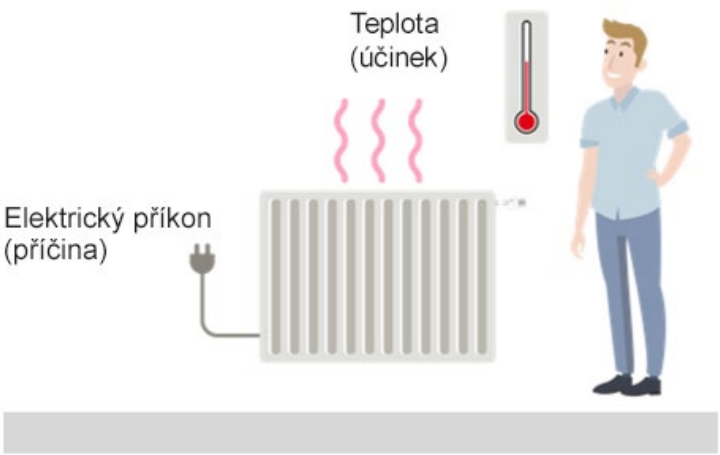
protherm
Vždy na Vaší straně

Společná školení jsou zárukou úspěchu!

1 Modul I = hluk u tepelných čerpadel

1.1 Proč jsou tepelná čerpadla zdrojem hluku?

Jakmile se hmota uvede do pohybu, dochází k mechanickým vibracím, které vyvolávají hluk. Tyto mechanické vibrace jsou výsledkem předtím dodaného elektrického příkonu.



Poměr příkonu a výkonu je známý z techniky vytápění v topných systémech. Elektrický příkon (příčina) se postará o to, aby se v místnosti začala zvyšovat teplota (účinek).

U zvuku je to v podstatě identické. Příčinou akustického výkonu je motor, nebo v tomto našem případě tepelné čerpadlo. Účinek akustického tlaku mohou lidé slyšet nebo pociťovat.

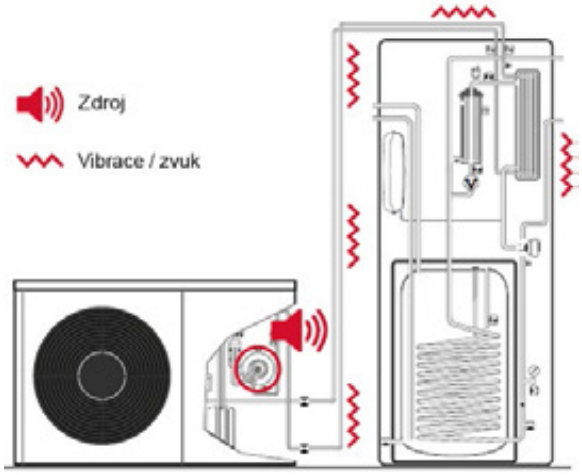
Poznámky

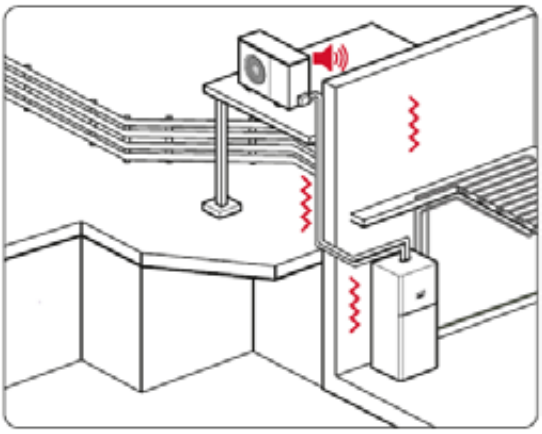
Mechanické vibrace, které se šíří jako zvuk v pevném materiálu stavby nebo v plášti stroje, se při nepříznivých podmínkách následně přenášejí do vzduchu jako zvuk přenášený vzduchem. V tepelném čerpadle, speciálně v tepelných čerpadlech typu vzduch-voda, jsou dvě pohyblivé součásti, které mohou rozhodujícím způsobem vyvolávat hluk:

- ventilátor, který žene vzduch výparníkem
- kompresor, který stlačuje odpařené chladivo na vyšší teplotní hladinu

Vibrace z kompresoru se předávají dále také do vzduchového výměníku tepla (výparníku) a odtamtud se proudem vzduchu přenášejí jako zvuk přenášený vzduchem do okolního venkovního prostředí. Tepelná čerpadla řady GeniaAir si díky specifické konstrukci ventilátoru a pláště udržují při výstupu vzduchu velmi nízkou hladinu hluku.

Následující schéma znázorňuje, která místa systému s tepelným čerpadlem mohou být zdrojem hluku:





K hluku dochází také v průběhu odmrazování, které je naprosto běžnou záležitostí u všech tepelných čerpadel typu vzduch-voda, ať už se jedná o jakéhokoliv výrobce.

Pokud tepelné čerpadlo předtím při teplotách, které se pohybovaly kolem bodu mrazu, vyrábělo teplo, zmrzlá vzdušná vlhkost, která se nachází na výparníku, odtává. Přitom dochází například ke zvukům, jako je syčení nebo praskání.

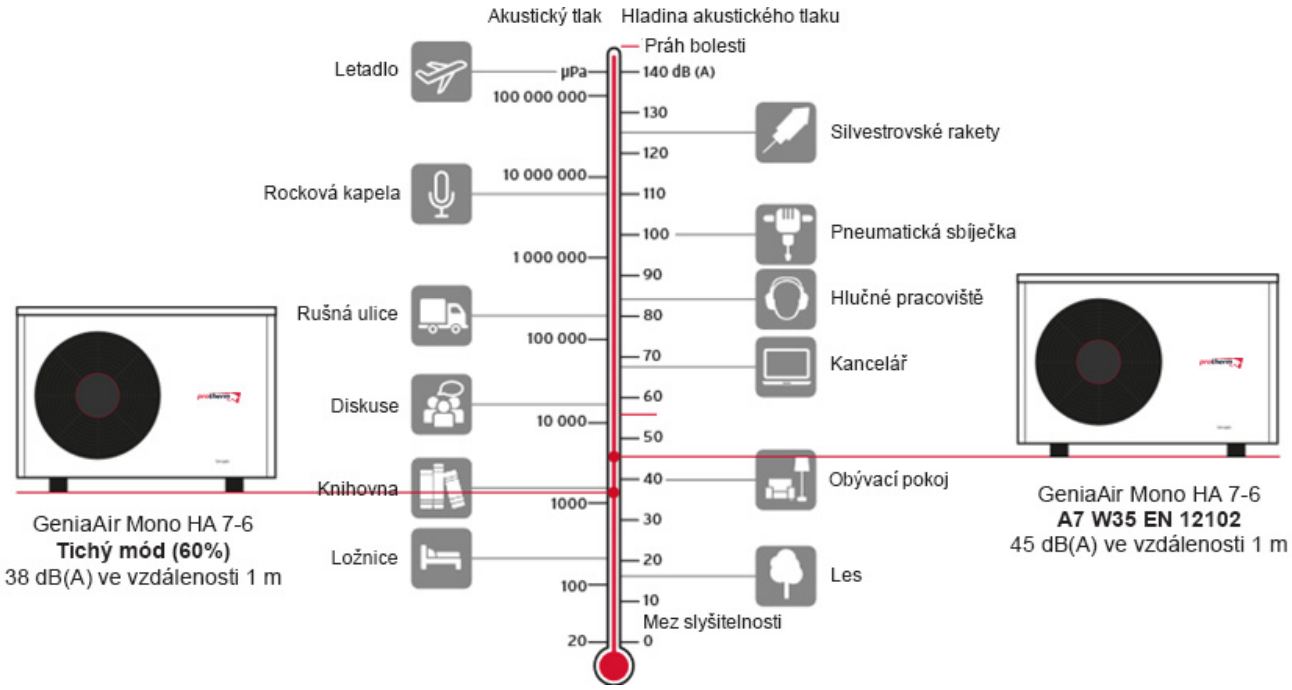
Tyto zvuky jsou spíše okrajové, ale přesto je možné je také brát v úvahu a volbou správného stanoviště tepelného čerpadla je eliminovat.

Poznámky

1.2 Jak hlasité je vlastně tepelné čerpadlo vzduch-voda?

Na tuto otázku nelze odpovědět jednoznačně. Pouhé uvedení patřičné hodnoty, jako je například hladina akustického výkonu ve výši 50 dB(A), není snadné někam zařadit. Hlasitost nebo hluk vnímají různí lidé velmi odlišným způsobem. Velmi důležitým faktorem je také vzdálenost od zdroje hluku.

Následující schéma znázorňuje, jak hlasité je tepelné čerpadlo GeniaAir mono HA 7-6 ve srovnání s jinými zdroji hluku v každodenním životě.



Diskuse mezi lidmi může být tedy v mnoha případech hlasitější než hluk, který při svém provozu vydává tepelné čerpadlo. Identické hladiny akustického tlaku mohou být mnohdy vnímány různě, a to v závislosti na aktuální denní době. Rozhovor sousedů večer na terase může tak být mnohem rušivější než stejný sousedský rozhovor během dne. Zásluhou speciálního systému pro pohlcování hluku, který dokáže pomocí technických opatření zvukově odizolovat chladicí okruh a stabilní konstrukce, patří tepelná čerpadla značky Protherm k nejtišším tepelným čerpadlům na trhu vůbec. Silent Mode (tichý režim), který lze u tepelných čerpadel Protherm aktivovat na noc, několikanásobně sníží hlukové emise, takže dokáže bez problémů dodržet protihlukové podmínky pro noční klid v prostředí mimo budovy.

Poznámky

1.3 Proč není tepelné čerpadlo vzduch-voda vždy stejně hlučné?

Tepelná čerpadla jsou dimenzována pro různé druhy provozu. Tepelná čerpadla mohou vytápět, připravovat teplou vodu nebo chladit dům.

Speciálně tepelná čerpadla vzduch-voda pracují s kompresory vybavenými regulací. Podle potřebné výstupní teploty a potřebného výkonu pracuje tepelné čerpadlo s modulací výkonu. V zimě, při velmi nízkých teplotách, když je potřebný maximální topný výkon, pracuje kompresor společně s ventilátorem zpravidla na výkon ve výši 100 %. Při tomto provozním stavu lze očekávat největší hlukové zatížení.

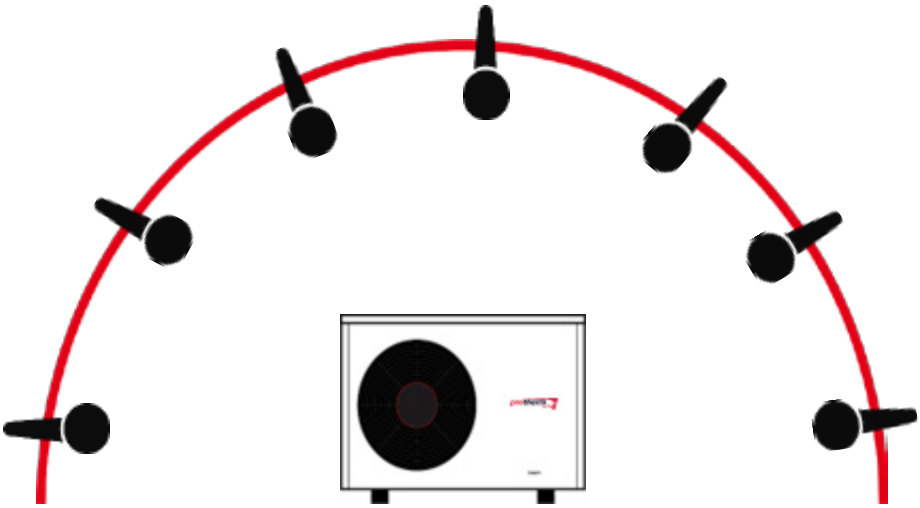
V přechodném období a v létě, kdy jsou venkovní teploty vyšší, to znamená, že výparník může ze vzduchu odebírat vyšší množství tepla, je potřebný jen takový výkon ventilátoru, který je odpovídajícím způsobem snížený. V důsledku toho se oproti provozu během studené zimy, kdy je potřebný výkon na 100 %, patřičně snižuje také očekávaný hluk.

U tepelných čerpadel Protherm vzduch-voda lze zejména ve večerních nebo nočních hodinách, kdy je ze zkušenosti potřeba méně tepla, aktivovat speciální Silent Mode (tichý režim). Tímto nastavením se hluk způsobovaný provozem tepelného čerpadla snižuje dále až na minimum.

1.4 Jak porovnám různé výrobce?

Všechny spotřebiče nebo stroje, v nichž se během provozu něco pohybuje, vyvolávají hluk. Několik příkladů známe z každodenního života, například to může být starý, hlučný vysavač, nebo naopak nový, tichý notebook. Také topný systém produkuje hluk. Jelikož lidé vnímají hluk různým způsobem a vnímání hluku zesiluje nebo zeslabuje vzdálenost od zdroje hluku, byla vyvinuta normovaná měřicí metoda, která slouží k tomu, aby stanovila akustický výkon spotřebiče či stroje.

Pro těžká zařízení, jakým je tepelné čerpadlo, se používá metoda s měřicí obalovou plochou. Při tomto měření stojí těžká součást ve speciální akustické laboratoři s odrazivou (tedy akusticky tvrdou) podlahou a s absorpčně obloženými stěnami a stropy.



Poznámky

Akustický výkon se měří pomocí mikrofonů, které jsou uspořádány do tvaru polokoule. Mikrofony jsou přitom uspořádány tak, že se zvuk měří vždy svisle k příslušné měřené součásti. Tento naměřený akustický výkon zdroje hluku není nikterak závislý na místě a prostoru. Výsledkem měření a následujícího logaritmického výpočtu je takzvaná hladina akustického výkonu, která se běžně uvádí v jednotkách dB(A).

Pomocí hladiny akustického výkonu lze mezi sebou velmi dobře porovnávat hlukové emise různých jednotlivých zařízení.

Jak hladina akustického výkonu, tak i hladina akustického tlaku se uvádějí v jednotkách dB(A). Tyto dvě hodnoty ovšem nelze porovnávat. Na rozdíl od hladiny akustického výkonu popisuje hladina akustického tlaku šíření hluku přes definované vzdálenosti od zdroje hluku.

1.5 Mělo by se tepelné čerpadlo vzduch-voda instalovat přímo u domovní zdi, nebo raději dále od veškerých budov?

Zvuk se šíří vždy rovnoměrně od zdroje zvuku do všech směrů. Jelikož většina tepelných čerpadel stojí na podlaze, vzniká kolem dokola polokoule ze zvuku. Zvukové vlny se vzdalují stále dál od zdroje zvuku a plocha, na kterou zvukové vlny dopadají, se neustále zvětšuje. S rostoucí vzdáleností od zdroje hluku klesá naměřená nebo také pociťovaná hladina akustického tlaku.

