



Jiří Kalina / 0 d d i len í projektů

telefon: +420 244 016 911

Em ail: kalina@regulus.cz

w w w .regulus.cz



Regulus spol. s r.o.

Do Koutů 1897/3, 143 00 Praha 4
Tel.: 241 764 506, Fax: 241 763 976
E-mail: obchod@regulus.cz
Web: www.regulus.cz



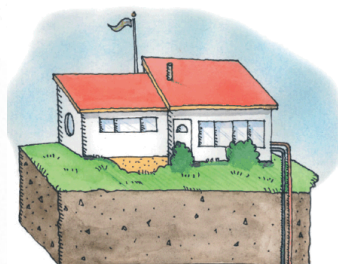
Úsporné řešení vašeho topení

0 becný pøehled typù tepelných èerpadel



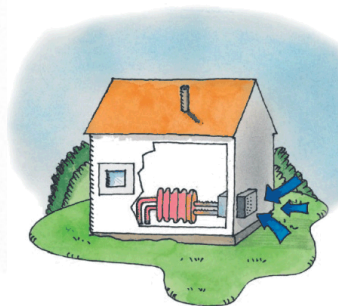
voda / voda

Nejlepší topný faktor
Èerpací a zasakovací studna
(výdatnost pro výkon 10 kW je 3 m³/h)



zemní kolektor / voda

Nízká cena / vysoký výkon
Nejvyšší výkon na podzim
Nutná letní regenerace
Zabraná plocha pro běžné výkony je 200 – 400 m²



zemní vrt / voda

Hloubky kolem 100 m
Celoročně stálý výkon
Bez nároku na prostor
Možnost pasivního chlazení

vzduch / voda

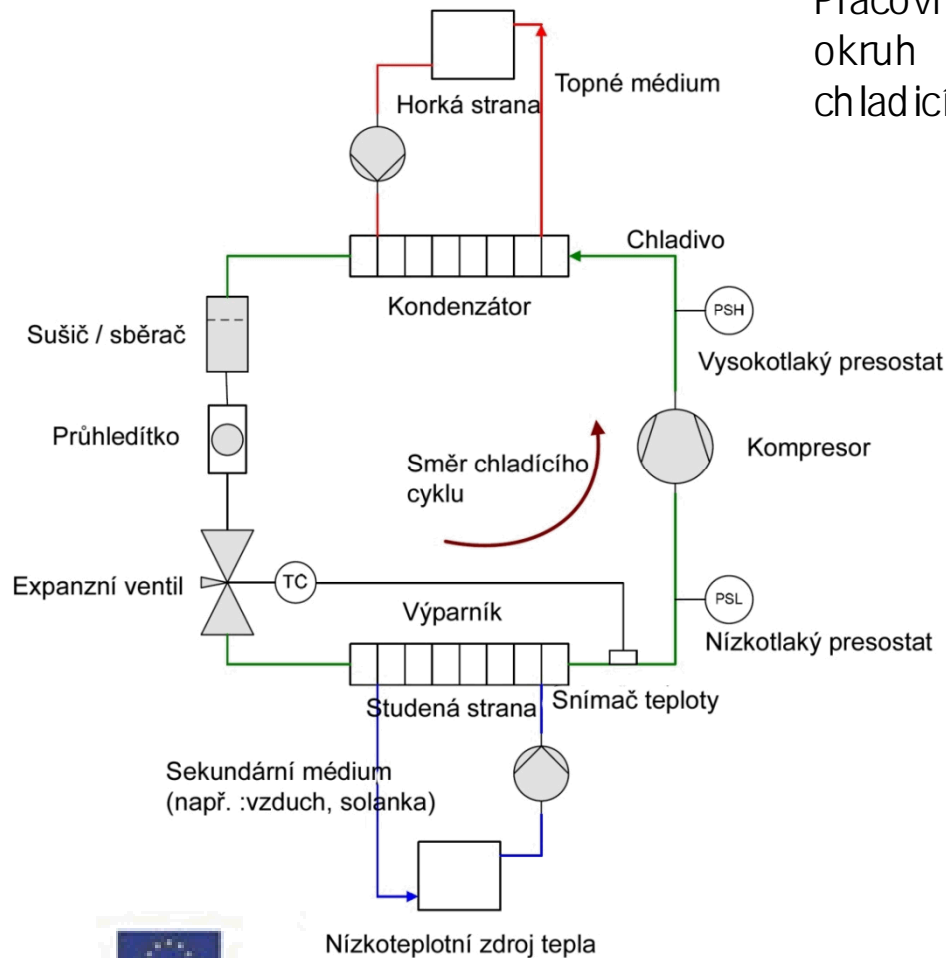
Nízká cena
Vyšší provozní náklady
Proměnlivý výkon v průběhu roku

Úsporné řešení vašeho topení



Princip tepelného čerpadla

Vytápění např. podlahové



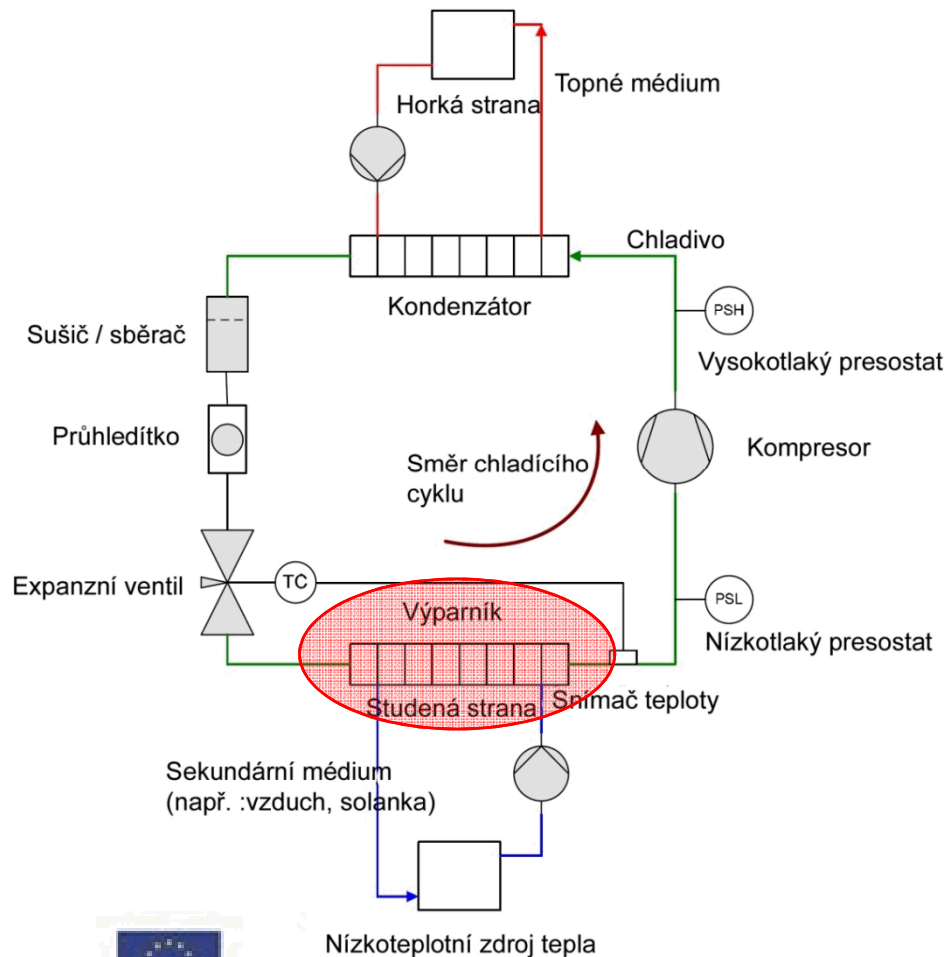
Pracovním principem tepelného čerpadla je tzv. chladicí okruh s pamíím obíhem. Tepelné čerpadlo, respektive chladicí okruh má čtyři základní části:

- Výpamík
- Kompresor
- Kondenzátor
- Škrťící ventil

Úsporné řešení vašeho topení

Princip tepelného čerpadla

Vytápění např. podlahové



Výparník

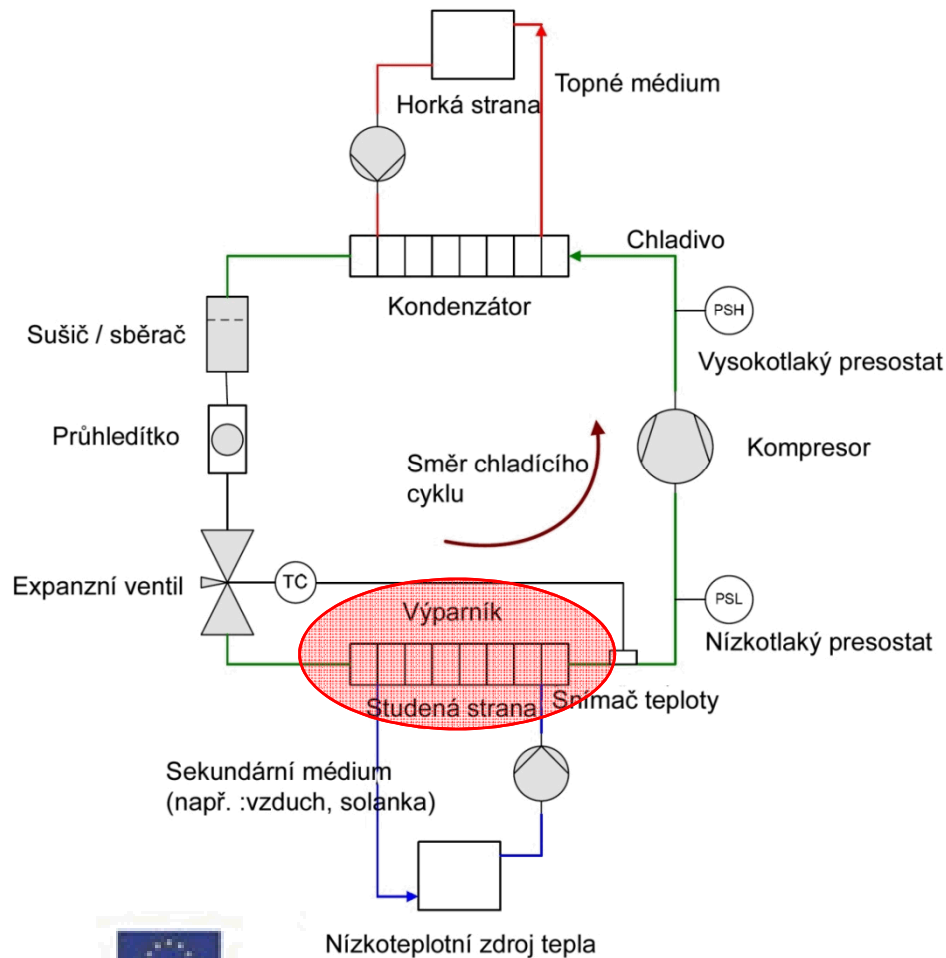
Průtokem přes výparník se ochlazuje primární zdroj (o 4-5K). Přivedené teplo způsobuje vypařování chladiva, páry chladiva se stávají nositelem tepelné energie a tu převádí jí do kompresoru. Vzduchová cesta, vrtěi plošný kolektor představuje primární okruh TĚ.

Úsporné řešení vašeho topení



Princip tepelného čerpadla

Vytápění např. podlahové



Výparník

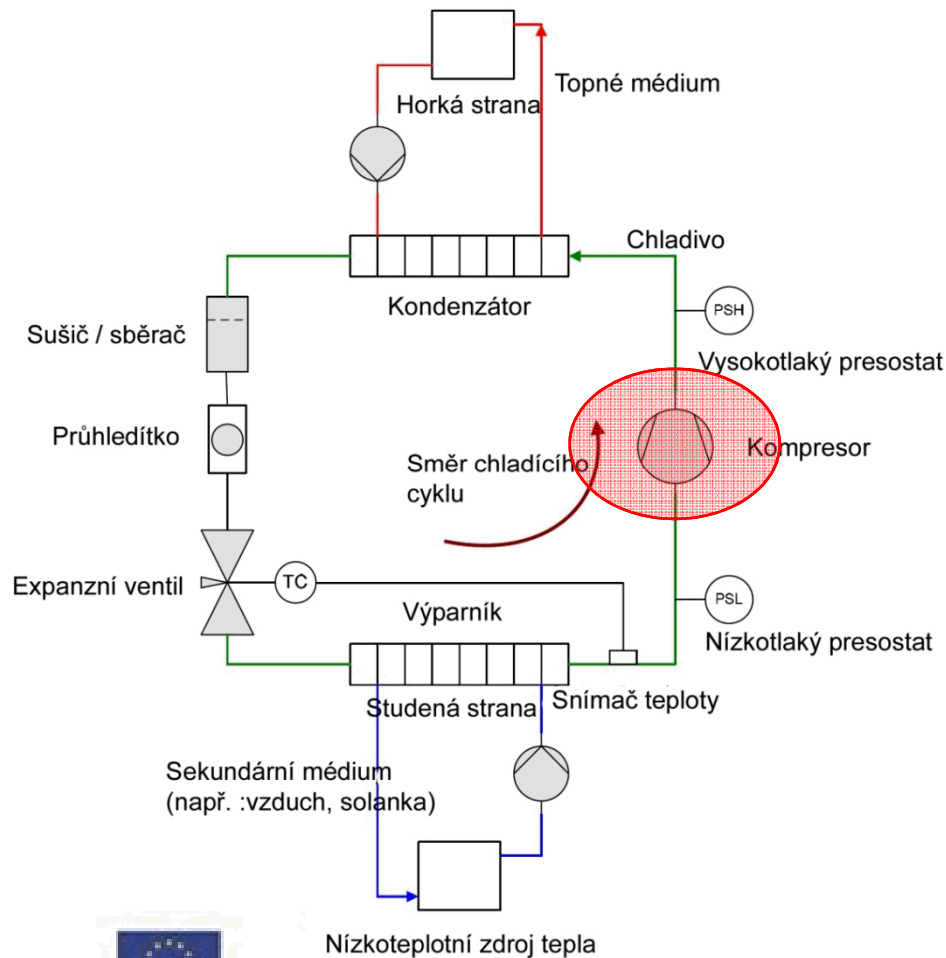
Průtokem přes výparník se ochlazuje primární zdroj (o 4-5K). Přivedené teplo způsobuje vypařování chladiva, páry chladiva se stávají nositelem tepelné energie a tu převádí jí do kompresoru. Vzduchová cesta, vrtěi plošný kolektor představuje primární okruh TĚ.

