Ekologie a hospodárnost v dokonalé souhře

V Evropě se v současné době využívají přibližně tři čtvrtiny veškeré soukromé spotřeby energie na výrobu tepla a na ohřev teplé vody. Energie se přitom získává hlavně spalováním fosilních paliv.

Pro stále větší počet osob se rozhodujícím kritériem při volbě vhodného topného systému stává šetrné zacházení se zásobami přírodních zdrojů a s tím spjaté ekonomické a ekologické přednosti.

Jako skutečná alternativa se zde nabízí technologie tepelného čerpadla. Tato technologie je až nebývale jednoduchá a vlastně ji všichni znají už z principu fungování chladničky. Využitím sluneční energie akumulované v našem životním prostředí je k získání 100 % topné energie potřeba pouze 25 % elektrické energie.

Kromě toho představuje tepelné čerpadlo jediný regenerativní topný systém, kterým lze zajistit po celý rok kompletní vytápění domu a ohřev teplé vody.

1 Úvod

Princip fungování tepelného čerpadla

Obnovitelné energie jsou k dispozici prakticky všude a lze je vynalézavě využívat. To platí především pro teplo z okolního životního prostředí akumulované v zemi, ve spodní vodě a ve vzduchu. Kompresorová tepelná čerpadla Vaillant využívají tuto energii z okolního prostředí jako zdroj tepla za pomoci technologie, která v zásadě spočívá na principu, jakým pracuje chladnička, tedy na chladicím procesu, ale obráceném.

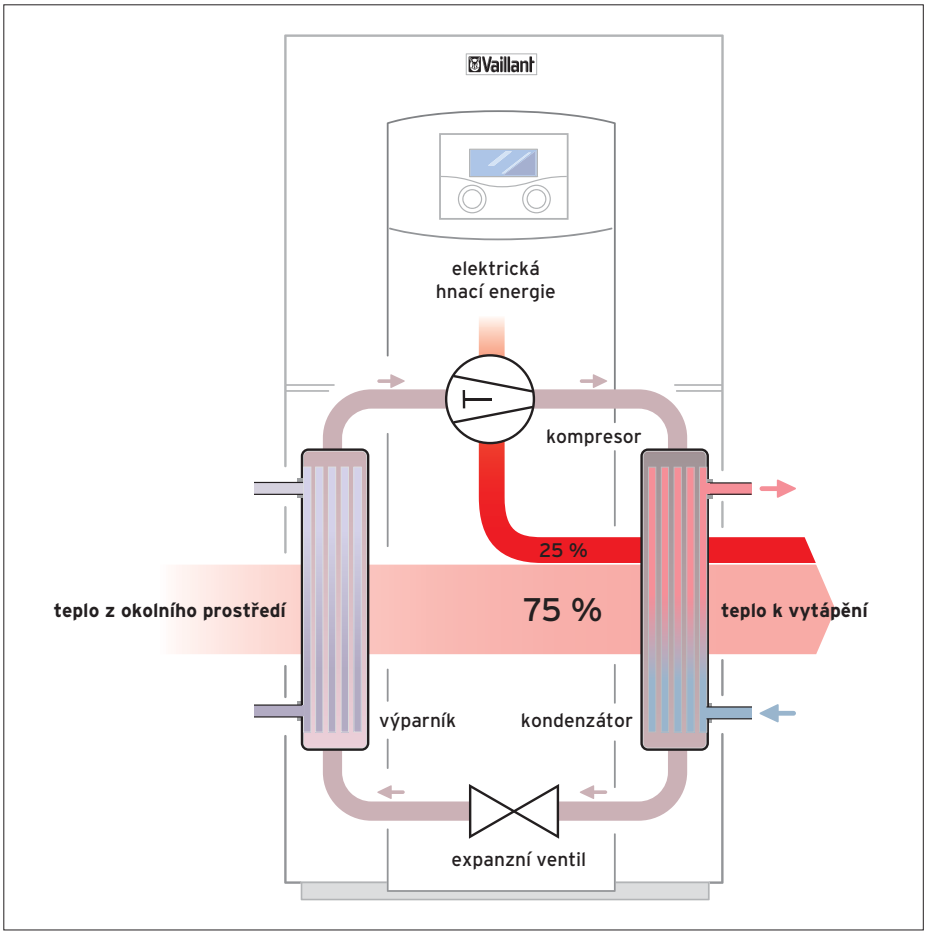
Teplo odnímané z okolního přírodního prostředí se v oběhu, probíhajícím v tepelném čerpadle, převádí na vyšší teplotní hladinu, a tak je využitelné k vytápění.

V uzavřeném oběhu cirkuluje chladicí médium s extrémně nízkým bodem varu a prochází následujícími kroky: odpařování, komprese, kondenzace a expanze.

Chladicí médium se nachází ve výparníku nejdříve v kapalném stavu, přičemž teplota okolního zdroje tepla je vyšší než bod varu chladicího média. Tak dochází k přenosu tepla ze zdroje tepla na chladicí médium, přičemž toto chladicí médium získává dostatek energie k tomu, aby se odpařilo.

Kompresor plynule nasává páry chladicího média a silně je stlačuje. Přitom stoupá tlak i teplota par chladicího média. K tomuto procesu je nezbytná přiváděná elektrická energie.

Páry chladicího média předávají v kondenzátoru teplo, přičemž teplota tohoto systému využívajícímu teplo je nižší než je teplota zkapalňování neboli kondenzace par chladicího média, a tak páry chladicího média opět zkapalňují.



Uzavřený okruh tepelného čerpadla - schematické vyobrazení

Chladicí médium, které se nyní nachází opět v kapalném stavu, ztrácí v expanzním ventilu tolik tlaku a teploty, že teplotní hladina chladicího média opět klesne pod teplotu zdroje tepla. Ve výparníku tak může chladicí médium znovu odebírat teplo ze zdroje tepla.

Tepelné čerpadlo vyrábí přibližně ze 75 % energie z okolního prostředí, která je zadarmo, a z 25 % hnací elektrické energie teplo, které se využívá k topení a k ohřevu teplé vody.

2 Technické údaje

Představení výrobku – tepelné čerpadlo geoTHERM pro větší systémy

Specifické rysy

- Výstupní teploty do 62°C k modernizaci topného systému
- sériově integrované počitadlo množství tepla
- Lift Mounting Concept umožňuje rychlou a bezpečnou přepravu a snadnou integraci tepelného čerpadla do systému
- několikastupňová zvuková izolace zaručuje velmi tichý provoz
- moderní kompresor Scroll do tepelných čerpadel s dlouhou životností zajišťuje vyšší stupeň účinnosti
- komfortní ovládání Vaillant „otoč a stiskni“
- chladicí okruh řízený senzory
- 10 let záruky na materiál kompresoru

Vybavení

- Ekvitermní regulátor energetické bilance se zobrazením ekologicky získávané energie
- omezovač rozběhového proudu
- systém Pro E
- venkovní, akumulační a výstupní čidlo a čidlo zásobníku teplé vody
- integrované ovládání elektrického přídavného topení do 9 kW
- oběhová čerpadla nemrznoucí směsi a topení nejsou součástí tepelného čerpadla
- konektor ovládacího napětí (0-10V) pro oběhová čerpadla nemrznoucí směsi a topení

Tepelné čerpadlo geoTHERM VWS ..0/3 pro větší systémy

Možnosti použití

Pomocí tepelného čerpadla geoTHERM můžete zajistit vytápění svého domu a přípravu teplé vody.

Toto tepelné čerpadlo je připraveno ke kombinaci se zásobníky:

- allSTOR VPS 300/3 - 2000/3 pro akumulaci a pro přípravu teplé vody

Sériově zabudovaný regulátor energetické bilance vám bude komfortně a úsporně regulovat jak vaše topení, tak zásobník teplé vody.

Tepelná čerpadla geoTHERM VWS ..0/3 lze provozovat v kaskádovém zapojení po dodatečném doplnění modulu pro kaskádu tepelných čerpadel.

2 Technické údaje

Představení výrobku – tepelné čerpadlo geoTHERM pro větší systémy

Technické údaje

	VWS 220/3	VWS 300/3	VWS 380/3	VWS 460/3
Přípojky topení na výstupu/vstupu na straně výrobku	G 1 1/2"	G 1 1/2"	G 1 1/2"	G 1 1/2"
Přípojky zdroje tepla na výstupu/vstupu na straně výrobku	G 1 1/2"	G 1 1/2"	G 1 1/2"	G 1 1/2"
Rozměr výrobku, výška bez přípojky	1 200 mm	1 200 mm	1 200 mm	1 200 mm
Rozměr výrobku, šířka	760 mm	760 mm	760 mm	760 mm
Rozměr výrobku, hloubka bez sloupku	900 mm	900 mm	900 mm	900 mm
Rozměr výrobku, hloubka se sloupkem	1 100 mm	1 100 mm	1 100 mm	1 100 mm
Hmotnost, bez balení	326 kg	340 kg	364 kg	387 kg
Hmotnost, provozní pohotovost	341 kg	359 kg	386 kg	414 kg
Přípustná okolní teplota	7 ... 25 °C	7 ... 25 °C	7 ... 25 °C	7 ... 25 °C
Topný výkon B0/W35 ΔT 5 K	21,5 kW	30,9 kW	37,7 kW	45,5 kW
Příkon B0/W35 ΔT 5 K bez čerpadel	4,8 kW	6,7 kW	8,4 kW	10,0 kW
Topný faktor B0/W35 ΔT 5 K / Coefficient of Performance EN 14511	4,4	4,5	4,4	4,4
Topný výkon B0/W55 ΔT 8 K	20,1 kW	28,3 kW	34,6 kW	41,4 kW
Příkon B0/W55 ΔT 8 K bez čerpadel	6,2 kW	8,9 kW	11 kW	13 kW
Topný faktor B0/W55 ΔT 8 K / Coefficient of Performance EN 14511	3,2	3,2	3,1	3,2
Akustický výkon B0/W35 EN 12102 / EN 14511 L_{WI} v provozu topení	54 dB(A)	55 dB(A)	56 dB(A)	61 dB(A)
Max. provozní tlak roztok nemrznoucí směsi	≤ 0,3 MPa (≤ 3,0 bar)	≤ 0,3 MPa (≤ 3,0 bar)	≤ 0,3 MPa (≤ 3,0 bar)	≤ 0,3 MPa (≤ 3,0 bar)
Minimální vstupní teplota zdroje (teplá nemrznoucí směs) v provozu topení	- 10 °C	- 10 °C	- 10 °C	- 10 °C
Maximální vstupní teplota zdroje (teplá nemrznoucí směs) v provozu topení	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
Objem okruhu zdroje tepla v tepelném čerpadle	6,2 l	8,6 l	10,0 l	12,4 l
Jmenovitý objemový tok ΔT 3 K	5,1 m³/h	7,6 m³/h	8,5 m³/h	10,7 m³/h
Min. přípustné průtočné množství	3,8 m³/h	5,3 m³/h	7,0 m³/h	8,4 m³/h
Max. přípustné průtočné množství	5,5 m³/h	8,3 m³/h	9,3 m³/h	11,8 m³/h
Tlaková ztráta při jmenovitém objemovém toku při ΔT 3 K	22,0 kPa	32,0 kPa	36,0 kPa	50,0 kPa
Max. provozní tlak topný okruh	≤ 0,3 MPa (≤ 3,0 bar)	≤ 0,3 MPa (≤ 3,0 bar)	≤ 0,3 MPa (≤ 3,0 bar)	≤ 0,3 MPa (≤ 3,0 bar)
Výstupní teplota topení min.	25 °C	25 °C	25 °C	25 °C
Výstupní teplota topení max.	62 °C	62 °C	62 °C	62 °C
Obsah vody topného okruhu v tepelném čerpadle	8,3 l	10,3 l	12,0 l	14,1 l
Jmenovitý objemový tok při ΔT 5 K	3,8 m³/h	5,4 m³/h	6,5 m³/h	7,8 m³/h
Min. přípustné průtočné množství	2,1 m³/h	2,8 m³/h	4,0 m³/h	4,2 m³/h
Max. přípustné průtočné množství	4,2 m³/h	5,7 m³/h	7,1 m³/h	8,5 m³/h
Tlaková ztráta při jmenovitém objemovém toku při ΔT 5 K	7,2 kPa	9,3 kPa	11,0 kPa	20,0 kPa
Typ chladiva	R 407 C	R 407 C	R 407 C	R 407 C
Obsah chladiva v chladicím okruhu v tepelném čerpadle	4,10 kg	5,99 kg	6,70 kg	8,60 kg
Provozní tlak chladiva max.	≤ 2,9 MPa (≤ 29,0 bar)	≤ 2,9 MPa (≤ 29,0 bar)	≤ 2,9 MPa (≤ 29,0 bar)	≤ 2,9 MPa (≤ 29,0 bar)
Typ kompresoru	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll

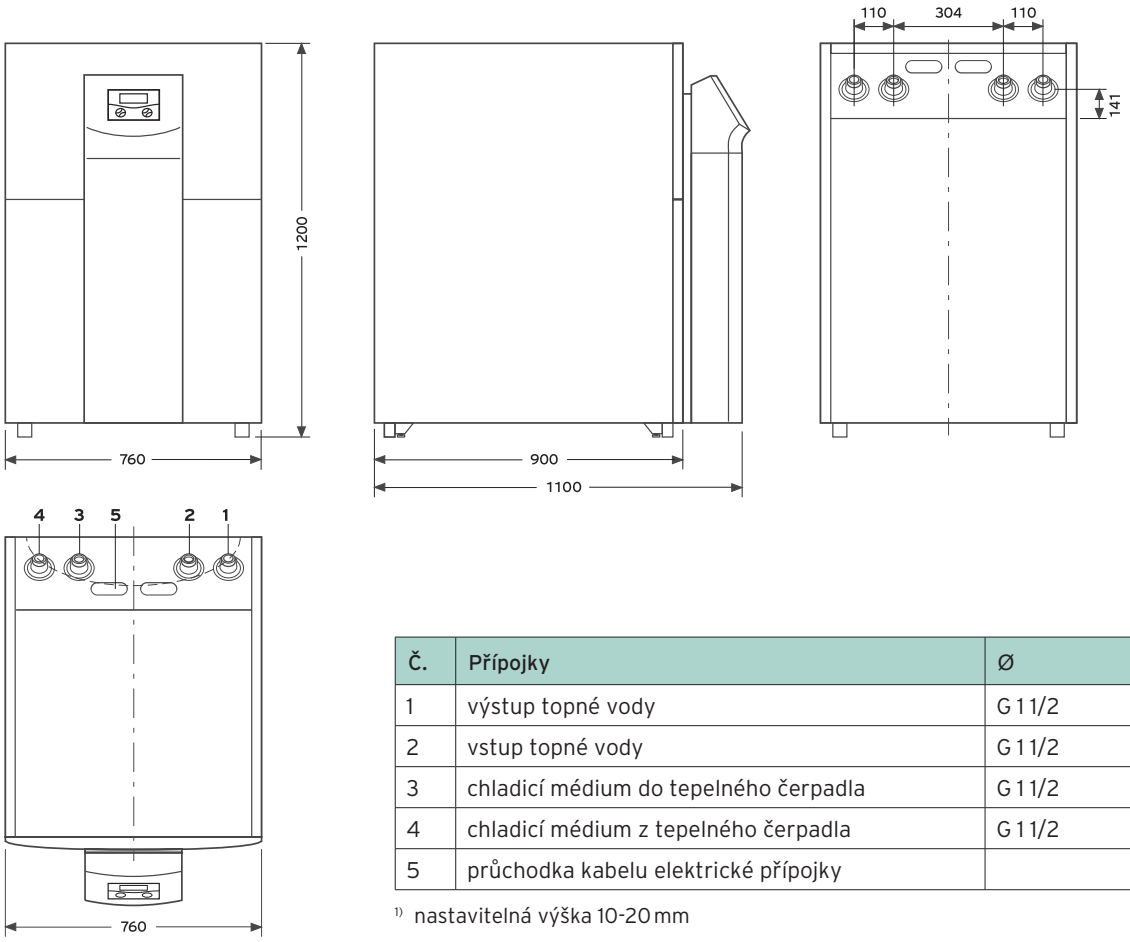
2 Technické údaje

Představení výrobku – tepelné čerpadlo geoTHERM pro větší systémy

	VWS 220/3	VWS 300/3	VWS 380/3	VWS 460/3
Typ oleje	Ester (EMKARATE RL32-3MAF)	Ester (EMKARATE RL32-3MAF)	Ester (EMKARATE RL32-3MAF)	Ester (EMKARATE RL32-3MAF)
Náplň oleje	4,0 l	4,0 l	4,14 l	4,14 l
Jmenovité napětí kompresor/topný okruh	3/N/PE 400 V 50 Hz	3/N/PE 400 V 50 Hz	3/N/PE 400 V 50 Hz	3/N/PE 400 V 50 Hz
Dimenzované napětí řídicího okruhu	1~/N/PE 230 V 50 Hz	1~/N/PE 230 V 50 Hz	1~/N/PE 230 V 50 Hz	1~/N/PE 230 V 50 Hz
Jmenovité napětí záložního vytápění (na místě instalace)	3/N/PE 400 V 50 Hz	3/N/PE 400 V 50 Hz	3/N/PE 400 V 50 Hz	3/N/PE 400 V 50 Hz
Typ pojistek, charakteristika C, pomalá,trojpólové přepínání (přerušení tří připojovacích vedení k síti jedním přepnutím)	≤ 20 A	≤ 25 A	≤ 32 A	≤ 40 A
Rozběhový proud s omezovačem rozběhového proudu	≤ 44 A	≤ 65 A	≤ 85 A	≤ 110 A
Elektrický příkon min. u B5/W35	5,0 kW	6,4 kW	8,5 kW	10,1 kW
Elektrický příkon max. u B20/W60	10,0 kW	12,0 kW	16,0 kW	18,0 kW
Elektrický příkon max. pro záložní vytápění	3x 2,3 kW	3x 2,3 kW	3x 2,3 kW	3x 2,3 kW
Stupeň krytí EN 60529	IP 10B	IP 10B	IP 10B	IP 10B

2 Technické údaje

Schéma s rozměry a míry přípojek – tepelné čerpadlo geoTHERM pro větší systémy



Č.	Přípojky	Ø
1	výstup topné vody	G 1 1/2
2	vstup topné vody	G 1 1/2
3	chladicí médium do tepelného čerpadla	G 1 1/2
4	chladicí médium z tepelného čerpadla	G 1 1/2
5	průchodka kabelu elektrické přípojky	

[1] nastavitelná výška 10-20 mm

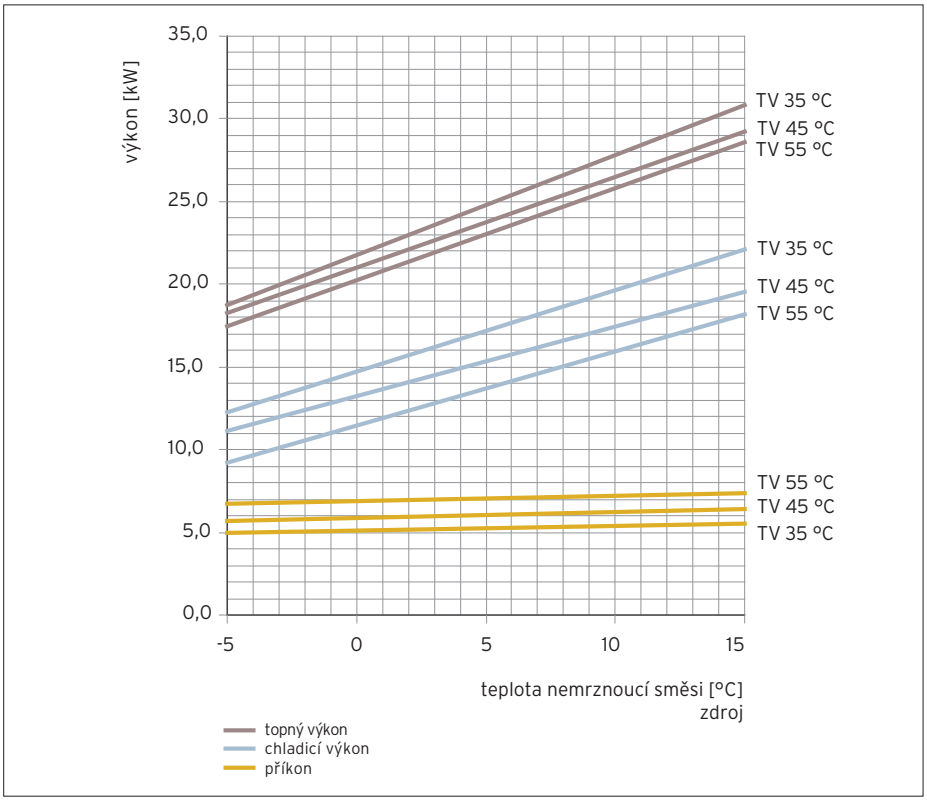
Schéma s rozměry tepelného čerpadla geoTHERM pro větší systémy