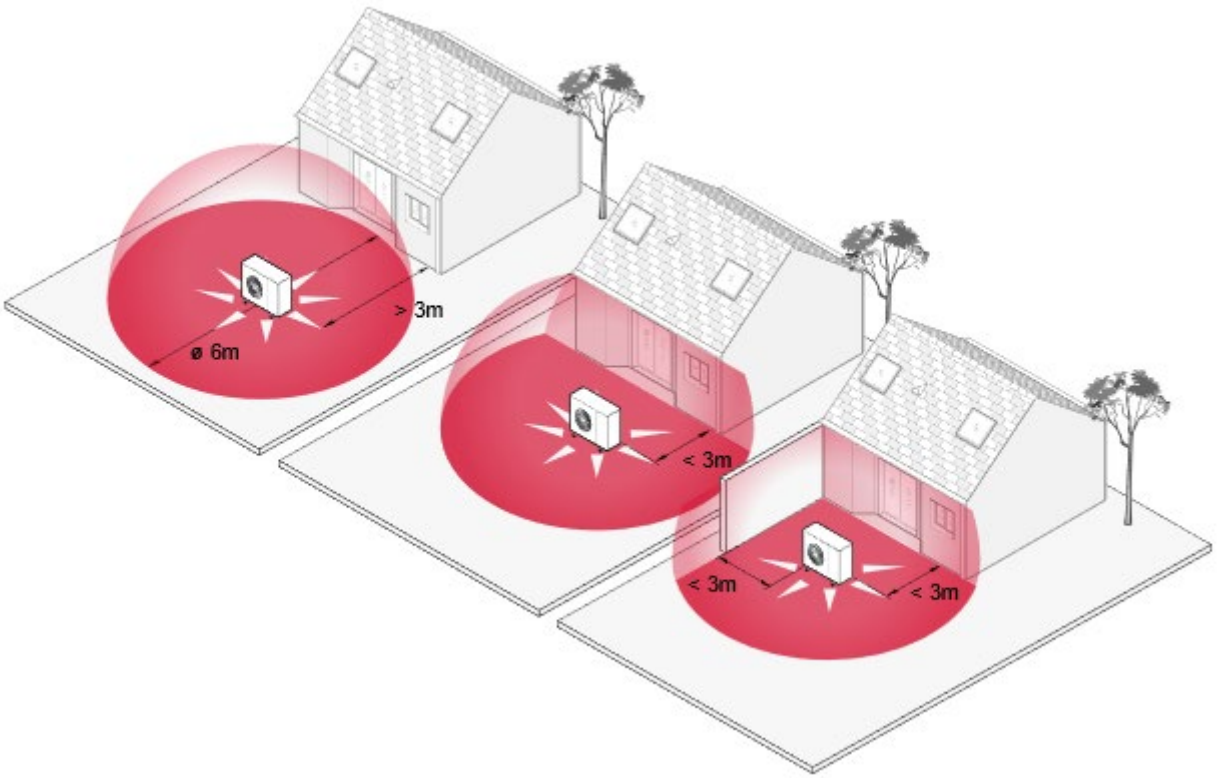
Na šíření zvuku mají vliv následující faktory:

- zdi, budovy, rostliny nebo také terénní útvary
- skleněné fasády velkých rozměrů, různé povrchy domů, vydlážděná terasa nebo také vyasfaltovaný vjezd
- směr větru, rychlost větru, a dokonce i vzdušná vlhkost

Když zvuk narazí například na akusticky tvrdý (odrazivý) povrch zahradního domku, část zvuku se absorbuje, ale velká část zvuku se odrazí. Vstupní úhel zvuku se rovná výstupnímu úhlu zvuku. Tento jev je možné si představit jako kulečníkovou kouli, zahranou o mantinel. Koule se odrazí ve stejném úhlu znovu do hracího pole.

Pokud tepelné čerpadlo stojí na volném prostranství ve vzdálenosti nejméně 3 m od nejbližší stěny nebo odrazivé plochy, jedná se o instalační polohu s nejnižšími hlukovými emisemi. Když je venkovní jednotka tepelného čerpadla vzduch-voda instalovaná poblíž jedné domovní zdi a vzdálenost od této domovní zdi je menší než 3 m, neoznačuje se tato poloha v akustické technice už jako šíření zvuku v polokouli, nýbrž ve čtvrtkouli, nebo také ve čtvrtprostoru.

Poznámky



Domovní zeď odráží velkou část zvuku a na protilehlé straně se pak zvyšují hlukové emise. Pokud dvě stěny vytvářejí v bližším okolí jeden roh, přičemž vzdálenost od zdroje hluku je menší než 3 m, označuje se tento prostor jako osminoprostor. Zvuk se pak v takovém případě odráží od obou blízkých zdí a v obou případech se šíří do jiného směru.

Veškerá místa instalace tepelného čerpadla je nutné posuzovat individuálně. Může být výhodou, že venkovní jednotka tepelného čerpadla stojí přímo u domovní zdi v minimální vzdálenosti, kterou je třeba dodržovat, a zvuk se šíří ve směru do zahrady. Trávník nebo také jiné porosty jako stromy nebo rostliny „pohlcují“ zvuk mnohem lépe než akusticky odrazivé povrchy. Jelikož, jak už bylo zmíněno, část zvuku naráží do domovní zdi, mělo by se zde dbát také na to, aby se v bezprostřední blízkosti nenacházela žádná okna místností, které by byly ovlivněny tímto hlukem (např. ložnice nebo obývací pokoje).

Poznámky

1.6 Jakou vzdálenost k sousední budově musím dodržovat?

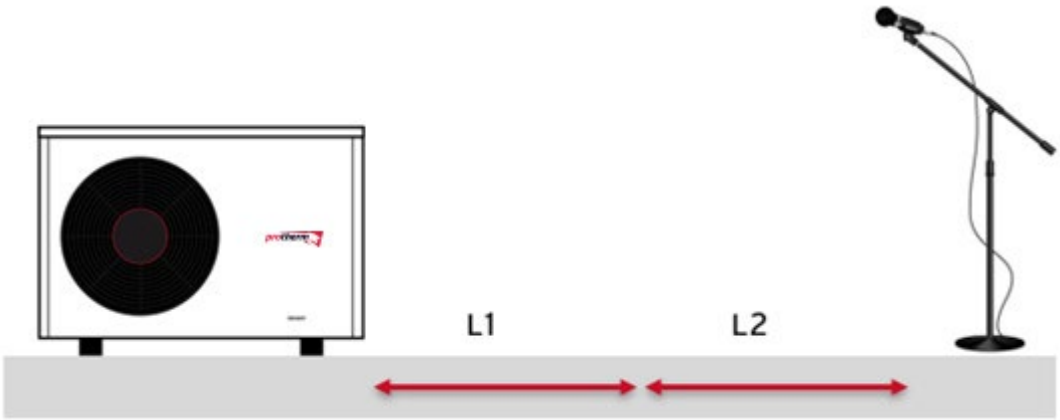
Na rozdíl od mělkých geotermálních vrtů nebo plošných zemních kolektorů, které jsou potřebné pro provoz tepelných čerpadel země-voda, neexistuje pro venkovní instalaci tepelného čerpadla vzduch-voda v normě žádný jasný předpis, nebo jednoznačný právní výklad, týkající se vzdáleností, které by se měly dodržovat. Rozhodující je především minimalizovat očekávatelné hlukové emise směrem k zónám vyžadujícím ochranu (k sousedům) a dodržovat zákony, normy a vyhlášky.

Pokud mají být dodrženy mezní hodnoty, je rozhodující vzdálenost od zdroje hluku. S každým dodatečným metrem vzdálenosti od zdroje hluku klesá naměřená a vnímaná hladina akustického tlaku. Tento efekt snižování akustického tlaku na metr vzdálenosti je velmi důležitý v případě, když musí být zvolena poloha instalace tepelného čerpadla u zdi nebo v rohu mezi dvěma stěnami, v důsledku čehož dochází ke zvýšení akustického tlaku.

Pro první odhad lze aplikovat následující nepsaná pravidla:

- **zákon vzdálenosti: když se zdvojnásobí vzdálenost od zdroje hluku, klesne hladina akustického tlaku o 6 dB**
- **přepočet z hladiny akustického výkonu na hladinu akustického tlaku ve vzdálenosti 1 m na volném prostranství – 8 dB**
- **přepočet z hladiny akustického výkonu na hladinu akustického tlaku ve vzdálenosti 1 m od odrazivé stěny (ve čtvrtkouli) – 5 dB**
- **přepočet z hladiny akustického výkonu na hladinu akustického tlaku ve vzdálenosti 1 m ve čtvrtkouli (dvě odrazivé stěny) – 2 dB**

Příklad: Vybrané tepelné čerpadlo vzduch-voda má hladinu akustického výkonu 60 dB(A). Při provozu se má ve dne i v noci obejít bez režimu Silent Mode. Nesmějí být překročeny zvukové imise 38 dB(A). V přepočtu podle nepsaného pravidla (pro volné prostranství) = akustický tlak ve vzdálenosti 1 m činí 52 dB(A).



Poznámky

Ve vzdálenosti 1 m se předpokládá akustický tlak 52 dB(A).

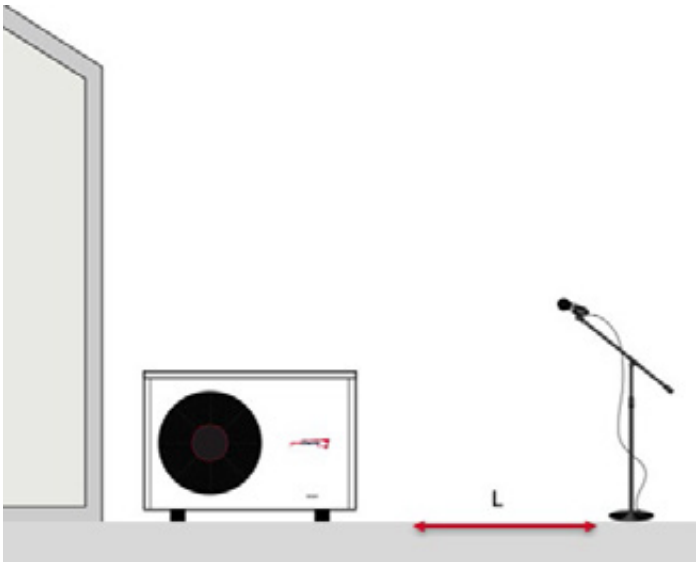
Když se vzdálenost zdvojnásobí na 2 m, akustický tlak se sníží o 6 dB, a to na 46 dB(A).

Když se tato vzdálenost dále zdvojnásobí na 4 m, sníží se akustický tlak znovu o 6 dB na 40 dB(A).

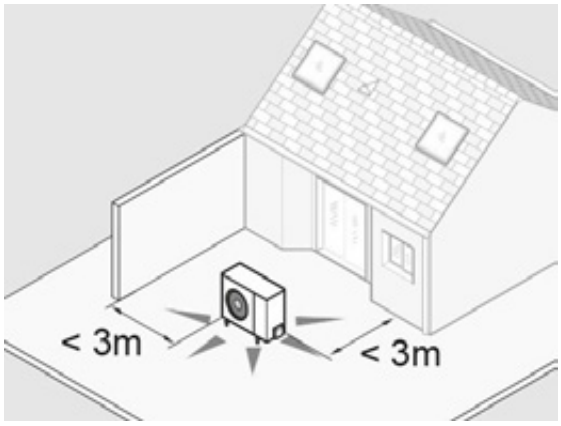
Při dalším zdvojnásobení vzdálenosti na 8 m bude předpokládaný akustický tlak činit 34 dB(A).

Když ovšem tepelné čerpadlo stojí před domovní zdí (před odrazivou plochou), zvýší se akustický tlak ve vzdálenosti 1 m o 3 dB(A) na 55 dB(A).

V tomto případě činí akustický tlak ve vzdálenosti 8 m 37 dB(A).



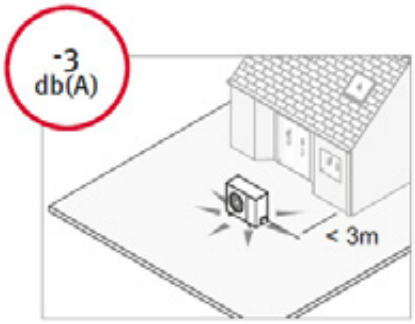
Když však tepelné čerpadlo stojí dokonce v rohu domu se dvěma stěnami, zvýší se akustický tlak při vzdálenosti 1 m na celkovou hodnotu 58 dB(A).



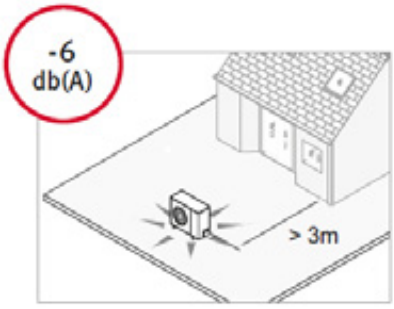
Výsledek při hladině akustického tlaku 58 dB(A) a vzdálenosti 8 m je 40 dB(A).

Varianta instalace tepelného čerpadla se dvěma odrazivými rovinami by do vzdálenosti 3 m nesplňovala potřebné požadavky.

Poznámky



Zde by bylo třeba vybrat jednu ze dvou ostatních poloh instalace. Buď jako na obrázku vlevo s jednou odrazivou rovinou, nebo jako na obrázku vpravo bez žádné odrazivé roviny.



Zde je výňatek z pokynů k ochraně proti hluku:

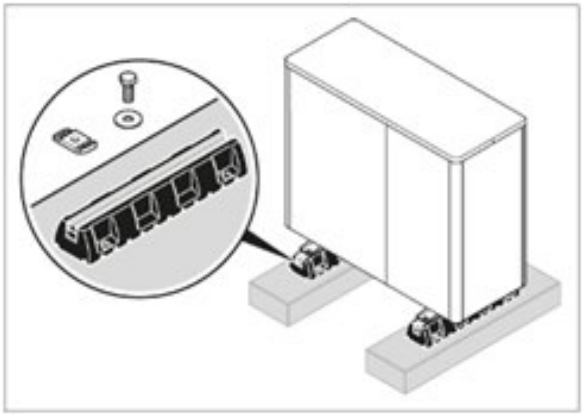
	ve dne (6-22 hodin)	v noci (22-6 hodin)
v průmyslových zónách	70 dB(A)	70 dB(A)
v nákupních zónách	65 dB(A)	50 dB(A)
v jádrových, vesnických a smíšených zónách	60 dB(A)	45 dB(A)
ve všeobecně obytných zónách a malých sídlištích	55 dB(A)	40 dB(A)
v čistě obytných zónách	50 dB(A)	35 dB(A)
v lázeňských zónách, nemocnicích a ústavech sociální péče	45 dB(A)	35 dB(A)

Poznámky

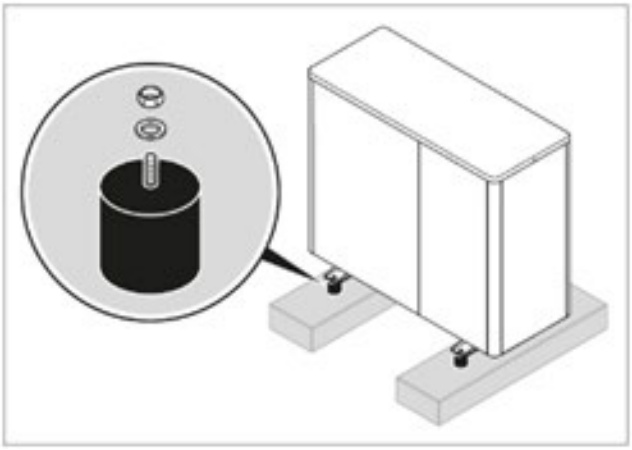
1.7 Proč potřebuji pro tepelné čerpadlo vzduch-voda speciální základ?

V tepelných čerpadlech Protherm typu vzduch-voda jsou kompresory a ventilátory zabudovány tak, aby se zamezilo přenosu zvuku a vibrací. Jelikož je však třeba zabránit tomu, aby za provozu nezačal vibrovat samotný plášť tepelného čerpadla, čímž by zabudované zamezení přenosu zvuku přestalo fungovat, musí tepelné čerpadlo stát na pevném, masivním a rovném základu. K tomuto betonovému základu jsou pak přišroubované nožičky, které zamezují přenosu vibrací a zvuku. Tak se zajistí, aby se žádné další vibrace nepřenášely ze samotného pláště tepelného čerpadla na jiné součásti.

Aby se hlukové imise snížily, je zapotřebí velká hmota a dobrá opatření k zamezení přenosu zvuku.

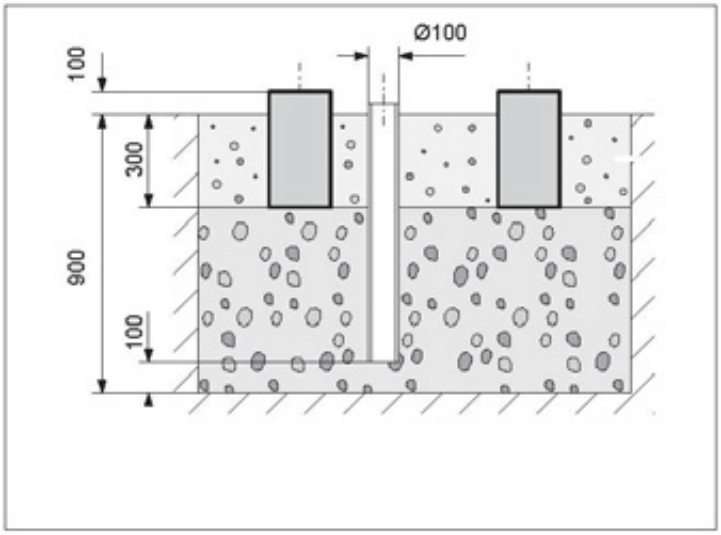


Základ s přišroubovanými gumovými nožičkami zajišťuje nezbytnou stabilitu, a to i v případě, kdy tepelné čerpadlo vzduch-voda stojí na exponovaném místě, ve které lze očekávat velké zatížení větrem.



