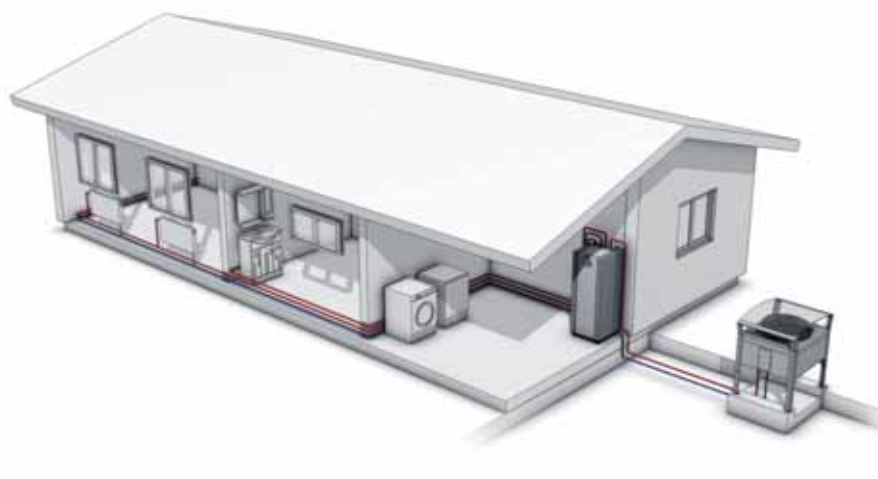


Tepelná čerpadla PZP

Úvodní technické informace



04. 2012

verze 2.00



PZP HEATING a.s., Dobré 149, 517 93 Dobré
Tel.: +420 494 664 203, Fax: +420 494 629 720
IČ : 28820614

Společnost zapsaná v obchodním rejstříku vedeném u Krajského obchodního soudu
v Hradci Králové, oddíl B, vložka 2999. Zápis dne 1.7.2011.
© PZP HEATING a.s. Všechna práva vyhrazena.

| Obsah | stránka |
|--|----------------|
| 1. Číselný seznam tabulek a obrázků | 2 |
| 2. Úvod – důvody použití tepelného čerpadla | 3 |
| 2.1 Nízkopotenciální teplo | 3 |
| 2.2 Topný faktor | 3 |
| 3. Princip funkce tepelného čerpadla | 3 |
| 4. Rozdíly mezi běžnými zdroji tepla a tepelným čerpadlem | 5 |
| 4.1 Monovalentní systém | 6 |
| 4.2 Bivalentní systém | 6 |
| 4.3 Monovalentní provoz | 6 |
| 4.4 Bivalentní provoz | 6 |
| 4.5 Bod bivalence | 6 |
| 5. Zdroje nízkopotenciálního tepla | 6 |
| 5.1 Získávání tepla ze vzduchu | 6 |
| 5.2 Získávání tepla ze země | 8 |
| 5.3 Instalace plošných zemních kolektorů | 9 |
| 5.4 Instalace zemních kolektorů do vrtů | 10 |
| 5.5 Získávání tepla z vody | 12 |
| 5.6 Předpoklady pro realizaci tepelného čerpadla voda-voda | 13 |
| 5.7 Výhody tepelných čerpadel voda-voda | 13 |
| 6. Postup při návrhu velikosti tepelného čerpadla | 13 |
| 6.1 Příklad návrhu | 14 |
| 7. Požadavky na ostatní profese před instalací tepelného čerpadla | 18 |

1. Číselný seznam tabulek a obrázků

| Seznam tabulek | stránka |
|---|----------------|
| Tabulka č. 01 Předpokládané tepelné kapacity podloží dle druhu zemního masivu | 9 |
| Tabulka č. 02 Předpokládané tepelné kapacity podloží dle druhu zemního masivu | 10 |
| Tabulka č. 03 Energetická bilance – porovnání systémů | 16 |
| Tabulka č. 04 Energetická bilance – porovnání systémů | 17 |

| Seznam obrázků: | stránka |
|---|----------------|
| obr. č. 01 Princip funkce tepelného čerpadla | 4 |
| obr. č. 02 Schematické znázornění systému vzduch-voda – provedení split | 7 |
| obr. č. 03 Schematické znázornění systému vzduch-voda – kompaktní provedení | 7 |
| obr. č. 04 Schematické znázornění systému vzduch-vzduch – provedení split | 8 |
| obr. č. 05 Schematické znázornění systému země-voda – plošné zemní kolektory | 9 |
| obr. č. 06 Schematické znázornění systému země-voda – zemní kolektory do vrtů | 11 |
| obr. č. 07 Správné vystrojení zemního kolektoru ve vrtu | 11 |
| obr. č. 08 Schematické znázornění systému voda-voda | 12 |
| obr. č. 09 Energetická bilance – porovnání systémů | 16 |
| obr. č. 10 Energetická bilance – porovnání systémů | 17 |

2. Úvod – důvody použití tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo je nízkoteplotní zdroj tepla.

Tepelné čerpadlo je zařízení, které využívá energii nízkopotenciálního tepla a přečerpává ji na energetickou úroveň o vyšší teplotě. V praxi můžeme tepelná čerpadla použít pro teplovodní a teplovzdušné vytápění, ohřev teplé vody, ohřev bazénové vody apod. Tepelná čerpadla s možností reverzace můžeme využít jako chladicí zařízení pro chlazení objektů.

2.1 Nízkopotenciální teplo

Je tepelná energie o nízké teplotě obsažená ve vzduchu, zemi, vodě, která je vzhledem ke své nízké teplotě nevhodná pro přímé využití.

2.2 Topný faktor

Měřítkem energetické výhodnosti tepelného čerpadla je podíl topného výkonu a elektrického příkonu, tzv. topný faktor.

Je to bezrozměrná veličina a její velikost je závislá na provozních podmínkách a typu tepelného čerpadla. V praxi to znamená, že z 1 kWh elektrické energie získáme pomocí tepelného čerpadla 2 až 5 kWh energie tepelné. Za mimořádných podmínek je možné získat topný faktor i vyšší.

Důvody pro využití tepelného čerpadla

- Energetické – tepelné čerpadlo získává většinu energie potřebné pro ohřev topného média z nízkopotenciálních zdrojů tepla
- Ekologické – snižuje spotřebu primárních zdrojů energie
- Ekonomické – tepelné čerpadlo se svou spotřebou primární energie, zpravidla elektrické, řadí na přední místa mezi úsporné zdroje tepla.

3. Princip funkce tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo pracuje ve svém principu jako chladicí zařízení, jehož hnacím prvkem je spirálový kompresor. Zařízení odvádí ve výparníku teplo z okolního prostředí, tím toto prostředí ochlazuje a pomocí hnací elektrické energie ho předává v kondenzátoru do prostředí s vyšší teplotou, například do topné vody – tím toto prostředí ohřívá. Teplo převáděné z výparníku do kondenzátoru se přitom zvětšuje o teplo, na které se v kompresoru mění hnací elektrická energie.

