



TEPELNÁ ČERPADLA

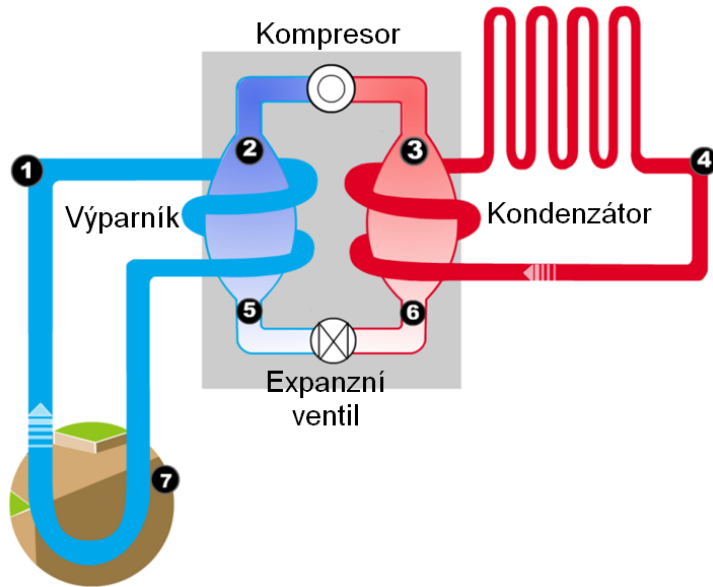
Bořivoj Šourek

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

ČVUT v Praze

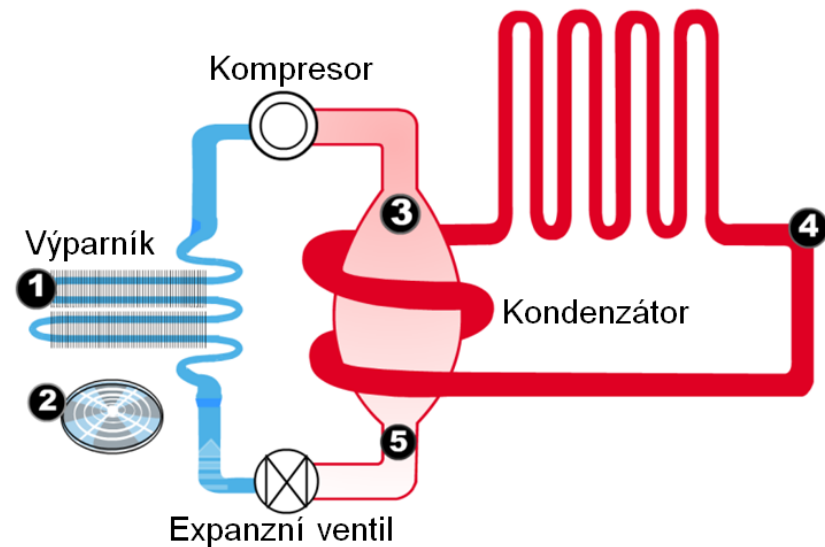


Základy tepelných čerpadel



- 1 Venkovní (primární) okruh
- 2 Výstup z výparníku
- 3 Vstup do kondenzátoru
- 4 Vnitřní (sekundární okruh)
- 5 Vstup do výparníku
- 6 Výstup z kondenzátoru
- 7 Zemní sonda

- 1 Venkovní (primární) okruh - výparník
- 2 Ventilátor
- 3 Vstup do kondenzátoru
- 4 Vnitřní (sekundární okruh)
- 5 Výstup z kondenzátoru