Poznámky

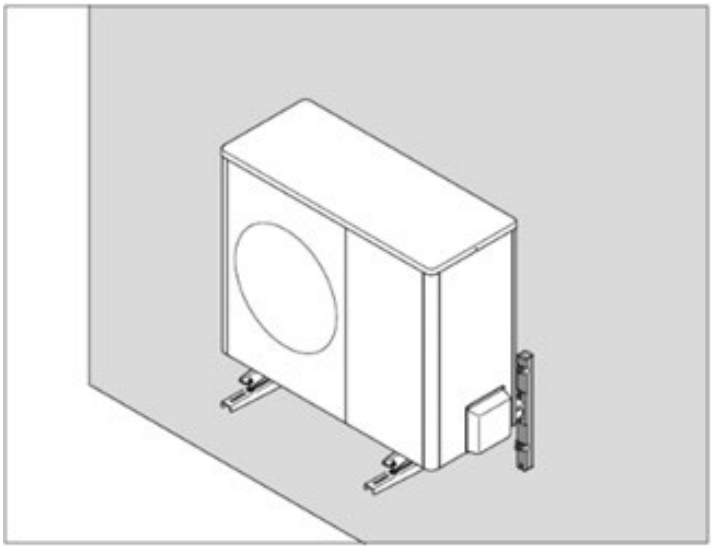
Má-li být bezpečné a rovné stanoviště zaručeno také v zimních měsících, musí mít základ pod tepelným čerpadlem nezámrznou hloubku.



Jako vrstva zabraňující promrznutí slouží vrstva kamení pod betonovými základy, která umožňuje, aby se kondenzát, vznikající při procesu odtávání, vsakoval do nezámrzné hloubky.

V případě, že by kondenzát nemohl bez překážek odtékat, vytvořila by se pod tepelným čerpadlem vrstva ledu. Po několika procesech odmrazování by tato vrstva ledu přišla nutně do kontaktu s tepelným čerpadlem, čímž by se narušila opatření k zamezení přenosu zvuku.

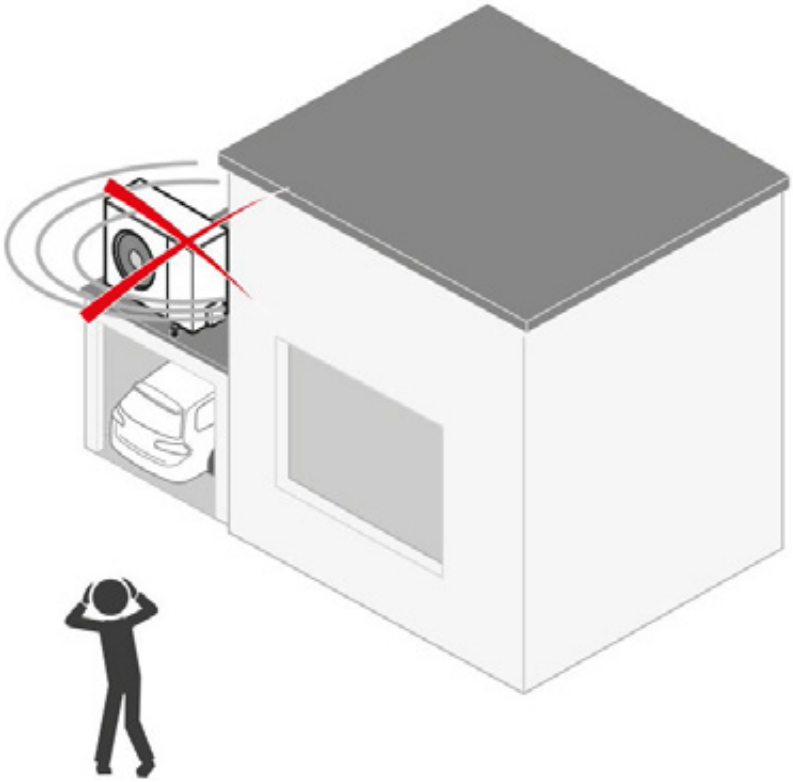
Při instalaci tepelného čerpadla existuje také možnost, že by vlastní tepelné čerpadlo mohlo být upevněno speciální nástěnnou konzolou na stěně budovy nebo na vhodné jiné stabilní zdi. V tomto případě by se však mělo bezpodmínečně dbát na to, aby tepelné čerpadlo nebylo upevněno na venkovní zeď například u ložnice, protože v takovém případě hrozí možnost, že stávající nízké vibrace by se mohly přenášet přes stěnu do místnosti (ložnice) jako zvuk přenášený vzduchem. Stejně málo se pro tento druh instalace tepelného čerpadla hodí dřevěný dům, protože v tomto případě by z konstrukčního hlediska mohl hluk přenášet dokonce celý dům.



Poznámky

1.8 Co musím brát v úvahu, když instaluji tepelné čerpadlo na střechu garáže?

Jelikož se ke snížení hluku tepelných čerpadel Protherm využívá mimo jiné i hmotnosti, je tedy třeba brát v úvahu právě hmotnost zařízení. U všech budov je třeba brát v potaz maximálně očekávané sněhové zatížení konstrukce v kg/m² plochy střechy. V mnoha regionech nebývají střechy garáží konstruovány na velké bodové zatížení. Speciálně betonové prefabrikované garáže nemívají často potřebnou hmotnost a nosnost, aby unesly velkou zátěž, kterou obnáší tepelné čerpadlo, a aby dostatečnou stabilitou zabránily šíření zvuku. Vibrovat by mohla začít dokonce i samotná garáž a vnitřní prostor garáže by mohl také zde sloužit jako rezonanční prostor.

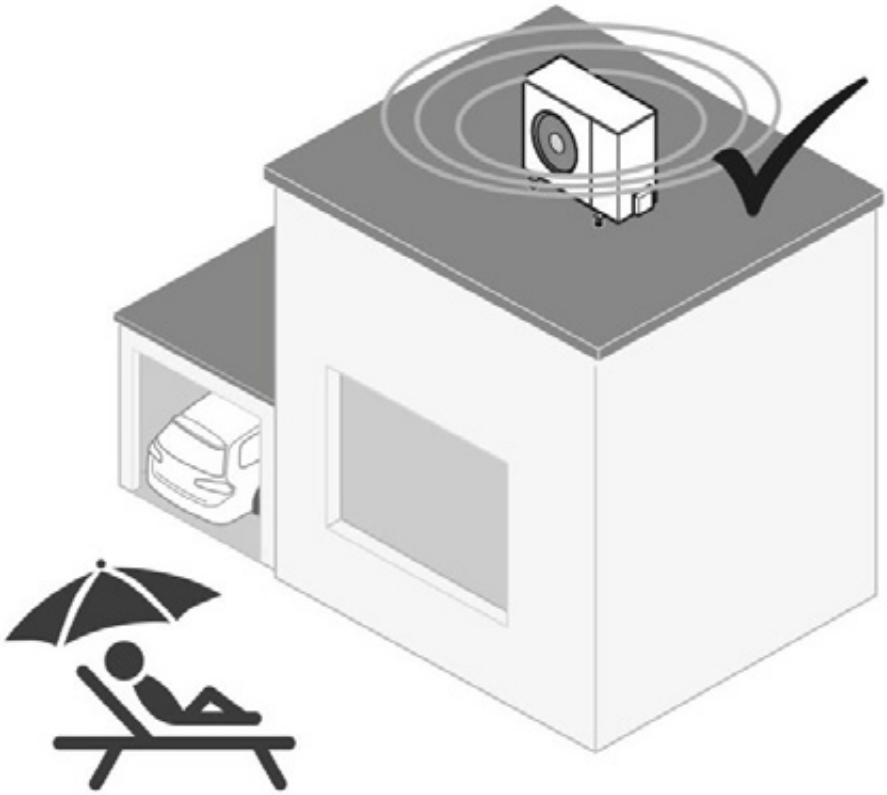


Podle výkonu a rozměrů tepelného čerpadla budou potřebné minimálně dvě betonové desky s minimální hmotností 155 kg. Tepelné čerpadlo se k těmto betonovým deskám přišroubuje gumovými nožičkami. Pod betonové desky by se přitom měla položit rohož chránící stavbu, aby nedošlo k poškození střešního pláště vibracemi.

Poznámky

1.9 Co musím brát v úvahu, když instaluji tepelné čerpadlo na plochou střechu?

K různým bodům uvedeným k otázce „Co musím bát v úvahu, když instaluji tepelné čerpadlo na střechu garáže?“ by se při výběru ideálního místa instalace měly navíc brát v potaz také místnosti, které se nacházejí pod plochou střechou. Možná plocha pro instalaci tepelného čerpadla je omezena potřebnými vzdálenostmi od okraje střechy. Možný rádius vymezují eventuálně také maximální délky potrubí s chladivem nebo topné potrubí. Pokud se pod možnou volnou střešní plochou nacházejí místnosti vyžadující nízkou hladinu hluku, měl by se tento druh instalace tepelného čerpadla bezpodmínečně přehodnotit.

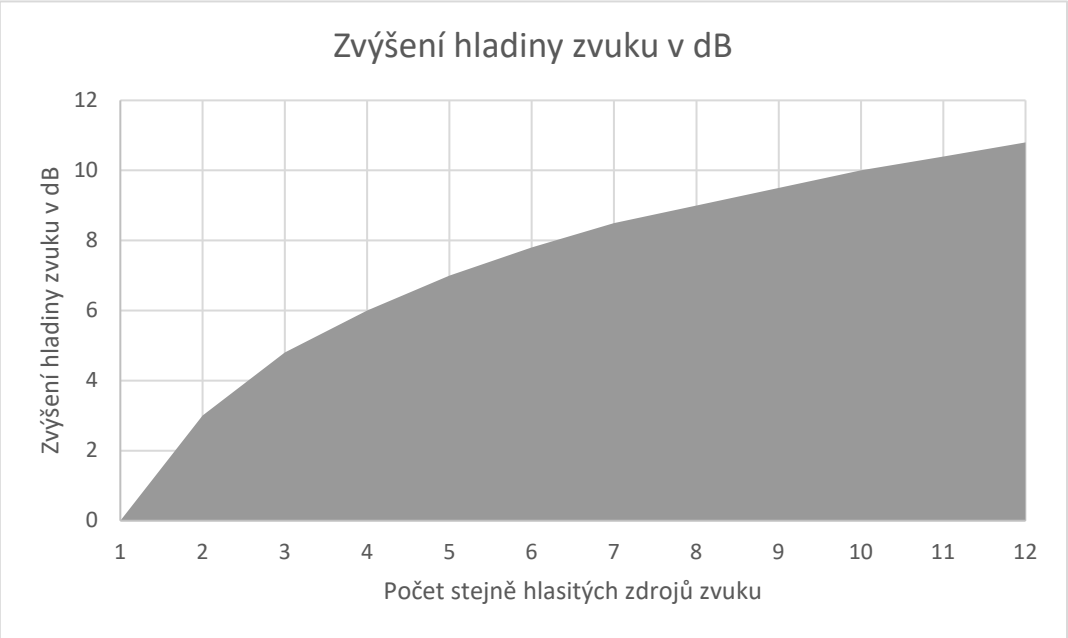


Betonový strop se střešní tepelnou izolací je z hlediska protihlukové ochrany výrazně vhodnější než plochá střecha se spodní dřevěnou konstrukcí.

Poznámky

1.10 Když namontuji dvě tepelná čerpadla jako kaskádu, bude pak hluk dvakrát hlasitější?

Když na sebe vzájemně narazí různé zvukové vlny, mohou se překrývat a mohou být vnímány jako hlasitější. Zvukové vlny se však mohou také vzájemně vyrušit, takže člověk pak nevnímá žádné šíření zvuku. Jelikož se se však zpravidla nemohou všechny zvukové vlny vzájemně vyrušit, zvukové imise se v součtu zvýší. Neplatí ovšem, že by byl slyšitelný hluk dvakrát hlasitější. U dvou stejně hlasitých zdrojů zvuku se hladina zvýší o 3 dB. U tří stejně hlasitých zdrojů zvuku se zvýší celkem o 4,8 dB.



Zvýšení hladiny zvuku probíhá v křivce a ne, jak bychom mohli předpokládat, lineárně s rostoucím počtem zdrojů hluku. Teprve při deseti stejně hlasitých zdrojích zvuku a při zvýšení hladiny zvuku o 10 dB by lidé pociťovali zvuk jako dvakrát hlasitější.

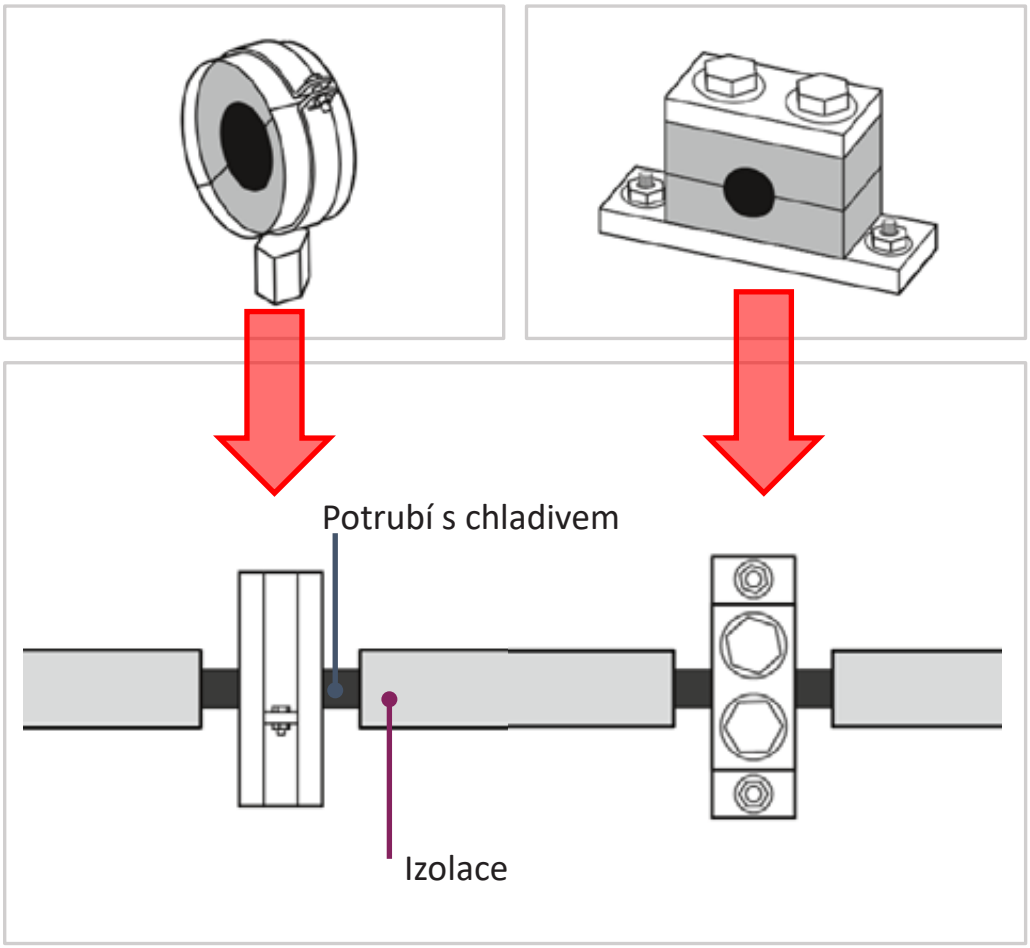
Jelikož lze do kaskády zapojit až 7 tepelných čerpadel Protherm stejného typu, je třeba brát v takovém případě při projektování v úvahu zvýšení hladiny zvuku 8,5 dB.