Úsporné řešení vašeho topení



Princip tepelného čerpadla

Vytápění např. podlahové



Kompresor

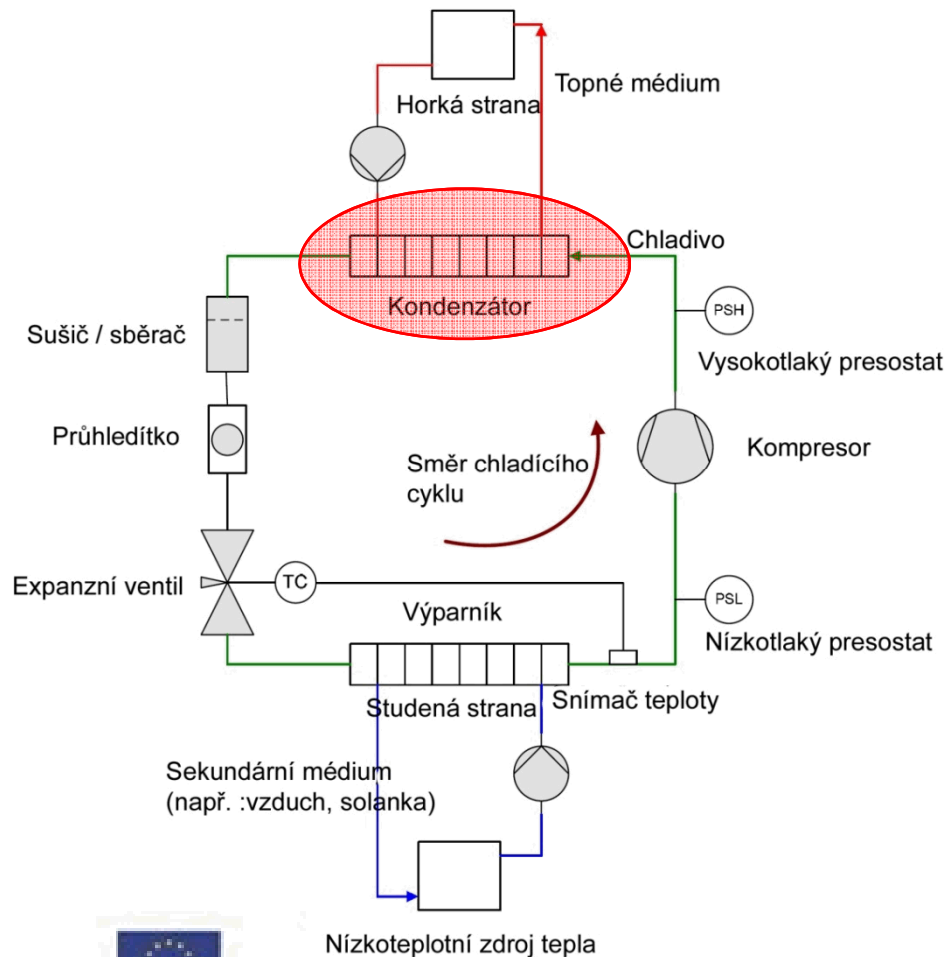
Nasává páry z výparníku, stlačuje je a vytlačuje do kondenzátoru. Práce na pohon kompresoru se přemění v teplo, které se přivádí k tepelnému přenosu u výparníku.