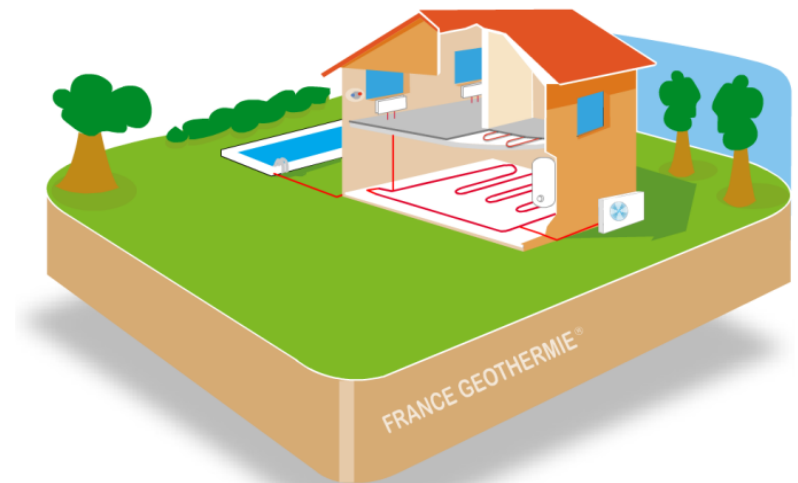


Zdroje nízkopotenciálního tepla



Tepelná čerpadla vzduch/voda

- značná závislost výkonu na venkovní teplotě
- omezení provozu minimální teplotou venkovního vzduchu
- vznik námrazy a nutnost odmrazování
- odvod kondenzátu (odtáté námrazy)



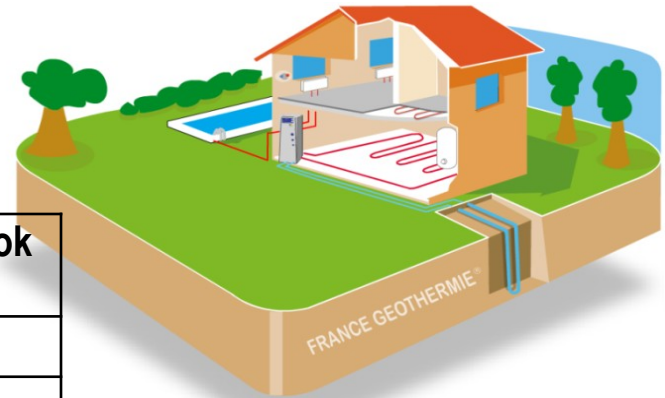


Zdroje nízkopotenciálního tepla

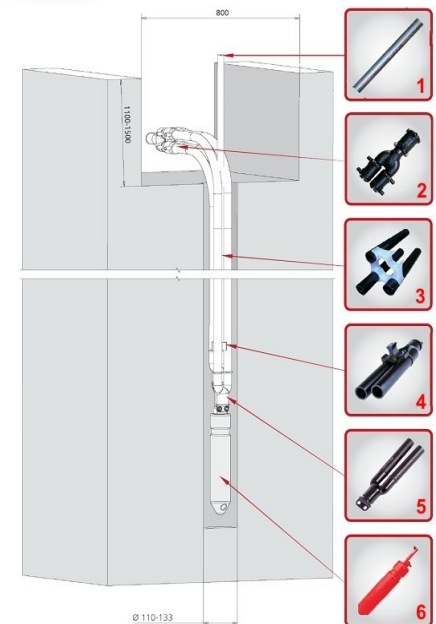
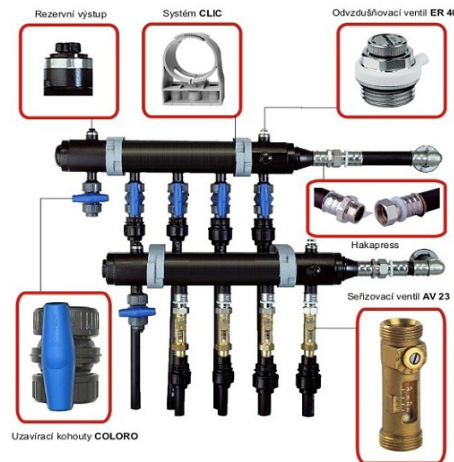


Tepelná čerpadla země/voda Zemní sondy

Typ horniny	Tepelný tok [W/m]
hornina s velkým výskytem spodních vod	100
pevná hornina s vysokou tepelnou vodivostí	80
normální pevná hornina, průměr	55
vrt v suchých nánosech, nízká tepelná vodivost	30



Legislativa !