Počet stejně hlasitých zdrojů zvuku	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
zvýšení hladiny zvuku	0,0	3,0	4,8	6,0	7,0	7,8	8,5	9,0	9,5	10,0

Poznámky

1.11 Jak zabráním tomu, aby hluk přenášelo topné potrubí nebo potrubí s chladivem?

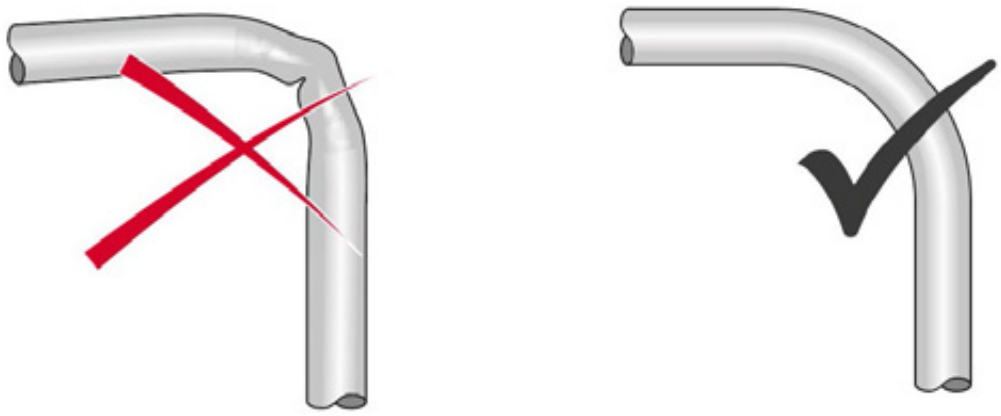
Pro každý druh potrubí se musejí použít odpovídající spony na potrubí, aby byla zaručena jejich funkce zamezující přenosu zvuku. Spony na potrubí je třeba také vždy upevňovat bez pnutí. Podle typu spony na potrubí, např. když jsou tyto spony vhodné pro několik průřezů potrubí, se tyto spony smějí sešroubovat jen tak daleko, jak je to nutné pro daný průřez. Pokud je spona na potrubí uzavřena příliš pevně, je výsledkem spona s vložkou z tvrdé gumy, která neplní funkci zamezující přenosu zvuku.



Poznámky

U tepelných čerpadel vzduch-voda je třeba brát bezpodmínečně v úvahu průřez potrubí. Tepelná čerpadla pracují až se čtyřikrát větším objemem vody za hodinu než moderní plynové kotle. Chcete-li zabránit hluku vyvolanému prouděním vody, je třeba zvolit odpovídající větší průřez potrubí.

Potrubí s chladivem byste měli ohýbat jen s odpovídajícími pomůckami. Speciální ohýbací pružina tak například zabrání tomu, aby se potrubí nezdeformovalo, a tak se silně zmenšil průřez.



1.12 Kde bych v žádném případě neměl instalovat tepelné čerpadlo vzduch-voda?

Projektanti se často ptají, zda se tepelná čerpadla smějí instalovat také pod přístřešek na auto, nebo do jiného zastřešeného prostoru. To se nedoporučuje, protože zvuk se musí šířit a tím slábnout. Nejméně příznivé je to, že se zvuk v nějakém zastřešeném prostoru zadrží, čímž zároveň i zesílí.

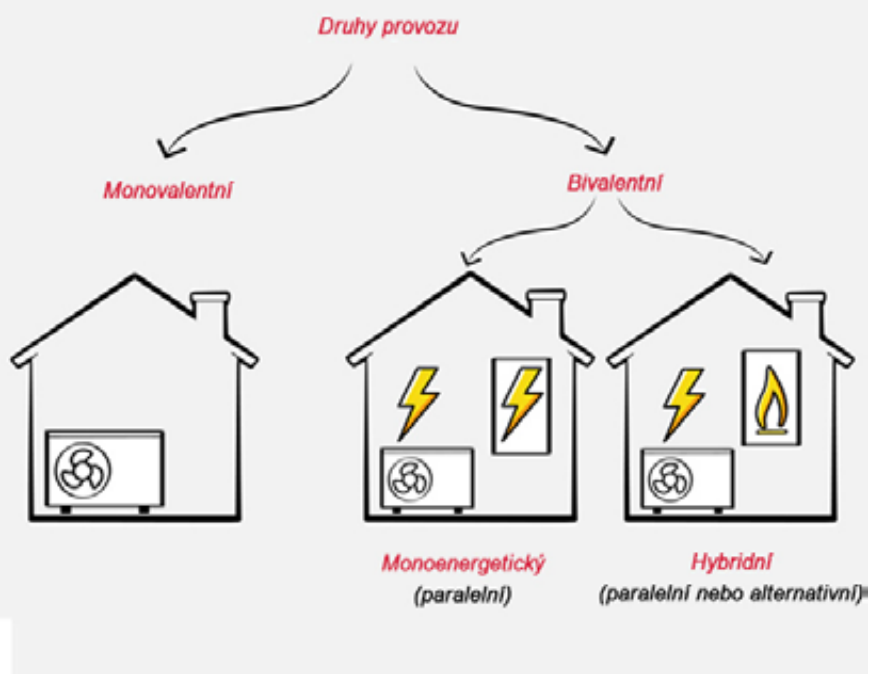
Tepelné čerpadlo vzduch-voda by nemělo vyfukovat vzduch přímo na chodník. Jelikož se energie odnímá ze vzduchu, tepelné čerpadlo vzduch na tomto místě ochlazuje. Existuje riziko, že na zemi a na chodnících bude námraza, i když se okolní teplota stále ještě nachází v pásmu teplot nad nulou.

Poznámky

2 Modul II = dimenzování tepelného čerpadla

2.1 Druhy provozu

Jakmile je při dodržení předepsaných zvukových emisí zvoleno správné místo instalace tepelného čerpadla typu vzduch-voda, přichází na řadu výpočet a následný výběr správného výkonu tepelného čerpadla. Při projektování systému s tepelným čerpadlem vzduch-voda nebo všeobecně s jakýmkoliv tepelným čerpadlem, je třeba brát v úvahu několik různých faktorů. Konvenční kotle, jako jsou například plynové, jsou dimenzovány na monovalentní provoz. Monovalentní způsob provozu znamená, že potřebnou tepelnou energii k vytápění nebo k ohřevu teplé vody dodává jediný zdroj tepla. To platí také pro tepelná čerpadla typu země-voda, která potřebnou energii z okolního prostředí získávají ze země. Tepelné čerpadlo vzduch-voda odebírá potřebnou energii z venkovního vzduchu. Teplota venkovního vzduchu bývá v závislosti na ročním období velmi rozdílná. S klesajícími teplotami se snižuje také množství energie obsažené ve vzduchu. V případě, že tepelný výkon tepelného čerpadla vzduch-voda není dostačující, například v zimě při velmi nízkých venkovních teplotách, aktivuje se druhý zdroj tepla. Tím může být elektrický přídavný zdroj topení, nebo běžný kotel na vytápění. V takovém případě mluvíme o bivalentním systému, který je možné provozovat monoenergeticky, nebo jako hybridní systém.



Poznámky

- Monovalentní druh provozu

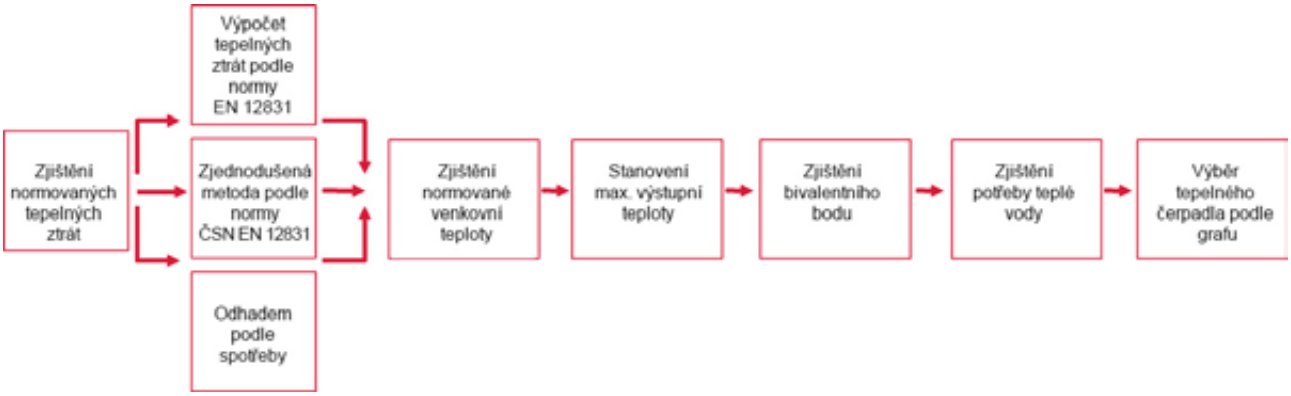
  Tepelné čerpadlo je jediným zdrojem tepla v celém systému.

- Bivalentně monoenergetický druh provozu (paralelní)
  Tepelné čerpadlo a druhý zdroje tepla, který vyrábí teplo také elektrickým proudem.

- Bivalentní hybridní (paralelní)
  V systému je vedle tepelného čerpadla instalován také druhý zdroj tepla s jiným nositelem energie. Tento druhý zdroj tepla může podle nastavení bivalentního bodu vyrábět od určité venkovní teploty teplo společně s tepelným čerpadlem.

- Bivalentní hybridní (alternativní)
  Druhý zdroj tepla v systému přebírá od nastaveného alternativního bodu jako jediný výrobu potřebné tepelné energie. Podle ceny elektrického proudu může být při velmi nízkých venkovních teplotách účinnější provoz pomocí kondenzačního plynového kotle.

Projektování tepelného čerpadla vzduch-voda by mělo probíhat podle následujícího blokového schématu:



Poznámky

2.2 Jak zjistím normované tepelné ztráty?

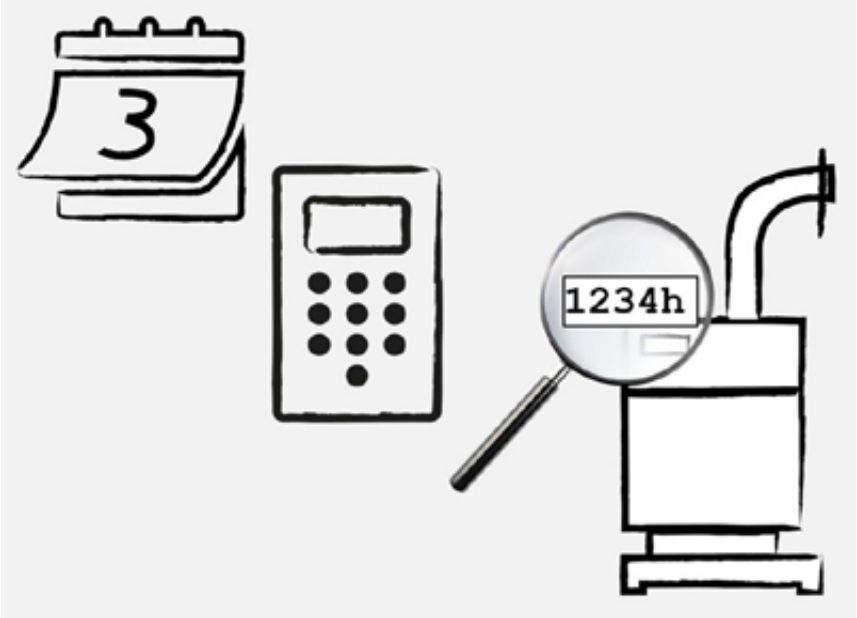
Pro zjištění normovaných tepelných ztrát (tepelného výkonu) existují různé metody.

První metodou je podrobná standardní metoda podle normy ČSN EN 12831. Tato metoda se používá u nových budov nebo u stávajících budov, v nichž se provádějí rozsáhlá renovační a rekonstrukční opatření.

Druhou možnou metodou zjišťování normovaných tepelných ztrát je zjednodušená metoda podle normy ČSN EN 12831. Tato metoda se používá u stávajících budov, ve kterých se má měnit pouze zdroj tepla, nebo v případě, že se musí navrhnout nový topný.

Pro výpočet pomocí jedné z těchto dvou metod je většinou potřebný software.

Pro první odhad normovaných tepelných ztrát, například při první obhlídce na místě ve stávající budově, lze použít přibližný výpočet odhadem podle průměrné spotřeby. Pro lepší vypovídací hodnotu tohoto odhadu je potřeba mít k dispozici spotřebu energie za poslední cca tři roky v kWh a počet provozních hodin stávajícího topení.



Pokud je zdroj tepla už starý, nebo vůbec nemá ve vybavení funkci, ze které lze načíst počet hodin provozu, je možné zvolit pro daný zdroj tepla průměrný počet provozních hodin podle normy ČSN EN 15450. Tento průměrný počet provozních hodin se pohybuje od 1800 do 2400 za rok. Pokud se jedná o starý zdroj tepla, který ještě nepracuje s modulací, měla by se nastavit hodnota 1800 - 2000 provozních hodin. U zdrojů tepla s modulací, např. u kondenzačního plynového kotle, by se mělo nastavit 2000 - 2400 provozních hodin.

Poznámky

Příklad:

Co známe =

- stávající stará budova, rok výstavby 1995
- normovaná venkovní teplota -12°C (z tnormy)
- obytná plocha 120 m²
- topná energie: zemní plyn
- Je to mezitím druhý plynový kotel po vybudování domu (jmenovitý výkon: 12kW – 15kW)
- ztráty plynového kotle při spalování cca 7 % (účinnost kotle cca 93 %)
- jednostupňový plynový hořák, bez modulace
- 4 osoby (rodiče a dvě děti)
- celková spotřeba zemního plynu za poslední 3 roky včetně ohřevu teplé vody: 5.400 m^3

Co předpokládáme =

- 2.000 provozních hodin podle normy ČSN EN 15450

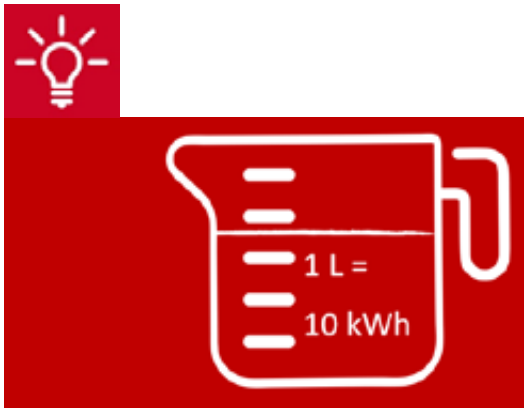
Co chceme zjistit =

- normované tepelné ztráty v kW

Výpočet =

5.400 m^3 x 10,5 kWh/ m^3 = 56.700 kWh

56.700 kWh: 3 roky = 18.900 kWh / rok



18.900 kW h / rok

výkon hodin (za rok)

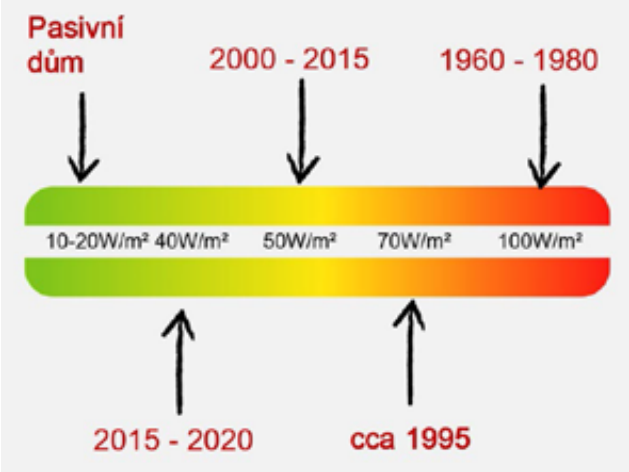
18.900 kWh/rok : 2000 h/rok = 9,45 kW

9,45 kW – 7% ztrát spalováním = 8,8 kW

Budova má podle odhadovaného výpočtu spotřeby tepelné ztráty 8,8 kW.

Poznámky

Další možností přibližného výpočtu je zjištění tepelných ztrát budovy na základě faktoru topného výkonu. Tento faktor topného výkonu udává, kolik wattů topného výkonu je potřeba na jeden čtvereční metr obytné plochy.