Jinými slovy řečeno:

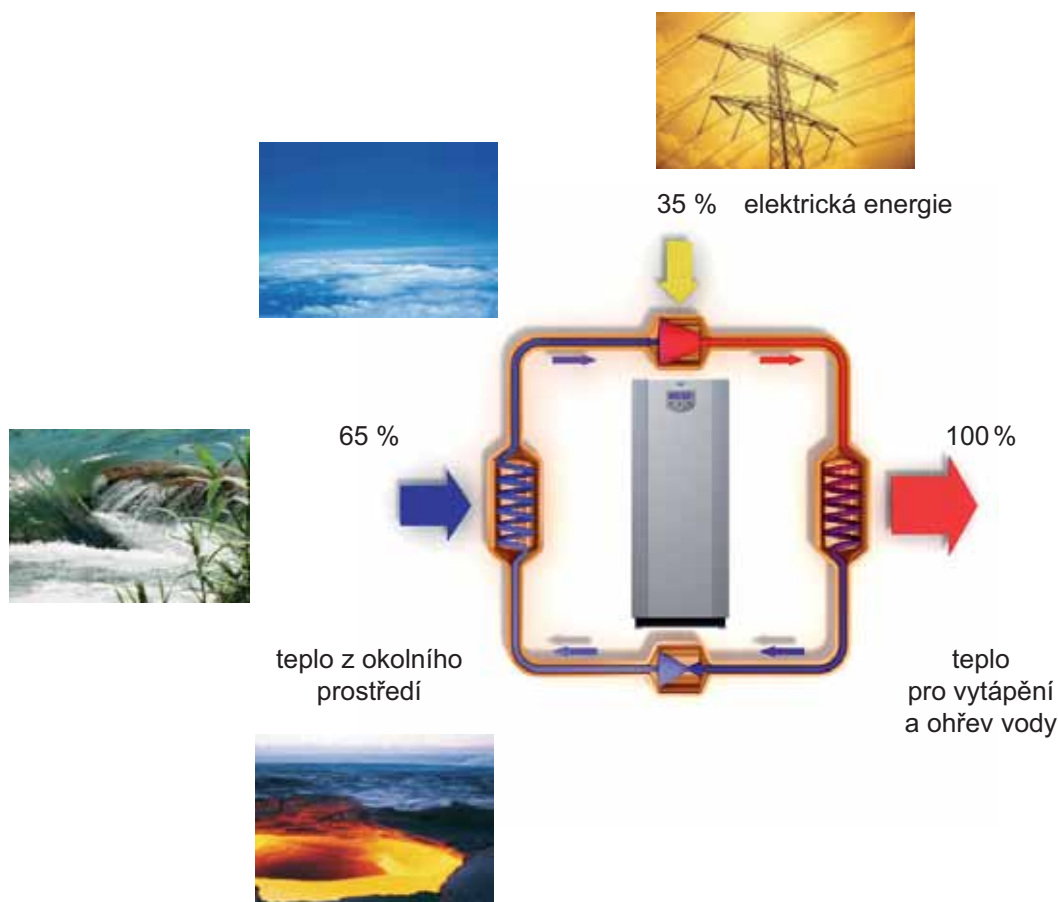
Tepelná energie produkovaná tepelným čerpadlem je dána součtem obou vložených energií, což znamená, že je vždy větší než energie hnací.

Chladicí okruh má čtyři základní části

- Kompresor
- Kondenzátor
- Expanzní ventil
- Výparník

Pracovní látkou je chladivo.

obr. č. 01 Princip funkce tepelného čerpadla



Kompresor

Nasává páry chladiva z výparníku, stlačuje je a vytlačuje do kondenzátoru. Práce na pohon kompresoru se přemění v teplo, které se přičítá k teplu přivedenému ve výparníku.

Kondenzátor

Výměník tepla, ve kterém chladivo předává své získané teplo do otopné soustavy. Zde stlačené páry chladiva kondenzují a dále pokračují v kapalném stavu.

Expanzní ventil

Kapalné chladivo, které zkondenzovalo v kondenzátoru, se převádí (škrtí) do výparníku, aby se ve výparníku opět vypařilo.

Výparník

Výměník tepla, kterým se odebírá z okolního prostředí nízkopotenciální teplo, pomocí vypařování chladiva.

Chladivo

Chemická sloučenina používaná v chladicím okruhu, která cyklicky mění své skupenství – vypařuje se a kondenzuje. Druh chladiva je volen s ohledem na vlastnosti zdroje nízkopotenciálního tepla a velikost výkonu zařízení.

V praxi je tepelné čerpadlo nejčastěji hodnoceno termínem topný faktor. Je ale třeba rozlišovat následující fakta:

Topný faktor kompresoru tepelného čerpadla

Teoretická hodnota vyjadřující poměr topného výkonu tepelného čerpadla k příkonu samotného kompresoru, a to bez uvažování všech ostatních příkonů spotřebičů elektrické energie podílejících se na chodu tepelného čerpadla.

Efektivní topný faktor COP

(Coefficient of Performance) je poměr topného výkonu tepelného čerpadla k součtu příkonů spotřebičů elektrické energie podílejících se na chodu tepelného čerpadla – příkony kompresoru, ventilátoru/ů (u systému vzduch-voda) nebo primárního oběhového čerpadla (u systému země voda a voda-voda), sekundárního oběhového čerpadla a řídicích obvodů tepelného čerpadla. V případě oběhových čerpadel a ventilátoru/ů (je-li tepelné čerpadlo napojeno na rozvody vzduchu) je uvažována jen taková část příkonu, která je nutná k překonání tlakové ztráty výměníků tepla; v případě, kdy tepelné čerpadlo není napojeno na rozvody vzduchu, pak do celkového příkonu nutno započítat celý příkon ventilátoru/ů (dle ČSN EN 4511). Do celkového příkonu se nezapočítává příkon bivalentního zdroje. U tepelných čerpadel vzduch-voda je rovněž zohledněn vliv energetické náročnosti na odtávání.

Topný faktor systému s tepelným čerpadlem

Je poměr energie vyprodukované systémem s tepelným čerpadlem včetně bivalentního zdroje k součtu veškeré spotřebované energie – příkony kompresoru, ventilátoru (u systému vzduch-voda) nebo primárního oběhového čerpadla (u systému země voda a voda-voda), sekundárního oběhového čerpadla, řídicích obvodů tepelného čerpadla, bivalentního zdroje, prvků otopné soustavy – např. oběhová čerpadla, regulační armatury, apod.

4. Rozdíly mezi běžnými zdroji tepla a tepelným čerpadlem

- Tepelné čerpadlo potřebuje pro svůj provoz dva zdroje energie – nízkopotenciální teplo (ze vzduchu, země, vody) a elektrickou energii pro pohon kompresoru.
- Teploty topného média se nejčastěji pohybují v rozmezí 35–55 °C.
- Průtok topné vody je ovlivněn malým teplotním spádem a obvykle je dvakrát až třikrát větší než u běžných otopných soustav.
- Teplotní spád topné vody v otopné soustavě při vytápění tepelnými čerpadly je 5–8 K.
- Tepelné čerpadlo musí pracovat s konstantním průtokem topné vody a proto musí být od otopné soustavy hydraulicky odděleno pomocí termohydraulického rozdělovače topné vody. Obvykle je použita akumuláční nádoba.
- Při vytápění tepelnými čerpadly je nutné s ohledem na minimalizaci počtu startů kompresoru dbát na minimální aktivní ob-

jem vody v otopné soustavě. Aktivním objemem vody se rozumí minimální množství topné vody v topném systému, jehož průtok není blokován regulačními armaturami. Toto množství topné vody můžeme odvodit z níže uvedeného vztahu:

$$V_a = k \times Q_z \text{ [kW]}$$

V_a [litry] aktivní náplň vytápěcího systému
 k [-] konstanta (minimální doporučená hodnota 15)
 Q_z [kW] jmenovitý topný výkon tepelného čerpadla při podmínkách A2/W35, B0/W35

- Tepelná čerpadla se mohou provozovat v režimu monovalentním nebo bivalentním.

4.1 Monovalentní systém

Tepelné čerpadlo je jediným zdrojem tepla. Tepelné čerpadlo je v systému navrženo tak, aby krylo celý potřebný topný výkon při nejnižší (výpočtové) teplotě venkovního vzduchu. Při běžném použití tepelného čerpadla pro vytápění objektů není takto navržený systém vhodný, doporučuje se navrhovat systém bivalentní.

4.2 Bivalentní systém

Tepelné čerpadlo není jediným zdrojem tepla. Pracuje v kombinaci s doplňkovým zdrojem tepla – např. s elektrokotlem, plynovým kotlem, olejovým kotlem apod. Tepelné čerpadlo je základním a hlavním zdrojem tepla, který pracuje po celou dobu topného období a doplňkový zdroj tepla doplňuje chybějící topný výkon po nezbytně nutnou dobu. Tyto systémy jsou nejběžnější pro vytápění objektů.