3 Diagramy k dimenzování tepelných čerpadel

Tepelná čerpadla země/voda

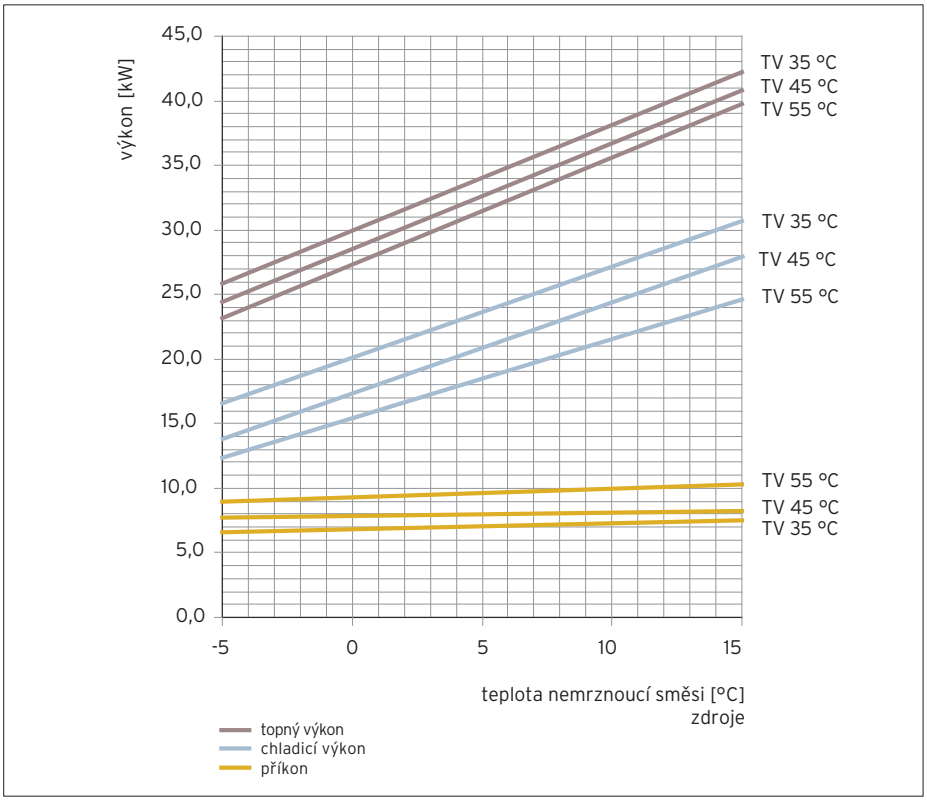
Tepelná čerpadla země/voda

VWS 220/3



Tepelná čerpadla země/voda

VWS 300/3

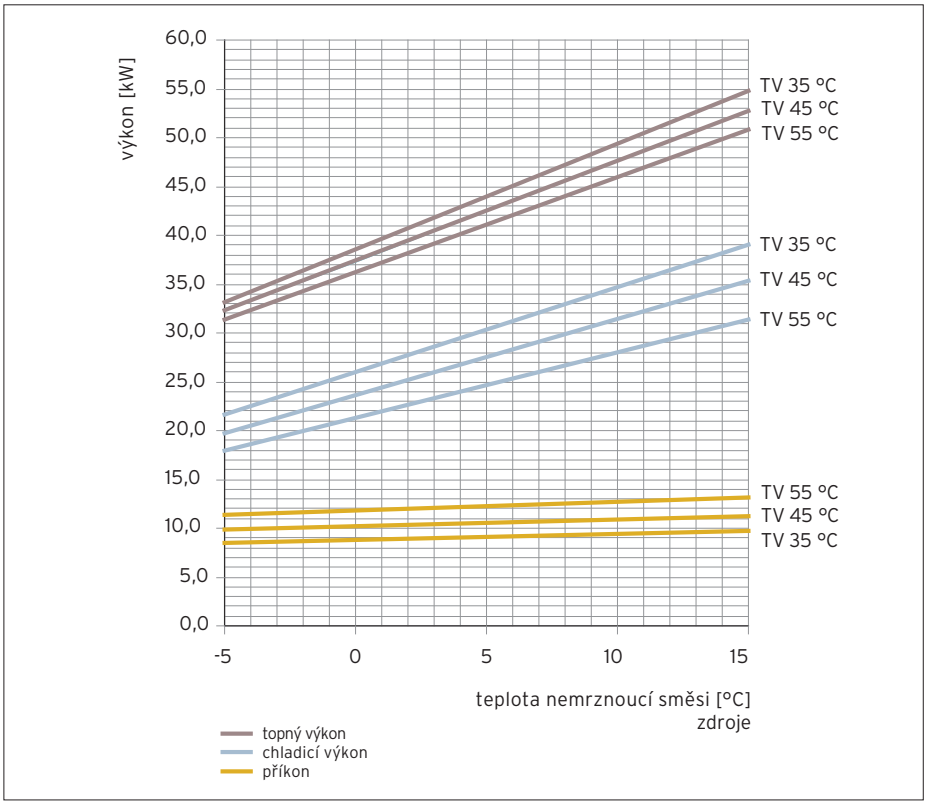


3 Diagramy k dimenzování tepelných čerpadel

Tepelná čerpadla země/voda

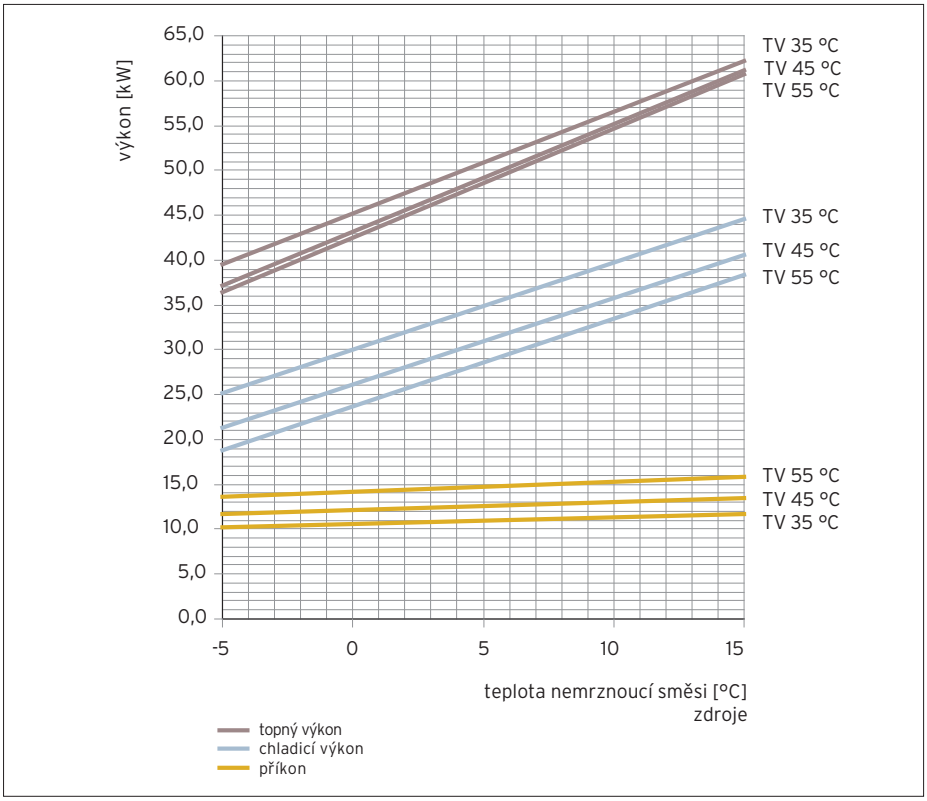
Tepelná čerpadla země/voda

VWS 380/3

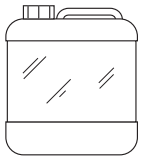
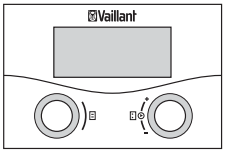
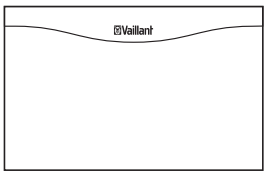
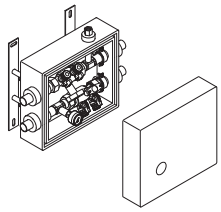


Tepelná čerpadla země/voda

VWS 460/3



4 Příslušenství pro tepelná čerpadla geoTHERM

Příslušenství	Popis
	**Teplonosná kapalina, koncentrát propylenglykolu** Koncentrát se musí před napouštěním systému smíchat s vodou (směšovací poměr: 1 díl koncentrátu, 2 díly vody). **Poznámka:** jen pro tepelná čerpadla geoTHERM VWS (země/voda) – objem 8,25 l – objem 10 l – objem 30 l
	VR 90/3 **Dálkový ovladač pro regulační systémy calorMATIC, auroMATIC a geoTHERM** **Specifické rysy** – Slouží k dálkovému ovládání jednoho topného okruhu v rámci regulačního okruhu calorMATIC nebo regulačního okruhu regulátoru energetické bilance geoTHERM – komfortní ovládání Vaillant „otoč a stiskni“ – rychlá a bezpečná instalace díky systému ProE – grafický displej s textovými pokyny – programování všech nastavení specifických pro topné okruhy – týdenní program (3 topné intervaly za den) k ovládání topného okruhu v závislosti na čase – 2 prázdninové programy (zadání data startu a data ukončení) – sběrnicové rozhraní (dvoužilové) – prostorový termostat – v rámci jednoho systému lze použít max. 6 dálkových ovladačů
	VR 60/3 **Směšovací modul pro regulační systémy calorMATIC, auroMATIC a geoTHERM s modulačním regulátorem energetické bilance** **Specifické rysy** – rychlá a bezpečná instalace díky systému ProE – sběrnicové rozhraní (dvoužilové) – programování pro topný okruh přes centrální regulátor (auroMATIC 620/3 nebo calorMATIC 630/3 nebo regulátor energetické bilance geoTHERM) – regulované topné okruhy lze individuálně konfigurovat k regulaci podle konstantní hodnoty – zvýšení vstupní teploty (zpátečky) nebo využití jako okruhu k nabíjení zásobníku, nastavení se provádí přes centrální regulátor – v jednom systému lze použít max. 6 směšovacích modulů **Možnosti použití** – Lze použít jen jako příslušenství k centrálním regulátorům auroMATIC 620/3, calorMATIC 630/3 a k regulátoru energetické bilance geoTHERM. **Vybavení** – Kotlový modul tvoří tyto jednotlivé části: – směšovací modul – 2 standardní čidla
	**Jednotka k napouštění nemrznoucí směsi** K napouštění a proplachování primárního okruhu s nemrznoucí směsi v tepelných čerpadlech geoTHERM VWS.

4 Příslušenství pro tepelná čerpadla geoTHERM

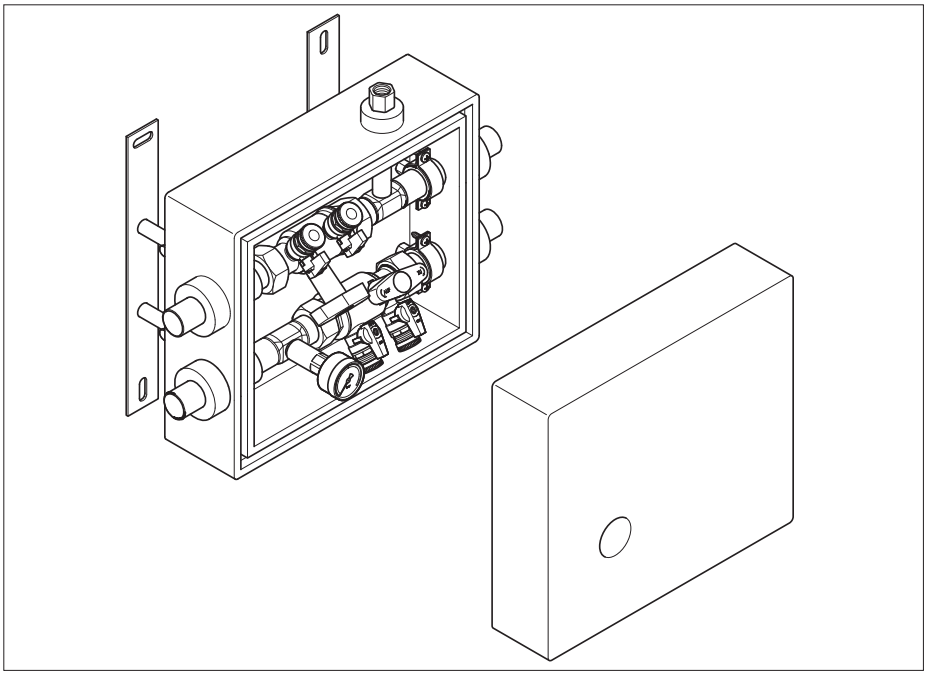
Jednotka k napouštění nemrznoucí směs

Jednotka k napouštění nemrznoucí směsi,

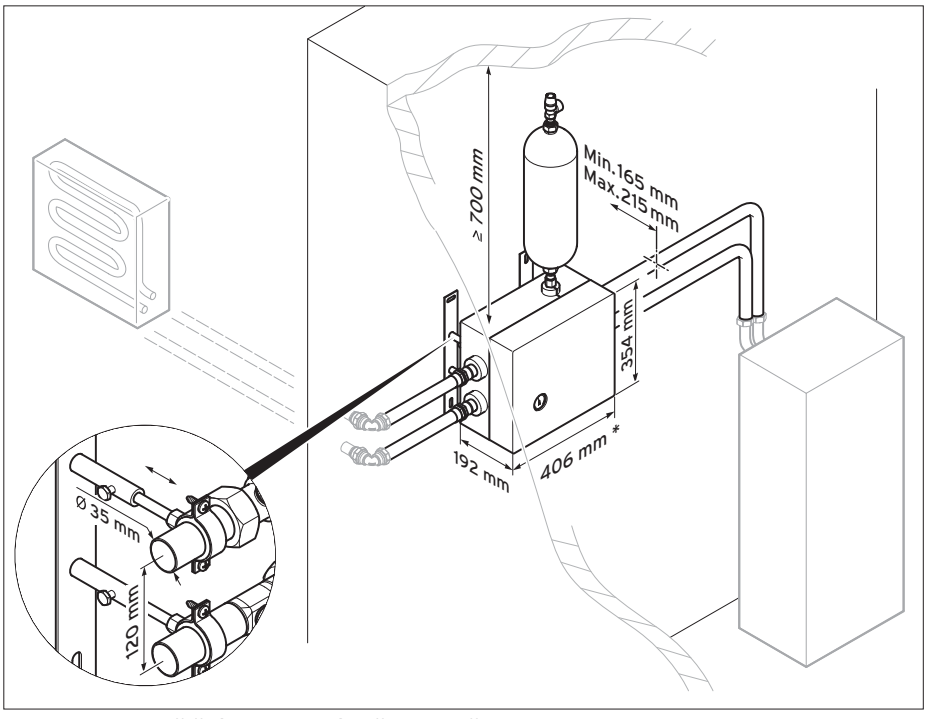
K usnadnění napouštění a proplachování okruhu s nemrznoucí směsí v tepelných čerpadlech geoTHERM VWS.

Skládá se z těchto částí:

- manometr
- uzavírací kohouty
- propojení k vyrovnávací nádobě nemrznoucí směsi
- izolace odolná proti difuzi
- odvzdušňovací armatury nutno instalovat dle reálné instalace



Jednotka k napouštění nemrznoucí směsi



Jednotka k napouštění nemrznoucí směsi - rozměry

4 Příslušenství pro tepelná čerpadla geoTHERM
VR 90/3 a VR 60/3

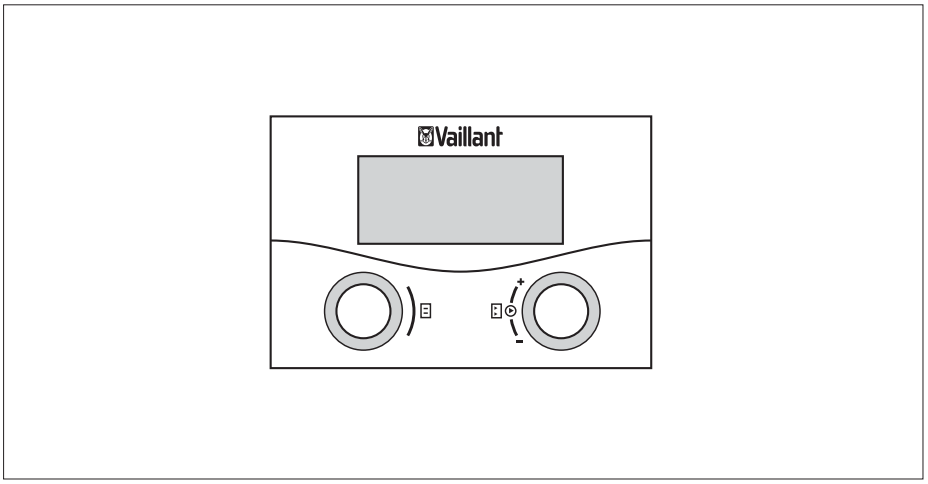
Dálkový ovladač VR 90/3

Dálkový ovladač lze použít jako příslušenství k ekvitermnímu víceokruhovému a kaskádovému regulátoru calorMATIC 630/3, auroMATIC 620/3 a tepelným čerpadlům geoTHERM .../3 s modulačním regulátorem energetické bilance a k směšovacímu modulu VR 60/3.

V jednom topném systému s několika topnými okruhy lze vybavit až šest topných okruhů dálkovým ovladačem VR 90/3.

Vedle nastavení druhu provozu a požadované teploty místnosti je možné provádět na dálkovém ovladači všechna nastavení a dotazy specifické pro topné okruhy.

Komunikace s příslušnou topnou větví a s regulátorem energetické bilance tepelného čerpadla probíhá přes sběrnici, opatřování komponentů systému adresami provádí ovladač adres.



Dálkový ovladač VR 90/3

Připojení místnosti

Po připojení místnosti se do výpočtu výstupní teploty zahrne rovněž aktuální teplota v referenční místnosti.

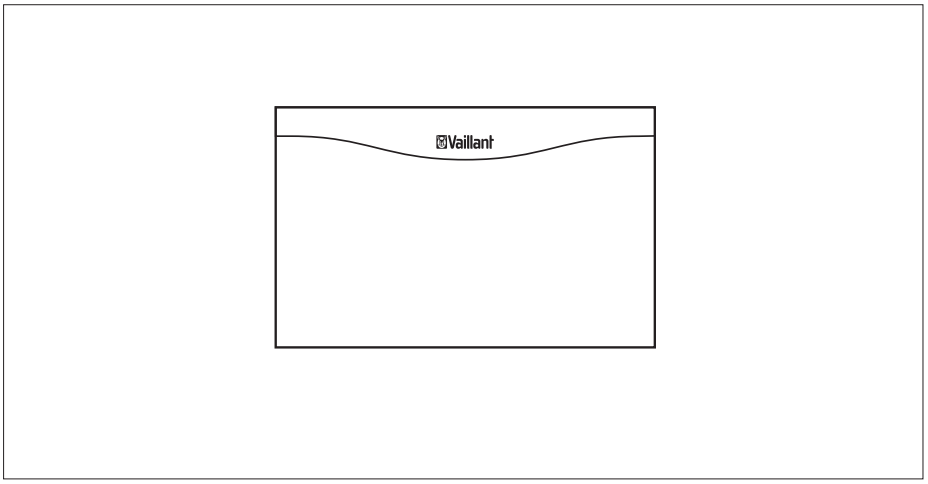
Použití pokojového termostatu v dálkových ovladačích je nastavitelné: žádné, připojení teploty místnosti nebo termostat (z výroby je nastavena možnost: žádné).