Domy postaveného po roce 1995 mají většinou tepelné ztráty přibližně 70 W/m².

Příklad 2:

120 m² x 70 W/m² = 8400 W = 8,4 kW

2.3 K čemu je potřebná normovaná venkovní teplota?

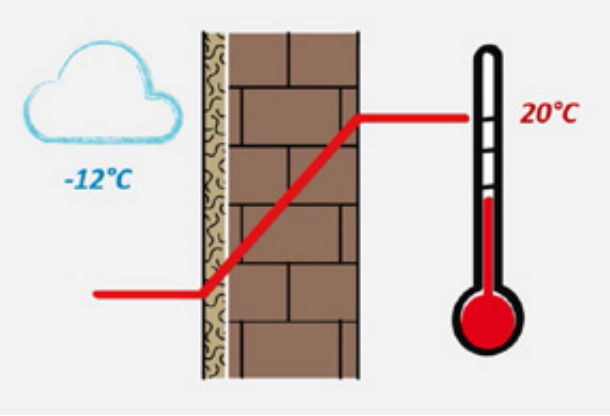
Normovaná venkovní teplota udává nejnižší očekávanou venkovní teplotu na tomto stanovišti.

Liší se země od země a region od regionu. V normě ČSN EN 12831 najdeme normované venkovní teploty pro větší města. Pokud hledané místo v normě není, vybere se místo, které leží nejblíže.

Normovaná venkovní teplota je nezbytná pro obě metody výpočtu podle normy ČSN EN 12831, aby bylo možné zjistit rozdíl teplot mezi místností/budovou, která se má vytápět, a venkovní teplotou.

Poznámky

Hodnotou U, která vyplývá z vrstvené konstrukce stěny nebo jiných stavebních prvků (např. oken, střechy, domovních dveří...), je možné vypočítat prostup tepla (tepelné ztráty) a z něho vycházející potřebný výkon zdroje tepla.



Jelikož tepelné čerpadlo typu vzduch-voda je většinou dimenzované jako bivalentní, odpovídá jeho výkon při normované venkovní teplotě výkonu, který musí být pokrytý oběma zdroji tepla.

2.4 Jaká výstupní teplota topného systému je potřebná k tomu, aby vytopila budovu

Maximální potřebná výstupní teplota topného systému má vliv na maximální výkon zdroje tepla a na celkovou účinnost systému. Čím je výstupní teplota topného systému nižší, tím vyšší je jeho účinnost. To platí jak pro kotle s fosilními palivy, tak i pro tepelná čerpadla. U tepelného čerpadla je podstatné, aby se „teplotní spád“ udržoval na co nejnižší úrovni. „Teplotní spád“ popisuje rozdíl teplot mezi výstupní a vstupní (zpátečkou) teplotou tepelného čerpadla z topného systému.

Z požadovaných standardů tepelné izolace u novostaveb vyplývají pro podlahová nebo jiná plošná vytápění maximální výstupní teploty 35°C.

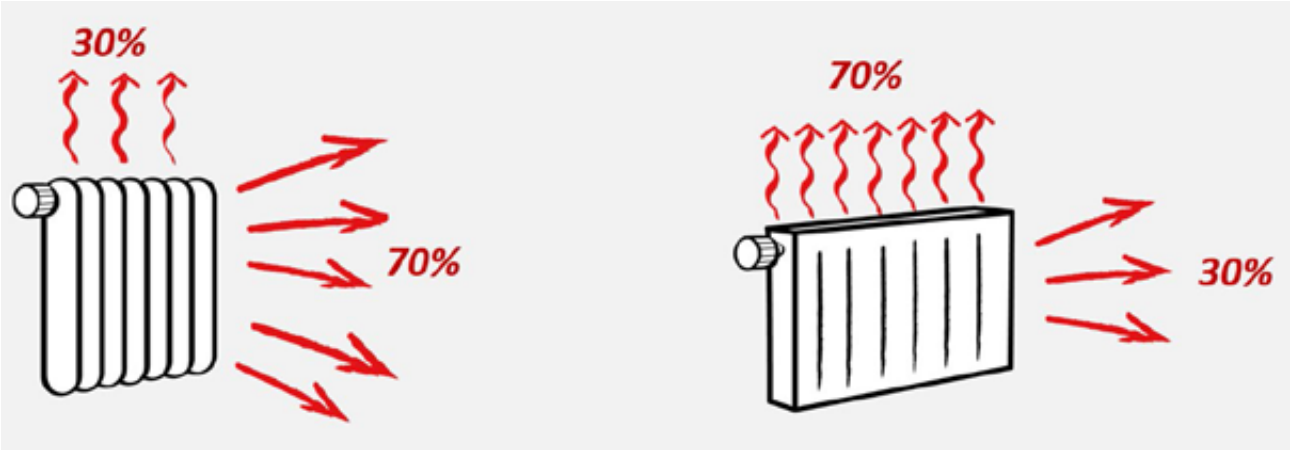
U topných systémů ve stávajících budovách by maximální výstupní teplota neměla v žádném případě překračovat hodnotu 55°C. Při této maximální teplotě je také možné, aby byla budova efektivně vytápěná tepelným čerpadlem vzduch-voda.

Z toho vyplývá následující poučení:

Nikoli rok výstavby budovy, nýbrž maximální výstupní teplota topného systému rozhoduje o tom, zda lze v dané budově efektivně provozovat tepelné čerpadlo.

Poznámky

Staré ocelové nebo litinové radiátory by měly být vyměněny za nová desková topná tělesa. Podíl sálání tepla u starých radiátorů se pohybuje na úrovni cirka 70%, přičemž konvekce činí 30%. Nová desková topná tělesa pracují v poměru cirka 70% konvekce a podíl sálavého tepla činí jen 30%. Tento poměr umožňuje, aby nová desková topná tělesa byla s to předávat potřebné množství tepla do budovy při využití mnohem nižších výstupních teplot.



Výrobci deskových topných těles udávají výkon nejen podle normy ČSN EN 442 (75/65 °C). V technické dokumentaci se najdou také údaje k různým jiným výstupním teplotám topného systému.

Optimalizace topného systému a tím také snížení maximální výstupní teploty do topného systému jsou důležité a účinné pro jakýkoli druh zdroje tepla.

TEPELNÝ VÝKON Q [W] PRO TEPLONOSNOU LÁTKU VODA PODLE EN 442

20 °C		Typ 21 Typ 21 VK						Typ 22 Typ 22 VK							Typ 33 Typ 33 VK						
Délka L [mm]	t_1/t_2 [°C]	Výška H [mm]																			
		300	400	500	600	700	900	200	300	400	500	600	700	900	200	300	400	500	600	700	900
400	75/65	298	375	447	515	580	702		386	486	581	672	759	925		552	695	832	962	1089	1331
	70/55	240	302	360	415	466	563		311	392	468	541	610	742		447	562	670	774	875	1067
	55/45	152	191	227	261	292	351		196	246	294	340	382	462		284	356	422	485	547	664
	45/40	104	130	155	178	199	237		134	168	200	231	260	313		196	244	288	329	371	448
500	75/65	373	469	559	644	725	877		483	608	726	840	949	1157		690	869	1040	1203	1362	1664
	70/55	301	378	450	519	583	703		389	490	585	676	763	928		558	702	838	967	1093	1333
	55/45	190	238	283	326	366	438		245	308	367	424	478	578		355	444	527	606	683	830
	45/40	130	163	193	222	249	297		167	210	250	289	325	391		245	305	360	412	463	561
600	75/65	447	562	670	773	870	1052		580	730	871	1007	1138	1388		827	1043	1247	1444	1634	1997
	70/55	361	453	540	622	700	844		467	588	701	811	915	1113		670	842	1005	1160	1312	1600
	55/45	228	286	340	391	439	526		294	370	441	509	573	694		426	533	633	727	820	996
	45/40	156	195	232	267	298	356		200	252	300	347	390	469		294	366	432	494	556	673

Poznámky

2.5 Jak se zjistí bivalentní bod?

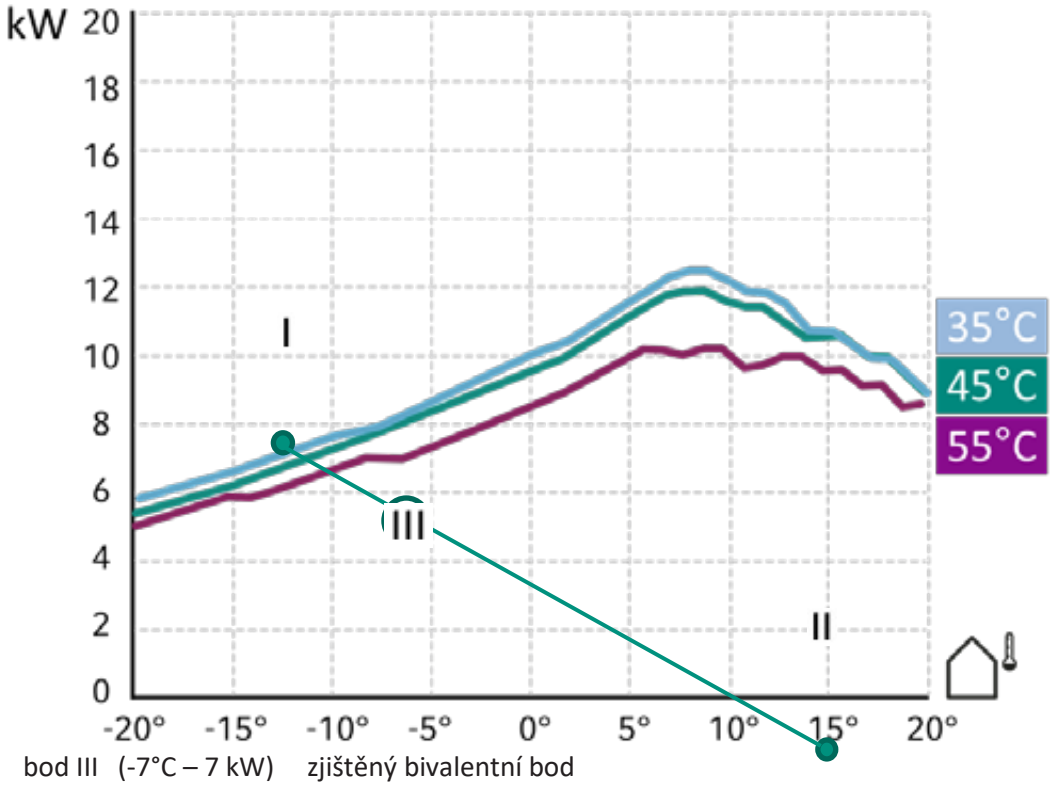
Tepelné čerpadlo vzduch-voda má z důvodu nízké teploty vzduchu nejnižší topný výkon v zimě, kdy je právě potřebný nejvyšší topný výkon. Bod, od něhož vybrané tepelné čerpadlo vzduch-voda už nedokáže samo zajistit požadovaný výkon, se nazývá bivalentní bod.

Každé tepelné čerpadlo má vlastní graf výkonu, ze kterého lze zjistit výkon při určité výstupní teplotě topného systému a při určité teplotě zdroje (vzduchu).

Jestliže se nyní má do tohoto grafu zakreslit linie potřeby tepla, bude k dimenzování navíc potřeba mezní teplota topení (vypínací mez venkovní teploty). Mezní teplota topení popisuje, od jaké venkovní teploty nemusí topný systém už produkovat žádné teplo. Doporučují se hodnoty cca 15-20°C.

Z modelového výpočtu je známo, že při normované venkovní teplotě -12°C činí tepelné ztráty 8,8 kW.

- bod I (-12°C – 8,8 kW)
- bod II (+15°C – 0,0 kW)



- bod III (-7°C – 7 kW) zjištěný bivalentní bod

Poznámky

Jelikož tepelné ztráty budovy v závislosti na venkovní teplotě zpravidla nejsou známé, zakreslí se – kvůli stanovení bivalentního bodu – tepelné ztráty do grafu zjednodušeně jako přímka. Průsečík linie tepelných ztrát budovy a linie výkonu tepelného čerpadla při potřebné výstupní teplotě je bivalentní bod.

Při zvolené výstupní teplotě topného systému 55°C se bivalentní bod nachází na teplotě -7°C. Od této venkovní teploty a nižší „může“ regulace v případě potřeby, když není dosažena vypočítaná výstupní teplota, připojit do topného provozu druhý zdroj tepla.

Pro přesnější stanovení potřebného tepelného výkonu (tepelných ztrát) při zjištěném bivalentním bodu lze provést nový výpočet tepelných ztrát pomocí bivalentní teploty z něho vyplývající.

Údaje v nomenklatuře (typovém označení) základních variant tepelných čerpadel se u tepelných čerpadel Protherm vztahují na výkon při A-7/W35 (vzduch/voda).

Příklad 1:	GeniaAir mono HA 7-6	7kW při A-7/W35
Příklad 2:	GeniaAir mono HA 10-6	10kW při A-7/W35

2.6 Jak se zjistí potřeba teplé vody?

Potřeba teplé vody závisí na spotřebě teplé vody a na požadované teplotě.

Detailní výpočty s normovanými profily odběru najdete v normě ČSN EN 15450 Projektování topných systémů s tepelnými čerpadly.

Jako orientační hodnotu pro úspornou až běžnou denní potřebu teplé vody bez ohledu na ztráty v zásobníku a v rozdělovači lze brát (1,2…1,5) kWh na den a na osobu. Cirkulace teplé vody, ke které se často přistupuje kvůli hygieně nebo komfortu, může podle odhadu vést k tomu, že spotřeba energie na ohřev teplé vody bude až dvojnásobná.

Spotřeba 1,5 kWh odpovídá při požadované teplotě teplé vody 60°C přibližně objemu 25 litrů. Tato hodnota spotřeby se však může odhadem i zdvojnásobit, kdybychom brali v úvahu ztráty v zásobníku a v potrubí a také obvyklé zátěžové profily.

V normě ČSN EN 15450 jsou uvedeny dva odběrové profily pro rodinu. Jeden zahrnuje jen sprchování a druhý zahrnuje vedle sprchování také koupel ve vaně:

-	odběrový profil rodiny, sprcha	100,2 litrů/den
-	odběrový profil rodiny, sprcha a vana	199,8 litrů/den

Poznámky

Vlastní pravda se nachází někde uprostřed. Je velmi nepravděpodobné, že by se vana, která představuje nejvyšší podíl potřebné energie, jak je to popsáno v profilu odběru, používala každý den 2x. Právě ve stávajících budovách, kde se má stávající systém modernizovat, jsou potřebné přesné údaje týkající se koupání ve vaně a sprchování.

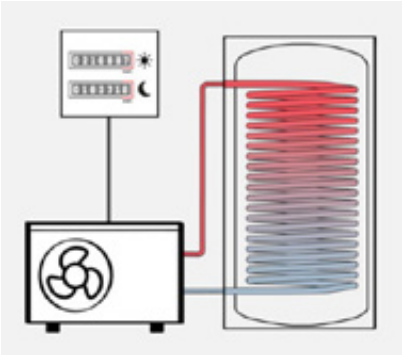
Teplota teplé vody by se měla nastavovat na co možná nejnižší hodnotu. Přitom je právě zde třeba aplikovat v každém případě normy a technické směrnice. U bivalentních systémů, např. v kombinaci s kondenzačním plynovým kotlem, existují hotové hydraulické příklady, v nichž nezbytné vysoké výstupní teploty, které jsou nutné k ohřevu teplé vody, vyrábí jen přídavný kotel.

V důsledku nízkých výstupních teplot tepelného čerpadla jsou potřebné výměníky tepla s větším povrchem. Tento poměr by neměl být menší než 0,3m² /kW. Právě u zásobníků teplé vody ve stávajících budovách jsou proto potřebné informace o ploše prostupu tepla.

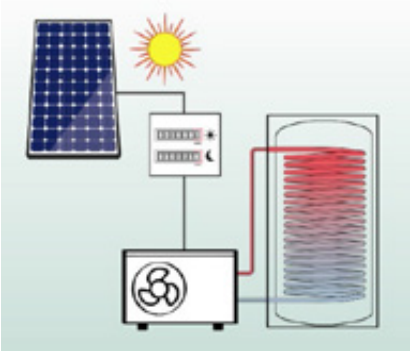
Nejmenší zásobníky z nabídky Protherm, které jsou vybaveny vhodnou plochou výměníku tepla, mají objem 190 litrů.

