerpadla typ B (jedná se o vodní dílo) dle stavebního zákona (SZ) a vodního zákona (VZ)**
(podrobnosti postupů jsou uvedeny v textové části metodického doporučení)

| | **Umisťování** | | | **Provádění** | | **Kolaudace** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Příslušnost** | Obecný stavební úřad | | | Vodoprávní úřad | | Vodoprávní úřad | |
| **Forma oprávnění** | Územní rozhodnutí | Veřejnoprávní smlouva | Územní souhlas | Stavební povolení | Povolení k nakládání s vodami | Oznámení o užívání stavby vodního díla | Kolaudační souhlas |
| **Žádost** | Formulář dle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 503/2006 Sb. | Náležitosti dle § 16 vyhlášky č. 503/2006 Sb. | Formulář dle přílohy č. 7 k vyhlášce č. 503/2006 Sb. | Formulář dle přílohy č. 8 k vyhlášce č. 432/2001 Sb. | Formulář dle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 432/2001 Sb. | Formulář dle přílohy č. 15 k vyhlášce č. 432/2001 Sb. | Formulář dle přílohy č. 14 k vyhlášce č. 432/2001 Sb. |
| **Dokumentace/ projektová dokumentace** | Rozsah a obsah dokumentace dle přílohy č. 1 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. | | Jednoduchý technický popis záměru s příslušnými výkresy | Rozsah a obsah projektové dokumentace dle přílohy č. 5 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. | Není předepsána | Dokumentace skutečného provedení stavby (došlo-li k nepodstatným odchylkám proti povolení stavby nebo ověřené projektové dokumentaci, a to i v případě, že k odchylkám došlo na základě provedeného doplňkového průzkumu) | |
| **Zpracovatel dokumentace/ projektové dokumentace** | Autorizovaný architekt oborů dle § 4 odst. 2 písm. a) nebo odst. 3 zákona č. 360/1992 Sb., autorizovaný inženýr a autorizovaný technik (příslušné části dokumentace) oboru dle § 5 odst. 3 písm. c) zákona č. 360/1992 Sb. | | Není předepsán | Autorizovaný inženýr a autorizovaný technik (příslušné části dokumentace) oborů dle § 5 odst. 3 písm. c) zákona č. 360/1992 Sb. | | Není předepsán | |
| **Podklady - SZ/VZ** | Závazné stanovisko vodoprávního úřadu dle § 104 odst. 9 VZ | | | Souhlas obecného stavebního úřadu dle § 15 odst. 2 SZ | Vyjádření osoby s odbornou způsobilostí dle § 9 odst. 1 VZ | | |

Tabulka postupu povolování tepelného čerpadla typ B

Použitá literatura, zdroje:


Materiály Asociace pro využití tepelných čerpadel ( AVTČ )

Materiály a archiv Stavební geologie – Geosan, s.r.o

Zákony, vyhlášky, normy

Tepelná čerpadla pro využití energetického potenciálu podzemních vod a horninového prostředí – metodické doporučení pro stavební a vodoprávní úřady – prosinec 2013



**AVTČ Copyright © 2015**