Směšovací modul VR 60/3

Příslušenství k regulátorům calorMATIC 630/3, auroMATIC 620/3 a tepelným čerpadlům geoTHERM .../3 s modulačním regulátorem energetické bilance.

Pomocí směšovacího modulu můžete rozšířit regulaci topného systému o dva směšovací okruhy. Můžete připojit maximálně šest směšovacích modulů.

Pomocí otočného ovladače nastavte na směšovacím modulu jednoznačnou adresu na sběrnici. Topné programy a také všechny potřebné parametry nastavte na ovládacím panelu. Všechny součásti specifické pro topný okruh (čidla, čerpadla) se připojují přímo na směšovací modul pomocí konektoru systému Pro E.



Směšovací modul VR 60/3

5 Regulační technika

Energetické bilancování topného systému

U tepelných čerpadel geoTHERM stanovuje časy zapínání a vypínání tepelného čerpadla ekvitermní regulátor energetické bilance. Tento ekvitermní regulátor energetické bilance je sériovou součástí dodávky všech tepelných čerpadel Vaillant geoTHERM.

Ekvitermní regulátor energetické bilance

Pro hospodárný a bezporuchový provoz tepelného čerpadla je důležité upravit start kompresoru. Rozběh kompresoru je jeho okamžikem, kdy dochází k nejvyššímu zatížení. Pomocí regulace energetické bilance je možné minimalizovat starty tepelného čerpadla, aniž by bylo nutné vzdávat se pohodlí příjemného klimatu v obytných místnostech.

Způsob fungování

Stejně jako u jiných ekvitermních regulátorů topení se zde na základě zjištěné venkovní teploty a prostřednictvím topné křivky stanovuje požadovaná výstupní teplota. Topnou křivku lze přitom přesně nastavit. Výpočet energetické bilance probíhá na základě této požadované výstupní teploty a skutečné výstupní teploty, jejichž rozdíl za minutu se měří a sčítá:

1 stupňominuta [°min] = teplotní rozdíl 1 K v průběhu 1 minuty

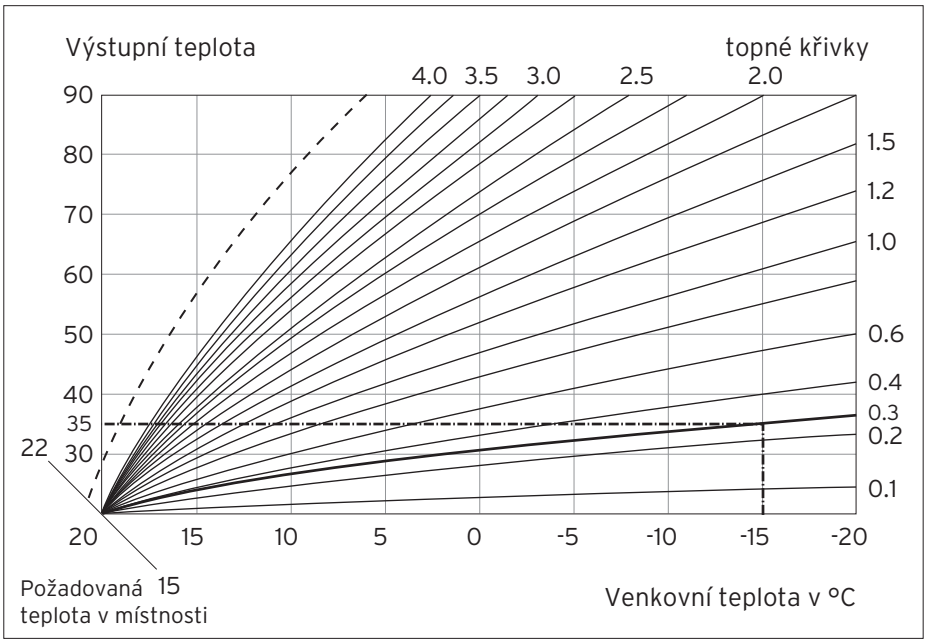
Při určitém deficitu tepla (který lze volně nastavit na regulátoru) se tepelné čerpadlo zapne a vypne se teprve tehdy, když se přiváděné množství tepla rovná teplotnímu deficitu. Čím větší je nastavená negativní číselná hodnota, tím delší jsou intervaly, během nichž kompresor běží nebo stojí.

Regulace podle energetické bilance platí jen u hydraulických systémů bez akumulačního zásobníku (např. hydraulické schéma 1 a 3).

Princip nabíjení akumulačního zásobníku

U akumulačních zásobníků (zapojených jako dělicí zásobníky) se požadovaná výstupní teplota reguluje na rozdíl od energetického bilancování v závislosti na venkovní teplotě. Tepelné čerpadlo topí tehdy, když je teplota horního čidla akumulačního zásobníku VF1 nižší než požadovaná teplota. Topí tak dlouho, dokud dolní čidlo akumulačního zásobníku RF1 nedosáhne požadované teploty plus 2 K.

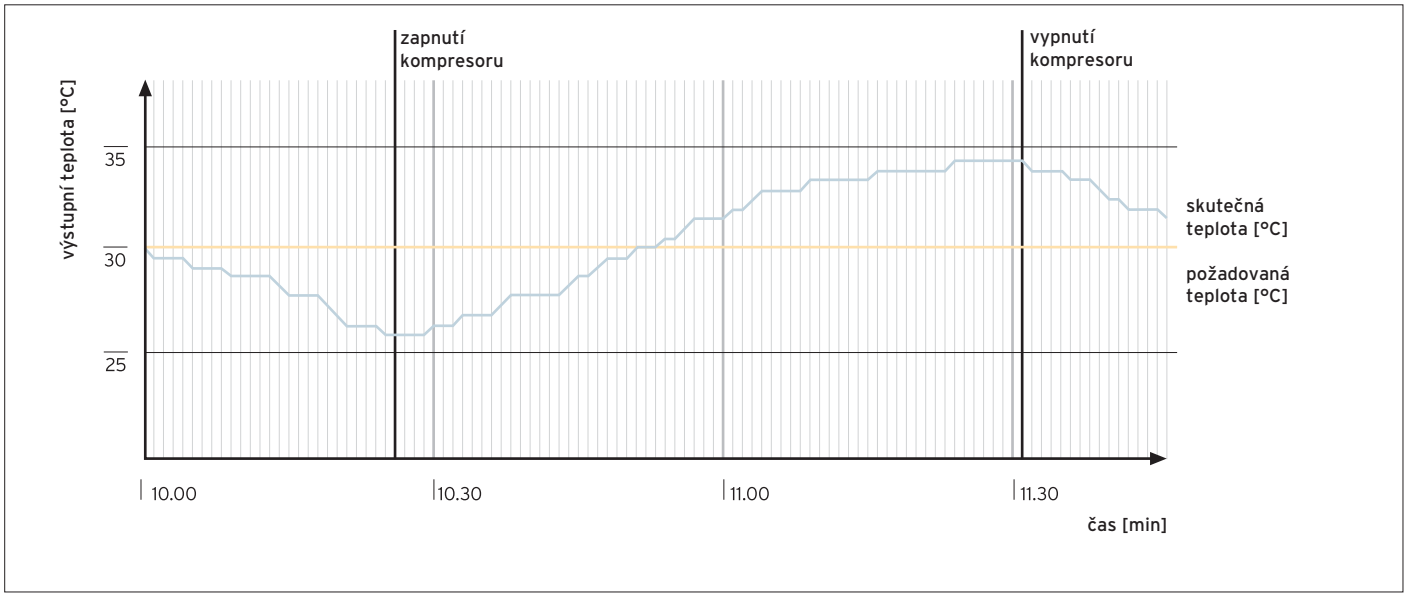
V návaznosti na nabíjení zásobníku teplé vody se akumulační zásobník rovněž nabíjí tehdy, když teplota horního čidla VF1 je nižší než o 2 K nad požadovanou teplotu (předčasné dobíjení).



Nastavení topné křivky

5 Regulační technika

Energetické bilancování topného systému



Energetické bilancování topného systému

Energetické bilancování je rozdíl výstupní teploty (skutečná teplota - požadovaná teplota), která se měří a sčítá za minutu.

Při určitém deficitu tepla (na regulátoru jej lze volně nastavit) se zapne tepelné čerpadlo. Vypne se opět až tehdy, když se přiváděné množství tepla rovná deficitu tepla.

Postup výpočtu na regulátoru energetické bilance osvětluje následující příklad:

Od uvedení tepelného čerpadla do provozu, např. v 10.00 hodin, počítá regulátor energetické bilance každou minutu rozdíl mezi skutečnou a požadovanou teplotou a tyto rozdíly sčítá.

V 10.26 hodin dosahuje energetické bilancování nastaveného deficitu -60°min. Od tohoto okamžiku dává regulátor kompresoru signál, že může vyrábět teplo. V dalším průběhu pak stoupá skutečná teplota a deficit tepla až do dosažení charakteristiky požadované teploty.

Od charakteristiky požadované teploty se nyní pozitivními stupňominutami odečítá deficit tepla až do dosažení 0°min. V 11.30 hodin vypne regulátor energetické bilance znovu kompresor, protože množství tepla je vyrovnané.

Touto regulační metodou se dosahuje **dlouhých časů chodu a provozních přestávek** kompresoru. V topném okruhu tedy není nutný akumulační zásobník!

Aby byl regulátor energetické bilance zásobován nepřetržitě aktuálními teplotními hodnotami, běží oběhové čerpadlo topení během topného intervalu neustále.

Druhým energetickým bilancováním se ovládá přídavné topení (ZH).

Na rozdíl od energetické bilance tepelného čerpadla (nastavení z výroby -120°min) se přídavné topení zapíná regulátorem energetické bilance teprve při větším deficitu tepla (nastavení z výroby -600°min). Tím je zajištěn hospodárný provoz tepelného čerpadla, protože běží vždy dlouho. Při monovalentním způsobu provozu se druhý zdroj tepla uvádí do provozu jen při poruše tepelného čerpadla.

5 Regulační technika

Energetické bilancování topného systému

Krok výpočtu č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Denní čas	10:00	10:01	10:02	10:03	10:04	10:05	10:06	10:07	10:08	10:09	10:10	10:11	10:12	10:13	10:14
Rozdíl skutečná - požadovaná (°min)	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-1,5	-2	-2,5
Součet bilance tepla (°min)	-0,5	-1	-1,5	-2	-3	-4	-5	-6	-7,5	-9	-11	-12	-14	-16	-18

Krok výpočtu č.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Denní čas	10:15	10:16	10:17	10:18	10:19	10:20	10:21	10:22	10:23	10:24	10:25	10:26	10:27	10:28	10:29
Rozdíl skutečná - požadovaná (°min)	-2,5	-2,5	-2,5	-3	-3,5	-4	-4	-4	-4	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4,5	-4
Součet bilance tepla (°min)	-21	-23	-26	-29	-32	-36	-40	-44	-48	-53	-57	-62	-66	-71	-75

Krok výpočtu č.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Denní čas	10:30	10:31	10:32	10:33	10:34	10:35	10:36	10:37	10:38	10:39	10:40	10:41	10:42	10:43	10:44
Rozdíl skutečná - požadovaná (°min)	-4	-4	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5	-3	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2,5	-2	-1,5
Součet bilance tepla (°min)	-79	-83	-86	-90	-93	-97	-100	-102	-105	-107	-110	-112	-115	-117	-118

Krok výpočtu č.	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Denní čas	10:45	10:46	10:47	10:48	10:49	10:50	10:51	10:52	10:53	10:54	10:55	10:56	10:57	10:58	10:59
Rozdíl skutečná - požadovaná (°min)	-1,5	-1	-0,5	-0,5	-0,5	0	0	0	0,5	0,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5
Součet bilance tepla (°min)	-120	-121	-121	-122	-122	-122	-122	-122	-122	-121	-120	-119	-117	-116	-114

Krok výpočtu č.	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Denní čas	11:00	11:01	11:02	11:03	11:04	11:05	11:06	11:07	11:08	11:09	11:10	11:11	11:12	11:13	11:14
Rozdíl skutečná - požadovaná (°min)	2	2	2,5	3	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Součet bilance tepla (°min)	-112	-110	-108	-105	-102	-99	-96	-93	-89	-86	-82	-79	-75	-72	-68

Krok výpočtu č.	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Denní čas	11:15	11:16	11:17	11:18	11:19	11:20	11:21	11:22	11:23	11:24	11:25	11:26	11:27	11:28	11:29
Rozdíl skutečná - požadovaná (°min)	4	4	4	4	4	4	4	4	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Součet bilance tepla (°min)	-64	-60	-56	-52	-48	-44	-40	-36	-32	-27	-23	-18	-14	-9	-4,5

Krok výpočtu č.	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
Denní čas	11:30	11:31	11:32	11:33	11:34	11:35	11:36	11:37	11:38	11:39	11:40	11:41	11:42	11:43	11:44
Rozdíl skutečná - požadovaná (°min)	4,5	4	4	4	3,5	3,5	3,5	3	2,5	2,5	2	2	2	2	1,5
Součet bilance tepla (°min)	0	4	8	12	15,5	19	22,5	25,5	28	30,5	32,5	34,5	36,5	38,5	40

Krok výpočtu č.	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
Denní čas	11:45	11:46	11:47	11:48	11:49	11:50	11:51	11:52	11:53	11:54	11:55	11:56	11:57	11:58	11:59
Rozdíl skutečná - požadovaná (°min)	1,5	1,5	1	1	1	0,5	0								
Součet bilance tepla (°min)	43	44	45	46	46,5	46,5									

tepelné čerpadlo se zapne

tepelné čerpadlo se vypne

6 Základy projektování tepelných čerpadel

Topný faktor a pracovní faktor

Topný faktor (někdy též zvaný výkonové číslo) odráží poměr topného výkonu k dodanému elektrickému příkonu.

Aby bylo možné srovnávat tepelná čerpadla podle topného faktoru, jsou teploty zdroje tepla a systému využívajícího teplo (popis viz projektování systému s tepelnými čerpadlem) standardizovány.

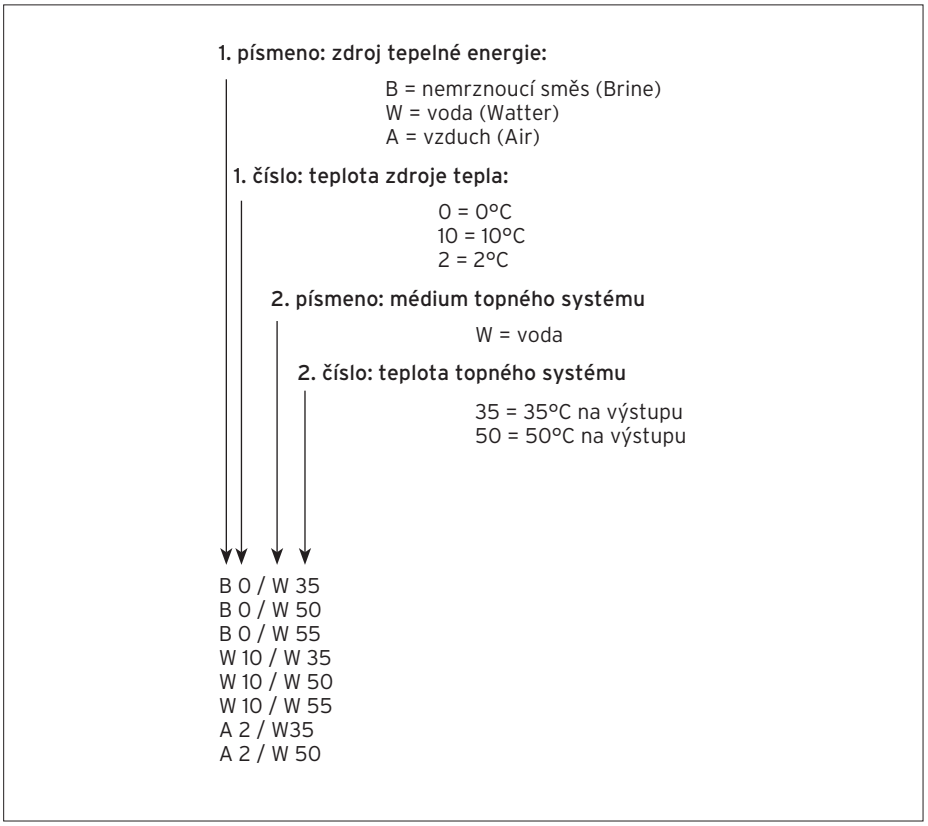
$$\varepsilon = \frac{\text{odevzdaný tepelný výkon [kW]}}{\text{přijatý elektrický příkon [kW]}}$$

Pracovní faktor (též pracovní číslo) β odráží poměr topné energie k přiváděné elektrické energii za definované časové období.

$$\beta = \frac{\text{odevzdané množství tepla [kWh]}}{\text{přijatá elektrická práce za určité časové období [kWh]}}$$

Topný faktor ε je momentální příkon při přesně definovaných stavech (např. B0 / W35).

Pracovní faktor β popisuje poměr výkonu při různých provozních stavech (např. během časového období topné sezony).



Označení zdroje tepelné energie a média topného systému a jejich teploty

6 Základy projektování tepelných čerpadel

Carnotův cyklus

Kruhový proces tepelných čerpadel kopíruje v podstatě (ideální) Carnotův proces. Výkonové číslo ε_c lze vypočítat pomocí rozdílu teplot mezi zdrojem tepla (výparník) a systémem využívajícím teplo (kondenzátor).

Plocha **a** představuje energii přijatou do životního prostředí. Plocha **b** je energie k pohonu kompresoru. Součet obou ploch je celková předaná energie (plocha **a** + **b**).

Ideálního kruhového procesu nelze ve skutečnosti dosáhnout. Ztráty v systému vedou k tomu, že tepelná čerpadla „země/voda" dosahují topného faktoru ≈ 4,5 (při B0/W35), tepelná čerpadla „voda/voda" (při W10/W35) dosahují topného faktoru > 5,0.

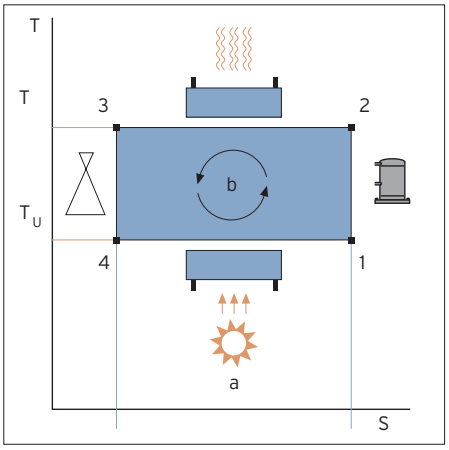


Diagram T-S Carnotova cyklu

4 – 1 = odpařování

1 – 2 = stlačení

2 – 3 = kondenzování

3 – 4 = expanze

ε_c = T / (T – TU)

Příklad: T_U = 0°C = 273 K

T = 50°C = 323 K

ε_c = T / (T – TU)

= 323 K / (323 K – 273 K)

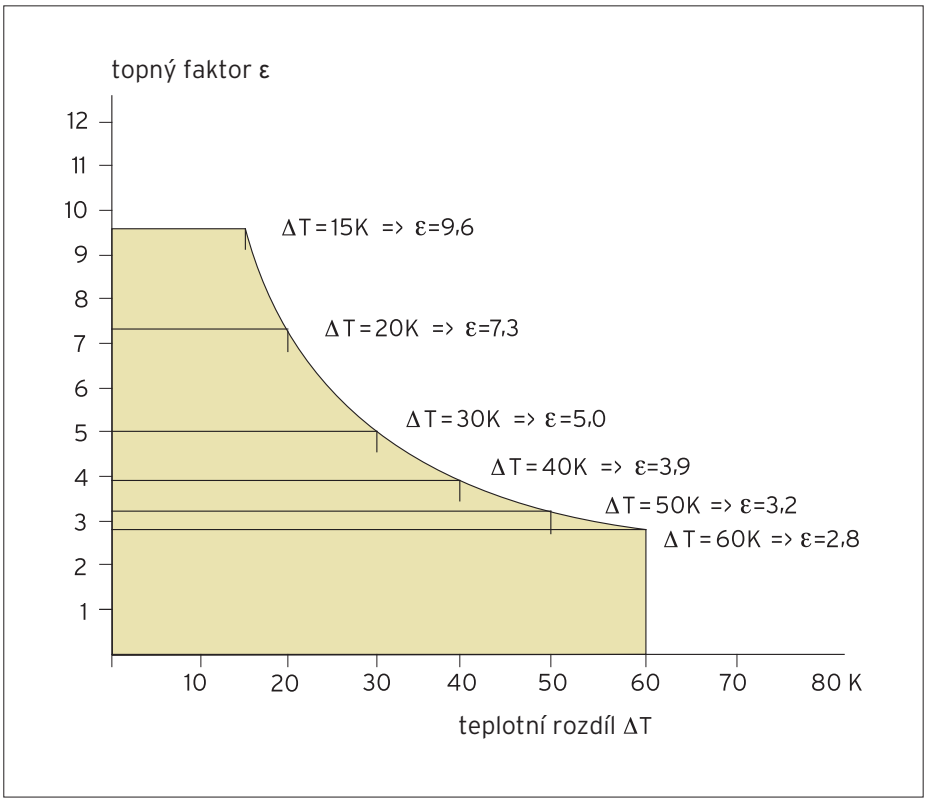
= 6,46

T = teplota systému využívajícího teplo (topného systému)

T_U = teplota zdroje tepla

S = entalpie = objem energie

Topný faktor lze zjistit v závislosti na rozdílu teplot.