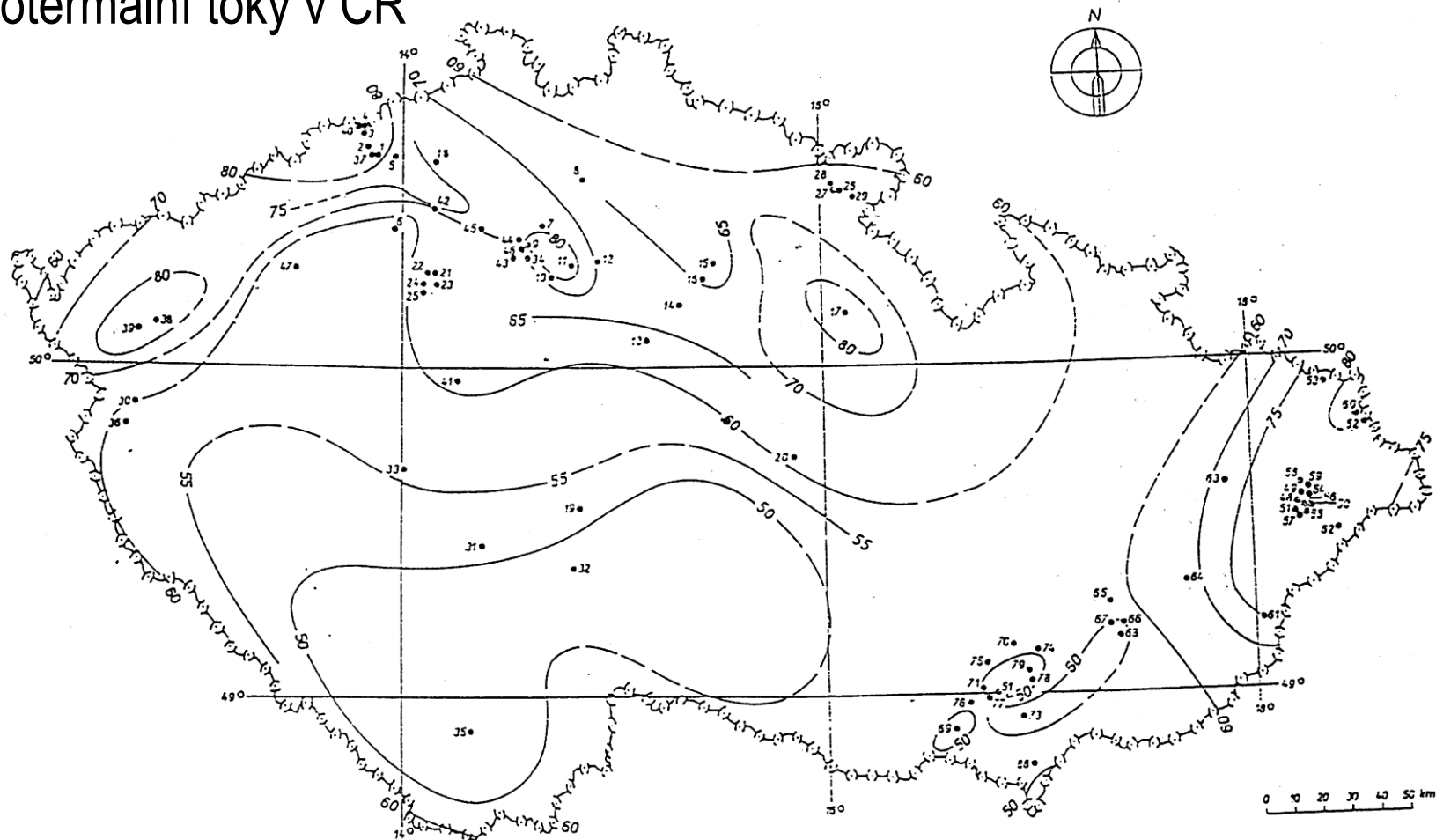




Zdroje nízkopotenciálního tepla



Geotermální toky v ČR





Dynamika tepelných dějů

- vrt 100 m
- poloměr oblasti 10 m
- teplota v ose vrtu 0 °C
- počáteční teplota masivu 10 °C
- konečná teplota 5 °C
- vydatnost vrtu 5,5 kW
- objem masivu 31 400 m³
- odčerpaná energie 656,6 GJ (182 286 kW.h)
- doba běhu 33 143 hodin (s plným výkonem)
- doba provozu 8 - 12 let