4.3 Monovalentní provoz

Je takový stav, kdy celkovou potřebu tepla kryje jediný zdroj tepla.

4.4 Bivalentní provoz

Je takový stav, kdy se na krytí celkové potřeby tepla podílí dva zdroje tepla.

4.5 Bod bivalence

Teplota venkovního vzduchu, při které je topný výkon tepelného čerpadla roven tepelným ztrátám objektu. Při poklesu teploty venkovního vzduchu pod tuto hodnotu je k tepelnému čerpadlu připnut bivalentní zdroj tepla.

5. Zdroje nízkopotenciálního tepla

V praxi se můžeme setkat se třemi základními zdroji nízkopotenciálního tepla.

5.1 Získávání tepla ze vzduchu

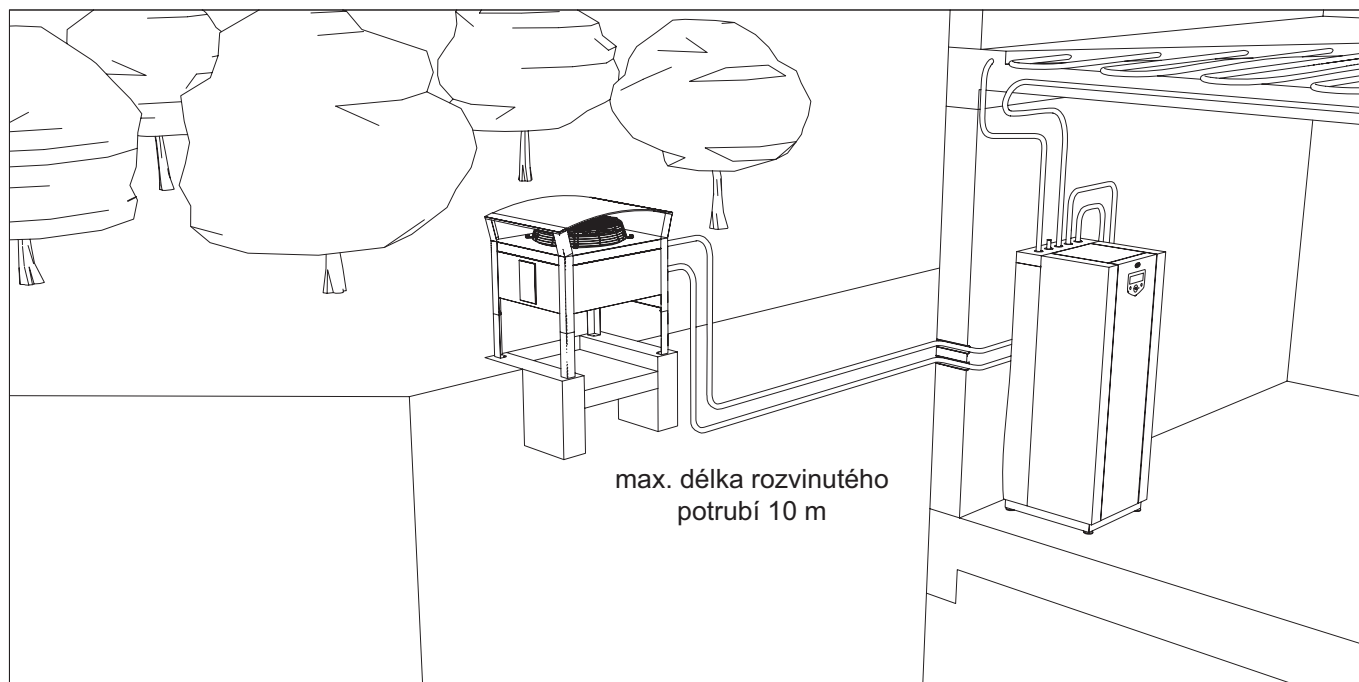
Vzduch je jako zdroj tepla nejdostupnější, prakticky neomezený a dá se říci, že z ekologického hlediska nejvýhodnější, protože teplo odebrané vzduchu z okolí je opět do okolí vráceno tepelnými ztrátami objektu, tedy nenarušují teplotní rovnováhu okolí. Teplo obsažené ve vzduchu se využívá přímo. Tepelná čerpadla odebírající teplo ze vzduchu jsou označovaná jako „vzduch-voda“ a „vzduch-vzduch“. Výparníkem tepelného čerpadla přímo proudí venkovní vzduch. Teplota vzduchu se v průběhu topného období mění ve značném rozmezí. V souvislosti s tím se mění i topný výkon a topný faktor tepelného čerpadla. Při extrémně nízkých teplotách vzduchu topný výkon i topný faktor klesá. U moderních tepelných čerpadel ale není zhoršení energetických parametrů výrazné. Tepelná čerpadla PZP pracují efektivně a spolehlivě do teploty okolního vzduchu až -25 °C při teplotě topného média $40/35\text{ °C}$. Vzhledem k tomu, že délka období s extrémně nízkými teplotami vzduchu je v porovnání s délkou topného období poměrně krátká, není význam tohoto období na spotřebu energie pro vytápění podstatný.

Teplo můžeme získávat ze vzduchu, země nebo vody. Tepelná čerpadla také mohou získávat energii z odpadního tepla.

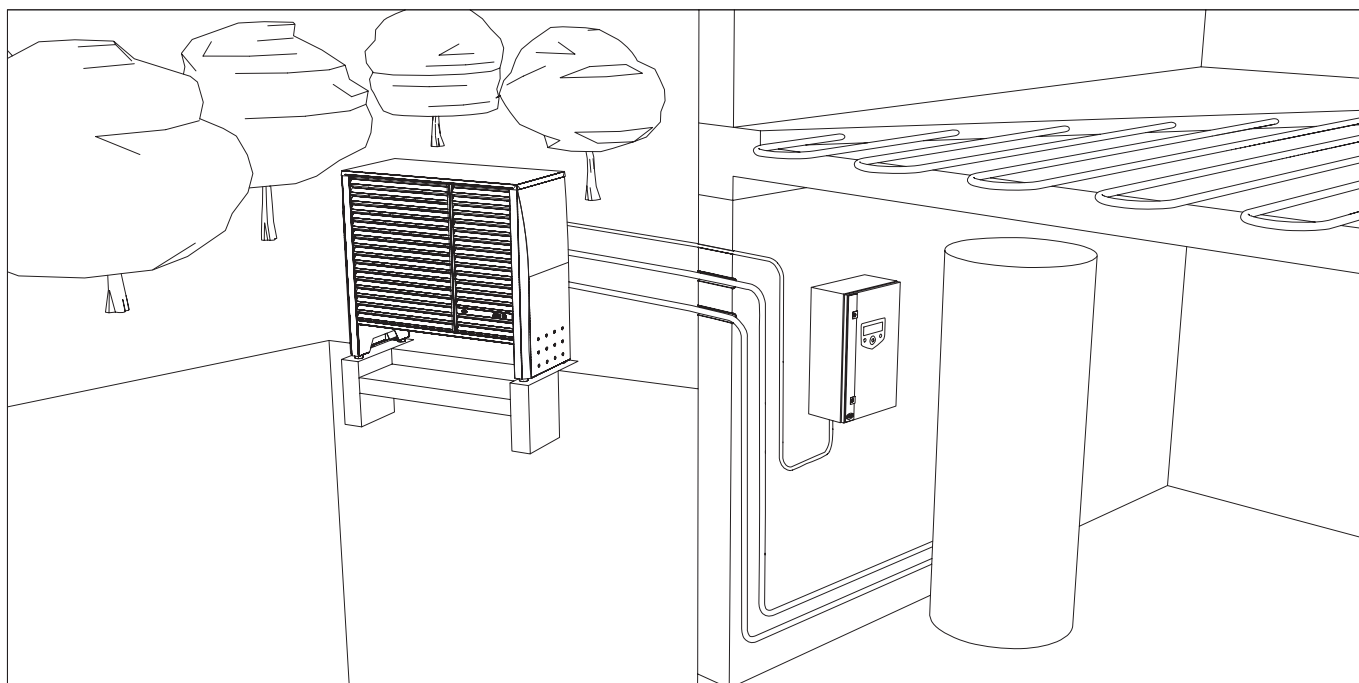
Výhody tepelných čerpadel vzduch-voda

- Univerzální pro celoroční využití
- Velmi snadná a rychlá instalace
- Nízké investiční náklady
- Efektivní provoz i při velmi nízkých venkovních teplotách
- Možnost aktivního chlazení