Zjištění topného faktoru v závislosti na rozdílu teplot zdroje a topného systému

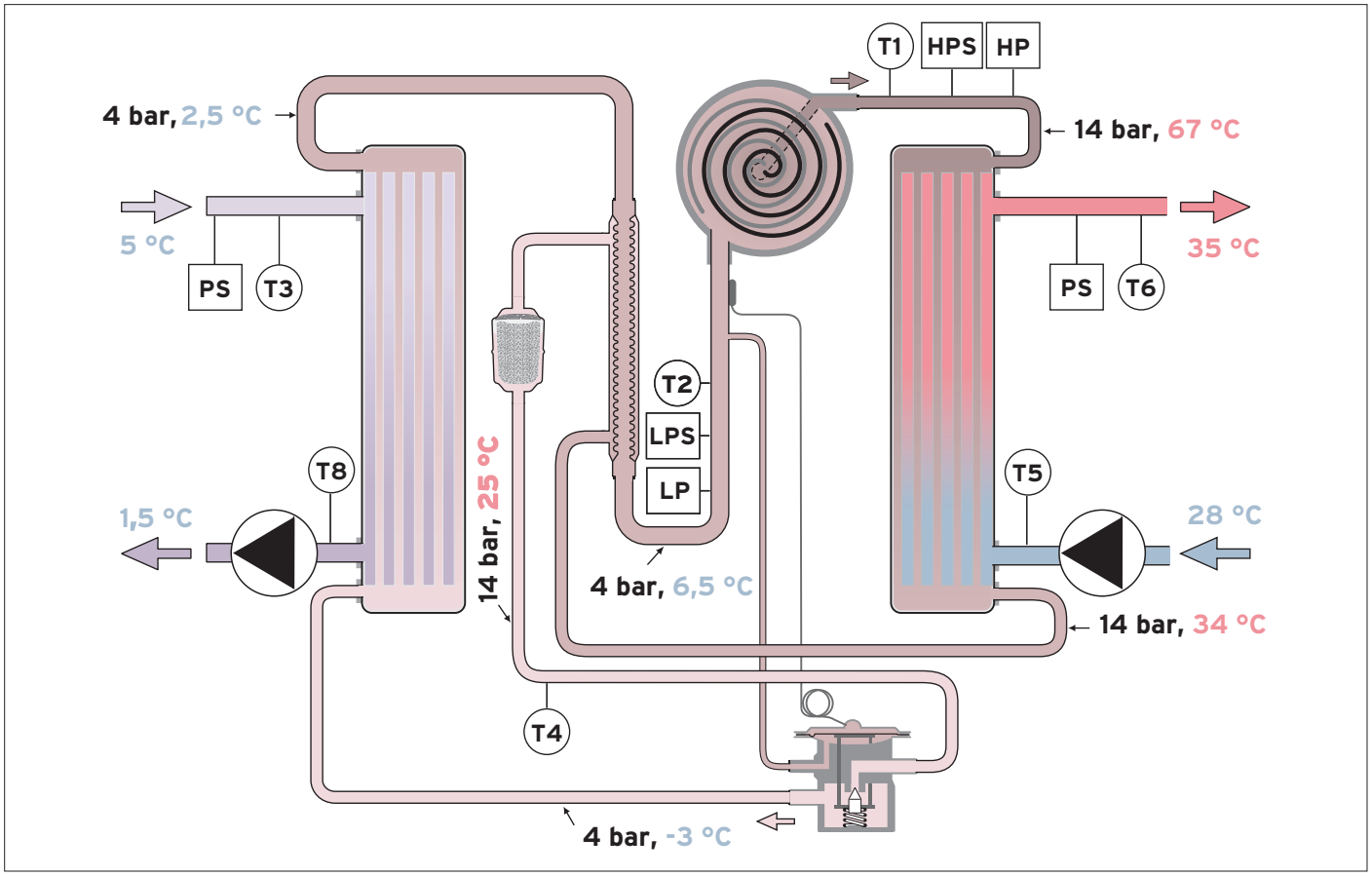
6 Základy projektování tepelných čerpadel

Chladicí okruh tepelného čerpadla geoTHERM

Chladicí okruh se v zásadě skládá ze čtyř hlavních součástí: výparníku, kompresoru, kondenzátoru a expanzního ventilu. V chladicím okruhu cirkuluje pracovní médium (bez obsahu freonů) s extrémně nízkým bodem varu.
Ve výparníku se k pracovnímu médiu přivádí teplo z okolního prostředí. Promění se z kapalného skupenství na plynné.
V kompresoru se plynné pracovní médium silně stlačí a tím se dostane na vyšší teplotní hladinu.

Tento postup vyžaduje přibližně 25 % cizí energie. V kondenzátoru se tepelná energie předává dále přímo do topného okruhu. Tím dojde k ochlazení a ke zkapalnění pracovního média.
V expanzním ventilu se pracovní médium dekomprimuje, čímž se silně ochladí, aby mohlo znovu přijímat teplo z okolního prostředí.

Jako zvláštnost tepelných čerpadel Vaillant geoTHERM je třeba připomenout interní přehřívač/přechlazovač. Za prvé se postará o to, aby mezi kompresorem a kondenzátorem došlo k přehřátí a tudíž ke stoprocentnímu odpaření pracovního média. Za druhé pak odnímá pracovnímu médiu mezi kondenzátorem a expanzním ventilem další energii, a zajišťuje tak vyšší účinnost.



Chladicí okruh tepelného čerpadla geoTHERM země/voda

Legenda:

- PS tlakový senzor
- T1-T8 teplotní čidla
- LP nízkotlaký spínač
- LPS nízkotlaký senzor
- HP vysokotlaký spínač
- HPS vysokotlaký senzor

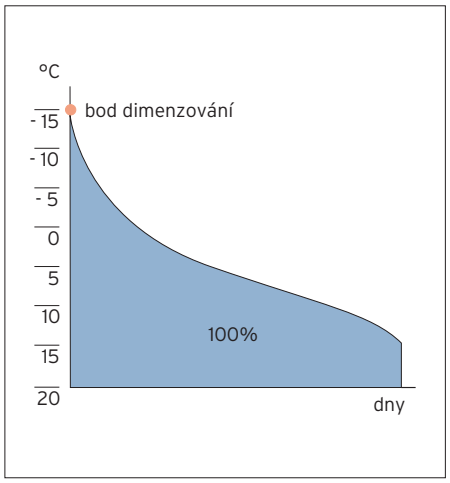
6 Základy projektování tepelných čerpadel

Druhy provozu tepelného čerpadla

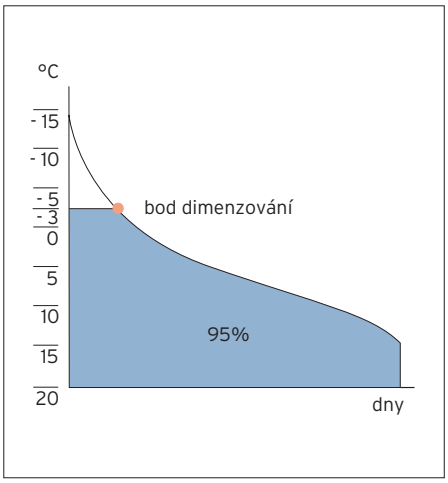
Způsob provozu tepelného čerpadla lze dále rozdělit do následujících skupin:

- **monovalentní způsob provozu:** Tepelné čerpadlo je jediným zdrojem tepla pro vytápění a ohřev vody. Zdroj tepla musí být dimenzován pro celoroční provoz systému.
- **monoenergetický způsob provozu:** Zásobování teplem se provádí pomocí dvou zdrojů tepla, které jsou zásobovány stejnou energií. Tepelné čerpadlo se kombinuje s elektrickým přídavným topením, které má pokrýt špičkové zatížení. Elektrické přídavné topení je přitom instalováno před systémem využívajícím teplo a je regulátorem připojeno v případě potřeby. Podíl tepelných ztrát krytých elektrickým přídavným topením by neměl překročit 15 %.
- **bivalentní alternativní způsob provozu:** Vedle tepelného čerpadla je k pokrytí tepelných ztrát instalován druhý zdroj tepla zásobovaný jinou energií než tepelné čerpadlo. Tepelné čerpadlo přitom pracuje jen do takzvaného bivalentního bodu (např. venkovní teplota 0°C) a při nižších venkovních teplotách předává zásobování teplem druhému zdroji tepla (např. plynovému nebo olejovému kotli). Tento způsob provozu se často využívá v systémech s vysokými výstupními teplotami. Tepelné čerpadlo může přitom pokrýt kolem 60 – 70 % roční topné práce
- **bivalentní paralelní způsob provozu:** Vedle tepelného čerpadla je k pokrytí tepelných ztrát instalován druhý zdroj tepla zásobovaný jinou energií než tepelné čerpadlo. Druhý zdroj tepla se k pokrytí tepelných ztrát připojuje od určité venkovní teploty. Tento způsob provozu předpokládá, že tepelné čerpadlo může zůstat v provozu až do nejnižších venkovních teplot.

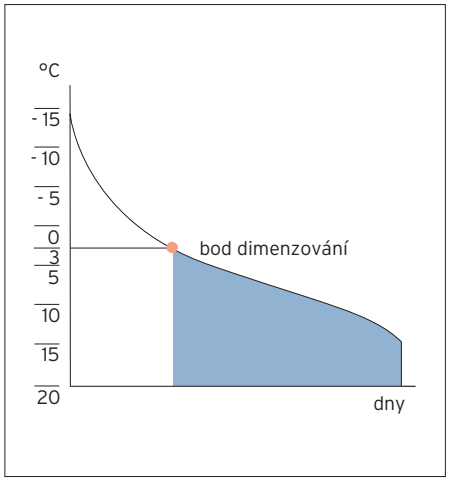
Vaillant dává při projektování nových systémů přednost monovalentnímu, případně monoenergetickému provozu, aby se vyhnul dodatečné investici do druhého zdroje tepla.



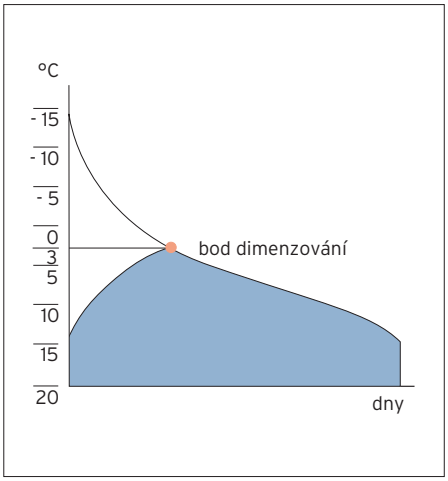
monovalentní způsob provozu



monoenergetický způsob provozu



bivalentní alternativní způsob provozu



bivalentní paralelní způsob provozu

6 Základy projektování tepelných čerpadel

Druhy provozu tepelného čerpadla

Série tepelných čerpadel geoTHERM je koncipována na provoz s maximální výstupní teplotou 62°C. Liší se proto zásadně od stacionárních a závěsných plynových nebo olejových kotlů, které mohou dosahovat výstupní teploty cca 80°C.

Vyrovnat se s nízkými výstupními teplotami tepelného čerpadla znamená, že celý topný systém i ohřev teplé vody se musí této okolnosti přizpůsobit.

Využití plošného vytápění s výstupními teplotami ≤ 35°C

V kombinaci s tepelným čerpadlem se zvláště osvědčila plošná vytápění, zejména podlahová vytápění, která vytopí objekt i při nejnižší normované venkovní teplotě výstupní teplotou 35°C nebo nižší. Abychom mohli zaručit hospodárný provoz, musíme usilovat o rozdíl teplot 5-7 K.

Ohledy na zvláštnosti radiátorového vytápění

Pokud se uvažuje o použití radiátorového topení, je důležité dimenzovat je na co nejnižší výstupní teploty (např. 45°C).

Pokud jsou nutné teploty vyšší než 62°C, může se tepelné čerpadlo provozovat jen v kombinaci s jiným zdrojem tepla.

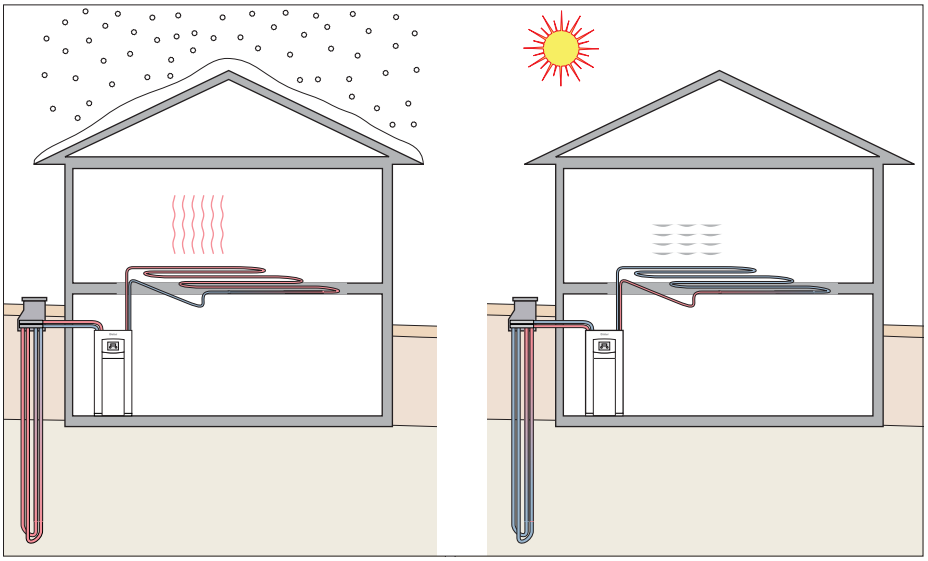
Chlazení místností podlahou, stěnou nebo stropem (pasivní chlazení)

Chlazení podlahou je součástí šetrného temperovacího systému, jehož využití umožňuje dnes tak obvyklé tepelné izolace domů. Vynikající tepelná izolace a podlahové topení přizpůsobené přídavné funkci chlazení jsou zárukou bezvadného provozu.

Tak lze zemními sondami dosáhnout vhodných výstupních teplot pro chlazení (ca. 18 °C až 20 °C), aniž by se uváděl do provozu kompresoru.

Při použití zemních kolektorů jako zdroje tepla není chlazení možné, protože může vést za určitých okolností k vyschnutí půdy v blízkosti povrchu.

Při podlahovém chlazení je však možné realizovat jen omezeně regulaci pokojové teploty, protože předávání energie podlahovým systémem je omezené.



Tepelná čerpadla Vaillant s integrovanou chladicí funkcí

6 Základy projektování tepelných čerpadel

Akumulační zásobník

Akumulační zásobník

Akumulační zásobníky plní v systému s tepelným čerpadlem v zásadě čtyři úkoly:

- Překlenou dobu zablokování ze strany provozovatele napájecí sítě, čímž zaručí plynulou dodávku tepla.
- U systémů s malým oběhem vody zvýší minimální doby chodu tepelného čerpadla.
- Při zapojení akumulačního zásobníku jako dělicího zásobníku je zaručeno minimální množství vody v oběhu.

Dále vysvětlíme nejdůležitější způsoby zapojení akumulačního zásobníku.

- Akumulační zásobník zapojený do topného systému jako dělicí zásobník:

Dělicím zásobníkem se hydraulicky oddělí výroba tepla (zde tepelné čerpadlo) od využití tepla (zde podlahové vytápění). Tlakový nulový bod leží v dělicím zásobníku. Tím je dosaženo minimálního množství vody v oběhu a počet sepnutí tepelného čerpadla se sníží. Na straně využití tepla lze použít regulaci jednotlivé místnosti.

- Akumulační zásobník jako řadový zásobník ve vstupním potrubí:

Řadový zásobník ve vstupním potrubí (na zpátečce) se používá z toho důvodu, aby se zvýšilo množství vody v oběhu natolik, aby se překlenula minimální doba chodu kompresoru v délce čtyř minut. Tak lze na straně využití tepla použít regulaci jednotlivé místnosti.

Na rozdíl od dělicího zásobníku se lze v tomto případě vzdát druhého oběhového čerpadla topení. Minimální množství vody v oběhu je zaručeno vhodným přepouštěcím ventilem.

Dimenzování akumulačních zásobníků

Dodávka proudu pro provoz tepelného čerpadla probíhá za zvláštních podmínek. Oddělená dodávka proudu umožňuje provozovateli napájecí sítě odpojit tepelné čerpadlo až na dobu 3 x 2 hod od sítě. Dále se musí spínání tepelného čerpadla omezit na maximálně 3 starty za hodinu. Za těchto okolností je nutné v některých typech systémů (např. u radiátorového topení) zajistit akumulování tepelné energie akumulačním zásobníkem.

Stoprocentní akumulování tepla na dobu zablokování dodávky proudu je sice možné, ale nedoporučuje se a není hospodárné, protože takový akumulační zásobník by byl příliš veliký. U systémů se dvěma topnými systémy (HK 1 podlahové vytápění a HK 2 radiátory) by se podlahový okruh měl během doby zablokování ze strany provozovatele napájecí sítě vypnout. Pro radiátorový okruh platí následující pravidlo: doba překlenutí pro podřízené místnosti: doba zablokování x 0,17 – minimálně VPS 300/3; doba překlenutí pro nadřízené místnosti: doba zablokování x 0,5 – minimálně VPS 300/3.

Od topného výkonu 14 kW se doporučuje standardní využití akumulačního zásobníku jako dělicího zásobníku.

Při chlazení se dělicí/akumulační zásobník buď obchází, nebo se chladicí médium pustí přímo do okruhu podlahového vytápění

Akumulační zásobník by měl být dimenzován tak, aby tepelné čerpadlo potřebovalo 20 min (z toho vyplývají maximálně 3 starty za hodinu) na nabíjení akumulačního zásobníku, aniž by přitom odebíralo teplo topnému systému. Z těchto okolností vyplývá následující nepsané pravidlo:

$$m = Q / (c \cdot \Delta T) \quad s \; Q = P \cdot t$$

m = objem akumulačního zásobníku (m^3)

Q = tepelná energie = topný výkon tepelného čerpadla (kW) . doba překlenutí (h)

P = topný výkon tepelného čerpadla (kW)

t = doba překlenutí (h)
doba překlenutí minimum = 0,33 h
doba překlenutí maximum = 2 h
(nejdelší souvislá doba zablokování)

c = 1,163 Wh/kg . K

ΔT = rozdíl výstupní / vstupní teploty (K)
teplotní rozdíl by se měl pohybovat mezi 5 a 10 K

6 Základy projektování tepelných čerpadel

Kaskáda dvou tepelných čerpadel geoTHERM

Kaskáda dvou tepelných čerpadel geoTHERM se může skládat ze dvou tepelných čerpadel stejného nebo různého výkonu.

Do kaskády lze použít následující tepelná čerpadla:

- VWS 220/3
- VWS 300/3
- VWS 380/3
- VWS 460/3

Dimenzování kaskády dvou tepelných čerpadel se provádí na základě vypočtených tepelných ztrát budovy. Při projektování zásobování teplou vodou je třeba brát v úvahu, aby zásobování teplou vodou převzalo v případě potřeby pouze jedno z obou tepelných čerpadel. O současném provozu obou tepelných čerpadel při zásobování teplou vodou se neuvažuje. V zájmu co nejvyššího komfortu při zásobování teplou vodou jsou k dispozici četné výkonné typy zásobníků teplé vody.