Úsporné řešení vašeho topení



Princip tepelného čerpadla

Vytápění např. podlahové



Kondenzátor

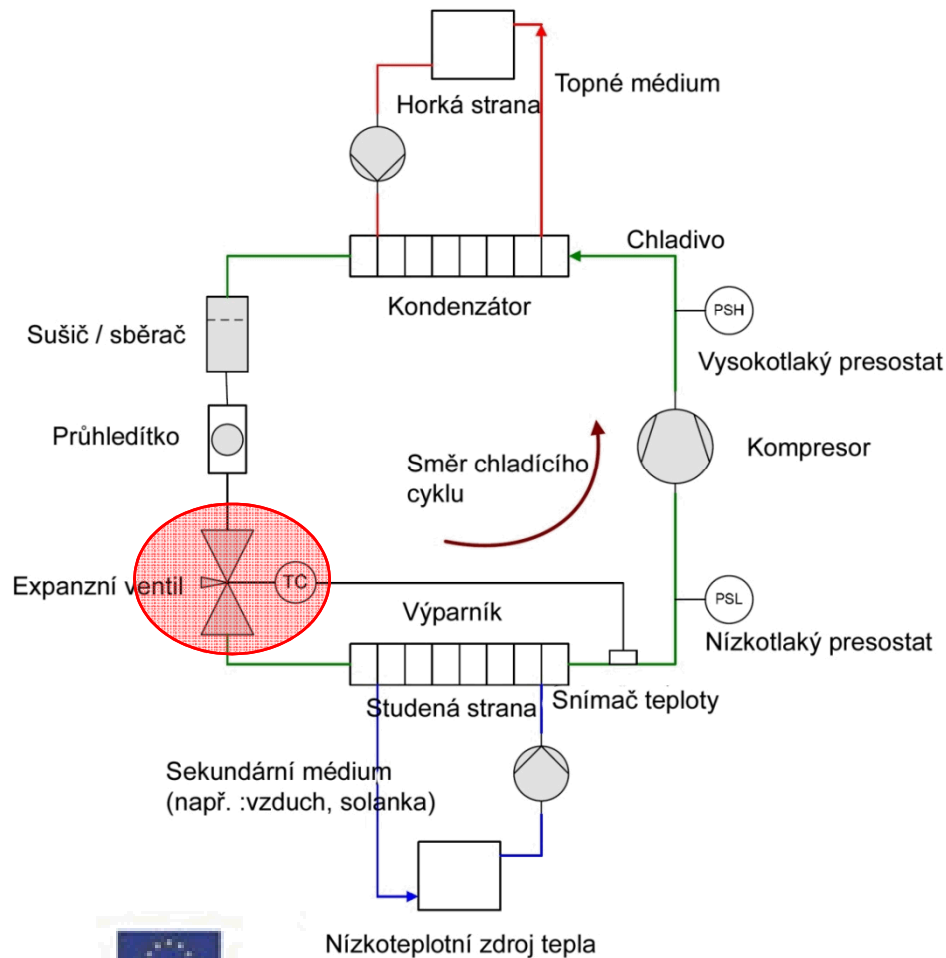
Z kondenzátoru odvádí topná voda teplo, které se do něj přivedlo z výparníku a kompresoru pomocí chladiva. Odvod tepla způsobuje kondenzaci par chladiva. Převedeným teplem se topná voda ohřívá a ohřátá se zavádí do otopné soustavy. Po tebnou cirkulaci pracovní látky zajišuje sekundární okruh TĚ.

Úsporné řešení vašeho topení



Princip tepelného čerpadla

Vytápění např. podlahové



Škrtkí (expanzní) ventil

Kapalné chladivo, které zkonzovalo v kondenzátoru při vyšším (kondenzačním) tlaku, se převedí (škrtkí) do výparníku, aby se zde opět vypařilo při nižším (vypařovacím) tlaku.

Úsporné řešení vašeho topení



Dimenzování tepelných čerpadel

Úsporné řešení vašeho topení



Dimenzování tepelných čerpadel

I. Vstupy pro návrh tepelného čerpadla

lokality stavby a PEN B

spotřeba TV (včetně **cirkulace**)

další požadavky na ohřev (bazény apod.)

výpočet tepelné ztráty a zisku a spotřeba tepla na vytápění

prostorové uspořádání objektu a možnosti vnitřní dispozice

velikost pozemku pro návrh tepelného čerpadla země voda





Dimenzování tepelných čerpadel

1. vstupy pro návrh tepelného čerpadla

lokality stavby a PEN B

Průkaz energetické náročnosti budovy (PEN B) zpracovaný dle vyhlášky 78/2013 obsahuje základní údaje o spotřebách tepla na vytápění a přípravu teplé vody.

V dalším výpočtu tyto hodnoty označujeme Q_{vyt} resp. Q_{tv}

Pokud není k dispozici PEN B, je nutno hodnoty spotřeby tepla vypočítat (viz další snímky)

Lokalita stavby je důležitá pro určení výpočtové teploty pro tepelnou ztrátu objektu a pro první určení geologických poměrů pro tepelná čerpadla země a voda



Dimenzování tepelných čerpadel

1. Vstupy pro návrh tepelného čerpadla

spotřeba TV (včetně cirkulace)

Spotřeba TV je buďto uvedena v PEN B, nebo je třeba ji stanovit. Je třeba zrevidovat, zda hodnota uvedená v PEN B je reálná pro provoz přípravky TV s cirkulací. Orientačně lze spotřebu tepla na přípravu teplé vody stanovit ze vztahu:

$$Q_{tv} = q_{tv} \times n \times 365 \times k_{cirk}$$

Q_{tv}	- spotřeba tepla na přípravu teplé vody (včetně cirkulace) [kW h]
q_{tv}	- mít má spotřeba tepla na přípravu teplé vody na osobu a den [kW h/os.den]
n	- počet osob v objektu [os]
k_{cirk}	- přírůžka na cirkulaci: <ul style="list-style-type: none"> cirkulace není – $k_{cirk} = 1$ řízená cirkulace (časově, teplotně) s izolací – $k_{cirk} = 1,3$ neřízená cirkulace s izolací – $k_{cirk} = 1,5$ neřízená cirkulace bez izolace – $k_{cirk} = 2$

Bližná hodnota mírné spotřeby tepla na přípravu teplé vody se uvažuje $q_{tv} = 2,5$ kW h/os.den.

To odpovídá přibližně spotřebě teplé vody cca 45 l/os.den ohřáté z 10 °C na 55 °C suvažováním tepelných ztrát rozvodů TV.





Dimenzování tepelných čerpadel

1. Vstupy pro návrh tepelného čerpadla

ostatní požadavky na ohřev (bazény apod.)

Nutno stanovit individuálně podle toho, o jaký ohřev se jedná. Pokud se jedná o spotřebiče přímo provozované a ohřevané mimo topnou sezónu (venkovní nezakryté bazény s provozem od května do září), není nutné je ve výpočtu uvažovat (nepřítu tepelných čerpadel země-voda!!!), pokud jeho výkonové požadavky (velikost, resp. výkon instalovaného výměníku) nepřevyšuje významně tepelnou ztrátu budovy. Pokud ano, bude určujícím výkonem pro návrh tepelného čerpadla výkon tohoto výměníku.

Hodnotu celkové energie Q_{os} [kW h] lze stanovit z informací o době ohřevu a době provozu v závislosti na požadovaném výkonu, nebo použít výpočtové metody pro daný ohřev. Například pro stanovení potřeby tepla pro ohřev bazénové vody lze využít metodu bilancování solárních soustav TN I 73 03 02:

Bazén

Plocha vodní hladiny bazénu A_b	24	m ²
Typ bazénu	Vnější - mimo doby provozu nezakryvaný	
Teplota bazénové vody v době provozu $t_{w,p}$	28	°C
Teplota bazénové vody mimo dobu provozu $t_{w,n}$	24	°C
Teplota vzduchu v prostorech bazénu v době provozu $t_{v,p}$	28	°C
Teplota vzduchu v prostorech bazénu mimo provoz $t_{v,n}$	20	°C
Denní provozní doba bazénu τ_p	12	h
Počet návštěvníků za měsíc		osob/měs

Úsporné řešení vašeho topení

Dimenzování tepelných čerpadel

I. vstupy pro návrh tepelného čerpadla

výpočet tepelné ztráty a zisku a spotřeba tepla na vytápění

Tepelná ztráta Q_z se stanovuje dle ČSN EN 12831 : Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu.