Zdroje nízkopotenciálního tepla

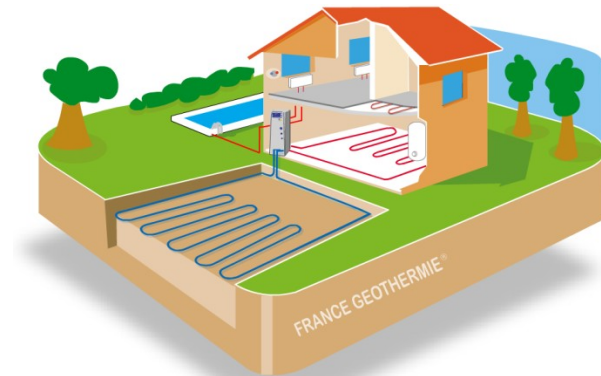


Tepelná čerpadla země/voda

Zemní plošný kolektor

Typ zeminy	Měrný výkon [W/m ²]
suché nesoudržné půdy	10 – 15
vlhké soudržné půdy	15 – 20
velmi vlhké, soudržné půdy	20 – 25
půdy obsahující vodu	25 – 30
půdy s výskytem spodní vody	30 – 40

- úložná hloubka 1,2 až 1,8 m
- rozteč trubek 0,6 až 0,8 m





Zdroje nízkopotenciálního tepla



Tepelná čerpadla země/voda

- všechny potrubí, tvarovky a pokud možno i armatury musí být z materiálu odolávajícího korozi (ideálně z plastu)
- veškeré potrubí v interiéru musí být izolováno jako pro chlazení
- je třeba dodržet spádování přívodních potrubí k sondám
- je třeba dodržet spádování celého zemního kolektoru tak, aby nedocházelo k tvorbě vzduchových kapes
- na primárním okruhu je třeba instalovat expanzní nádobu
- oběhová čerpadla jen ta, která jsou určena pro provoz s nemrznoucími látkami
- jako nemrznoucí směs je třeba použít látku neohrožující při úniku spodní vody
- projektant by neměl nechávat provedení a vystrojení vrtu pouze na firmě realizující vrt, ale měl by aktivně předepsat jednotlivé komponenty. Při jeho nekvalitním provedení nemusí celá soustava pracovat správně s odpovídajícím výkonem, a následné změny či úpravy jsou prakticky nemožné.



Zkoušení tepelných čerpadel



ČSN EN 14511-2 (2008): Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru

TČ typu kapalina/voda – režim vytápění

		Venkovní výměník		Vnitřní výměník	
		Vstupní teplota	Výstupní teplota	Vstupní teplota	Výstupní teplota
		°C	°C	°C	°C
Standardní podmínky hodnocení	voda	10	7 ^a	40	45
	solanka	0	-3 ^a	40	45
	voda (pro podlahové vytápění a podobné aplikace)	10	7^a	30	35
	solanka (pro podlahové vytápění a podobné aplikace)	0	-3 ^a	30	35
Aplikační podmínky hodnocení	voda	15	^b	^b	45
	solanka	5	^b	^b	45
	voda (pro podlahové vytápění a podobné aplikace)	5	^b	^b	35
	solanka	-5	^b	^b	45
	solanka	0	^b	^b	55
	voda	10	^b	^b	55
^a u jednotek zkonstruovaných pro topení i chlazení je aplikován průtok, který byl získán při měření za standardních podmínek v chladicím režimu ^b zkušební teplota není specifikována, je aplikován průtok, který byl získán při měření za standardních podmínek hodnocení Zvýrazněna podmínka pro program Zelená úsporám					