Při provozu kaskády tepelných čerpadel je nezbytné rozpojovací relé.

Toto rozpojovací relé slouží k ovládání podřízeného tepelného čerpadla 2.

Ke 2. tepelnému čerpadlu není třeba kromě vstupního čidla (čidla na zpátečce) připojovat žádná další teplotní čidla (AF, VF1, VF2, SP). Před instalací kaskády dvou tepelných čerpadel musí provozovatel napájecí sítě povolit připojení dvou tepelných čerpadel v domovní přípojce.

Je možné instalovat kaskády dvou tepelných čerpadel země/voda (VWS) .

V systému je pak možné použít tyto zásobníky:

- oddělené akumulační zásobníky a zásobníky teplé vody
- kombinované zásobníky

Ohřev teplé vody může převzít jen jedno tepelné čerpadlo. To znamená, že k ohřevu teplé vody je k dispozici maximálně 42,5 kW (VWS 460/3; provozní bod B0/W55).

Okruh zdroje tepla

Pokud jako zdroj tepla slouží pole zemních sond, doporučuje se paralelní zapojení kolektorových okruhů obou tepelných čerpadel.

Tím se dosáhne stejnoměrného zatížení všech sond. Také u systémů s pasivní chladicí funkcí lze celé pole zemních sond připojit stejnou chladicí hydraulikou jako u systémů s jedním tepelným čerpadlem.

Úseky potrubí, kterou mají vést průtočná množství obou tepelných čerpadel, je třeba dimenzovat na dvojnásobné jmenovité průtočné množství!

7 Základy projektování zdroje tepla

Úvodní informace o zemní sondě

Zemní sonda

Zemní sondy se spustí do vyvrtaného otvoru svisle. Na schématu vidíme systém s jednou zemní sondou. Lze však také kombinovat několik zemních sond, aby nemusel být vrt při stejné délce potrubí s pracovním médiem tak hluboký.

Legenda:

1 uzavírací ventil
2 ukazatel teploty
3 ukazatel tlaku
4 vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi s pojistným ventilem
5 sonda z dvojité U trubky (2 okruhy na vrt), hloubka vrtu podle vlastností podloží a podle dimenzování
6 vratná hlava s kolektorovým vedením svařená při výrobě, délka cca 150 cm, průměr cca 10 cm

Hloubka položení, minimální vzdálenosti a rozměry:

a výstup/vstup se spádem od tepelného čerpadla k zemní sondě v pískovém loži v hloubce cca 1 m, odvětrání kolektoru u tepelného čerpadla
b minimální vzdálenost sondy od tepelného čerpadla cca 2 m
c průměr vrtu cca 115 – 220 mm (vyplnění volného prostoru křemičitým pískem, plnicím materiálem nebo bentonitem)
d pažnice u sypkého materiálu, délka cca 6 – 20 m, průměr cca 170 mm
e vzdálenost minimálně 3,0 m od hranice pozemku

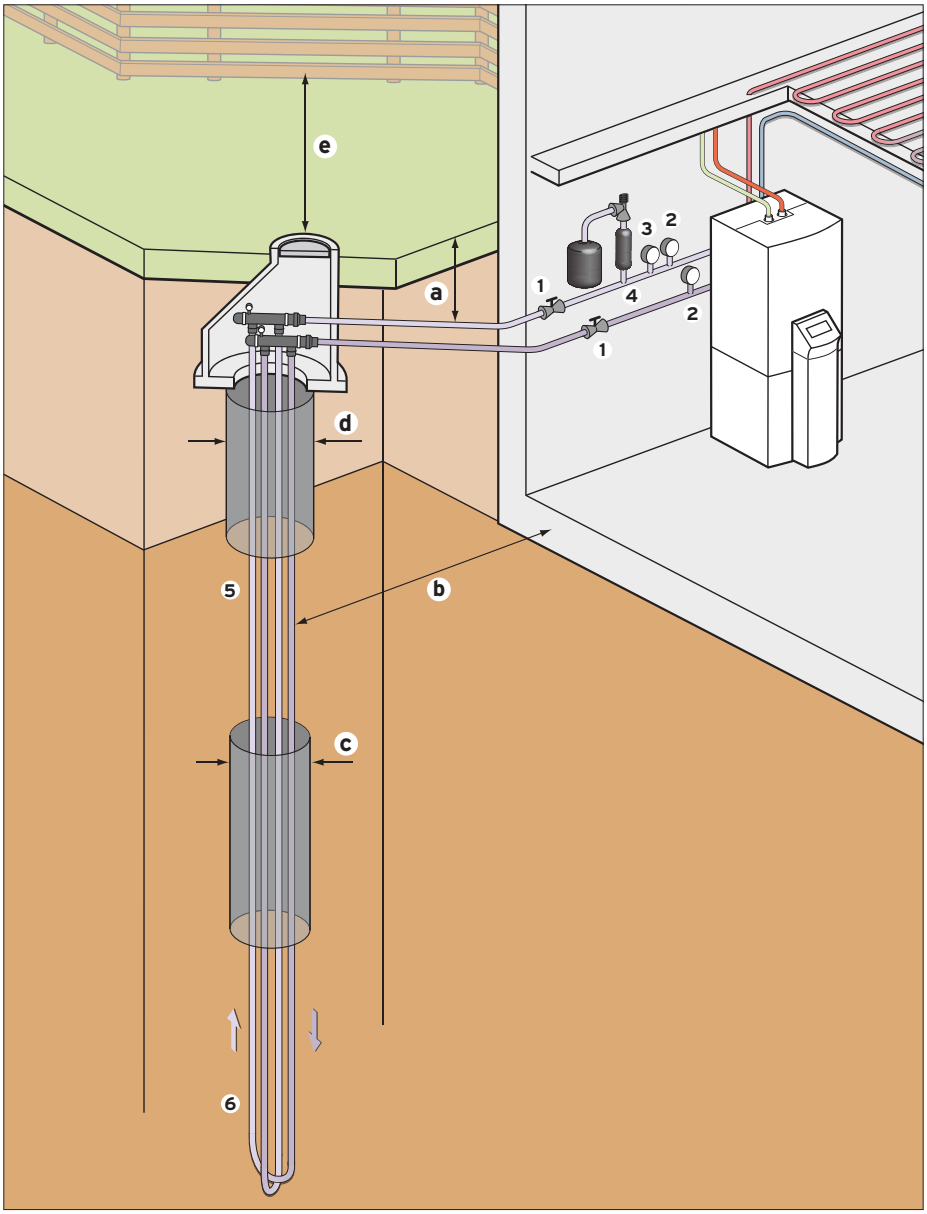


Schéma zemní sondy

Na schématu nejsou zobrazeny filtry, napouštěcí a vypouštěcí kohouty.

Dimenzování a realizace zemní sondy musí probíhat podle příslušných norem a při dodržení platných právních předpisů.

7 Základy projektování zdroje tepla

Dimenzování zemní sondy

Vaillant používá nemrznoucí prostředek 1,2 propylenglykol, který se míchá s vodou v poměru 1:2 a v tomto poměru chrání před mrazem do -15°C. Směs s jiným nemrznoucím prostředkem na bázi propylenglykolu nepředstavuje žádný problém. Směs s etylenglykolem nelze použít, protože nelze vyzkoušet mez ochrany před mrazem.

Dimenzování

Teplota nemrznoucí směsi, která se vede do tepelného čerpadla, by neměla být vyšší než změna teploty +/- 11 K oproti obvyklé teplotě země. Vliv zemních sond na okolní zemi je pak malý.

Vydatnost různých druhů půdního podloží

Kvalita půdního podloží	Vydatnost podloží na 1 kW topného výkonu [m]	Specifický odběr tepla z 1 m hloubky vrtu [W]
Suché usazeniny	30	25
Normální usazeniny nasáklé vodou	12,5	60
Průměrné, normální usazeniny	15	50
Štěrk, písek suchý	< 30	< 25
Štěrk, písek nasáklý vodou	cca 10	65-80
Jíl vlhký	cca 18	35-50
Vápenec	cca 12	55-70
Pískovec	cca 10,5	65-80
Žula	cca 10	65-85
Čedič	cca 16	40-65
Rula	cca 10	70-85

Výpočet celkového topného výkonu

tepelné ztráty objektu (kW)

+ přídavek na teplou vodu

+ přídavek na dobu zablokování provozovatelem napájecí sítě

= celkový topný výkon (kW)

Celková hloubka vrtu

celková hloubka vrtu (m)

= celkový topný výkon (kW)

* vydatnost (m/1 kW)

Počet hlubinných vrtů

počet hlubinných vrtů =

celková hloubka vrtu (m) / max. hloubka vrtu (m)

Délka kolektorového potrubí

Délka kolektorového potrubí (m) =

celková hloubka vrtu (m) * 4

(výpočet vychází z použití sondy z dvojité U trubky)

Velikost rozdělovače/sběrače

Velikost rozdělovače/sběrače =

2 * počet hlubinných vrtů

Tyto údaje vycházejí z následujících předpokladů:

- 1800 hodin provozu za rok
- vzdálenost mezi zemními sondami minimálně 5 m (doporučeno 10 % z jejich délky)
- kolektor tvořený sondou z dvojité U trubky
- maximální hloubka zemní sondy 100 m
- hodnoty mohou kolísat v důsledku rozpukání, zvětrání atd.
- hodnoty vycházejí z topného faktoru 4

7 Základy projektování zdroje tepla

Úvodní informace o zemním kolektoru

Zemní kolektor

Zemní kolektor se skládá z potrubí, které je položeno na velké ploše přibližně 20 cm pod nezámrznou hloubkou. Potrubí se pokládá do hloubky 1,2 – 1,5 m. V této hloubce jsou po celý rok relativně konstantní teploty 5 – 15°C.

Kolektor se zvláště hodí k domům s dostatečně velkou plochou pozemku. Tepelná vydatnost závisí na kvalitě půdního podloží. Čím je půda vlhčí, tím vyšší je také tepelný výkon.

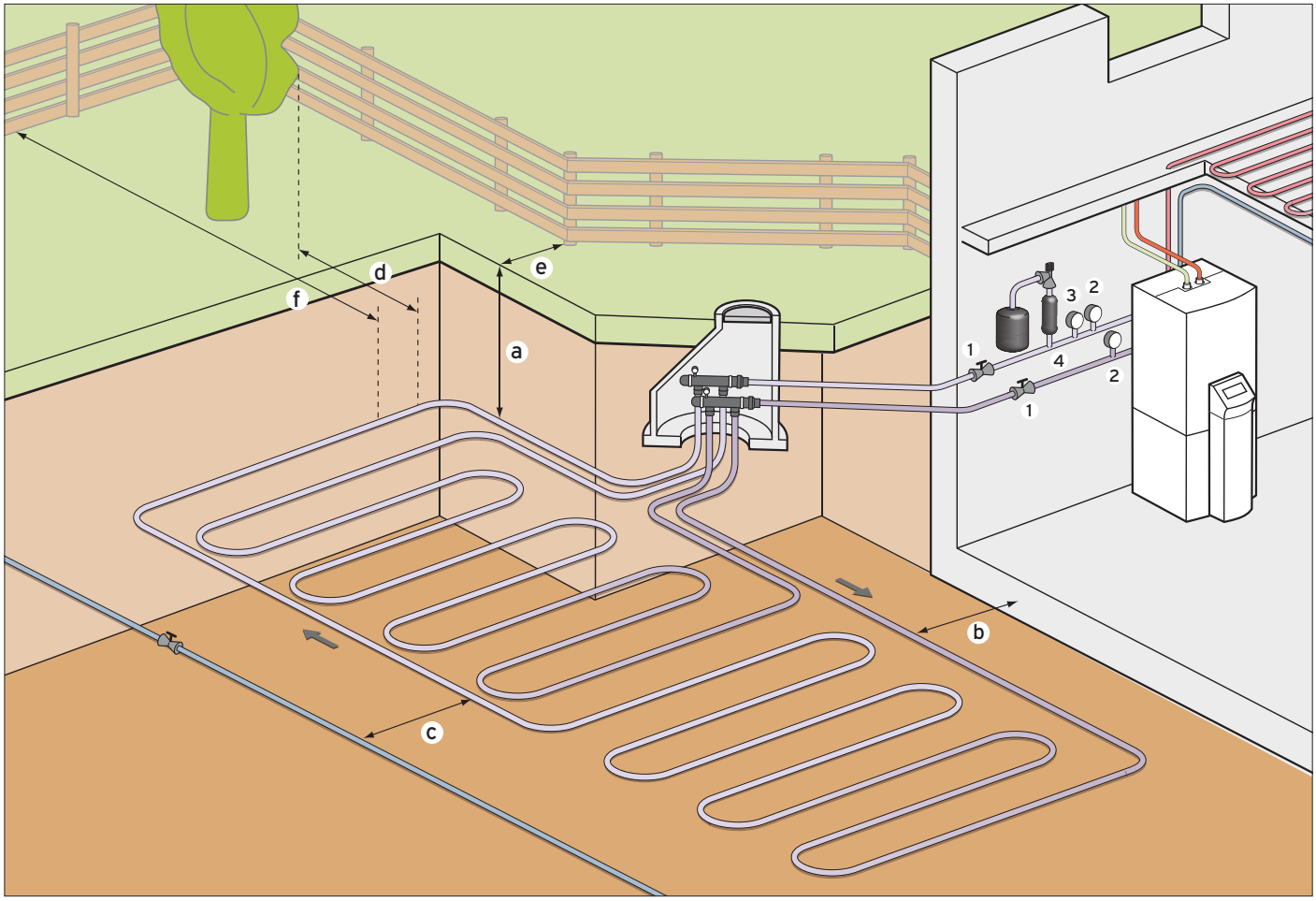


Schéma zemního kolektoru

Legeda:

1 uzavírací ventil
2 ukazatel teploty
3 ukazatel tlaku
4 vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi s pojistným ventilem

Hloubka položení a minimální vzdálenosti

a hloubka položení 1,2 – 1,5 m
b vzdálenost 1,5 m od základů budov
c vzdálenost 1,5 m k vodovodnímu potrubí, ke splaškové a dešťové kanalizaci
d vzdálenost 0,5 m k vnějšímu okraji koruny stromu
e vzdálenost 1 m k základům plotu apod.
f vzdálenost 3 m od hranice pozemku

Na schématu nejsou zobrazeny filtry, napouštěcí a vypouštěcí kohouty.

7 Základy projektování zdroje tepla

Dimenzování zemního kolektoru

Základní informace

Při správném dimenzování zemních kolektorů je vliv na okolní půdu velmi malý. Ochlazení při provozu tepelného čerpadla je jen přechodné. V létě jsou teploty stejné jako teploty neovlivněné půdy (převažuje vliv slunečního záření a vsakované vody).

U tepelných čerpadel se zemním kolektorem může poddimenzování vést k místně omezeným negativním působením na vegetaci. Důsledkem je nižší roční pracovní faktor β. V extrémním případě může být dosažena spodní hranice použití tepelného čerpadla. Proto je pro bezporuchový provoz tepelného čerpadla mimořádně důležitý správně dimenzovaný zemní kolektor.

Dimenzování

U tepelných čerpadel lze v jednoduchých případech počítat s tím, že jsou v provozu po 1800 – 2400 hodin ročně. Pokud se tepelným čerpadlem ohřívá také teplá voda, je třeba brát v úvahu také přídavek na teplou vodu.

Kvalita půdního podloží	Vydatnost podloží	Odběr tepla ze země
Průměrná hodnota: soudržná půda se zbytkovou vlhkostí	25 m² /kW	30 W/m²
Suchá, nesoudržná půda	75 m² /kW	10 W/m²
Soudržná půda, vlhká	25 m² /kW	20-30 W/m²
Písek, štěrk nasáklý vodou	20 m² kW	40 W/m²

Tyto údaje vycházejí z následujících předpokladů:

- 1800 hodin provozu za rok
- pracovní faktor systému s tepelným čerpadlem 4
- zemní kolektor nesmí být svrchu zastavěný
- povrch nad zemním kolektorem nesmí být uzavřený
- hloubka položení v rozmezí 1,2 – 1,5 m

Výpočet celkového topného výkonu

tepelné ztráty objektu (kW)

+ přídavek na teplou vodu

+ přídavek na dobu zablokování ze strany provozovatele napájecí sítě

= celkový topný výkon (kW)

Celková délka kolektorového potrubí

= plocha položení (m²) /vzdálenost při položení

Kolektorový okruh

Počet kolektorových okruhů

= celková délka kolektorového potrubí (m) / maximální délka okruhu (m)

Plocha položení

Plocha položení (m²) =

- celkový topný výkon (kW)

.vydatnost podloží (m²/kW)

Kvalita půdního podloží	Vzdálenost při položení [m]	Rozměry potrubí
Suchá země	0,5	DA 25
Normální země	0,7	DA 32
Vlhká země	0,8	DA 40

7 Základy projektování zdroje tepla

Úvodní informace ke spodní vodě

Spodní voda představuje nejvydatnější zdroj tepla. Díky tomu, že si po celý rok udržuje konstantní teplotu 8-10°C, dosahuje ve srovnání se všemi ostatními systémy nejvyšších odběrů tepla.

Z čerpací studny se spodní voda přivádí pomocí ponorného čerpadla do tepelného čerpadla a přes vsakovací studnu se znovu odvádí do země.

Čerpací a vsakovací studna se buduje ve vzdálenosti 15 m od sebe.

Při instalaci tepelného čerpadla na spodní vodu je třeba brát v úvahu následující skutečnosti:

- Je třeba mít zabezpečené dostatečné množství spodní vody v hloubce maximálně 15 m.
- Zásadní význam má také maximálně možné množství odebírané vody a kvalita spodní vody.
- Čerpací studna určená k odběru vody se musí nacházet před vsakovací studnou ve směru toku spodní vody.

Využití tepla ze spodní vody musí v zásadě povolit příslušný vodohospodářský úřad.

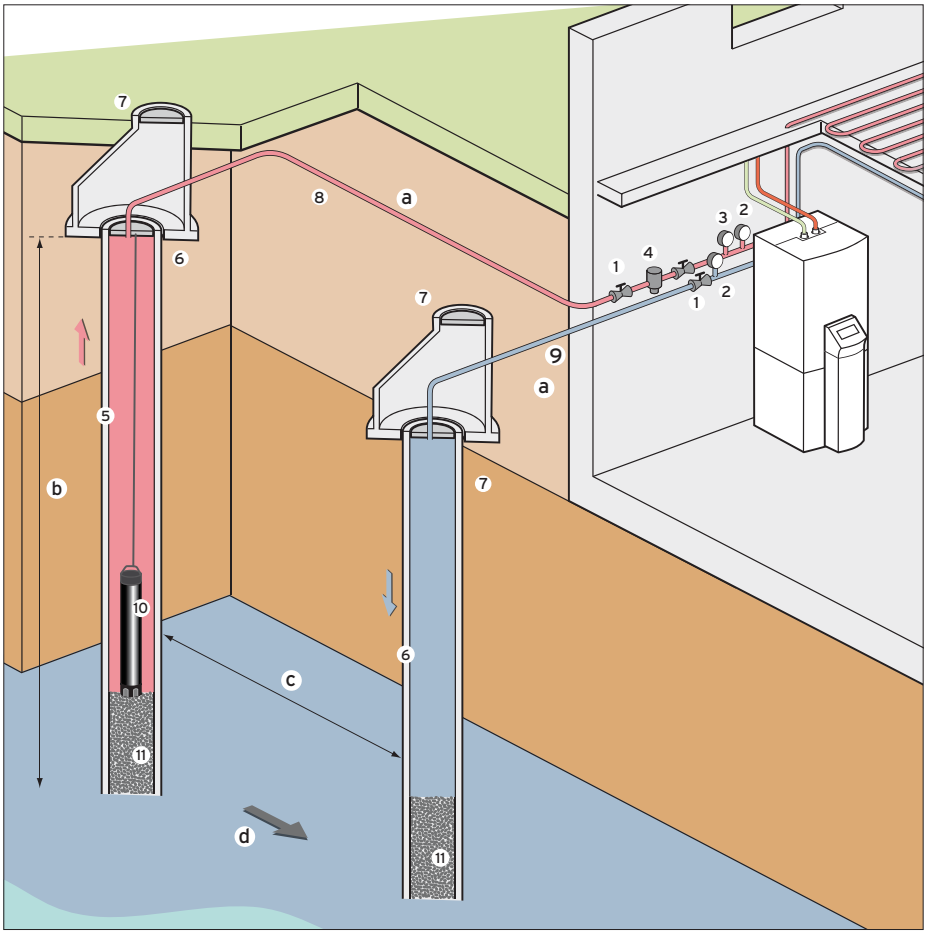


Schéma systému tepelného čerpadla a systému se studnou na spodní vodu

Poznámka:

Vaillant doporučuje pro využití spodní vody jako zdroje pro tepelné čerpadlo použít tepelné čerpadlo v provedení země/voda a do primárního okruhu zdoje vřadit deskový protiproudý tepelný výměník jak je popsáno na dalších stranách.