Spotřeba tepla na vytápění Q_{vyt} je uvedena v PEN B.

Pokud není PEN B k dispozici, lze spotřebu tepla na vytápění stanovit z tepelné ztráty budovy pomocí například postupové metody:

$$Q_{vyt} = (24 \times Q_z \times ? \times (t_{is} - t_{es}) \times d) / (t_{is} - t_e)$$

Q_{vyt} - roční potřeba tepla na vytápění [kW h/rok]

Q_z - tepelná ztráta objektu [kW]

? - opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací [-]
existuje samostatný výpočet pro tento součinitel, běžně se volí 0,75 (u budov běžného standardu) až 0,5 (pasivní budovy)

t_{is} - průměrná vnitřní teplota [°C], pohybuje se v rozmezí 14-21,5 °C

t_e - výpočtová venkovní teplota [°C]

t_{es} - průměrná venkovní teplota v otopném období [°C]

d - počet dnů otopného období v roce



Dimenzování tepelných čerpadel

I. vstupy pro návrh tepelného čerpadla

výpočet tepelné ztráty a zisku a spotřeba tepla na vytápění

Tepelná ztráta Q_z se stanovuje dle ČSN EN 12831 : Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu.

Spotřeba tepla na vytápění Q_{vyt} je uvedena v PEN B.

Pokud není PEN B k dispozici, lze spotřebu tepla na vytápění stanovit z tepelné ztráty budovy pomocí například postupové metody:

$$Q_{vyt} = (24 \times Q_z \times \gamma \times (t_{is} - t_{es}) \times d) / (t_{is} - t_e)$$

Q_{vyt} - roční potřeba tepla na vytápění [kW h/rok]

Q_z - tepelná ztráta objektu [kW]

γ - opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací [-]
existuje samostatný výpočet pro tento součinitel, běžně se volí 0,75 (u budov běžného standardu) až 0,5 (pasivní budovy)

t_{is} - průměrná výpočtová vnitřní teplota [°C], pohybuje se v rozmezí 14-21,5 °C

t_e - výpočtová venkovní teplota [°C]

t_{es} - průměrná venkovní teplota v otopném období [°C]

d - počet dnů otopného období v roce



Dimenzování tepelných čerpadel

2. Posouzení podílu teple vody a ostatních spotřeb na celkové potřebě tepla a
výběr varianty výpočtu potřebného výkonu

$$p = (Q_{tv} + Q_{ost}) / Q_c$$

p	- podíl TV a ostatních spotřeb vůči celkové potřebě tepla [%]
Q_{tv}	- potřeba tepla na přípravu teple vody (včetně cirkulace) [kW h]
Q_{ost}	- potřeba tepla ostatních spotřebičů (bazén, VZT, ...) [kW h]
Q_c	- celková potřeba tepla v objektu $Q_c = (Q_{vyt} + Q_{tv} + Q_{ost})$ [kW h]
Q_{vyt}	- potřeba tepla na vytápění [kW h]

Pozn.: Jednotlivé potřeby tepla lze získat z PEN B

Když $p < 20\%$ (objekty v běžném energetickém standardu s běžným počtem osob)

Výpočet potřebného výkonu se zjednoduší, jelikož podíl vytápění na celkové potřebě tepla v domě je dominantní. U režijním parametrem pro návrh bude pouze tepelná ztráta [kW].

Když $p > 20\%$ (zpravidla objekty v pasivním standardu, nebo objekty s vysokým počtem osob)

Pro návrh výkonu TĚ je nutno počítat i s ostatní spotřebou. Stanovení výkonu se provede podle vztahu uvedeného na dalších snímcích.

Pozn.: Kritérium pro volbu varianty výpočtu (v našem doporučení 20%) lze upravit na základě vlastních projektantských zkušeností, či znalosti charakteru spotřeb v objektu (např. sezónní bazén vs. vytápění)



Dimenzování tepelných čerpadel

3.5 Stanovení potřebného výkonu tepelného čerpadla

Když $p < 20\%$ (objekty v běžném energetickém standardu s běžným počtem osob)

- Výkon tepelného čerpadla se stanoví podílem 65% až 75% z tepelné ztráty
- Pro tepelná čerpadla vzduch/voda volíme 70-75%
- Pro tepelná čerpadla země/voda volíme 65-70% (pro monovalentní provoz TĚ země/voda bez akumulční nádrže 100%)

$$Q_{t\dot{e}} = (0,65-0,75) \times Q_z \times k_{HD0}$$

$Q_{t\dot{e}}$ - výkon tepelného čerpadla [kW]

Q_z - tepelná ztráta objektu [kW]

k_{HD0} - přírůstek pro vykrytí odstávky tepelného čerpadla v době vysokého tarifu (výpočet se provádí dle předpokládané sazby na tepelné čerpadlo nabízené distributorem elektřiny)

- Hledaným tepelným čerpadlem je tepelné čerpadlo s nejbližším výkonem stanoveným z výkonových charakteristik podle charakteru otopné soustavy:

Podlahové vytápění (43/38 °C)	VZDUCH/VODA	A/W 2/35
	ZEMĚ/VODA	B/W 0/35
Radiátory (55/45 °C)(65/55 °C)	VZDUCH/VODA	A/W 2/45 (55)
	ZEMĚ/VODA	B/W 0/45 (55)

Příklad:

Dům s tepelnou ztrátou $Q_z = 11$ kW. Potřeba tepla na vytápění $Q_{vyt} = 24400$ kWh, $Q_{tv} = 3000$ kWh. Požadavek – tepelné čerpadlo vzduch/voda do podlahového vytápění. Pro systém uvažujeme sazbu D56 s dobou trvání nízkého tarifu 22 hodin => $k_{HD0} = 1,09$.

$$p = \frac{Q_{tv}}{Q_{vyt} + Q_{tv}} = \frac{3000}{(24400 + 3000)} = \frac{3000}{27400} = 11\%$$

$$k_{HD0} = 0,75 \times 11 \times 1,09 = 8,99 \text{ kW}$$



tepelným čerpadlem je EcoAir 410 s výkonem $Q_{2/35} = 8,8$ kW

Dimenzování tepelných čerpadel

3.5 Stanovení potřebného výkonu tepelného čerpadla

Když $p > 20\%$ (zpravidla objekty v pasivním standardu, nebo objekty s vysokým počtem osob)

- Výkon tepelného čerpadla se stanoví ze vztahu zahrnující ostatní spotřebu
- Tepelná ztráta se ponížuje na hodnoty 65-75% stejně jako v předchozím případě

$$Q_{t\dot{e}} = ((0,65-0,75) \times Q_z + Q_{tv} + Q_{os}) \times k_{HD0}$$

$Q_{t\dot{e}}$	- výkon tepelného čerpadla [kW]
Q_z	- tepelná ztráta objektu [kW]
Q_{tv}	- výkon pro přípravu teplé vody – zpravidla volíme 0,3-0,5 kW/os [kW]
Q_{os}	- výkon pro ostatní spotřebiče (bazén apod.) [kW]
k_{HD0}	- přírůstek pro vykrytí odstávky tepelného čerpadla v době vysokého tarifu (výpočet se provádí dle předpokládané sazby na tepelné čerpadlo nabízené distributorem elektřiny)

- Hledaným tepelným čerpadlem je tepelné čerpadlo s nejbližším výkonem stanoveným z výkonových charakteristik podle charakteru otopné soustavy stejně jako v předchozím případě.