Topný faktor

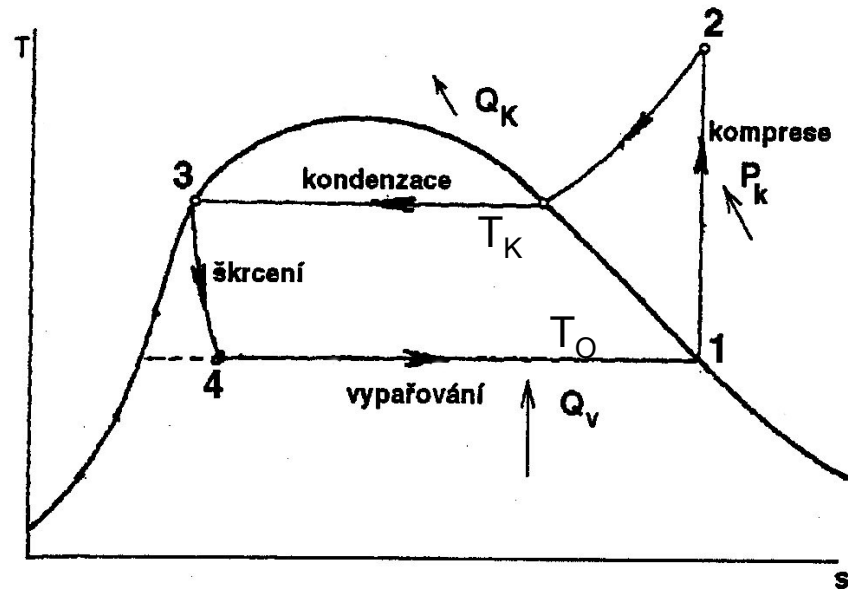


$$\varepsilon_t = \frac{Q_K}{P} = \frac{T_K}{T_K - T_o}$$

- je třeba zajímat se nejen o TF tepelného čerpadla, ale o TF celého systému vytápění

$$\sum E_{os} = \frac{\sum Q_{vyt}}{\varepsilon}$$

$$\Delta E_{os} = \sum Q_{vyt} - \sum E = \sum Q_{vyt} - \frac{\sum Q_{vyt}}{\varepsilon} = \sum Q_{vyt} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right)$$