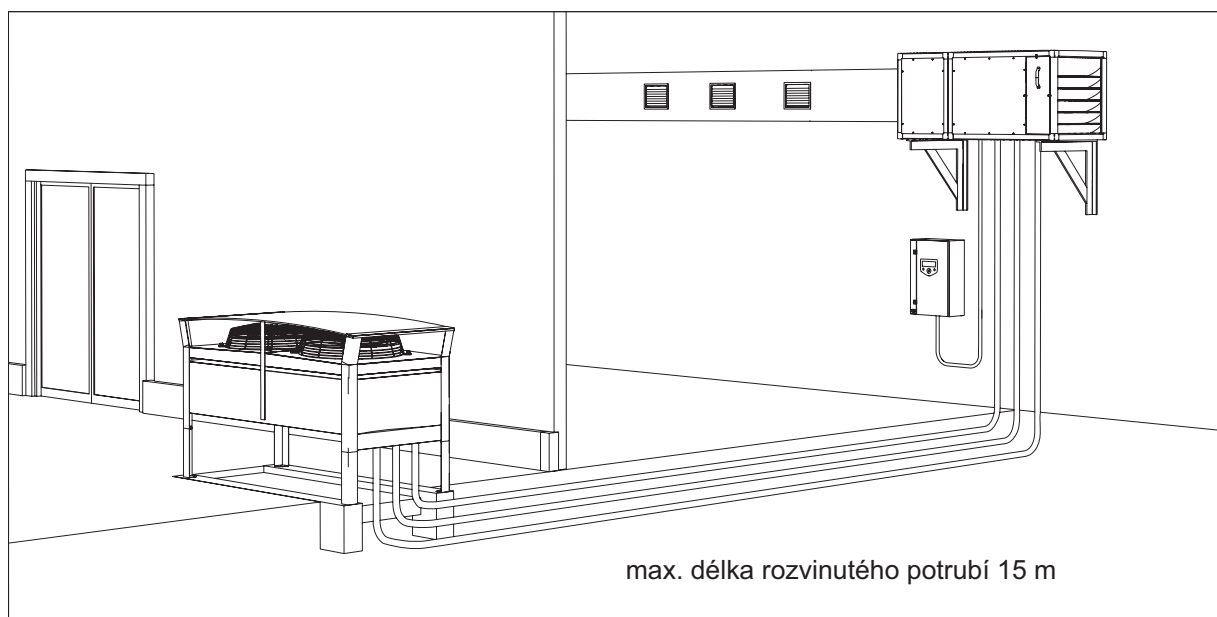
obr. č. 02 Schematické znázornění systému vzduch-voda – provedení split



obr. č. 03 Schematické znázornění systému vzduch-voda – kompaktní provedení



obr. č. 04 Schematické znázornění systému vzduch-vzduch – provedení split



5.2 Získávání tepla ze země

Teplu obsažené v zemi, tzv. geotermální teplo, se zpravidla využívá nepřímo. Získává se ve vhodném výměníku tepla – zemním kolektoru a převádí se cirkulačním okruhem do výparníku tepelného čerpadla pomocí teplotnosné kapaliny. Používaná teplotnosná kapalina je nemrznoucí a ekologicky nezávadná. Cirkulaci teplotnosné kapaliny zajišťuje oběhové čerpadlo. Cirkulující kapalina se ve výparníku tepelného čerpadla ochlazuje a v zemním kolektoru se znovu ohřívá geotermálním teplem. Aby takový odběr tepla mohl dlouhodobě (každou další topnou sezónu) plnit svou funkci, měla by mít zemní vrstva v teplejším ročním období dostatek času na regeneraci do původního teplotního stavu. Zemní kolektor pro získávání geotermálního tepla může být realizován dvěma způsoby. Buď jako horizontální, což je vhodné zejména pro menší topné výkony nebo jako vertikální, uložený ve vrtu (vrtech). S vertikálním zemním kolektorem dosahuje tepelné čerpadlo vyššího energetického efektu než s horizontálním kolektorem. Tepelná čerpadla využívající geotermální teplo prostřednictvím zemního kolektoru se označují jako „země-voda“.

Dimenzování primárních okruhů tepelných čerpadel země-voda musí provést odborná firma. Tato firma je schopna odborně navrhnout délku primárního okruhu s ohledem na konkrétní hydrogeologické podmínky v dané lokalitě, získat veškerá potřebná povolení pro zhotovení zemního kolektoru. A v případě realizační firmy provést kvalitní zhotovení díla.

Použité materiály

Pro vystrojení vrtů se používá polyethylenové potrubí PE 100. Tento materiál má vhodné technologické vlastnosti právě pro tyto účely. Vysoká odolnost proti otěru a velká houževnatost umožňují snížit tloušťku stěny, která potom zabezpečuje velmi dobrý přenos tepelné energie mezi horninou a teplotnosnou kapalinou. Je vhodné použít materiál přímo určený pro daný záměr využití zemního kolektoru. V běžném provozu systému tepelného čerpadla je maximální teplota působící na materiál výstroje vrtu 10–12 °C. Je-li požadavek v letních měsících na chlazení, je teplota dopravovaná do vystrojení > 40 °C.

Tedy musíme nasadit výstroj se zvýšenou tepelnou odolností.

5.3 Instalace plošných zemních kolektorů

- Uložení do nezámrazné hloubky 1,2–1,5 m
- Rozestup smyček min. 0,8 m; délka smyček 100–150 m
- Požadavek na plochu – např. pro HP3BW 07 cca 400 m²
- Zisk z 1 m² je 8–25 W/m – závisí na složení podloží

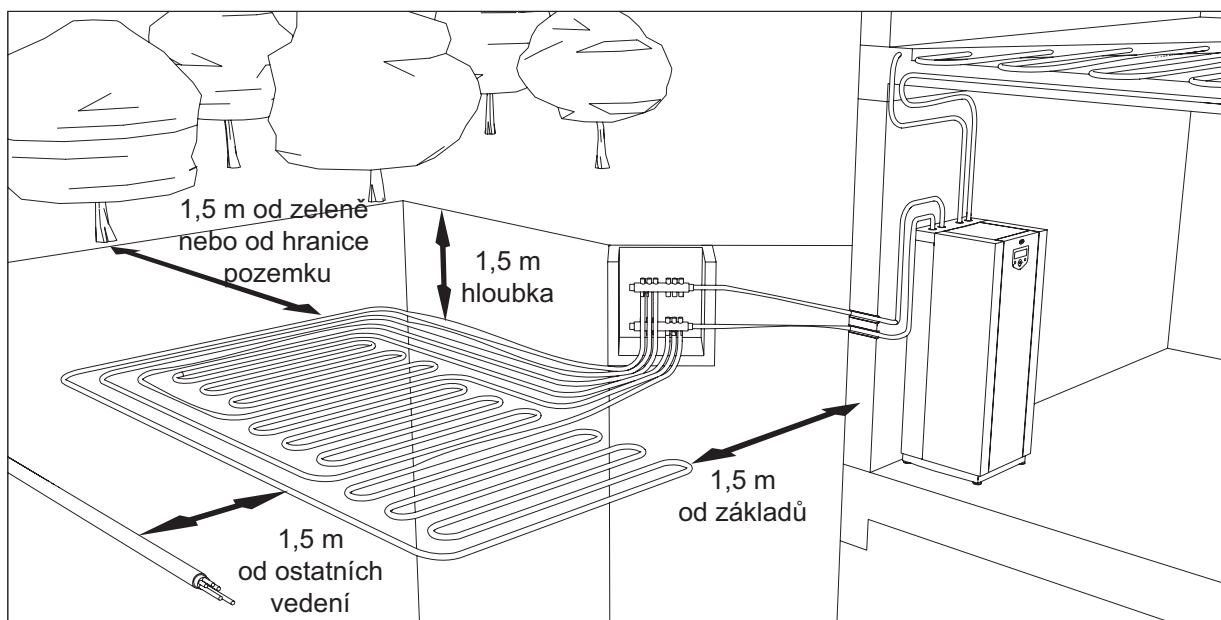
Tabulka č. 01 Předpokládané tepelné kapacity podloží dle druhu zemního masivu