Příklad:

Dům s tepelnou ztrátou $Q_z = 3$ kW. Potřeba tepla na vytápění $Q_{vyt} = 6500$ kWh, $Q_{tv} = 3000$ kWh, $Q_{báz} = 2000$ kWh.

Ostatní výkony $Q_{tv} = 1,2$ kW (4 osoby), $Q_{os} = 2$ kW (vnitřní v hripool). Požadavek – tepelné čerpadlo vzduch/voda do podlahového vytápění. Pro systém uvažujeme sazbu D56 s dobou trvání nízkého tarifu 22 hodin => $k_{HD0} = 1,09$.

$$p = (Q_{tv} + Q_{os}) / Q_c = (3000 + 2000) / (6500 + 3000 + 2000) = 5000 / 11500 = 43\%$$

$$Q_{t\dot{e}} = ((0,75 \times 3 + 1,2 + 2) \times 1,09 = 5,94 \text{ kW}$$



Im čerpadlem je EcoAir 408 s výkonem $Q_{2/35} = 6,02$ kW

Úsporné řešení vašeho topení

Dimenzování tepelných čerpadel

3.5 srovnání potřeby výkonu tepelného čerpadla

Výpočet koeficientu sazby k_{HDO}

- Koeficient navyšuje výkon tepelného čerpadla pro vykrytí doby vysokého tarifu, kdy je tepelné čerpadlo blokováno signálem HDO
- Platí pro všechny dvou tarifové sazby nabízené distributorem elektrické energie

$$k_{HDO} = 1 + t_{VT} / t_{NT}$$

k_{HDO} -přirážka pro vykrytí odstávky tepelného čerpadla v době vysokého tarifu
 t_{NT} -doba trvání nízkého tarifu [hod]
 t_{VT} -doba trvání vysokého tarifu [hod]

- Koeficientem je nutno vždy násobit navrhovaný výkon tepelného čerpadla (viz předchozí snímky)

Příklad 1:

Sazba D56 s dobou trvání nízkého tarifu 22 hodin (doba vysokého tarifu 2 hodiny).

$$k_{HDO} = 1 + t_{VT} / t_{NT} = 1 + 2/22 = 1,09$$

Příklad 2:

Sazba D2Td s dobou trvání nízkého tarifu 18 hodin (doba vysokého tarifu 6 hodin).

$$k_{HDO} = 1 + t_{VT} / t_{NT} = 1 + 6/18 = 1,33$$



Q label

značka kvality tepelných čerpadel

Úsporné řešení vašeho topení



Q label
značka kvality tepelných čerpadel

2000

Vznik Evropské asociace tepelných čerpadel s cílem podpořit
rozvoj instalací **kvalitních tepelných čerpadel**

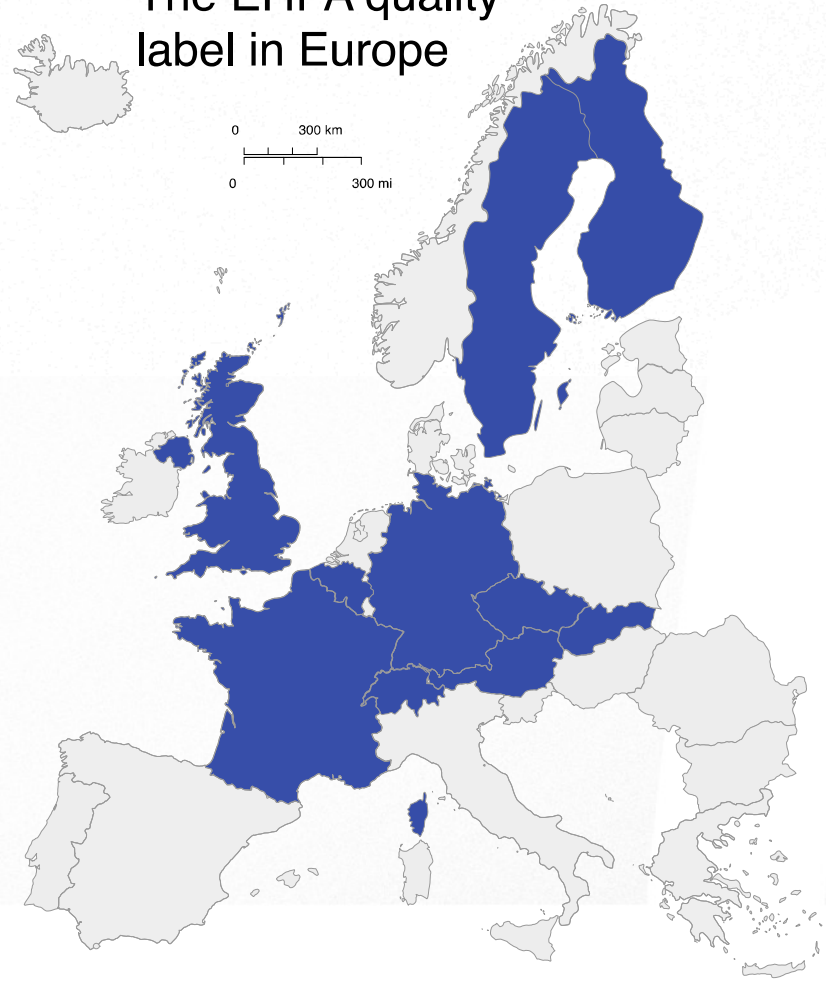


Úsporné řešení vašeho topení



Q label značka kvality tepelných čerpadel

The EHPA quality label in Europe



Úsporné řešení vašeho topení



Q label značka kvality tepelných čerpadel

Hlavní hodnotící kritéria pro tepelná čerpadla

selektrickým pohonem

do výkonu 100 kW

využívající tepelnou energii ze vzduchu, geotermální nebo z vodních zdrojů.