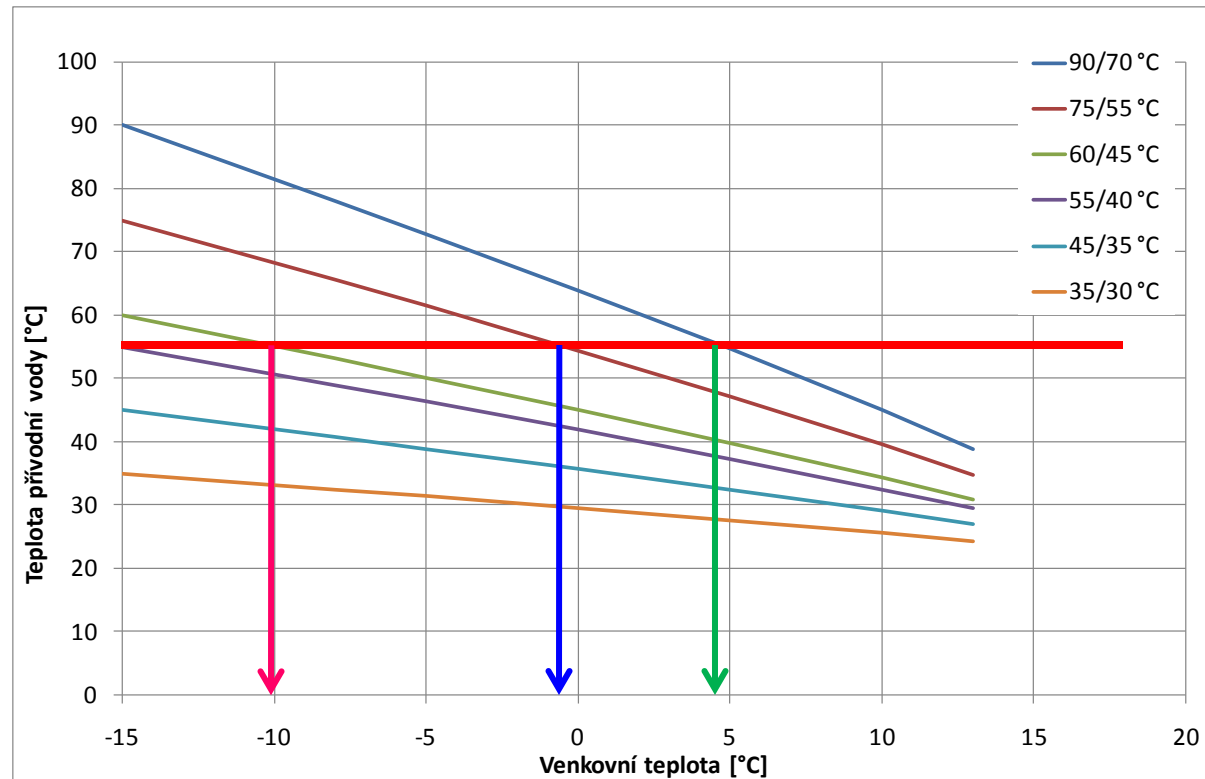


Návrh výkonu tepelného čerpadla



- **Starší existující budovy – 90°C/70°C – otopná tělesa**
- **Novostavby – do 45°C – otopná tělesa, podlahové v.**

Vliv teploty přívodní vody na dobu provozu TČ

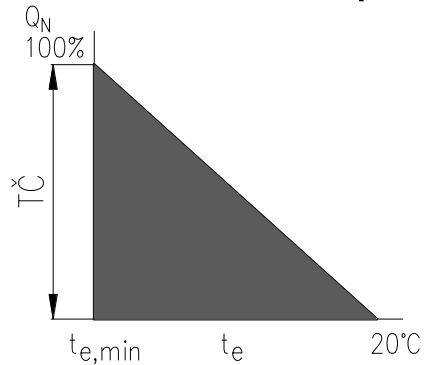




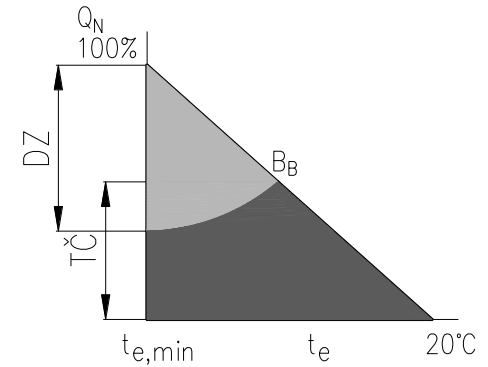
Typy provozu TČ



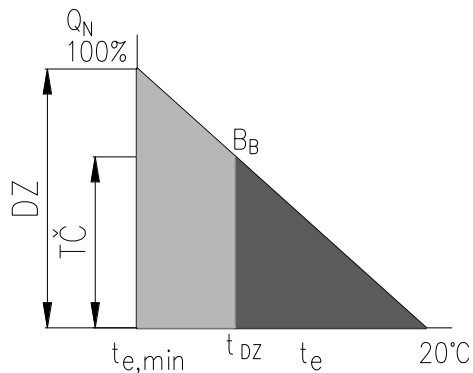
- monoenergetický provoz
- monovalentní provoz