| Podloží | Specifický výkon odběru | |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------|
| | při 1800 h | při 2400 h |
| Suché, nesoudržné zeminy | 10 W/m ² | 8 W/m ² |
| Vlhké, soudržné zeminy | 20–30 W/m ² | 16–24 W/m ² |
| Vodou nasycené písky / štěrky | 40 W/m ² | 32 W/m ² |

POZN.: Specifický výkon odběru energie je uvažován při teoretickém provozu soustavy tepelného čerpadla 1800 a 2400 hodin za rok

Tato tabulka slouží jako orientační pomůcka.

obr. č. 05 Schematické znázornění systému země-voda – plošné zemní kolektory



5.4 Instalace zemních kolektorů do vrtů

- Hloubka vrtů 70–120 m (lépe 1 × 120 m než 2 × 60 m)
- Umístění vrtů minimálně 5 m od domu
- Rozestup vrtů pro tepelné čerpadlo = 10 % jejich délky
- Vrty musí být injektovány speciální termosměsí
- Nutnost stavebního povolení a vypracování projektové dokumentace
- Možné omezení celoročního provozu
- Doporučená regenerace, např. u písčitého podloží s tekoucí podzemní vodou cca 2 měsíce, u tvrdého podloží (žula) cca 5 měsíců
- Zisk je 40–75 W/m – závisí na složení podloží

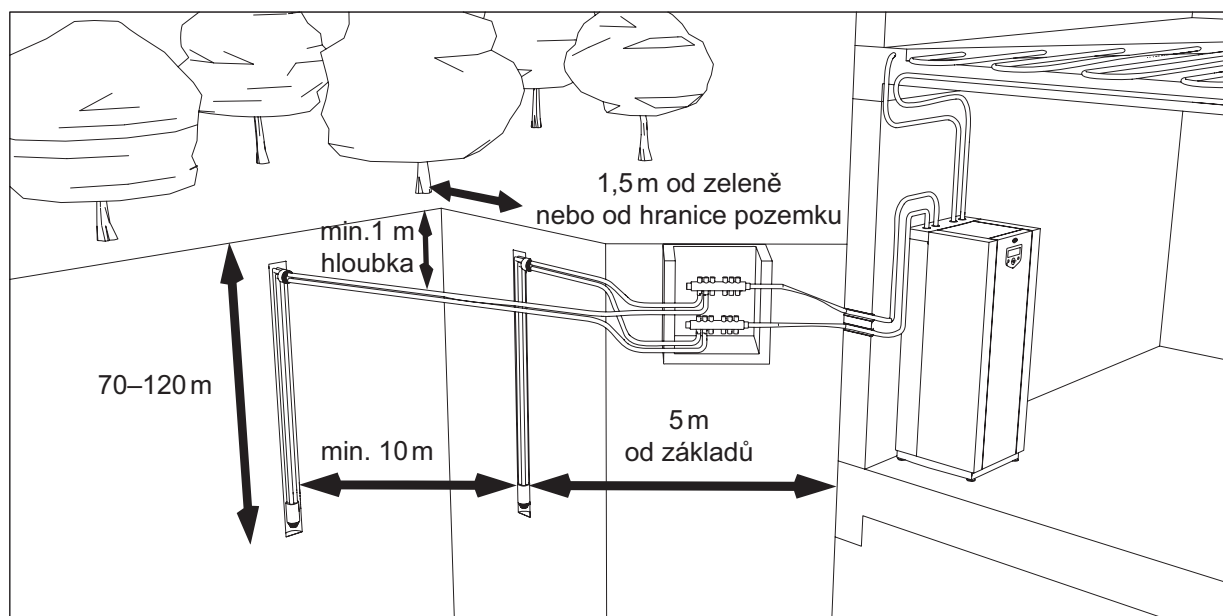
Tabulka č. 02 Předpokládané tepelné kapacity podloží dle druhu zemního masivu

| Podloží | Specifický výkon odběru | |
|---|-------------------------|------------|
| | při 1800 h | při 2400 h |
| Špatné podloží (suchý sediment) $\lambda < 1,5 \text{ W/(mK)}$ | 25 W/m | 20 W/m |
| Normální pevné horninové podloží, nasycené vodou, sediment $\lambda = 1,5\text{--}3,0 \text{ W/(mK)}$ | 60 W/m | 50 W/m |
| Pevná hornina s vysokou tepelnou vodivostí $\lambda > 3,0 \text{ W/(mK)}$ | 84 W/m | 70 W/m |
| Křemen, písek, suchý | < 25 W/m | < 20 W/m |
| Křemen, písek, vodivý pro vodu | 65–80 W/m | 55–65 W/m |
| Při silném toku spodní vody v křemenu a písku, pro jednotlivá zařízení | 80–100 W/m | 80–100 W/m |
| Hlína, jíl–vlhké | 35–50 W/m | 30–40 W/m |
| Vápenec (masivní) | 55–70 W/m | 45–60 W/m |
| pískovec | 65–80 W/m | 55–65 W/m |
| Kyselá magmata (např. granit) | 65–85 W/m | 55–70 W/m |
| Bazická magmata (např. bazalt) | 40–65 W/m | 35–55 W/m |
| Rula | 70–85 W/m | 60–70 W/m |