shoda všech hlavních komponentů s předpisy EN (CE)

minimální hodnoty COP pro jednotlivé systémy

Minimální hodnoty COP pro jednotlivé systémy

 systém země-voda	B0/W 35	4,3	
voda-voda	W 10/W 35	5,1	
vzduch-voda	A2/W 35	3,1	
systém země-voda přímé odpařování <small>Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union</small>	E4/W 35	4,3	



Úsporné řešení vašeho topení



Q label značka kvality tepelných čerpadel

Hlavní hodnotící kritéria pro tepelná čerpadla

selektrickým pohonem

do výkonu 100 kW

využívající tepelnou energii ze vzduchu, geotermální nebo z vodních zdrojů.

shoda všech hlavních komponentů s předpisy EN (CE)

minimální hodnoty COP pro jednotlivé systémy

potvrzení hladiny akustického výkonu

zajištění odborného prodeje, distribuce a dokumentace v národním jazyce

servisní síť se 24 hodinovou reakcí

min. 2 roky a 10 let garance náhradních dílů



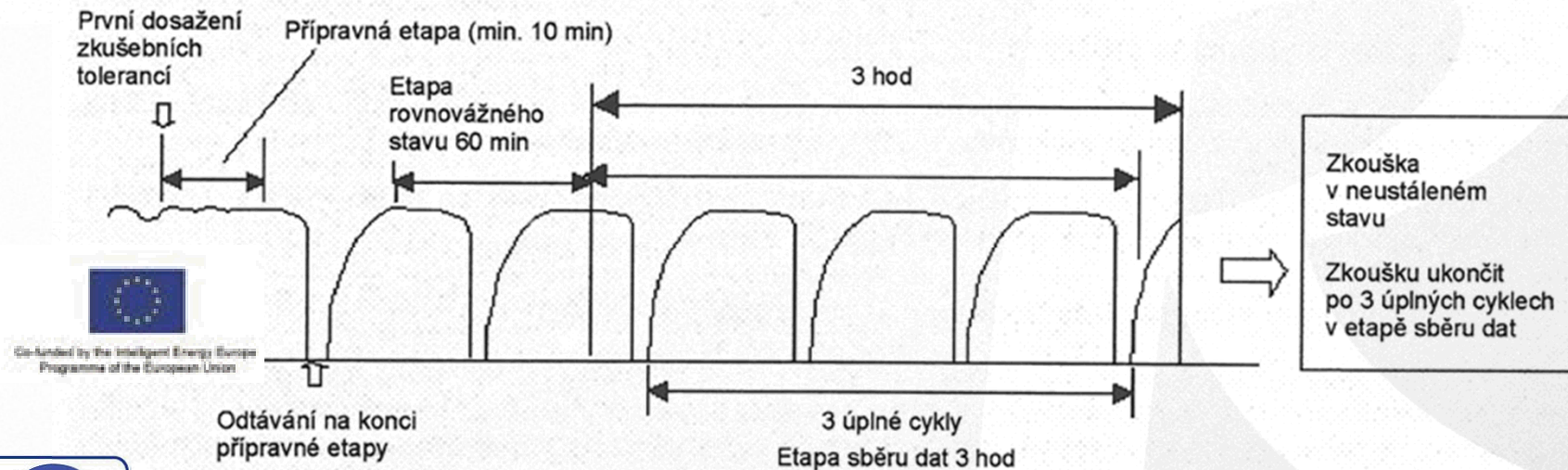
Úsporné řešení vašeho topení

Q label značka kvality tepelných čerpadel

Kontrola – měření parametrů

Zkoušky dle požadavků předpisů EHPA v akreditovaných zkušebnách vybavených k měření

parametrů podle EN 14511, část 1-4 nebo EN 255 část 3
zvukové měření dle EN 12102.

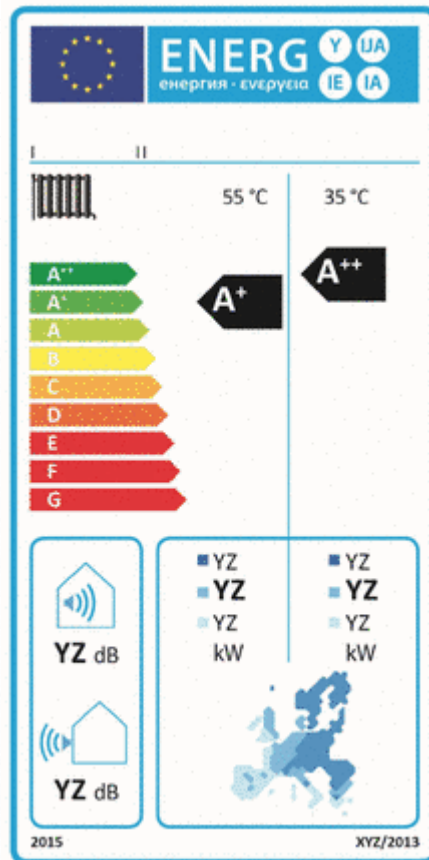


Úsporné řešení vašeho topení

Energetické štítky tepelných čerpadel

Úsporné řešení vašeho topení

EKO DESIGN tepelných čerpadel



Energetické štítky

Povinné od září 2015 na základě směrnice o ekodesignu

9 energetických tříd (A+++ až G)

Určení třídy na základě měření a výpočtu pomocí SCOP

3 klimatické zóny pro Evropu

Na štítku uveden tepelný výkon pro radiátory a podlahové topení (střední a nízkoteplotní aplikace)

Na štítku uvedena hladina akustického výkonu L_{wa} [dB]

V budoucnu další zpřísňování (A+++ až D)