Legenda

1 uzavírací ventil
2 ukazatel teploty
3 ukazatel tlaku
4 jemný filtr (velikost oka 100-120 µm, velký povrch filtru, lze propláchnout)
5 čerpací studna
6 vsakovací studna
7 zakrytí s odvzdušňovačem; musí zabránit vnikání drobných živočichů a povrchové vody
8 čerpací potrubí
9 vtokové potrubí, vzduchotěsné a chráněné před korozí, musí být zavedeno pod hladinu
10 ponorné čerpadlo
11 filtrační potrubí se štěrkovým zásypem

Hloubka položení a vzdálenosti

a položení potrubí se spádem ke studni v nezámrzné hloubce cca 1,2 – 1,5 m
b maximální hloubka hladiny spodní vody by neměla být větší než 15 m
c vzdálenost čerpací a vsakovací studny minimálně 15 m
d směr proudění spodní vody od čerpací studny k vsakovací studni

Na schématu nejsou zobrazeny filtry, napouštěcí a vypouštěcí kohouty.

7 Základy projektování zdroje tepla

Dimenzování zdroje tepla spodní vody

Základní informace

Spodní voda má ze všech využívaných zdrojů tepla nejvyšší průměrnou teplotu, a proto její topný faktor (a tudíž také roční pracovní faktor) je ve srovnání s ostatními typy tepelných čerpadel zvláště vysoký.

Ve většině oblastí je ochlazení spodní vody spíše žádoucí (až na cca 5°C), protože teplota spodních vod se v důsledku civilizačních vlivů všeobecně zvýšila.

V zásadě platí:

- Odebraná spodní voda se musí zpravidla odvádět zpátky do země.
- Je třeba vyloučit jakékoli znečištění spodní vody.
- Lze použít jen teplonosné nemrznoucí kapaliny neobsahující látky, které by v případě netěsností nebo havárií ohrožovaly lidí a životní prostředí.
- V zásadě musí být zpětné odvádění ochlazené (nebo ohřáté) spodní vody zajištěno přes druhý vrt (druhou studnu).
- Pokud se při vrtu prochází přes několik hladin spodních vod, je třeba zaručit hydraulické utěsnění zajišťující původní stav.
- Vyplachování vrtů nesmí ohrožovat kvalitu spodní vody.

Potřebná dopravní výška ponorného čerpadla

= interní tlaková ztráta TČ (m VS) + tlaková ztráta potrubí (m VS) + hloubka studny (m)

Potřebná dopravní výška ponorného čerpadla

= interní tlaková ztráta TČ (m VS) + 10,2 m VS + 15 m VS*

* Stanovená maximální hloubka hladiny spodní vody, VS = vodní sloupec

	Jedn.	VWW (VWS) 220/3	VWW (VWS) 300/3	VWW (VWS) 380/3	VWW (VWS) 460/3
Topný výkon (W10/W35)	kW	29,9	41,6	52,6	63,6
Příkon	kW	5,8	7,8	9,8	12,4
Topný faktor (COP)		5,2	5,3	5,3	5,1
Chladicí výkon	kW	24,1	33,8	42,8	51,2
Množství vody na ochlazení 3K	l/h	6.900	9.700	12.300	14.700
Tlaková ztráta tepelného čerpadla	kPa	51	58	72	86
Tlaková ztráta tepelného čerpadla	m VS	5,22	5,94	7,33	8,77
Tlaková ztráta potrubí/armatur[1)]	m VS	2,00	2,00	2,00	2,00
Tlaková ztráta studny[2)]	m VS	15,00	15,00	15,00	15,00
Potřebná dopravní výška ponorného čerpadla	m VS	22	23	24	26

Konstanty při dimenzování ponorných čerpadel:
[1)] Tlaková ztráta filtru/potrubí/armatur: 20 kPa = 2,04 m VS,
[2)] Max. hloubka hladiny spodní vody 15 m VS = metrů vodního sloupce (1kPa = 10 mbar = 102 mm VS)

7 Základy projektování zdroje tepla

Dimenzování zdroje tepla spodní vody

Projektování

Při dimenzování systému s tepelným čerpadlem využívajícím jako zdroj tepla spodní vody je třeba brát v úvahu tři faktory:

- množství spodní vody
- maximální hloubku využívané hladiny spodní vody
- kvalitu spodní vody

Potřebné množství spodní vody lze vypočítat podle následujícího vzorce:

$$VGW = \frac{(Qth \,.\, Pel) * 860}{\Delta TGW}$$

VGW = potřebné množství spodní vody (l/h)
Qth = topný výkon tepelného čerpadla (kW)
Pel = příkon tepelného čerpadla (kW)
ΔTGW = zvolené ochlazení spodní vody (K)

V praxi se spodní voda ochlazuje o cca 3 K, což odpovídá množství 240 l/h na „vyrobení" 1 kW topného výkonu.

Maximální hloubka využívané hladiny spodní vody:

U jedno- a dvougeneračního rodinného domu by se spodní voda neměla nacházet ve větší hloubce než 15 m, a to kvůli příkonu ponorného čerpadla.

Kvalita spodní vody

Rozhodující faktor, který nejvíce ovlivňuje životnost studně, je její znečištění. Předpokladem pro znečištění je přítomnost iontů železa a manganu v podobě rozpustných sloučenin ve spodní vodě. K chemickému znečištění dochází v důsledku přívodu kyslíku do spodní vody, např. při přivádění využité spodní vody zpátky do vsakovací studně.
Z tohoto důvodu musí být vtokové potrubí do vsakovací studně zavedeno až pod hladinu spodní vody.

Koroze je komplexní jev, který ovlivňuje řada různých faktorů. Přímý kontakt tepelného čerpadla se spodní vodou přináší jeho ohrožení korozí. Toto riziko závisí do značné míry na kvalitě složení spodní vody. Následující tabulka uvádí hodnoty důležité pro kvalitu spodní vody.

Látka	Mezní hodnota	Poznámka
průměr částic	< 1mm	usazeniny ve výměníku tepla
teplota	< 20°C	
hodnota pH	6,5-9	při vysoké hodnotě (kyselá voda) může dojít ke korozi ušlechtilé oceli
kyslík (O2)	< 2 mg/l	
vodivost > 10 µS/cm	< 500 µS/cm	
celková tvrdost	> 4°dH < 8,5°dH	
železo (Fe)	< 2 mg/l	ve spojení s kyslíkem vede ke znečištění vsakovací studně
mangan (Mn)	< 1 mg/l	ve spojení s kyslíkem vede ke znečištění vsakovací studně
hliník (Al)	< 0,2 mg/l	riziko koroze mědi
čpavek (NH3)	< 2 mg/l	riziko koroze mědi
dusičnany (NO3)	< 70 mg/l	
sulfáty (SO4)	< 70 mg/l	při vysoké hodnotě může dojít ke korozi ušlechtilé oceli
sloučeniny chloru (Cl)	< 300 mg/l	při vysoké hodnotě může dojít ke korozi ušlechtilé oceli
rozpuštěné uhličitany (CO2)	< 5 mg/l	riziko koroze mědi
amonium	< 20 mg/l	

Orientační hodnoty důležitých látek obsažených ve vodě

7 Základy projektování zdroje tepla

Dimenzování zdroje tepla spodní vody

Systém s tepelným čerpadlem se systémem studní na spodní vodu a mezivýměníkem tepla

Pokud jsou ve spodní vodě obsažené výše uvedené látky v takové koncentraci, která by výparník tepelného čerpadlo mohla ohrožovat korozí nebo zanesením, lze mezi tepelné čerpadlo a systém studní na spodní vodu instalovat výměník tepla. V případě jeho poškození je možné výměník tepla snadno odšroubovat, případně vyměnit poškozené desky výměníku a znovu ho sestavit, aniž by se muselo zasahovat do chladicího okruhu tepelného čerpadla. Pokles teploty o 3 K (ztrátu teploty při vedení přes mezivýměník tepla) kvůli zařazení tepelného čerpadla země/voda lze pominout, protože spodní voda má dostatečně vysokou teplotu. Čerpací a vsakovací studna se vybudují ve vzdálenosti 15 m od sebe. Čerpací studna na odběr vody musí být umístěna před vsakovací studnou ve směru proudění spodní vody.

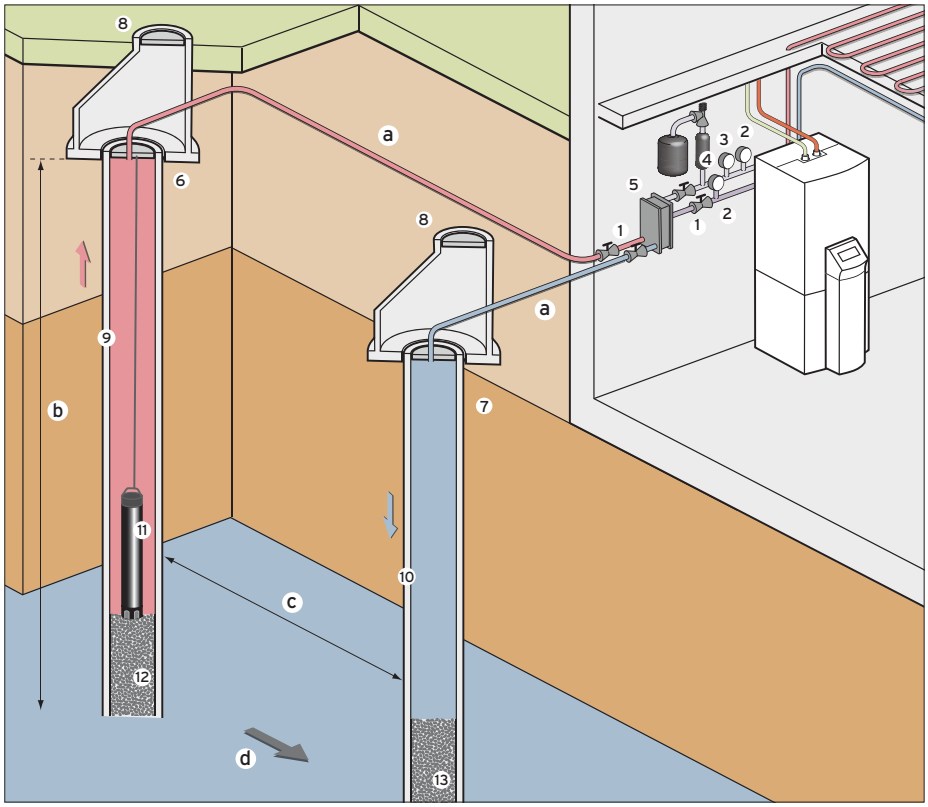


Schéma systému tepelného čerpadla se systémem studní na spodní vodu a mezivýměníkem tepla

Mezivýměník tepla

Mezivýměník tepla

Legenda

1 uzavírací ventil
2 ukazatel teploty
3 ukazatel tlaku
4 vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi s pojistným ventilem
5 mezivýměník tepla k oddělení systému studní na spodní vodu a tepelného čerpadla
6 čerpací studna
7 vsakovací studna
8 zakrytí s odvzdušňovačem; musí zabránit vnikání drobných živočichů a povrchové vody
9 čerpací potrubí
10 vtokové potrubí, vzduchotěsné a chráněné před korozí, zavedeno pod hladinu
11 ponorné čerpadlo
12 filtrační potrubí se štěrkovým zásypem
13 filtrační potrubí

Hloubka položení a vzdálenosti

a. položení potrubí se spádem ke studni v nezámrzné hloubce cca 1,2-1,5 m
b. maximální hloubka hladiny spodní vody by neměla být větší než 15 m
c. vzdálenost čerpací a vsakovací studny minimálně 15 m
d. směr proudění spodní vody od čerpací studny k vsakovací studni
e. Na schématu nejsou zobrazeny filtry, napouštěcí a vypouštěcí kohouty.

7 Základy projektování zdroje tepla

Dimenzování zdroje tepla spodní vody

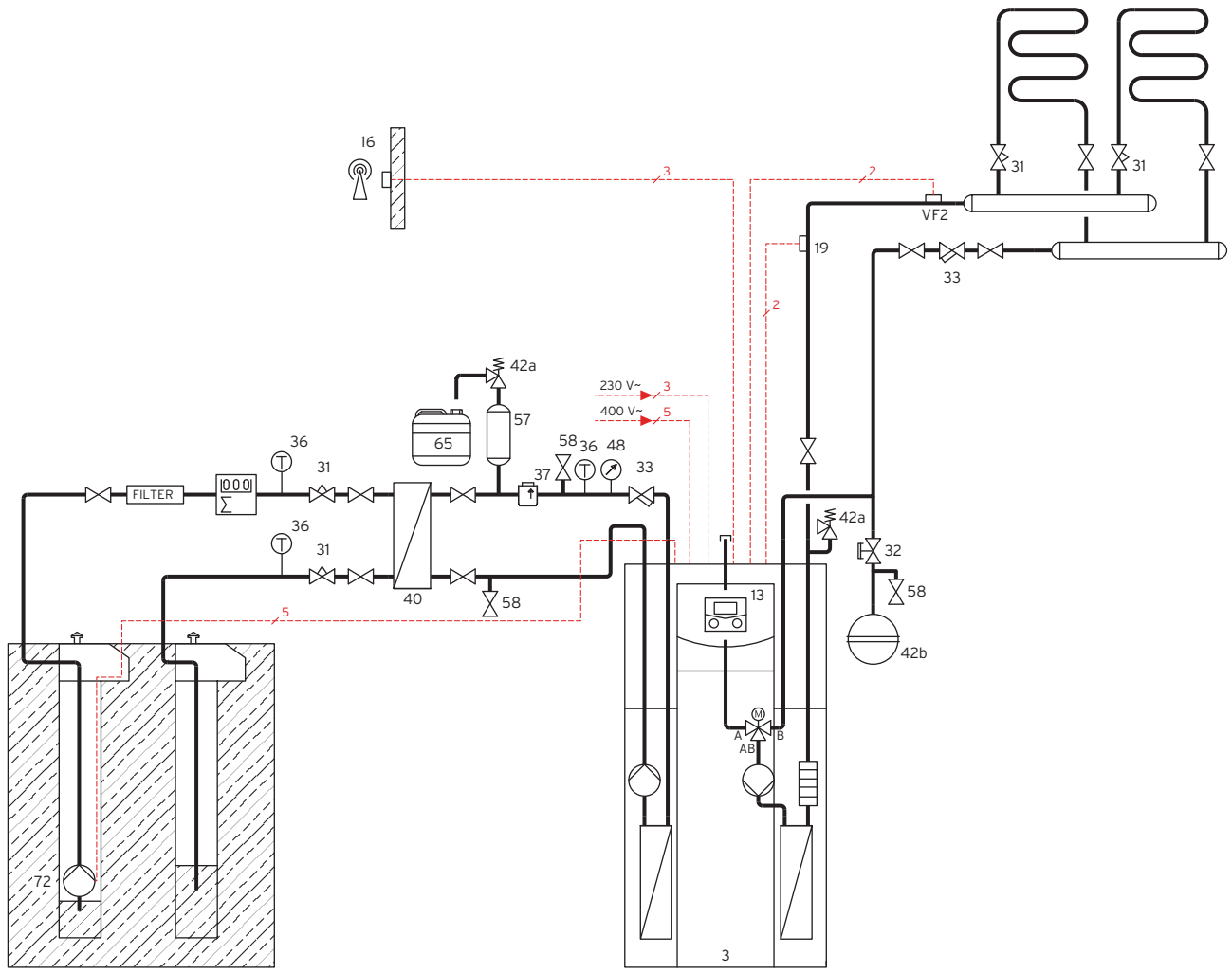
Při použití mezivýměníku tepla se musí použít tepelné čerpadlo země/voda. Meziokruh se v případě zemního kolektoru napustí směsí z nemrznoucí kapaliny 1,2 propylenglykol a vody. Následující tabulka ukazuje příklad dimenzování deskového výměníku tepla firmy Alfa Laval.

Výměník tepla se skládá z profilovaných desek, které jsou slisovány pomocí upínacích svorníků mezi stativem a přítlačnou deskou.

Typ výměníku	Typ: Z3 T	Typ: Z3 T
Použití u tepelného čerpadla typu	**VWS 220/3, VWS 300/3, VWS 380/3**	**VWS 460/3**
Médium na teplé straně	voda	voda
Médium na studené straně	propylenglykol 30 % voda směs	propylenglykol 30 % voda směs
Topný výkon	27/35,5/43,8 kW	52,2 kW
Vstupní teplota teplá strana studená strana	 8 °C 2 °C	 8 °C 2 °C
Výstupní teplota teplá strana studená strana	 5 °C 5 °C	 5 °C 5 °C
Průtokové poměry teplá strana studená strana	 8,63/10/12 m^3/h 9,73/11,38/13,66 m^3/h	 14,00 m^3/h 15,78 m^3/h
Tlaková ztráta teplá strana studená strana	 22,1/24,3/25 kPa 36,6/41/42,1 kPa	 25,48 kPa 42,19 kPa
Směr proudění	protiproud	protiproud
Materiál na desky	AISI 316	AISI 316
Připojení	ISO R 11/4	ISO R 11/4
Dimenzovaný tlak teplá strana studená strana	 10 bar 10 bar	 10 bar 10 bar
Délka	780 mm	780 mm
Šířka	340 mm	340 mm
Výška	69,3/76/89 mm	102,3 mm
Hmotnost	116,8/118,4/121,6 kg	124,8 kg

8 Hydraulický systém

Hydraulická zapojení – příklad 1



Pozor: Schematické zobrazení!
Toto schéma systému neobsahuje uzavírací a pojistné ventily nezbytné k odborné montáži. Je třeba dodržovat platné normy a směrnice!

8 Hydraulický systém

Hydraulická zapojení – příklad 1

Popis systému

- Systém voda/voda přes mezivýměník s tepelným čerpadlem geoTHERM země/voda k vytápění
- monovalentní způsob provozu
- pomocí elektrického přídavného topení 6 kW je možný monoenergetický provoz
- zdroj tepla proveden jako čerpací a vsakovací studna
- přímé napájení podlahových topných okruhů (dodržujte minimální množství vody v oběhu)
- regulace tepelného čerpadla přes ekvitermní regulátor energetické bilance
- na výběr použití prostorového termostatu VR 90/3 k připojení teploty místnosti.

Pokyny k projektování

- Dodatečná kombinace se zásobníkem teplé vody je možná. Trojcestný přepínací ventil a regulační technika jsou součástí vybavení.
- Je možný zvýšený ohřev teplé vody.
- Na regulátoru se musí nastavit hydraulické schéma 1 (přímý topný provoz).
- Na regulátoru se musí nastavit schéma elektrického zapojení 3 (napájení dvou okruhů se zvláštním tarifem). Napájení kompresoru a přídavného topení nízkým tarifem přes druhý elektroměr může provozovatel napájecí sítě ve špičce přerušit.
- Součástí dodávky tepelného čerpadla je vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi. Instaluje se na nejvyšším místě zdroje tepla a slouží navíc jako odvzdušnění.

Poznámka:

Na místě je třeba instalovat motorový jistič a jištění před chodem nasucho pro ponorné čerpadlo.