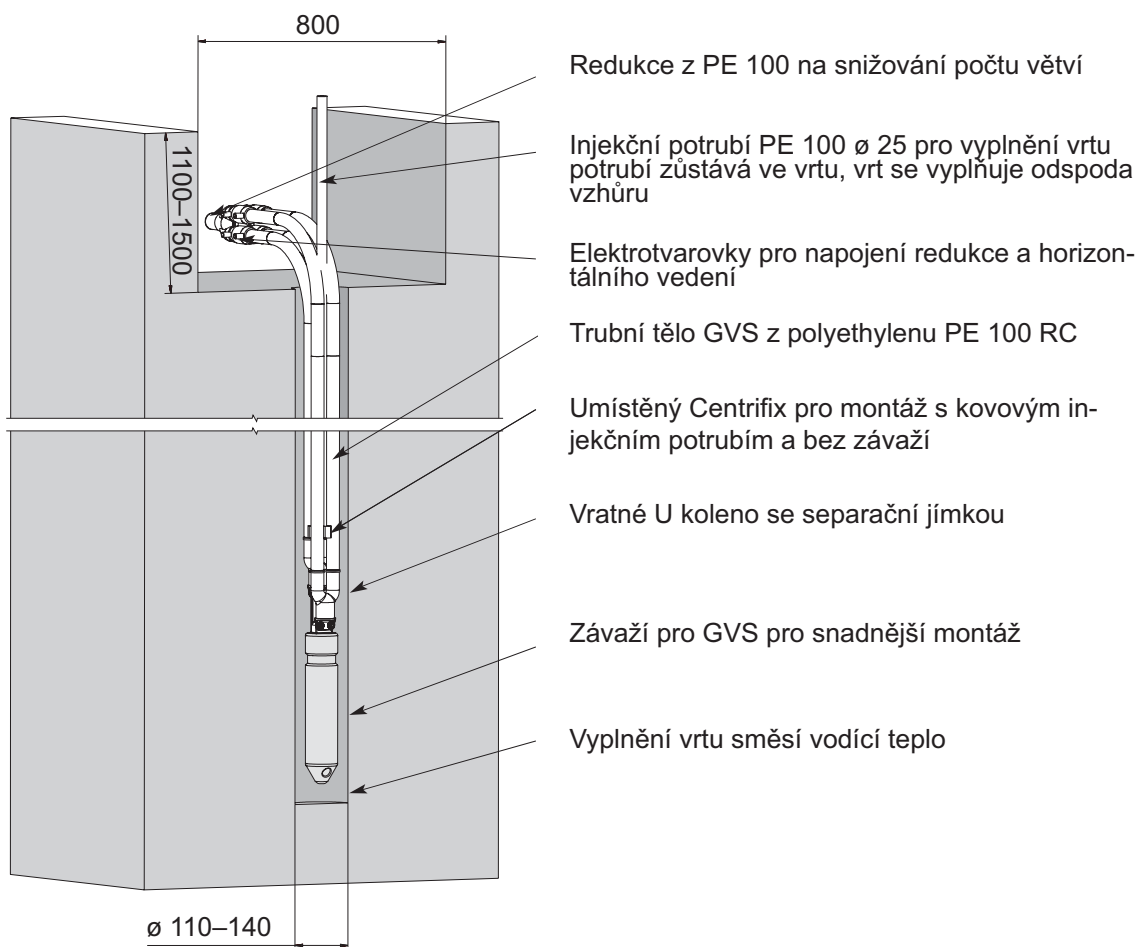
POZN.: Specifický výkon odběru energie je uvažován při teoretickém provozu soustavy tepelného čerpadla 1800 a 2400 hodin za rok.

Tato tabulka slouží jako orientační pomůcka.

obr. č. 06 Schematické znázornění systému země-voda – zemní kolektory do vrtů



obr. č. 07 Správné vystrojení zemního kolektoru ve vrtu



Vyplnění vrtu směsí vodící teplo

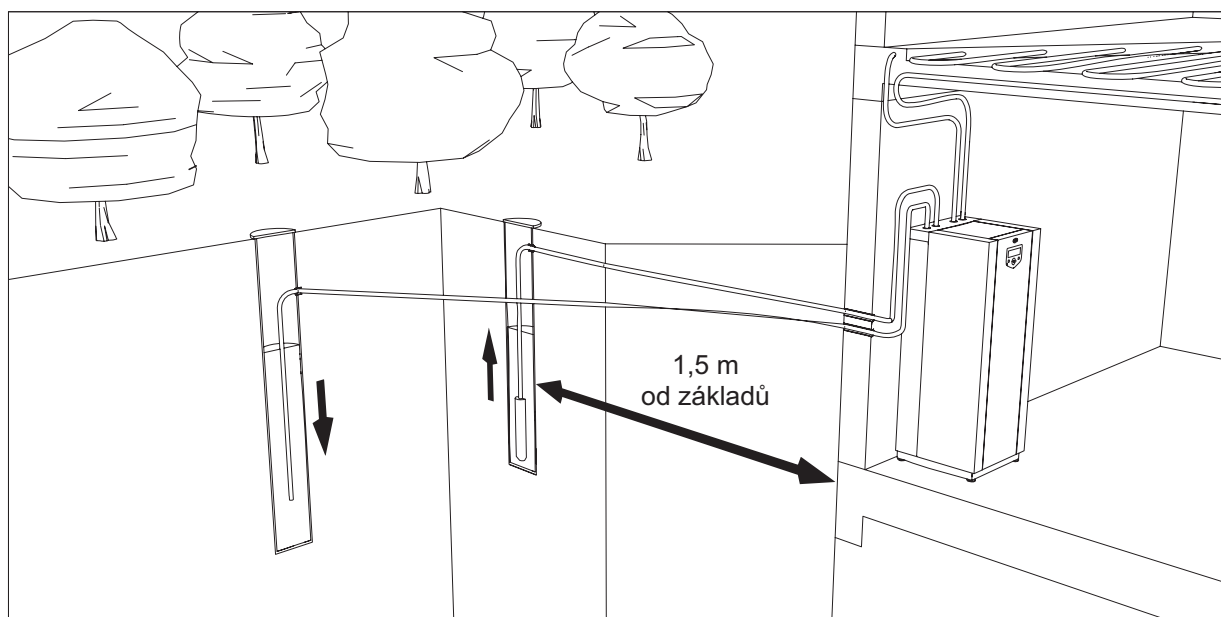
- Stabilní topný výkon
- Příznivý topný faktor
- Kompaktní zařízení pro vnitřní instalaci
- Možnost umístění vrtů do energetických pilotů
- Odpadá nutnost odtávání výparníku
- Možnost pasivního chlazení
- Vhodná zejména pro instalaci v chladnějších oblastech

5.5 Ziskávání tepla z vody

Teplu obsažené v podzemní vodě představuje rovněž teplo geotermální. I toto teplo se může za určitých podmínek využívat tepelnými čerpadly, označovanými jako „voda-voda“. Tak je tomu v případě, kdy voda má vhodné chemické složení, je dostatečně čistá, má po celé topné období teplotu minimálně $+8\text{ °C}$ a je k dispozici v dostatečném množství. Voda je pak přímo přiváděna do výparníku tepelného čerpadla. Protože podzemní voda má ze všech přírodních zdrojů tepla v otopném období nejvyšší teplotu, je energetický efekt tepelných čerpadel „voda-voda“ nejlepší. Dostupnost tohoto zdroje tepla však nebývá příliš četná. Teplo z podzemní vody se zís-

kává tak, že voda je čerpána z čerpací studny do výparníku tepelného čerpadla. V něm se voda ochladí a ochlazená je vrácena do druhé, vsakovací studny. Je nutné, aby hloubka a vzájemná poloha obou studní byla s ohledem na místní hydrogeologické podmínky konzultována s odborníkem v oblasti hydrogeologie. Při vhodné hloubce a umístění studní pak nedojde ani ke ztrátám podzemní vody, ani k poklesu jejího energetického potenciálu.

obr. č. 08 Schematické znázornění systému voda-voda



5.6 Předpoklady pro realizaci tepelného čerpadla voda-voda

- Nutno provést hydrogeologický průzkum a čerpací zkoušku
- Podmínky instalace
 - teplota vody +8° až +20 °C
 - dostatečná vydatnost zdroje
 - kvalita vody (vypracování chemického rozboru vody)
- Nelze využít vodních zdrojů jako jsou rybníky, řeky a potoky
- Dvě studny: čerpací a vsakovací
- Jedná se o vodní dílo se všemi legislativními požadavky dle příslušné země a lokality

5.7 Výhody tepelných čerpadel voda-voda

- Stabilní topný výkon
- Velmi vysoký topný faktor
- Odpadá nutnost odtávání výparníku
- Možnost pasivního chlazení
- Kompaktní zařízení pro vnitřní instalaci
- Vhodná zejména pro instalaci v oblastech s rozsáhlým výskytem spodních vod

6. Postup při návrhu velikosti tepelného čerpadla

Při návrhu tepelného čerpadla je třeba respektovat tato kritéria:

- Poměr úspory energie je závislý na velikosti tepelného čerpadla (jeho celkovému příkonu).
- Pro zvýšení životnosti tepelného čerpadla je nutné minimalizovat počet startů kompresoru.
- Snaha snížit náročnost investice.

Výkon tepelného čerpadla se pak obvykle pohybuje v rozmezí 60 až 80 % tepelné ztráty objektu u tepelných čerpadel vzduch-voda a 55 až 75 % tepelné ztráty objektu u tepelných čerpadel země-voda a voda-voda.

Při tomto poměru tepelné čerpadlo dodá do objektu 90 až 95 % tepla a doplňkový zdroj dodá pouhých 5 až 10 % tepla.