Příslušenství tepelných čerpadel

Úsporné řešení vašeho topení

Příslušenství tepelných čerpadel



Akumulární nádrž

Moderace výkonů tepelných čerpadel ON/OFF

Hydraulické vyrovnání průtoků tepelného čerpadla a otopné soustavy

Odstranění vzduchu z tepelných čerpadel voda

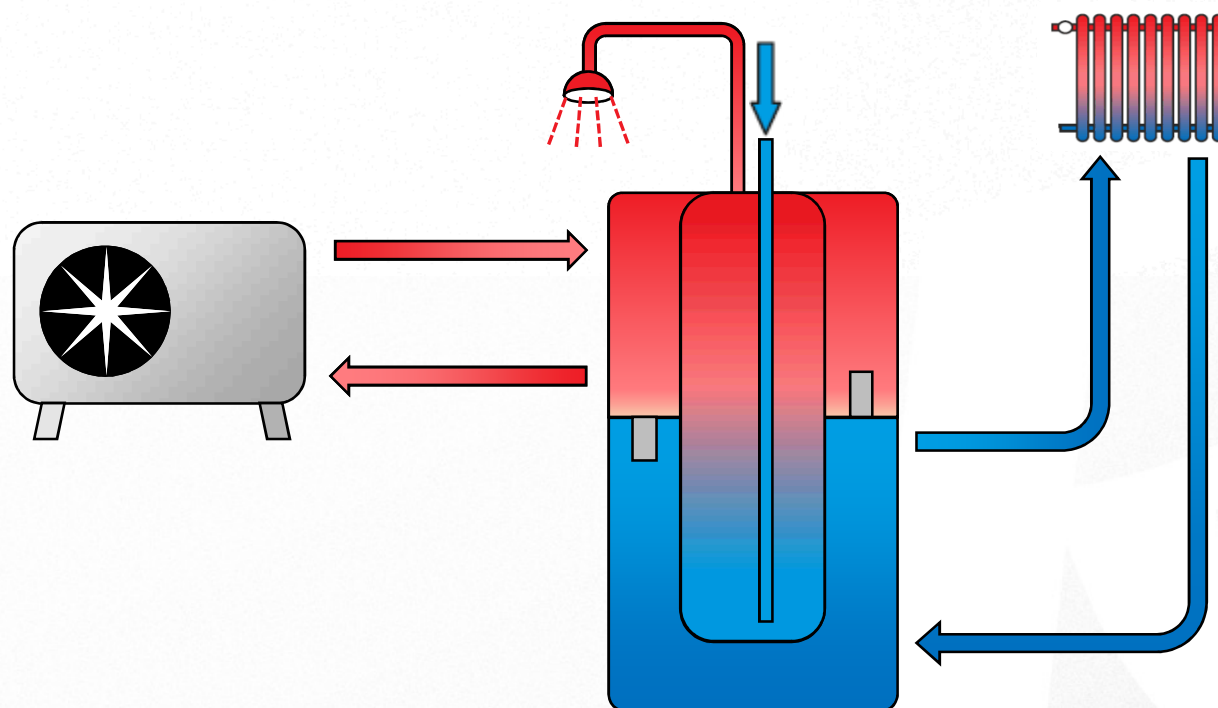
Překlenutí doby vysokého tarifu???

Možnost integrace přípravy teplé vody

Úsporné řešení vašeho topení

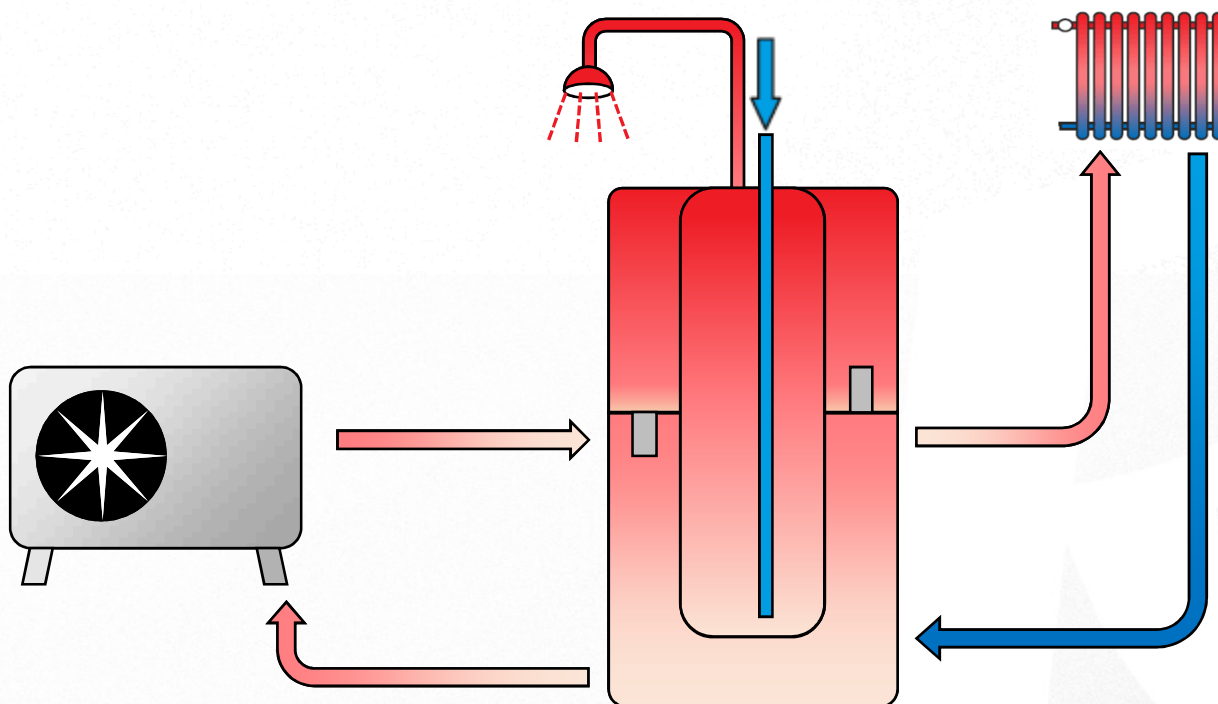


Pøíslušenství tepelných èerpadel



Úsporné řešení vašeho topení

Pøíslušenství tepelných èerpadel



Úsporné řešení vašeho topení

Pøíslušenství tepelných èerpadel

Inteligentní regulace

Øízené odmrázování tepelných èerpadel vzduch/voda

Vytápìní podle nastavených programù

Správnì nastavená ekvitem níkávka (popø ovlivní ní vnìtí teplo tou)

Øízení ohøevu vody

Vzdálený pøístup



Úsporné řešení vašeho topení

Závěr

Pro správné fungování tepelných čerpadel je důležité

- Správně navrhnout výkon (projekt)
- Vybrat kvalitní zařízení a dodavatele
- Nepodcenit příslušenství
- Nebránit se servisním prohlídkám
- Naladit systém podle požadavků
- Optimalizovat provoz po nějakém čase
- Hledat informace a nebát se zeptat



Úsporné řešení vašeho topení



Děkujeme za pozornost

Jiří Kalina / oddělení projektů

telefon: +420 244 016 911

Email: kalina@regulus.cz

www.regulus.cz



Regulus spol. s r.o.

Do Koutů 1897/3, 143 00 Praha 4
Tel.: 241 764 506, Fax: 241 763 976
E-mail: obchod@regulus.cz
Web: www.regulus.cz



Úsporné řešení vašeho topení