Výpočet nebo dimenzování zásobníků pomocí zjištění výkonového čísla N_L nelze použít u systémů s tepelným čerpadlem. Použité výstupní teploty v těchto výpočtech výkonového čísla N_L vycházejí z údajů z kotle a ne z tepelného čerpadla.

Proto dává smysl, provádět dimenzování v systému s tepelným čerpadlem pomocí potřebného množství tepla.



Přitom by se neměl volit příliš velký objem zásobníku. Tepelné čerpadlo by mělo zvládnout ohřívat zásobník teplé vody, aniž bychom se museli obávat ztráty komfortu ve fázi vytápění. Doporučuje se vybrat tak velký zásobník teplé vody, aby byla pokryta denní spotřeba teplé vody a aby tepelné čerpadlo ohřálo zásobník např. v noci, kdy je k vytápění místností potřeba jen méně energie.



V kombinaci s fotovoltaickým systémem by se dobíjení zásobníku teplé vody mělo směřovat do doby hlavního slunečního svitu, aby se zvýšila účinnost celého systému a využila se „bezplatná“ solární energie. Pro tento případ lze využít také funkci PV-Ready.

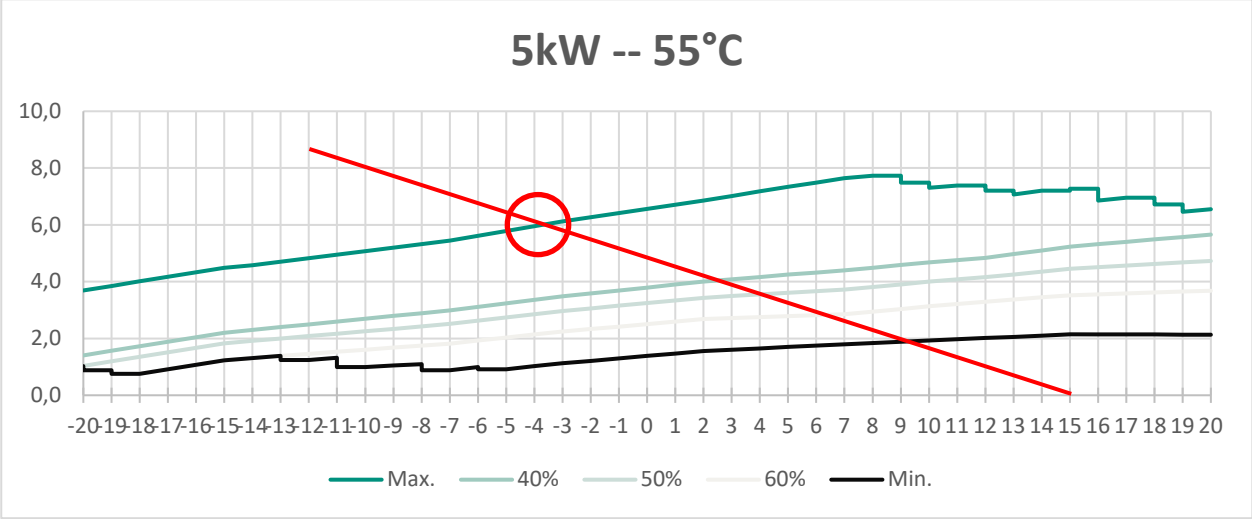
Poznámky

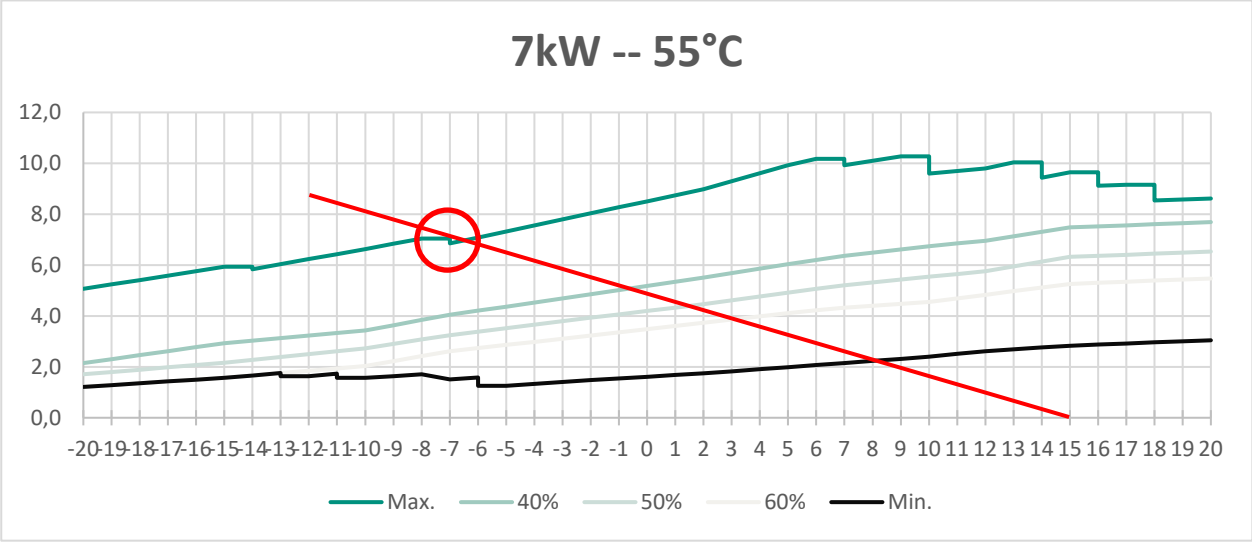
2.7 Jakou velikost výkonu bychom měli nyní zvolit?

Zjištěnou normovanou venkovní teplotu lze zpravidla očekávat jen asi ve 2-3% dní v roce. Pokud je tepelné čerpadlo jediným zdrojem tepla v systému a je přitom dimenzováno na kompletní pokrytí tepelných ztrát, bylo by v ostatních 97% dní v roce předimenzováno.

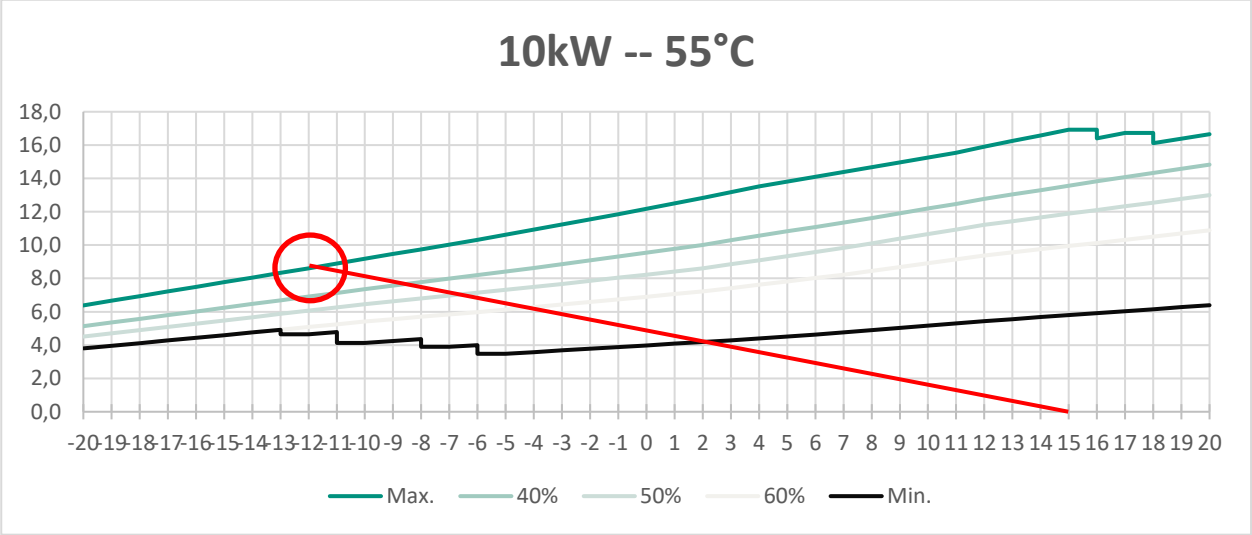
Dále je možno u tohoto příkladu dimenzovat tepelné čerpadlo bivalentně-monoenergeticky. Další vícenáklady na provoz elektrického přídavného zdroje tepla jdou proti nižším nákladům na pořízení „menšího“ tepelného čerpadla, které relativizují poněkud vyšší energetické náklady na provoz elektrického přídavného zdroje tepla.

V podkladech pro tepelná čerpadla naleznete pro každé tepelné čerpadlo křivku výkonu při určité výstupní teplotě do topného systému.





Poznámky



Ve všech třech grafech byla kvůli zjištění bivalentního bodu zakreslena (červená) linie. Počátečním bodem linie je výkon tepelného čerpadla při normované venkovní teplotě: -12°C = 8,8kW. Konečným bodem linie je mezní teplota topení: 15°C = 0 kW.

U tepelného čerpadla o výkonu 5 kW se uvádí jako bivalentní bod teplota -4°C. Podíl krytý tepelným čerpadlem není pro zvolenou budovu dostatečně velký. U tohoto bivalentního bodu je třeba počítat se zvýšeným počtem provozních hodin elektrického přídavného zdroje tepla, což by mohlo nepříznivě ovlivnit výdaje za elektrickou energii.

U tepelného čerpadla o výkonu 7 kW by vyplýval bivalentní bod -7°C. Výkon integrovaného elektrického přídavného topení se podle vybavení a modelu pohybuje mezi 6-9 kW. Tepelné čerpadlo o výkonu 7 kW má při venkovní teplotě -12°C ještě výkon 6,2 kW a v kombinaci s přídavným topením disponuje topný systém při normované dimenzované teplotě celkový výkon minimálně 12,2 kW.

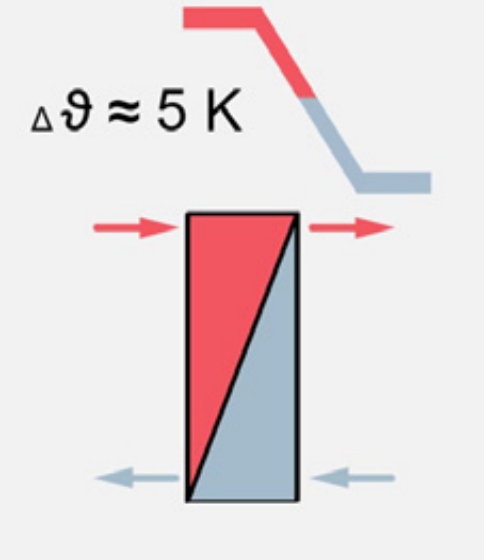
U tepelného čerpadla o výkonu 10 kW není k dispozici žádný bivalentní bod, protože má při teplotě -12°C výkon 8,6 kW a je tudíž dimenzováno pro monovalentní způsob provozu.

Poznámky

2.8 Tipy a triky (Co je dobré vědět)

Chladivo R410a v tepelném čerpadle (např.) GeniaAir split má maximální kondenzační teplotu 62,5°C. Z toho vyplývá v nejlepším případě výstupní teplota bez přídavného zdroje tepla 62,5°C. Realisticky lze dosáhnout cca 60°C. Každý výměník tepla potřebuje nadměrnou teplotu, aby mohl uskutečňovat přenos tepelné energie.

V průměru činí tato nadměrná teplota 5 K (kelvinů). Z toho vyplývá při výstupní teplotě 60°C maximálně možná teplota teplé vody 55°C bez uvedení přídavného topení do provozu. Speciálně u tepelných čerpadel s tímto chladivem by měl být zvolen vyšší poměr mezi výkonem a m² přenosové plochy.



Tepelné čerpadlo GeniaAir mono s ekologickým chladivem R290 může při provozu pouze s tepelným čerpadlem dosáhnout výstupní teploty přes 70°C

Poznámky

3 Modul III = hydraulika

3.1 Vyžaduje každý druh zdroje tepla topný systém přizpůsobený zdroji tepla?

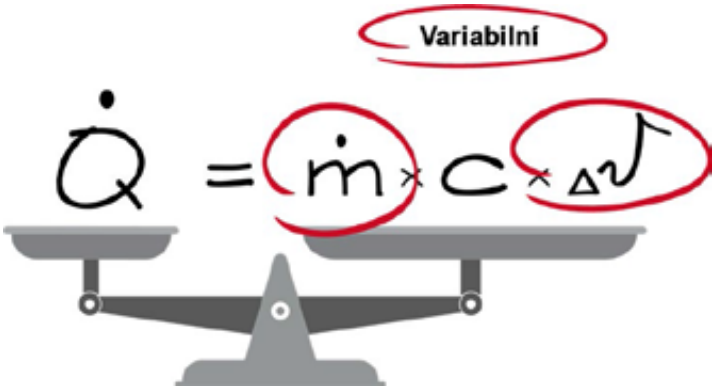
V zásadě ano. Nejdůležitější informací o zdroji tepla je údaj o výkonu. Ten se uvádí většinou v jednotkách kW. Když budete chtít na základě tohoto údaje o výkonu vybudovat hydraulický systém, nebo zmodernizovat stávající systém, budete potřebovat ještě údaje o teplotách systému a hmotnostní průtok. Tento hmotnostní průtok se často označuje také jako množství vody v oběhu. Ke správnému vybavení a dimenzování budete potřebovat následující rovnici.

$$\dot{Q} = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta\vartheta$$

$\dot{Q}$	=	**výkon zdroje tepla udávaný v**	$[W]$
$\dot{m}$	=	hmotnostní průtok za hodinu udávaný v	$\left[\frac{kg}{h}\right]$
c	=	měrná tepelná kapacita udávaná v	$\left[\frac{Wh}{kg \cdot K}\right]$
$\Delta\vartheta$	=	rozdíl mezi výstupní a vstupní teplotou	$[K]$

Každý druh zdroje tepla a také různé topné systémy pracují s odlišnými výstupními a vstupními teplotami. Z těchto rozdílů vyplývají nutně jiné hmotnostní průtoky. Jelikož matematická rovnice musí na obou stranách vykazovat vždy identickou hodnotu, musí se při odlišných rozdílech teplot měnit zároveň také hmotnostní průtok.

Měrná tepelná kapacita tepla (c) je hodnota, která uvádí, kolik energie je potřeba k tomu, aby se 1 kg hmoty ohřál o rozdíl teplot ve výši 1 K. Proto je (c) konstantou, která se mění pouze v případě, když se k přenosu tepla využije jiné médium.



Poznámky

Když je rozdíl výstupní a vstupní teploty nižší, hmotnostní průtok ($\dot{m}$) se naopak zvýší. A když je rozdíl výstupní a vstupní teploty vyšší, hmotnostní průtok se zase sníží. V případě vody se hmotnostní průtok rovná objemovému průtoku. 1 kg vody odpovídá 1 litru vody.

Zde uvádíme několik příkladů výkonu 7 kW:

podlahové vytápění (7 kW)	35°C / 28°C	$\Delta\vartheta$:	7 K	$\dot{m}$:	**860 kg/h**
radiátory (7 kW)	55°C / 40°C	$\Delta\vartheta$:	15 K	$\dot{m}$:	**401 kg/h**
kondenzační plynové topení (7 kW)	60°C / 40°C	$\Delta\vartheta$:	20 K	$\dot{m}$:	**301 kg/h**
tepelné čerpadlo (7 kW)	35°C / 30°C	$\Delta\vartheta$:	5 K	$\dot{m}$:	**04 kg/h**

Tyto příklady svědčí jasně o tom, že vyrobený a odevzdaný výkon je u všech zdrojů tepla a topných systémů v zásadě stejný, ale zato jsou velmi rozdílné potřebné hmotnostní průtoky v potrubí. Množství vody v oběhu je u tepelného čerpadla dokonce čtyřikrát větší než u kondenzačního plynového kotle. Má-li se docílit toho, aby rychlost proudění kapaliny v potrubí nebyla příliš vysoká, nabízí se možnost zvolit při projektování např. také větší průřezy potrubí. Příliš vysoká rychlost proudění kapaliny v potrubí způsobuje zřetelně hlasitější zvuky proudění a příliš vysoké třecí odpory, které negativně ovlivňují také elektrický příkon oběhového čerpadla topení.