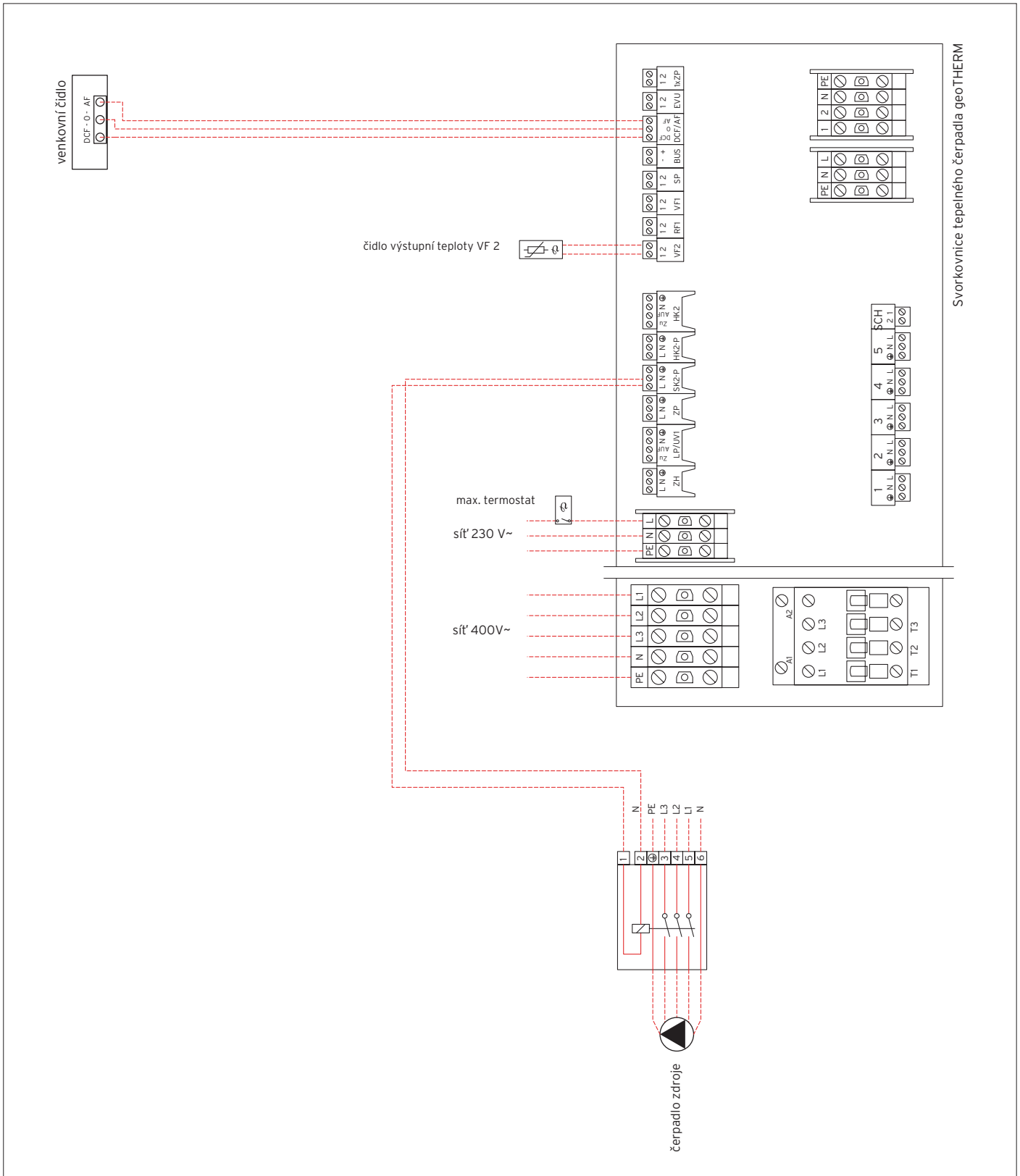
Pro bezporuchový provoz je třeba zajistit minimální množství vody v oběhu. K zajištění požadované teploty místnosti je třeba provést hydraulické vyrovnání topných okruhů.

Položka	Označení	Počet	Obj. č. / poznámka
3	tepelné čerpadlo geoTHERM VWS .../3	1	dle výběru
13	ekvitermní regulátor energetické bilance	1	součást dodávky tepelného čerpadla
16	venkovní čidlo / přijímač DCF	1	součást dodávky tepelného čerpadla
31	regulační ventil	x[1)]	na místě instalace
32	ventil s čepičkou	x[1)]	na místě instalace
33	filtr	1	na místě instalace
36	teploměr	2	na místě instalace
37	odlučovač vzduchu Spirovent	1	na místě instalace
40	výměník tepla	1	na místě instalace
42a	pojistný ventil	2	v topném okruhu na místě instalace a v kolektorovém okruhu
42b	expanzní nádoba	x[1)]	na místě instalace
48	manometr	1	na místě instalace
57	vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi	1	součást dodávky tepelného čerpadla
58	napouštěcí a vypouštěcí ventil	x[1)]	na místě instalace
72	ponorné čerpadlo	1	na místě instalace
VF2	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla

[1)] Počet nebo rozměr závisí na systému

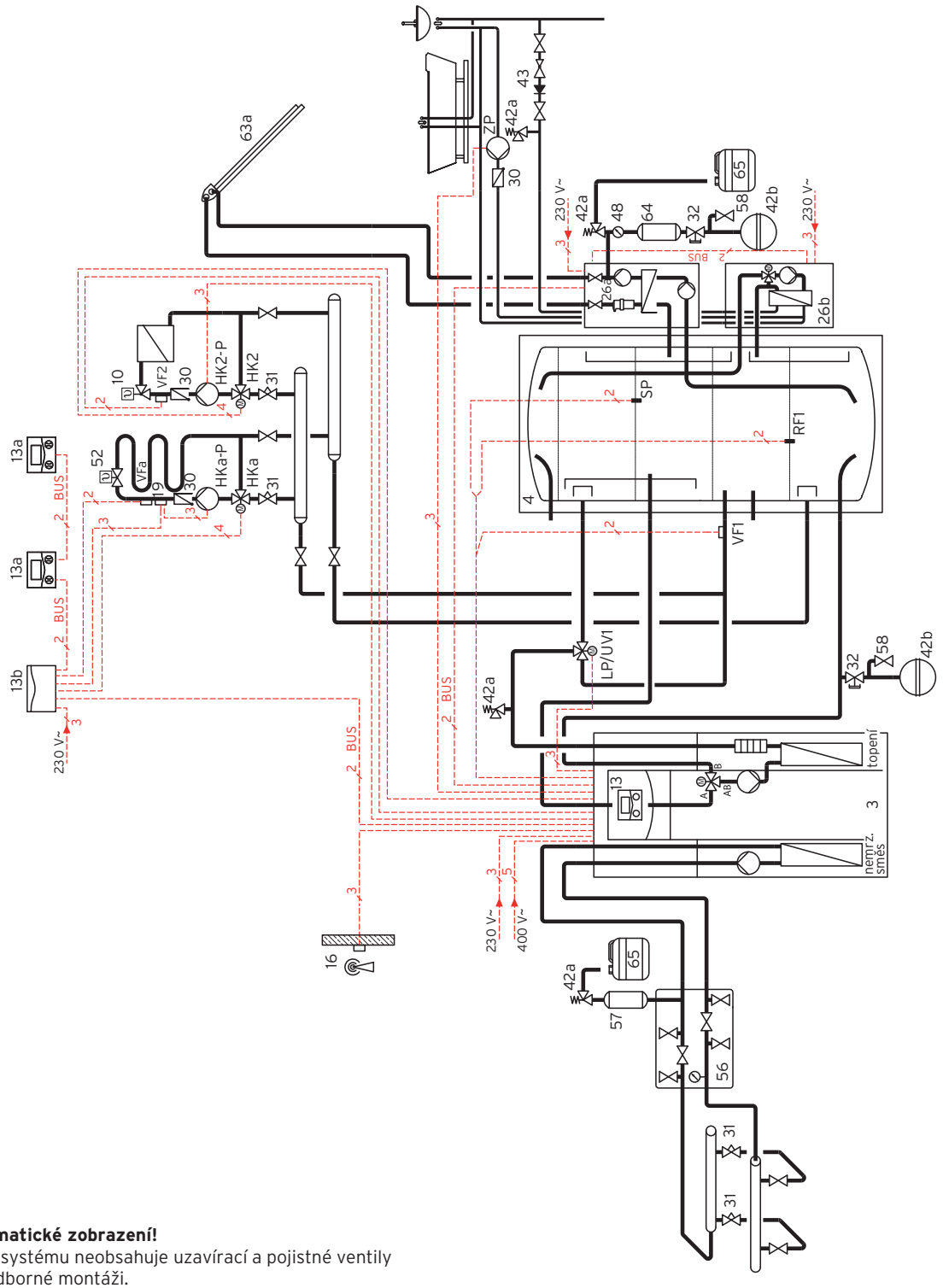
8 Hydraulický systém

Schéma elektrického zapojení ke schématu systému 1



8 Hydraulický systém

Schéma systému 2



Pozor: Schematické zobrazení!
Toto schéma systému neobsahuje uzavírací a pojistné ventily nezbytné k odborné montáži.
Je třeba dodržovat platné normy a směrnice!

8 Hydraulický systém

Schéma systému 2

Popis systému

- Tepelné čerpadlo geoTHERM k vytápění země/voda
- bivalentní způsob provozu přes solární systém
- zdroj tepla proveden jako zemní kolektor nebo zemní sonda
- ohřev teplé vody v jednotce k ohřevu teplé vody
- připojení podlahových topných okruhů přes multizásobník jako dělicí zásobník
- regulace tepelného čerpadla přes ekvitermní regulátor energetické bilance
- regulace solárního systému přes regulátor integrovaný v zásobníku allSTOR
- na výběr použití prostorového termostatu VR 90/3 k připojení teploty místnosti

Pokyny k projektování

- Na regulátoru se musí nastavit regulační schéma 4 (topný provoz a ohřev teplé vody přes multizásobník).
- Na regulátoru se musí nastavit schéma elektrického zapojení 3 (napájení dvou okruhů se zvláštním tarifem). Napájení kompresoru a přídavného topení nízkým tarifem přes druhý elektroměr může provozovatel napájecí sítě ve špičce přerušit.
- Součástí dodávky tepelného čerpadla je vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi. Instaluje se na nejvyšším místě zdroje tepla a slouží navíc jako odvzdušnění.

Poznámka:

Topnou křivku je třeba zvolit tak, aby teplota akumulačního zásobníku odpovídala maximální dimenzované teplotě podlahového vytápění. K vypnutí tepelného čerpadla dojde při provozu s akumulačním zásobníkem, když teplota dolního čidla zásobníku překročí o 2 K požadovanou výstupní teplotu.

Multizásobník allSTOR se používá k solární podpoře topení a k ohřevu teplé vody.

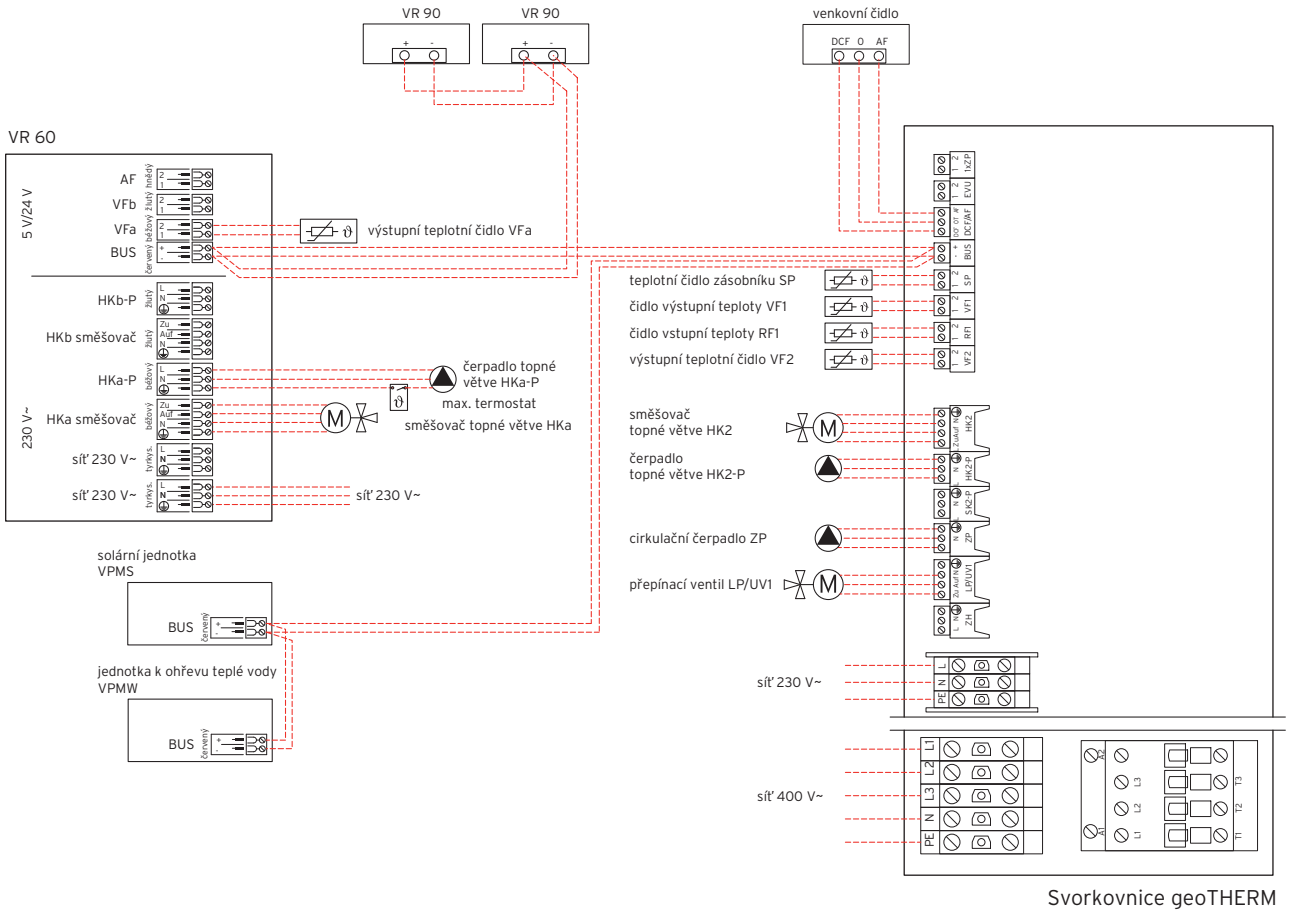
Pokud se mezi zásobníkem a zdrojem tepla instalují uzavírací armatury, je třeba je zajistit před neúmyslným uzavřením!

Položka	Označení	Počet	Obj. č. / poznámka
3	tepelné čerpadlo geoTHERM VWS .../3	1	dle výběru
4	akumulační zásobník allSTOR VPS 300/3 - 2000/3	1	dle výběru
10	termostatický ventil	x [1]	na místě instalace
13	ekvitermní regulátor energetické bilance	1	součást dodávky tepelného čerpadla
13a	dálkový ovladač VR 90/3	1-2	0020040079
13b	směšovací modul VR 60/3	1	306 782
16	venkovní čidlo / přijímač DCF	1	součást dodávky tepelného čerpadla
26a	solární jednotka VPM 20 S solární jednotka VPM 60 S	1	0020071488 0020079950
26b	jednotka k ohřevu teplé vody VPM 20/25 W jednotka k ohřevu teplé vody VPM 30/35 W	1	0010007267 0010007268
63a	solární kolektor VTK 570/2 VTK 1140/2	x [1]	0010002225 0010002226
HKa-P HK2-P	čerpadlo topné větve nebo skupina potrubí se směšovačem	1	na místě podle výběru
LP/UV1	přepínací ventil (použijte příslušenství Vaillant obj. č. 0020036743)	1	0020036743
RF 1	vstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla
SP	teplotní čidlo zásobníku VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla
VF1	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla
VF2	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla
VFa	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást VR60

[1] Počet a rozměr na výběr podle systému

8 Hydraulický systém

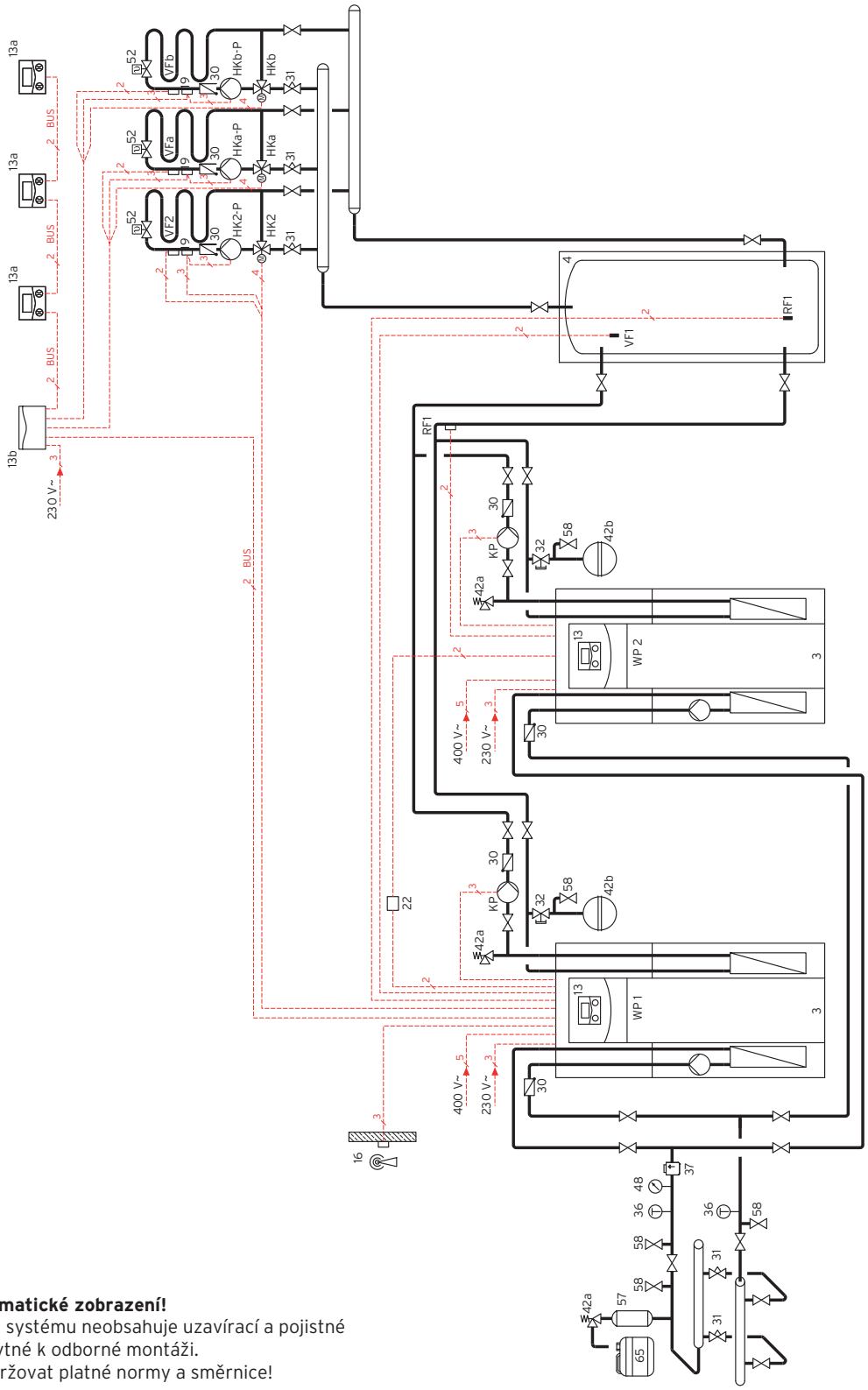
Schéma elektrického zapojení ke schématu systému 2



Svorkovnice geoTHERM

8 Hydraulický systém

Schéma systému 3



Pozor: Schematické zobrazení!
Toto schéma systému neobsahuje uzavírací a pojistné ventily nezbytné k odborné montáži.
Je třeba dodržovat platné normy a směrnice!