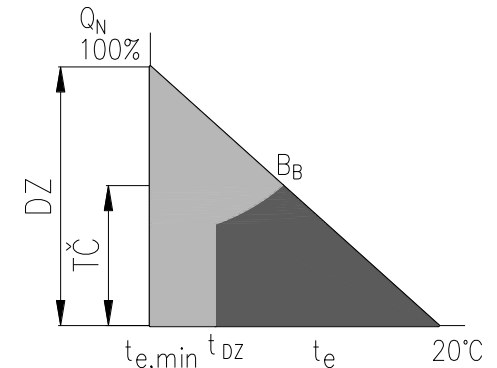
- paralelně bivalentní provoz



- alternativně bivalentní provoz



- částečně paralelně bivalentní provoz

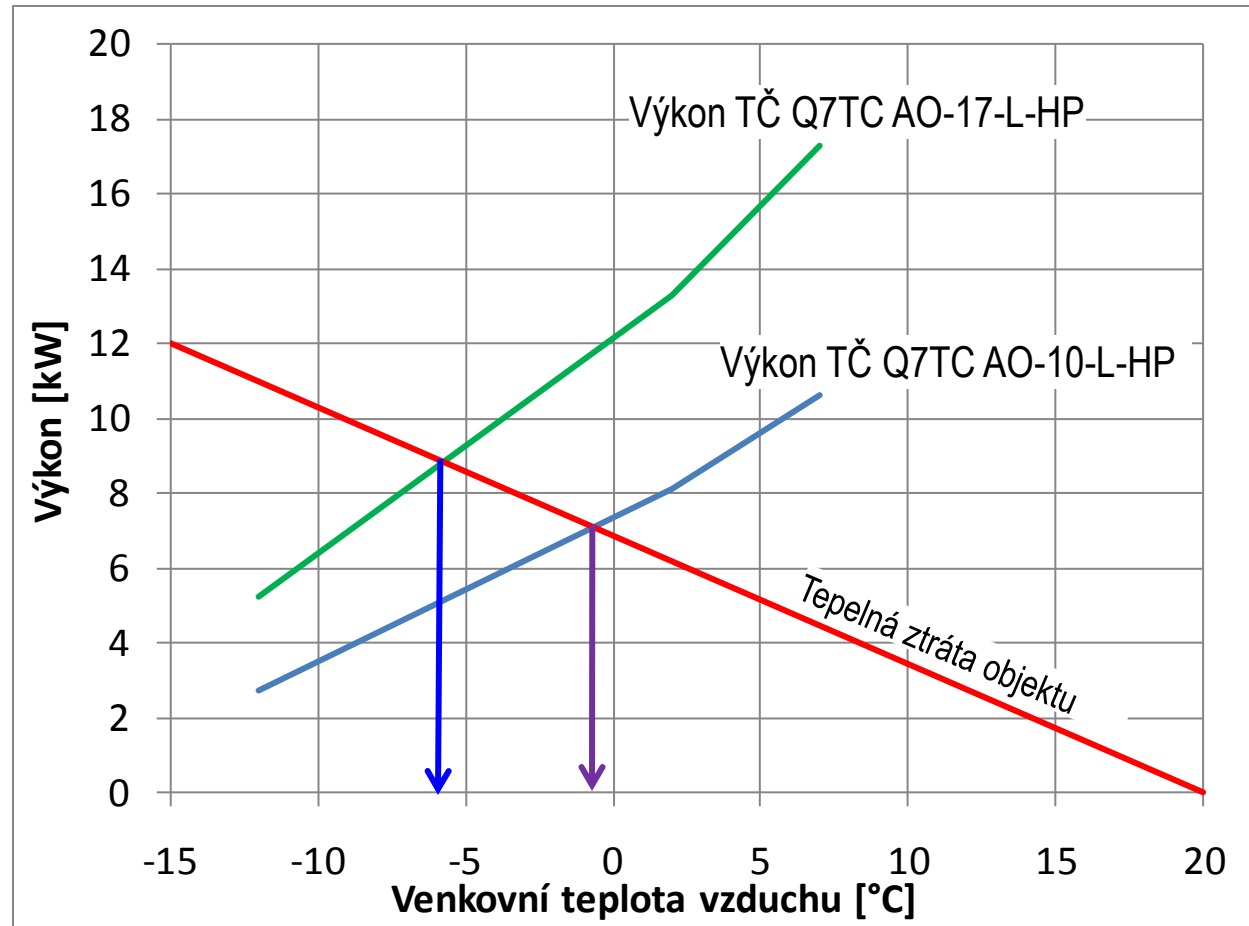




Dimenzování TČ



- vzduch/voda





Dimenzování TČ



Země/voda – voda/voda

- Dimenzování TČ země/voda probíhá obdobným způsobem jako u TČ vzduch/voda, tzn. že bod bivalence by měl ležet opět mezi -2 °C až -7 °C
- výkon TČ neklesá s venkovní teplotou, je celkové roční pokrytí potřeby tepla tepelným čerpadlem vyšší než u TČ vzduch/voda
- je možné dimenzovat zdroj tepla (zemní sondu nebo plošný kolektor) na tzv. chladicí výkon TČ, tzn. $(Q_{\text{tepelný}} - P_{\text{elektrický}})$
- doporučuje se však brát jmenovitý výkon TČ. Tím je zaručeno „jisté“ předimenzování zdroje tepla a jsou zaručeny lepší provozní podmínky TČ.