Uvedený způsob návrhu tepelného čerpadla vyplývá dle zvyklosti návrhu v České republice. S ohledem na individuální zvyklosti v jiných zemích je možné tepelná čerpadla navrhovat v jiném poměru výkonu tepelného čerpadla a tepelné ztráty objektu nebo dle normy stanovující maximální počet provozních hodin chodu tepelného čerpadla. S tím souvisí i návrh zemních kolektorů.

6.1 Příklad návrhu

Výchozí údaje

- tepelná ztráta domu: 14,3 kW
- teplotní oblast: $t_e = -15\text{ °C}$
- otopná soustava
- podlahové vytápění, topný výkon 15,7 kW
- doplňkový zdroj:
- elektrokotel (součást tepelného čerpadla)

Otopná soustava s podlahovým vytápěním musí pracovat s minimálně stejným průtokem topné vody jako tepelné čerpadlo.

Volba velikosti tepelného čerpadla vzduch-voda

Vhodnou velikost tepelného čerpadla vybereme tak, aby topný výkon tepelného čerpadla byl v rozmezí 60 – 80 % tepelné ztráty objektu.

Pro uvedenou tepelnou ztrátu volíme tepelné čerpadlo HP3AWX 10 o jmenovitém výkonu 9,2 kW pro A2/W35. Poměr výkon tepelného čerpadla/tepelná ztráta objektu = 65 %.

Průtok topné vody tepelným čerpadlem na sekundární straně je dle technického listu $M = 1,6\text{ m}^3\text{hod}$.

Stejný průtok bude v otopné soustavě. Ochlazení topné vody v otopné soustavě pak bude $8,5\text{ °C}$. Otopná soustava s podlahovým vytápěním bude pracovat s teplotním spádem $43,5/35\text{ °C}$.

Stanovení výkonu bivalentního zdroje:

Topný výkon tepelného čerpadla při výpočtové teplotě $t_e = -15\text{ °C}$ je 5,9 kW.

Potřebný výkon doplňkového zdroje (elektrokotle) je 7,1 kW. Dle nabídky elektrokotlů je zvolen doplňkový elektrokotel o výkonu 15 kW ($2 \times 7,5\text{ kW}$). Dle výpočtu však tepelné čerpadlo bude současně využívat pouze první stupeň elektrokotle a to 7,5 kW. Navržený výkon elektrokotle je volen z řady výkonů elektrokotlů pro daný typ tepelného čerpadla.

Volba velikosti tepelného čerpadla země-voda

Pro tepelnou ztrátu volíme tepelné čerpadlo HP3BW 11 B o jmenovitém výkonu 10,7 kW pro B0/W35. Poměr výkon tepelného čerpadla / tepelná ztráta objektu = 75 %.

Průtok topné vody tepelným čerpadlem na sekundární straně je dle technického listu M = 1,8 m³/hod.

Stejný průtok bude v otopné soustavě. Ochlazení topné vody v otopné soustavě pak bude 7,1 °C. Otopná soustava s podlahovým vytápěním bude pracovat s teplotním spádem 42,1/35 °C.

Stanovení výkonu bivalentního zdroje:

Topný výkon tepelného čerpadla při výpočtové teplotě $t_e = -15$ °C je 10,7 kW.

Potřebný výkon doplňkového zdroje (elektrokotle) je 2,3 kW. U tohoto typu tepelného čerpadla je možné volit dvě varianty bivalentního zdroje v podobě elektrokotle:

1) Externí elektrokotel s jedním elektrickým tělesem do výkonu maximálně 7,5 kW. Ovládání a silové jištění je řešeno v tepelném čerpadle.

Volba velikosti tepelného čerpadla voda-voda

Vhodnou velikost tepelného čerpadla vybereme tak, aby topný výkon tepelného čerpadla byl v rozmezí 55–75 % tepelné ztráty objektu.

Pro tepelnou ztrátu volíme tepelné čerpadlo HP3WW 10E o jmenovitém výkonu 10,2 kW pro W10/W35. Poměr výkon tepelného čerpadla / tepelná ztráta objektu = 72 %.

Průtok topné vody tepelným čerpadlem na sekundární straně je dle technického listu M = 1,8 m³/hod.

Stejný průtok bude v otopné soustavě. Ochlazení topné vody v otopné soustavě pak bude 7,5 °C. Otopná soustava s podlahovým vytápěním bude pracovat s teplotním spádem 42,5/35 °C.

Stanovení výkonu bivalentního zdroje :

Topný výkon tepelného čerpadla při výpočtové teplotě $t_e = -15$ °C je 10,2 kW.

V tomto případě je možné využít ELEKTROKOTEL PZP dle nabízené výkonové řady bez ovládací skříně nebo lze použít akumulární nádobu s vestavěnými elektrickými tělesy.

2) Externí elektrokotel s víceúrovňovým dělením výkonu. V případě, že elektrokotel je řešen jako 100 % záloha zdroje tepla bude jeho výkon o velikosti 13,5 kW (3 × 4,5 kW). Dle výpočtu však tepelné čerpadlo bude současně využívat pouze první stupeň elektrokotle a to 4,5 kW. Tepelné čerpadlo bude pouze posílat požadavek na provoz bivalentního zdroje. Silové jištění a ovládání jednotlivých výkonových stupňů elektrokotle je řešeno externě. Navržený výkon elektrokotle je volen ze standardní výkonové řady ELEKTROKOTLŮ PZP.

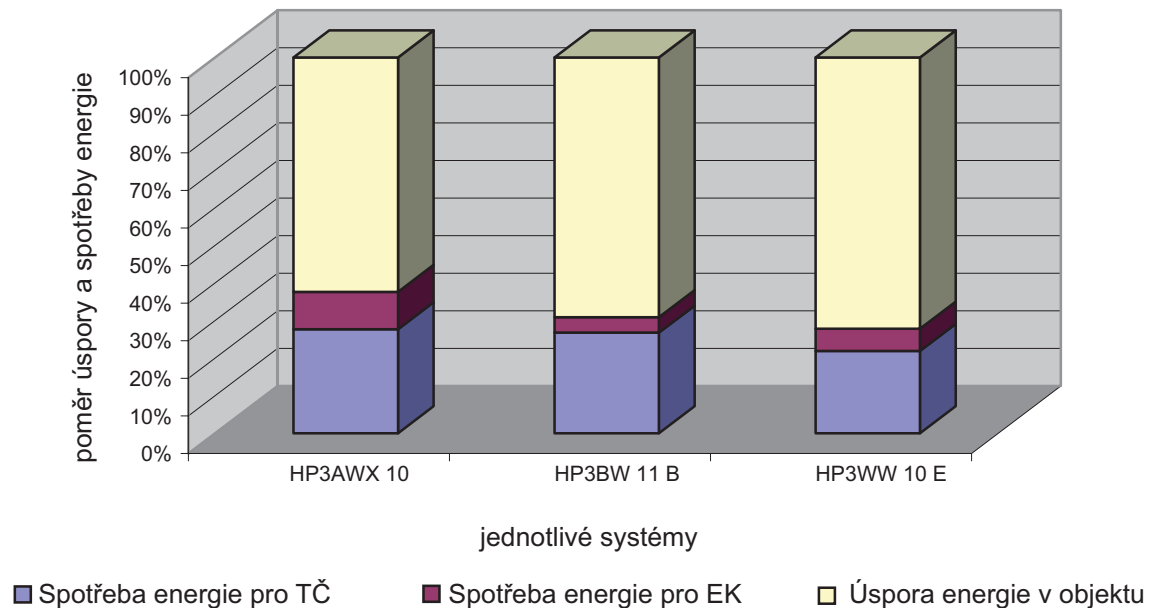
Nízkopotenciální teplo bude odebíráno ze země dvěma vertikálními zemními kolektory, každý o hloubce 80 m, nebo plošným zemním kolektorem o délce 4 × 150 m. Kritéria návrhu vychází z kapitoly 5.2. V primárním okruhu bude cirkulovat nemrzoucí směs o průtoku M = 3,7 m³/hod. Na primární straně je uvažováno s teplotním spádem 2,5 °C.