8 Hydraulický systém

Schéma systému 3

Popis systému

- Kaskáda dvou tepelných čerpadel k vytápění geoTHERM země/voda
- monovalentní způsob provozu
- zdroj tepla proveden jako zemní sonda
- připojení podlahových okruhů přes akumulační zásobník jako dělicí zásobník
- regulace tepelného čerpadla přes ekvitermní regulátor energetické bilance

Pokyny k projektování

- Na regulátoru prvního tepelného čerpadla se musí nastavit regulační schéma 2 (topný provoz přes akumulační zásobník).
- Na regulátoru druhého tepelného čerpadla se musí nastavit regulační schéma 99.
- Na regulátoru se musí nastavit schéma elektrického zapojení 2 (napájení dvou okruhů se zvláštním tarifem). Napájení kompresoru a přídavného topení nízkým tarifem přes druhý elektroměr může provozovatel napájecí sítě ve špičce přerušit.
- Dobu zablokování ze strany provozovatele napájecí sítě (max. 3 x 2 hodiny za den) lze při správném dimenzování zásobníku zčásti nebo úplně překlenout.
- Součástí dodávky tepelného čerpadla je vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi. Instaluje se na nejvyšším místě zdroje tepla a slouží navíc jako odvzdušnění.

Poznámka:

Topnou křivku je třeba zvolit tak, aby teplota akumulačního zásobníku odpovídala maximální dimenzované teplotě podlahového vytápění. K vypnutí řídicího tepelného čerpadla dojde při provozu s akumulačním zásobníkem, když teplota dolního čidla zásobníku překročí o 2 K požadovanou výstupní teplotu.

Čerpadla topné větve se musí instalovat a dimenzovat na místě instalace.

Při dimenzování akumulačního zásobníku allSTOR VPS .../3 je třeba dodržovat v topné větvi následující průtočná množství jako omezení:

300 – 500 l:	cca 3,0 m³/h
800 – 1000 l:	cca 5,0 m³/h
1500 – 2000 l:	cca 10,0 m³/h

Položka	Označení	Počet	Obj. č. / poznámka
3	tepelné čerpadlo geoTHERM VWS .../3	2	dle výběru
4	akumulační zásobník allSTOR VPS/VPS 300/3 - 2000/3	1	dle výběru
13	ekvitermní regulátor energetické bilance	1	součást dodávky tepelného čerpadla
13a	dálkový ovladač VR 90/3	1-2	0020040079
13b	směšovací modul VR 60/3	1	306 782
16	venkovní čidlo / přijímač DCF	1	součást dodávky tepelného čerpadla
22	rozpojovací relé	1	0020084114
30	zpětná klapka	x[1)]	na místě instalace
31	regulační ventil	x[1)]	na místě instalace
32	ventil s čepičkou	x[1)]	na místě instalace
36	teploměr	1	na místě instalace
37	odvzdušňovač	1	na místě instalace
42a	pojistný ventil	3	v topném okruhu na místě instalace, v kolektorovém okruhu součást dodávky TČ
42b	expanzní nádoba	x[1)]	na místě instalace
48	manometr	1	na místě instalace
52	regulační ventil jednotlivé místnosti	x[1)]	na místě instalace
57	vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi	1	součást dodávky tepelného čerpadla
58	napouštěcí a vypouštěcí ventil	x[1)]	na místě instalace
KP	oběhové čerpadlo okruhu tepelného čerpadla	2	na místě instalace
RF 1	vstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla

8 Hydraulický systém

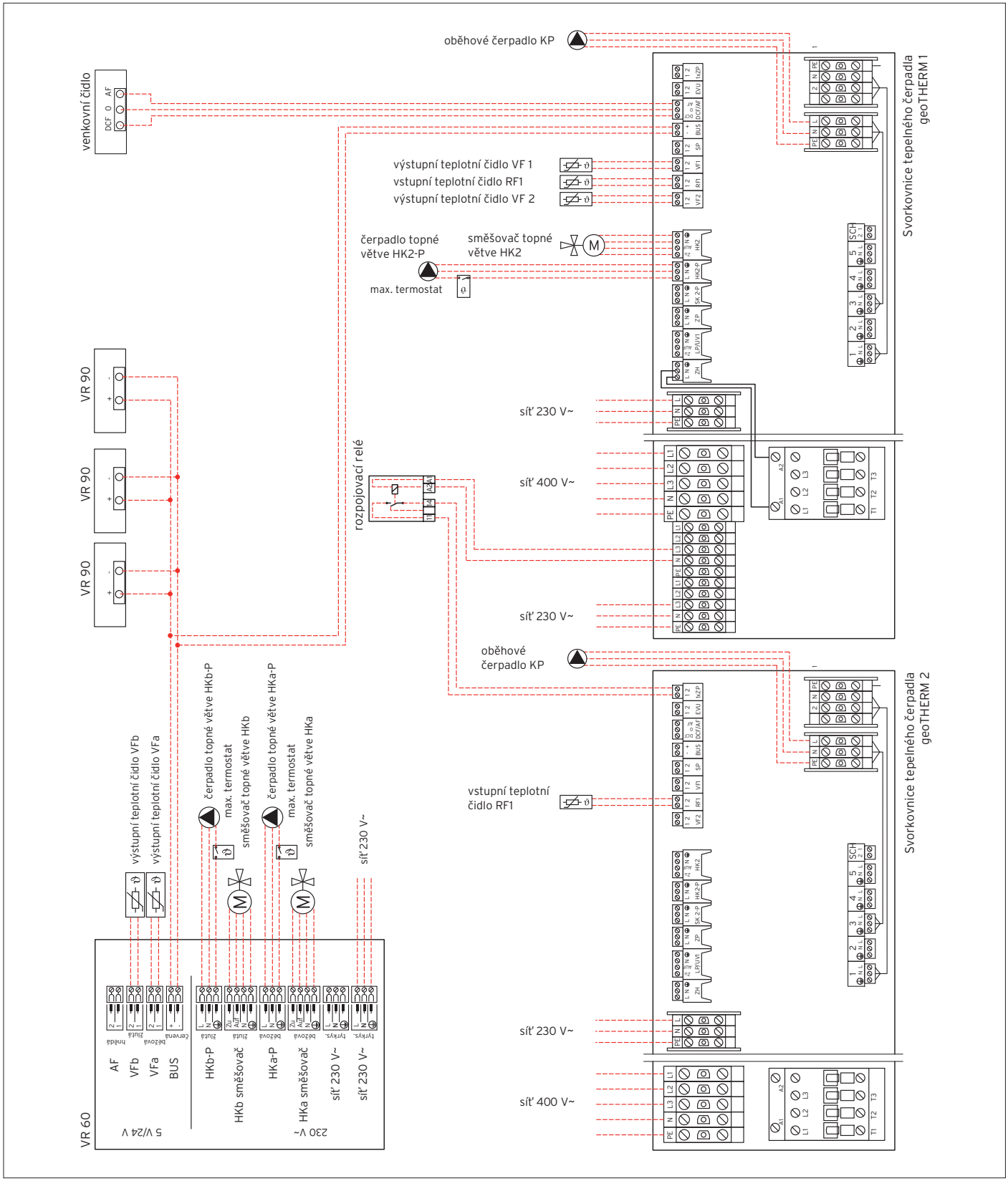
Schéma systému 3

Položka	Označení	Počet	Obj. č. / poznámka
VF1	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla
VF2	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla
VFa	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást VR60/3
VFb	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást VR60/3

[1] Počet a rozměr na výběr podle systému

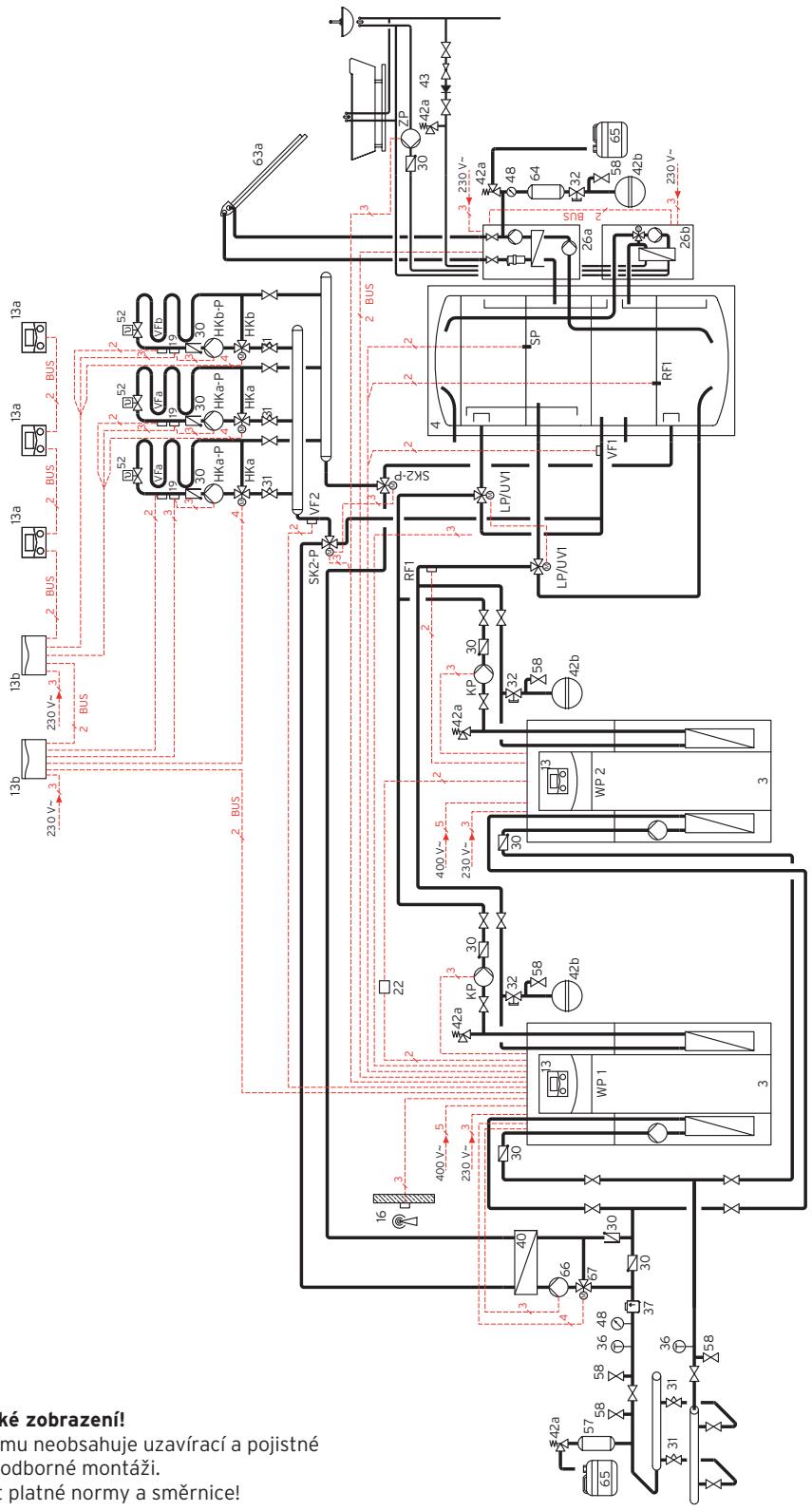
8 Hydraulický systém

Schéma elektrického zapojení ke schématu systému 3



8 Hydraulický systém

Schéma systému 4



Pozor: Schematické zobrazení!
Toto schéma systému neobsahuje uzavírací a pojistné ventily nezbytné k odborné montáži.
Je třeba dodržovat platné normy a směrnice!

8 Hydraulický systém

Schéma systému 4

Popis systému

- Kaskáda dvou tepelných čerpadel k vytápění geoTHERM země/voda
- pasivní chlazení
- bivalentní způsob provozu přes solární systém
- zdroj tepla proveden jako zemní sonda
- připojení podlahových okruhů přes multizásobník jako dělicí zásobník
- regulace tepelného čerpadla přes ekvitermní regulátor energetické bilance
- regulace solárního systému přes regulátor integrovaný v solární jednotce

Pokyny k projektování

- Je zajištěn vysoký komfort při ohřevu teplé vody.
- Na regulátoru řídicího tepelného čerpadla se musí nastavit regulační schéma 10 (topný provoz přes akumulační zásobník).
- Na regulátoru druhého tepelného čerpadle se musí nastavit regulační schéma 99.
- Na regulátoru se musí nastavit schéma elektrického zapojení 2 (napájení dvou okruhů se zvláštním tarifem). Napájení kompresoru a přídavného topení nízkým tarifem přes druhý elektroměr může provozovatel napájecí sítě ve špičce přerušit.
- Dobu zablokování ze strany provozovatele napájecí sítě (max. 3 x 2 hodiny za den) lze při správném dimenzování zásobníku zčásti nebo úplně překlenout.
- Součástí dodávky tepelného čerpadla je vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi. Instaluje se na nejvyšším místě zdroje tepla a slouží navíc jako odvzdušnění.

Poznámka:

Topnou křivku je třeba zvolit tak, aby teplota akumulačního zásobníku odpovídala maximální dimenzované teplotě podlahového vytápění. K vypnutí řídicího tepelného čerpadla dojde při provozu s akumulačním zásobníkem, když teplota dolního čidla zásobníku překročí o 2 K požadovanou výstupní teplotu.

Regulátory/servopohony podlahových topných okruhů musejí být vhodné k chlazení.

Při chladicím provozu je na svorce SK2-P k dispozici signál 230 V. Tento signál lze použít k uzavření topných větví, např. v koupelně.

Při chladicím provozu se obchází pomocí přepínacích ventilů zásobník, aby nevychladl.

Ventily používané k obcházení akumulačního zásobníku, by měly mít pružinu. Při topném provozu je svorka SK2-P bez napětí a ventily musejí uvolnit cestu do akumulačního zásobníku. Při použití ventilů s pružinami se řídicí signál musí přeměnit s pomocí relé.

Čerpadla topné větve se musí instalovat a dimenzovat na místě instalace.

Při dimenzování akumulačního zásobníku allSTOR VPS .../3 je třeba dodržovat v topné větvi následující průtočná množství jako omezení:

300 – 500 l:	cca 3,0 m³/h
800 – 1000 l:	cca 5,0 m³/h
1500 – 2000 l:	cca 10,0 m³/h

Položka	Označení	Počet	Obj. č. / poznámka
3	tepelné čerpadlo geoTHERM VWS .../3	2	dle výběru
4	akumulační zásobník allSTOR VPS 300/3 - 2000/3	1	dle výběru
13	ekvitermní regulátor energetické bilance	1	součást dodávky tepelného čerpadla
13a	dálkový ovladač VR 90/3	1-2	0020040079
13b	směšovací modul VR 60/3	1	306 782
16	venkovní čidlo / přijímač DCF	1	součást dodávky tepelného čerpadla
22	rozpojovací relé	1	0020084114
26a	solární jednotka VPM 20 S solární jednotka VPM 60 S	1	0020071488 0020079950
26b	jednotka k ohřevu teplé vody VPM 20/25 W jednotka k ohřevu teplé vody VPM 30/35 W	1	0010007267 0010007268
30	zpětná klapka	x[1)]	na místě instalace
31	regulační ventil	x[1)]	na místě instalace
32	ventil s čepičkou	x[1)]	na místě instalace
37	odvzdušňovač	1	na místě instalace

8 Hydraulický systém

Schéma systému 4

Položka	Označení	Počet	Obj. č. / poznámka
40	výměník tepla	1	na místě instalace
42a	pojistný ventil na teplou vodu	4 1	v topném okruhu na místě instalace, v kolektorovém okruhu součást dodávky TČ, součást položky 43
42b	expanzní nádoba	x[1)]	na místě instalace
43	pojistná skupina k přípojce vody nad 200 l a do 4,8 bar nad 200 l a do 10 bar nad 200 l a do 12,8 bar (s redukčním ventilem)	1	 000 473 305 827 000 474
48	manometr	1	na místě instalace
52	regulační ventil jednotlivé místnosti	x[1)]	na místě instalace
57	vyrovnávací nádoba nemrznoucí směsi	1	součást dodávky tepelného čerpadla
58	napouštěcí a vypouštěcí ventil	x[1)]	na místě instalace
63a	solární kolektor VTK 570/2 VTK 1140/2	x 1)	0010002225
64	solární předřadná nádoba 5 litrů 12 litrů 18 litrů	1	dle výběru (podle velikosti kolektoru) 302405 00200048752 00200048753
66	čerpadlo chladicího okruhu	1	na místě instalace
67	trojcestný směšovač	1	na místě instalace
KP	oběhové čerpadlo okruhu tepelného čerpadla	2	na místě instalace
LP/UV1	trojcestný přepínací ventil	2	na místě instalace
RF 1	vstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla
SK2-P	přepínací ventil na chladicí provoz	2	na místě instalace
SP	teplotní čidlo zásobníku VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla
VF1	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla
VF2	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást dodávky tepelného čerpadla
VFa	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást VR60/3
VFb	výstupní teplotní čidlo VR 10	1	součást VR60/3
ZP	cirkulační čerpadlo	1	na místě instalace

[1)] Počet a rozměr na výběr podle systému

8 Hydraulický systém

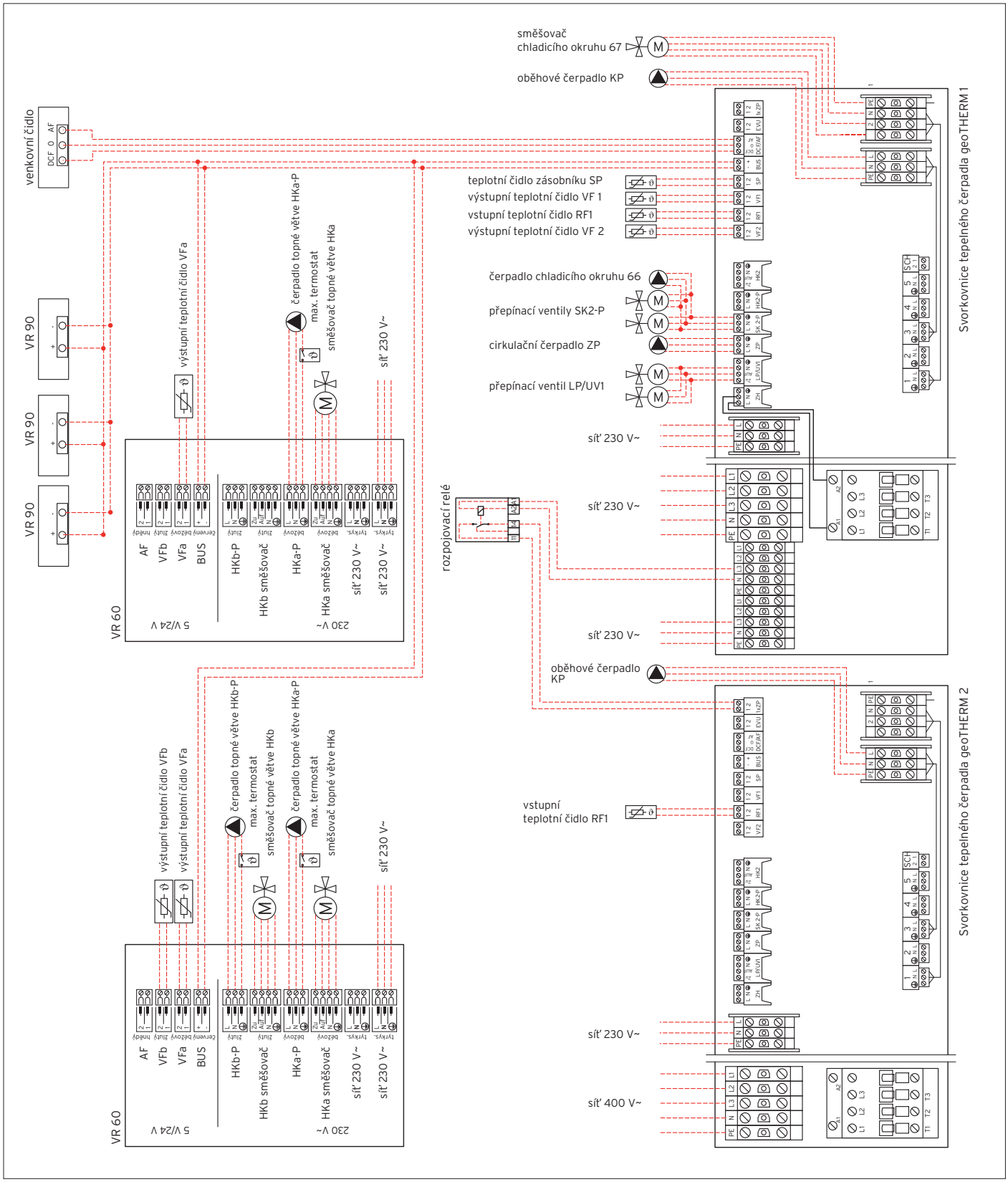



Schéma elektrického zapojení ke schématu systému 4