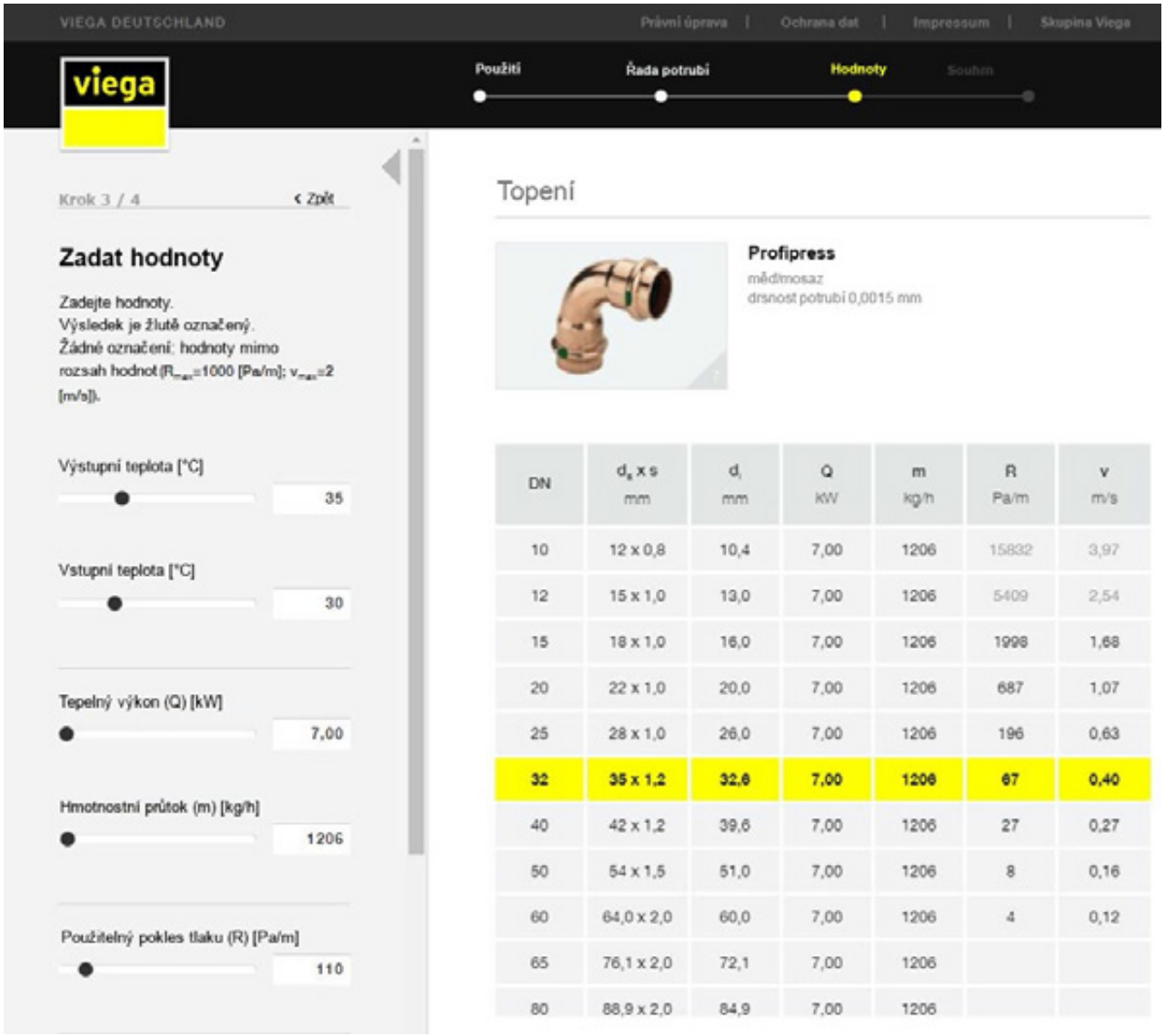
Rychlost proudění u topení se dvěma potrubími by měla být následující:

- rozvod potrubí ve sklepním podlaží v = 0,5 m/s - 1,0 m/s
- rozvod potrubí v obytných místnostech v = 0,2 m/s - 0,5 m/s
- přípojky topných těles v = 0,1 m/s - 0,4 m/s

Existuje také možnost, že průřezy potrubí jsou příliš malé a že tepelné čerpadlo nepracuje v takovém případě v optimálním rozsahu. Jak příliš malý rozdíl teplot, tak i příliš velký rozdíl teplot ovlivňuje účinnost tepelného čerpadla.

Poznámky

Každý výrobce dává ke svému potrubí k dispozici odpovídající tabulky.



DN	d_a x s mm	d_i mm	Q kW	m kg/h	R Pa/m	v m/s
10	12 x 0,8	10,4	7,00	1206	15832	3,97
12	15 x 1,0	13,0	7,00	1206	5409	2,54
15	18 x 1,0	16,0	7,00	1206	1998	1,68
20	22 x 1,0	20,0	7,00	1206	687	1,07
25	28 x 1,0	26,0	7,00	1206	196	0,63
32	**35 x 1,2**	**32,6**	**7,00**	**1206**	**67**	**0,40**
40	42 x 1,2	39,6	7,00	1206	27	0,27
50	54 x 1,5	51,0	7,00	1206	8	0,16
60	64,0 x 2,0	60,0	7,00	1206	4	0,12
65	76,1 x 2,0	72,1	7,00	1206		
80	88,9 x 2,0	84,9	7,00	1206		

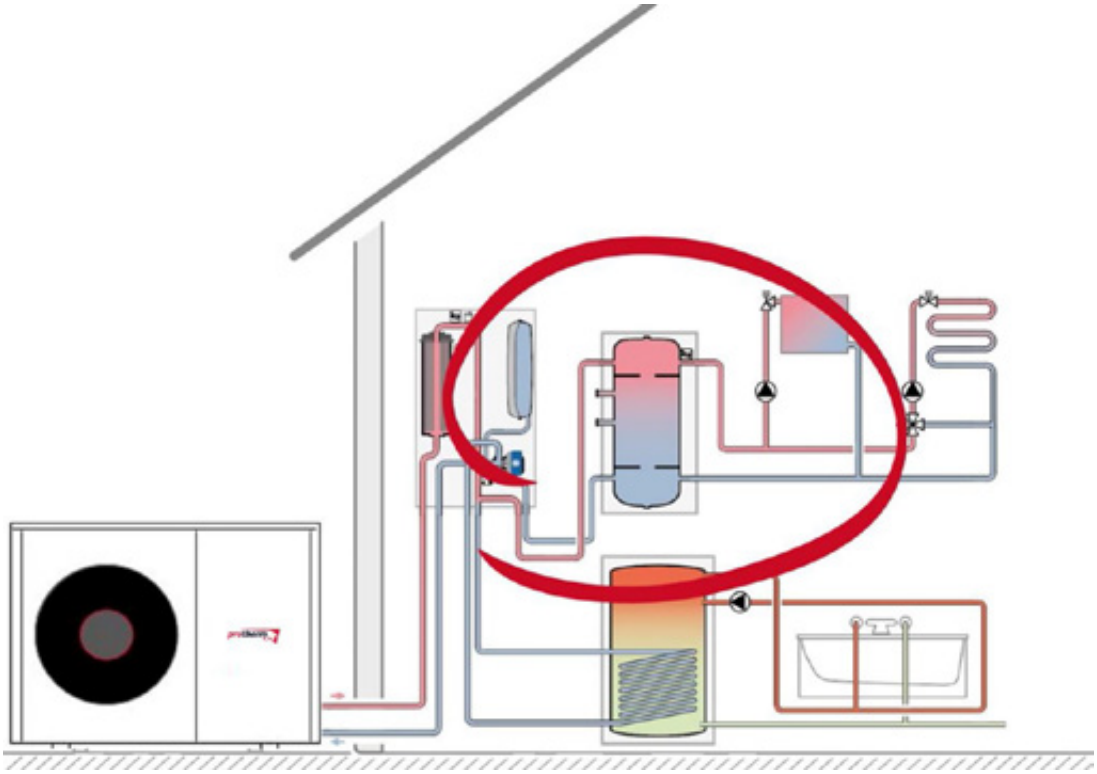
Pro tepelné čerpadlo o výkonu 7 kW s hmotnostním průtokem 1204 kg/h je zde jako příklad zvolena měděná trubka 35 x 1,2mm (DN32).

Poznámky

3.2 Je pro topný systém s tepelným čerpadlem vždy nutný akumulační zásobník?

Pokud má být provoz systému s tepelným čerpadlem účinný a bezhlučný, je třeba dodržovat následující podmínky:

- Musí být zajištěno minimální množství vody v oběhu.
- Musí být zajištěna minimální doba chodu kompresoru.
- Je třeba mít v rezervě energii nutnou k odmrazování.



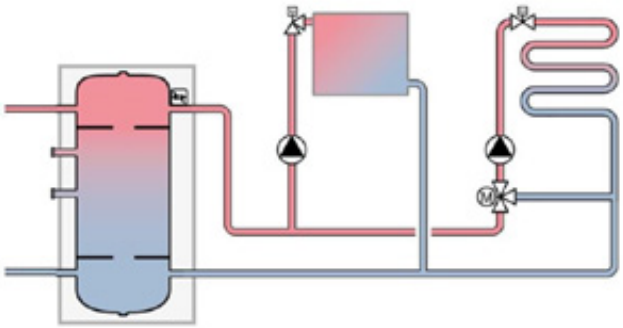
Tyto tři minimální požadavky na systém s integrovaným tepelným čerpadlem může splňovat akumulační zásobník. Další předností akumulačního zásobníku je to, že se může zvýšit objem vody. Tím se prodlouží doba chodu tepelného čerpadla a je možné eventuálně zvolit pro topný systém nižší teplotu. V systému se projevuje méně teplotních výkyvů. Velikost akumulačního zásobníku a objem vody ovšem nestanovují teplotu systému. Teplota systému totiž vyplývá z druhu vytápění. Čím větší je povrch, tím nižší výstupní teplot topného systému lze dimenzovat.

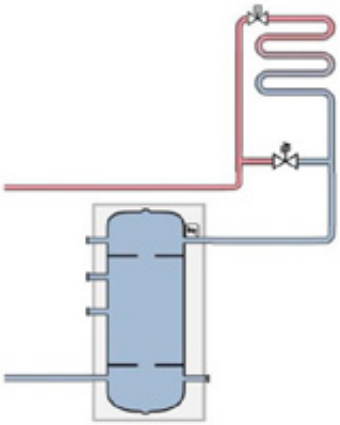
Poznámky

Podlahové vytápění pracuje s výrazně nižšími výstupními teplotami než nové radiátory. Konvektory s podporou ventilátoru, které lze použít k topení a/nebo k chlazení, mají minimální objem vody. Proto by se u konvektorů měl vždy použít akumulační zásobník.

Akumulační zásobník zabraňuje vždy taktování zdroje tepla a zajišťuje vyvážený provoz.

Další často využívaný efekt akumulačního zásobníku je hydraulické oddělení tepelného čerpadla od topného systému. Tepelné čerpadlo pracuje s minimálním rozdílem mezi výstupní a vstupní teplotou. Tím je množství vody v oběhu nejvyšší. Dokonce i pro bod dimenzování systému v zimě, kdy je zapotřebí 100% topné energie, je objemový průtok pro mnohé systémy příliš velký. Potom se může akumulační zásobník zabudovat do systému potrubí tak, že funguje jako hydraulické rozdělení systému. Z praxe se závěsnými plynovými kondenzačními kotli je známo, že v tomto případě je zapotřebí druhé oběhové čerpadlo topení. U plynových kondenzačních kotlů se však místo akumulačního zásobníku používají většinou jen hydraulické výhybky.





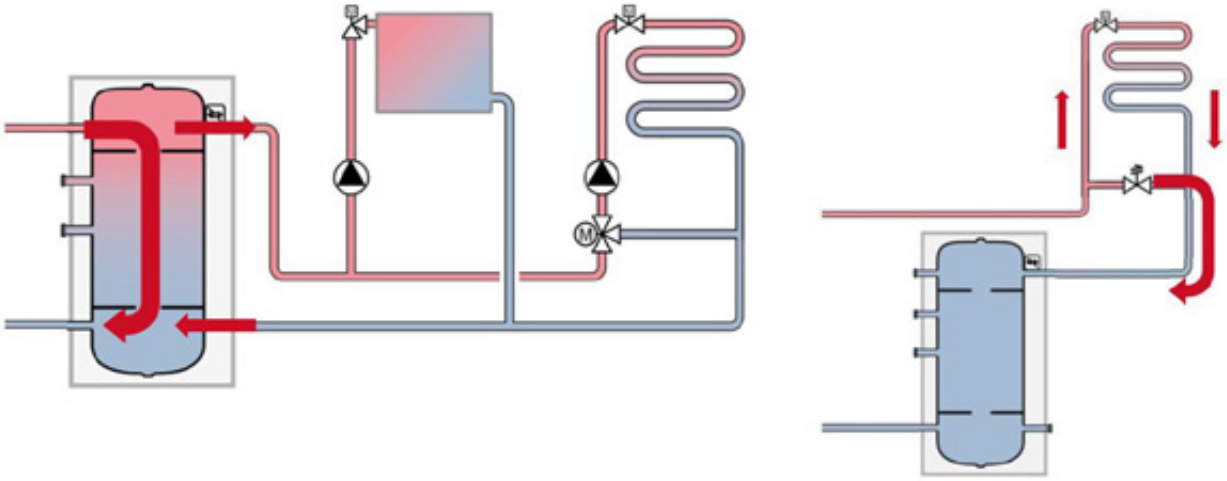
Pokud se však má akumulační zásobník použít jako řadový zásobník, je pro minimální množství vody v oběhu nezbytný nastavitelný přepouštěcí ventil. Pro správné nastavení jsou potřebné informace o stávajících tlakových ztrátách v topném systému. Objemový průtok, který je pro topný systém příliš velký, se odvádí přepouštěcím ventilem do vstupního potrubí a přivádí se pak znovu do okruhu tepelného čerpadla. Tím by se vstupní potrubí rychleji ohřálo, a tak by se tepelné čerpadlo předčasně vypnulo. V kombinaci s akumulačním zásobníkem v roli řadového zásobníku se zvýší objem vody pro tepelné čerpadlo a prodlouží se doba chodu.

Další předností při využití akumulačního zásobníku je možnost, že se může nabíjet tepelnou energií. Tuto energii lze využít během doby zablokování ze strany provozovatele napájecí sítě, když je přerušeno elektrické napájení kompresoru. Zvětšením objemu se lze vyhnout eventuálně možné ztrátě komfortu. V tomto případě by se mělo hledět na účinnost tepelného čerpadla. Při produkci vyšších teplot pracuje tepelné čerpadlo s nižší účinností. Pokud je úspora nákladů prostřednictvím zvláštního tarifu pro tepelná čerpadla s dobami zablokování nižší než náklady způsobené ztrátou účinnosti, měli byste se zvýhodněného tarifu raději vzdát.

Poznámky

3.3 Co je minimální množství vody v oběhu?

Stejně jako u jiných zdrojů tepla s malým objemem vody v topném výměníku tepla, např. u závěsných kondenzačních plynových kotlů, musí být zajištěno, aby se vyrobené teplo ihned odvádělo dál. Aby se zabránilo poruchovým hlášením a aby byl zajištěn bezpečný a efektivní provoz, kontrolují si tepelná čerpadla oběh vody v topném okruhu budovy.



V souvislosti s minimálním množstvím vody v oběhu je třeba také hlídat maximální počet startů tepelného čerpadla za hodinu. Topný systém musí být schopen pojmout veškerou energii vyrobenou tepelným čerpadlem. Pokud je dodávka tepla do topného systému nějakým způsobem narušena, nebo není zabezpečena, topný systém dosáhne velmi rychle požadované výstupní teploty a může dojít k tomu, že tepelné čerpadlo vypne kompresor kvůli vysokému tlaku chladiva způsobeným právě neodebraným teplem.