Potřebná velikost doplňkového zdroje (elektrokotle) je 2,3 kW.

Dle nabídky elektrokotlů je zvolen doplňkový elektrokotel o výkonu 13,5 kW (3 × 4,5 kW). Vestavěný elektrokotel bude jako 100 % záloha zdroje tepla. Dle výpočtu však tepelné čerpadlo bude současně využívat pouze první stupeň elektrokotle a to 4,5 kW. Navržený výkon elektrokotle je volen z řady výkonů elektrokotlů pro daný typ tepelného čerpadla.

Nízkopotenciální teplo bude odebíráno z vody, návrh zdroje primárního média provede hydrogeolog. Zdroj vody musí mít vydatnost M = 2,4 m³/hod a teplota čerpané vody musí být min. +8 °C. Na primární straně je uvažováno s teplotním spádem 4 °C.

obr. č. 09 Energetická bilance – porovnání systémů



Tabulka č. 03 Energetická bilance – porovnání systémů

| | | HP3AWX 10 | HP3BW 11 B | HP3WW 10 E |
|--------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Potřeba tepla celkem | [kWh/rok] | 43 567 | 43 567 | 43 567 |
| Spotřeba energie pro TČ | [kWh/rok] | 12 055 | 11 659 | 9 532 |
| Spotřeba energie pro EK | [kWh/rok] | 4 331 | 1 790 | 2 590 |
| Úspora energie v objektu | [kWh/rok] | 27 181 | 30 118 | 31 444 |
| Průměrný topný faktor | [-] | 2,66 | 3,24 | 3,59 |
| Teplota bivalence | [°C] | 0,5 | -1,7 | -0,2 |

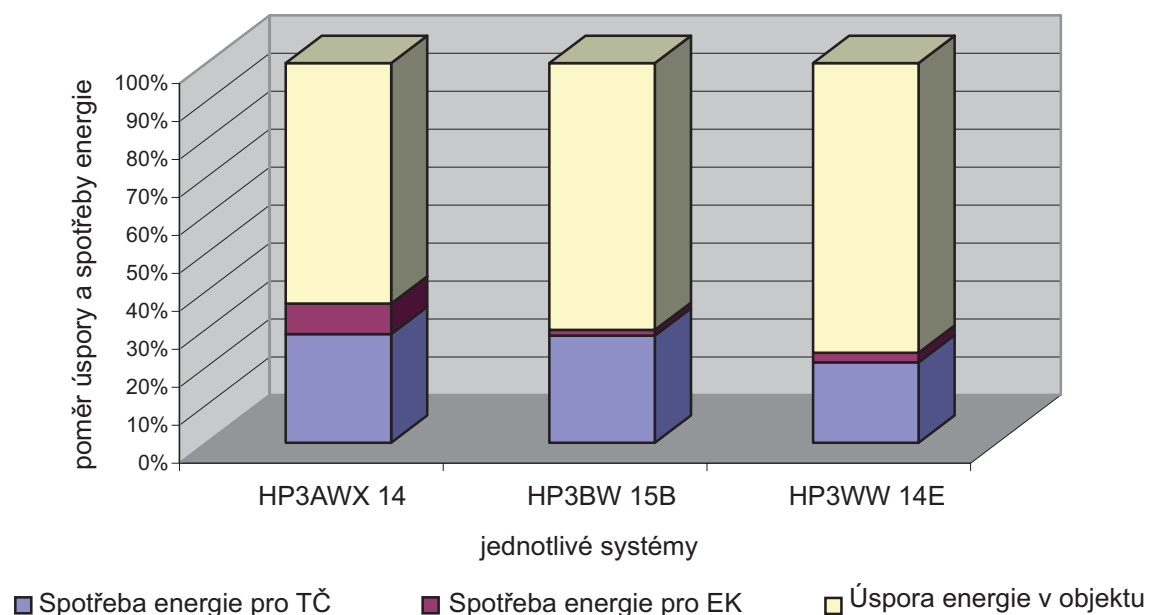
Energetické porovnání tepelných čerpadel v případě návrhu mimo doporučené hranice

Pro další porovnání na téměř monovalentní pokrytí tepelné potřeby objektu bylo nutné uvažovat s vyšší tepelnou ztrátou objektu a to 16 kW. Další postup návrhu tepelných čerpadel je podobný jako v předchozích příkladech.

Poměr výkon tepelného čerpadla / tepelná ztráta objektu:

- Systém vzduch/voda = 82 %
- Systém země/voda = 99 %
- Systém voda/voda = 95 %

obr. č. 10 Energetická bilance – porovnání systémů



| | | HP3AWX 14 | HP3BW 15 B | HP3WW 14 E |
|--------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| Potřeba tepla celkem | [kWh/rok] | 51 989 | 51 989 | 51 989 |
| Spotřeba energie pro TČ | [kWh/rok] | 14 878 | 14 670 | 11 008 |
| Spotřeba energie pro EK | [kWh/rok] | 4 172 | 777 | 1 321 |
| Úspora energie v objektu | [kWh/rok] | 32 933 | 36 542 | 39 660 |
| Průměrný topný faktor | [-] | 2,71 | 3,37 | 4,22 |
| Teplota bivalence | [°C] | -0,9 | -6,5 | -4,2 |

7. Požadavky na ostatní profese před instalací tepelného čerpadla

Architektonická a stavební část

již ve fázi architektonického návrhu a stavebního řešení objektu je třeba uvažovat specifické požadavky na instalaci tepelného čerpadla – prostory pro instalaci technologie tepelného čerpa-

dla, prostupy konstrukcemi, kanály pro vedení potrubí, základy pod venkovní jednotku tepelného čerpadla vzduch-voda apod.

Část elektro

k místu instalace tepelného čerpadla nutno přivést samostatný přívod pro napájení tepelného čerpadla i elektrokotle, signál HDO, kabely od prostorových termostátů, návrh hodnoty jističe (viz. Tabulky jistění a dimenzování přívodu tepelných čerpadel).

Část zdravotně-technických instalací

nutno zajistit dopouštění otopné soustavy vodou, řešení odvodu zkondenzované vody z prostoru pod výparníkem.

a) požadavky pro systém vzduch-voda

- Elektrický přívod napájení pro tepelné čerpadlo
- Elektrický přívod pro napájení bivalentního zdroje (elektrokotel, plynový kotel, apod.)
- Přívod signálu pro blokování provozu (HDO) – pouze v oblastech kde je tento systém používán
- Ovládání tepelného čerpadla (např. prostorový termostát nebo jiná nadřazená regulace)
- Přívod studené vody pro přípravu teplé vody a dopouštění otopné soustavy
- Dle výkonu vstup skrz obvodové zdivo 100–120 mm
- Základy pod výparník tepelného čerpadla v provedení split, případně pod tepelné čerpadlo v kompaktním provedení

b) požadavky pro systém země-voda, voda-voda

- Elektrický přívod napájení pro tepelné čerpadlo
- Elektrický přívod pro napájení bivalentního zdroje (elektrokotel, plynový kotel, atd.)
- Přívod signálu pro blokování provozu (HDO) – pouze v oblastech kde je tento systém používán
- Ovládání tepelného čerpadla (např. prostorový termostát nebo jiná nadřazená regulace)
- Přívod studené vody pro přípravu teplé vody a dopouštění otopné soustavy
- U tepelného čerpadla země-voda stavební připravenost pro vrty nebo plošný kolektor včetně prostupů stavebními konstrukcemi

© PZP HEATING a.s. Všechna práva vyhrazena.

*Práva na technické změny vyhrazena.
Dokument nenahrazuje aktuální průvodní dokumentaci zařízení
ani konkrétní řešení jednotlivých akcí.*