3.4 Proč potřebuje kompresor minimální dobu chodu?

Kompresor v tepelném čerpadle lze velmi zjednodušeně srovnat s automobilovým motorem, jen s tím rozdílem, že uvnitř nedochází ke spalování. Při kompresi se stlačuje chladivo.

Aby při tomto otáčivém pohybu nedocházelo k mnoha mechanickým opotřebením, je ve dně kompresoru rezervoár se speciálním olejem. Tento olej se před startem ohřeje, aby se zlepšila viskozita a olej mohl při koloběhu promazávat kompresor a ostatní pohyblivé součásti. Je to stejný princip jako s motorovým olejem v automobilovém motoru.

I když je kompresorový olej v tepelném čerpadle předehřátý, může začít cirkulovat teprve za provozu kompresoru. Při spouštění kompresoru není tedy olej ještě kompletně rozptýlený. Proto je každý start pro

Poznámky

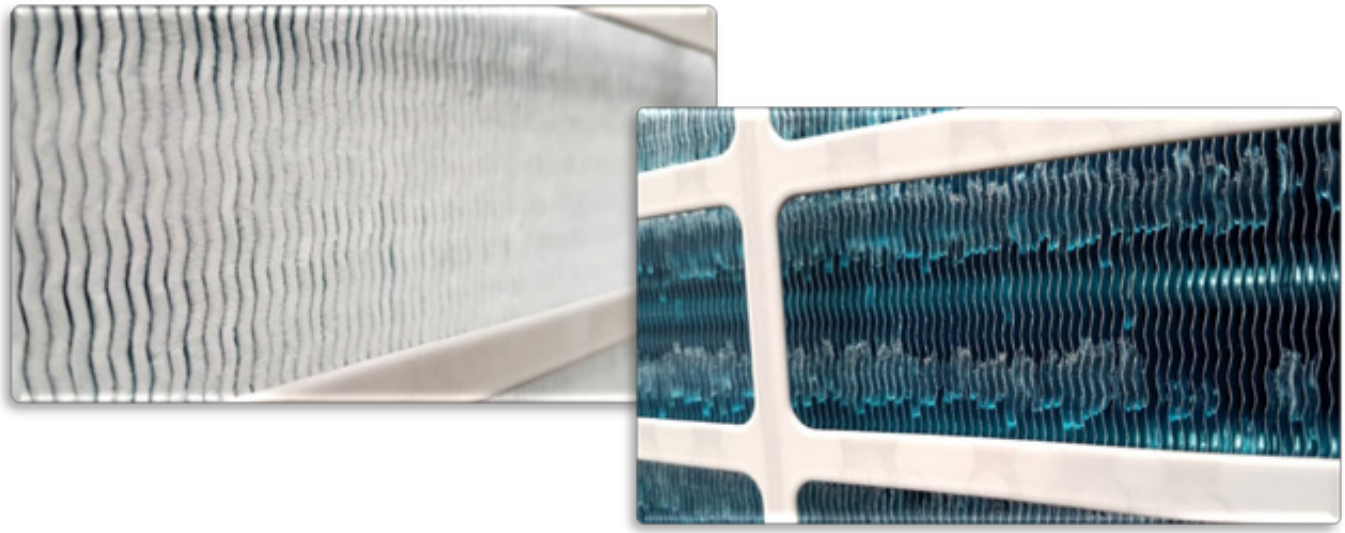
kompresor namáhavý. Přesně jako pro automobilový motor, ve kterém olejové čerpadlo rozptyluje olej v motorovém prostoru až při vlastním provozu.

Doby chodu kompresoru by měly být co možná nejdelší, aby byl zaručen plynulý a efektivní provoz. Tepelné čerpadlo, které startuje desetkrát za hodinu, je s velkou pravděpodobností nesprávně projektované, nebo nesprávně uvedené do provozu.

3.5 Co je odmrazování a proč se pro tento postup musí rezervovat energie?

Veškerá tepelná čerpadla pracují s absorpcí energie ve výparníku. Jelikož se teplo vždy předává z teplejšího média do chladnějšího média, musí být proto teplota chladiva nižší, než je teplota zdroje, aby chladivo mohlo tepelnou energii absorbovat a pak se odpařit. Když je venkovní vzduch velmi studený a má teplotu pod cca 5°C, vlhkost na výparníku zmrzne a vzduchové kanály se pomalu uzavřou.

Díky neustálému vyhodnocování senzorů tlaku a teploty lze tuto námrazu zjistit měřením, a pak podle potřeby spustit rutinní proces odmrazování. Chladicí okruh začne s vlastním procesem odmrazování tím, že čtyřcestný ventil zamění funkci výparníku a kondenzátoru. Proces odmrazování odpovídá v podstatě chladicí funkci. Topná voda absorbuje tepelnou energii. Tato tepelná energie se předává odpařováním chladiva do chladicího okruhu a při kondenzaci se odvádí do venkovního ovzduší.

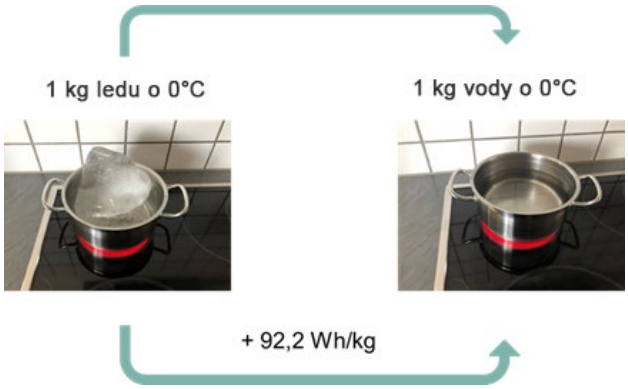


Jediným rozdílem je přitom to, že při odmrazování je vypnutý ventilátor.

Teplo, které rozmrazuje zamrzlý výměník tepla, se nepředává jako při chlazení do okolního ovzduší, nýbrž rozmrazuje vzniklý led.

Poznámky

K rozmrazení 1 kg ledu je potřeba přibližně 92 Wh. Na výměníku tepla se po uplynutí jisté doby nahromadí několik litrů vody v podobě ledu. Také samotný výměník tepla a zároveň také upevňovací plechy a jiné součásti spojené s výměníkem tepla se musejí zahřívat, aby voda z rozpuštěného ledu mohla bez překážek odtékat.



V těchto několika minutách je potřebným zdrojem tepla pro tepelné čerpadlo topný systém. Pro tepelné čerpadlo o výkonu 7 kW z našeho příkladu je potřeba množství cca 40 litrů topné vody, která musí být volně k dispozici.

V přechodných ročních obdobích, na jaře a na podzim, když jsou zavřené termostatické ventily nebo podlahové termostaty, je část topné vody v okruhu uzavřena a není k dispozici. Tato potřeba topné vody je pokryta většinou akumulačním zásobníkem, protože objem v potrubích až po přepouštěcí ventil by k tomuto účelu nestačil.

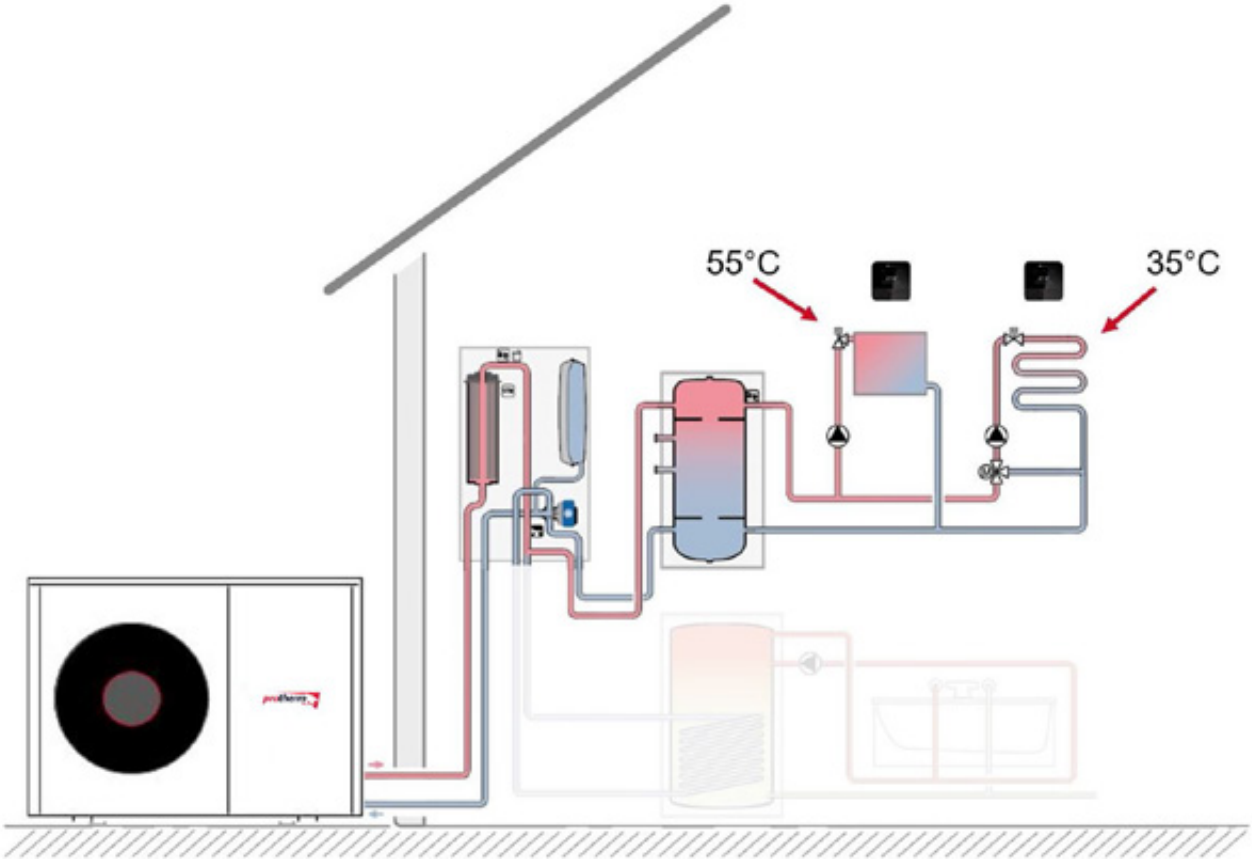
Pro příklad s tepelným čerpadlem vzduch-voda o výkonu 7 kW byla zvolena měděná trubka 35x1,5 mm. Tato trubka má vnitřní průřez 32 mm. Z toho vyplývá objem 0,804 litru /m. Při průměrné jednoduché délce potrubí 12 metrů by se v systému mezi tepelným čerpadlem a přepouštěcím ventilem nacházelo ve výstupním a vstupním potrubí jen cca 19 litrů topné vody. Chyběla by tak ještě asi polovina objemu topné vody potřebné k odmrazování, kterou může pokrýt akumulační zásobník.

Vnitřní průřez mm	Objem vody / metr l/m	Vnitřní průřez mm	Objem vody / metr m
10	0,079	23	0,415
11	0,095	24	0,452
12	0,013	25	0,491
13	0,133	26	0,531
14	0,154	27	0,573
15	0,177	28	0,616
16	0,201	29	0,661
17	0,227	30	0,707
18	0,254	31	0,755
19	0,284	32	0,804
20	0,314	33	0,855
21	0,346	34	0,908
22	0,380	35	0,962

Poznámky

3.6 Kdo směšuje, ten ztrácí

Právě pro novostavby se s velkou oblibou plánuje podlahové vytápění. V koupelnách je většinou instalováno topné těleso na ručníky.



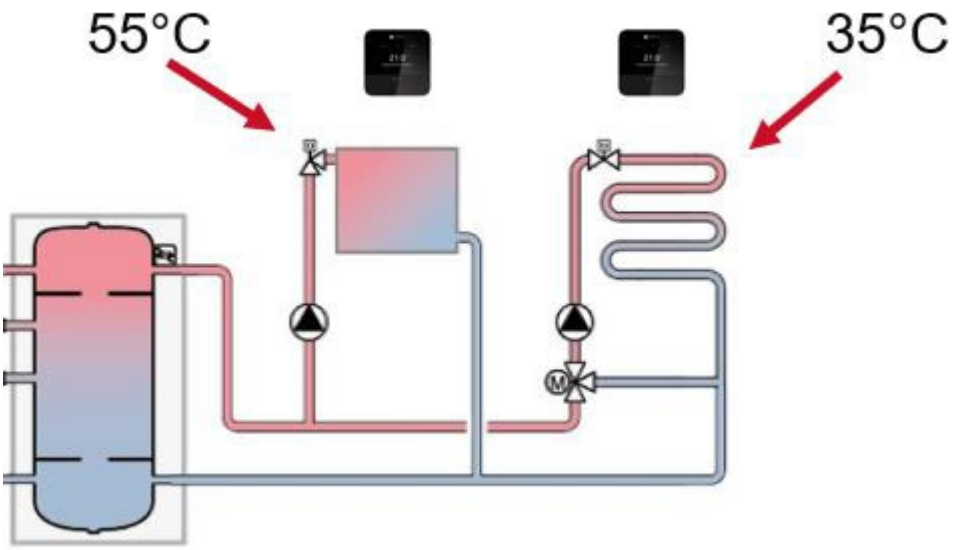
S oblibou využívané schéma s plynovým kondenzačním kotlem, kde je objemový průtok podlahového vytápění dost velký, takže se ještě relativně teplá topná voda ochladí koupelnovými topnými tělesy, aby se ve výměníku tepla kondenzačního plynového kotle dal využít proces kondenzace spalin zemního plynu, a mohla se tak využít tato bezplatná energie.

Vyšší či vysoké výstupní teploty topného systému nepředstavují pro plynové kondenzační topení žádnou těžkost. Je důležité, aby teplota ve vstupním potrubí byl dost nízká na to, aby se projevila kondenzace spalin zemního plynu.

Tepelné čerpadlo pracuje s odpařováním a s kondenzací chladiva. Energii, kterou chladivo absorbovalo při odpařování, předává zase při kondenzaci. Tím, že teplota varu chladiva přímo závisí na tlaku, může na straně nízkého tlaku docházet k velmi „studenému“ odpařování (bod varu), následně pak při stlačování kompresorem dochází na straně vysokého tlaku k „horké“ kondenzaci. Čím teplejší má chladivo být, tím vyšší tlak se musí docílit, a kompresor tak potřebuje víc hnací energie. Účinnost klesá. Účinnost určuje teplotní

Poznámky

spád (rozdíl), přičemž vychází z teploty zdroje (venkovního vzduchu) k cílové výstupní teplotě do topného systému.



Ve výše zobrazeném schématu se nejteplejší vypočítaná cílová výstupní teplota předává z regulátoru do tepelného čerpadla. Je to cca 55°C pro topná tělesa na ručníky. Podlahové vytápění by v maximálním dimenzovaném případě potřebovalo jen 35°C. Přebytečných 20°C, které tepelné čerpadlo vyrobilo s větší elektrickou hnací energií, musí trojcestný směšovací ventil zase ochladit.

Topný faktor COP tepelného čerpadla pro novostavbu s tímto systémem je stejně „špatný“ jako ve starém domě, ve kterém staré plynové topení nahradilo tepelné čerpadlo. Topný faktor COP určuje v obou případech výstupní teplota 55°C.

„Výstupní teplota rozhoduje o účinnosti u systému s tepelným čerpadlem.“

Tepelné čerpadlo by mělo vyrábět jen tak vysoké teploty, jak jsou nutné. Kdo v topném systému s tepelným čerpadlem směšuje teploty, ztrácí na účinnosti.

Pro takový případ použití se doporučuje elektrické topné těleso na ručníky, který je vybaven časovým spínačem, usuší ručník a komfortně vytopí koupelnu

Poznámky

Všechna práva vyhrazena. Přetiskování, a to i ve výňatcích, v písemné nebo elektronické podobě jen na základě povolení.

Při instalaci dodržujte vždy návod k instalaci a k údržbě, který je součástí dodávky tepelného čerpadla.

Uvedené příklady projektování nenahrazují odborný projekt každého jednotlivého zařízení.

Technické a obsahové změny vyhrazeny • Údaje bez záruky

VAILLANT GROUP CZECH s.r.o.

Plzeňská 188
252 19 Praha-západ
Email: protherm@protherm.cz

www.protherm.cz