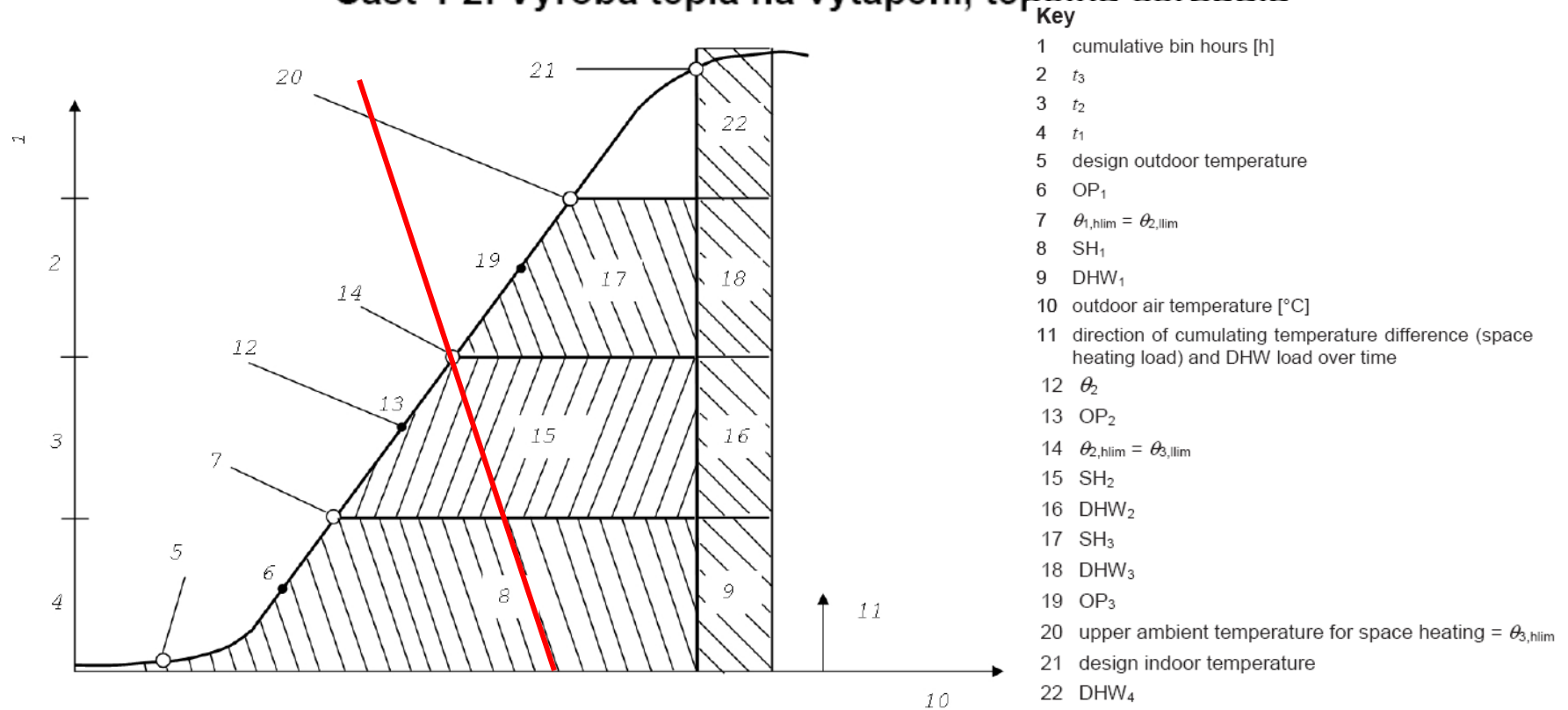
Bilancování roční potřeby energie



ČSN EN 15316 – 4 – 2

Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy –

Část 4-2: Výroba tepla na vytápění, tepelná čerpadla





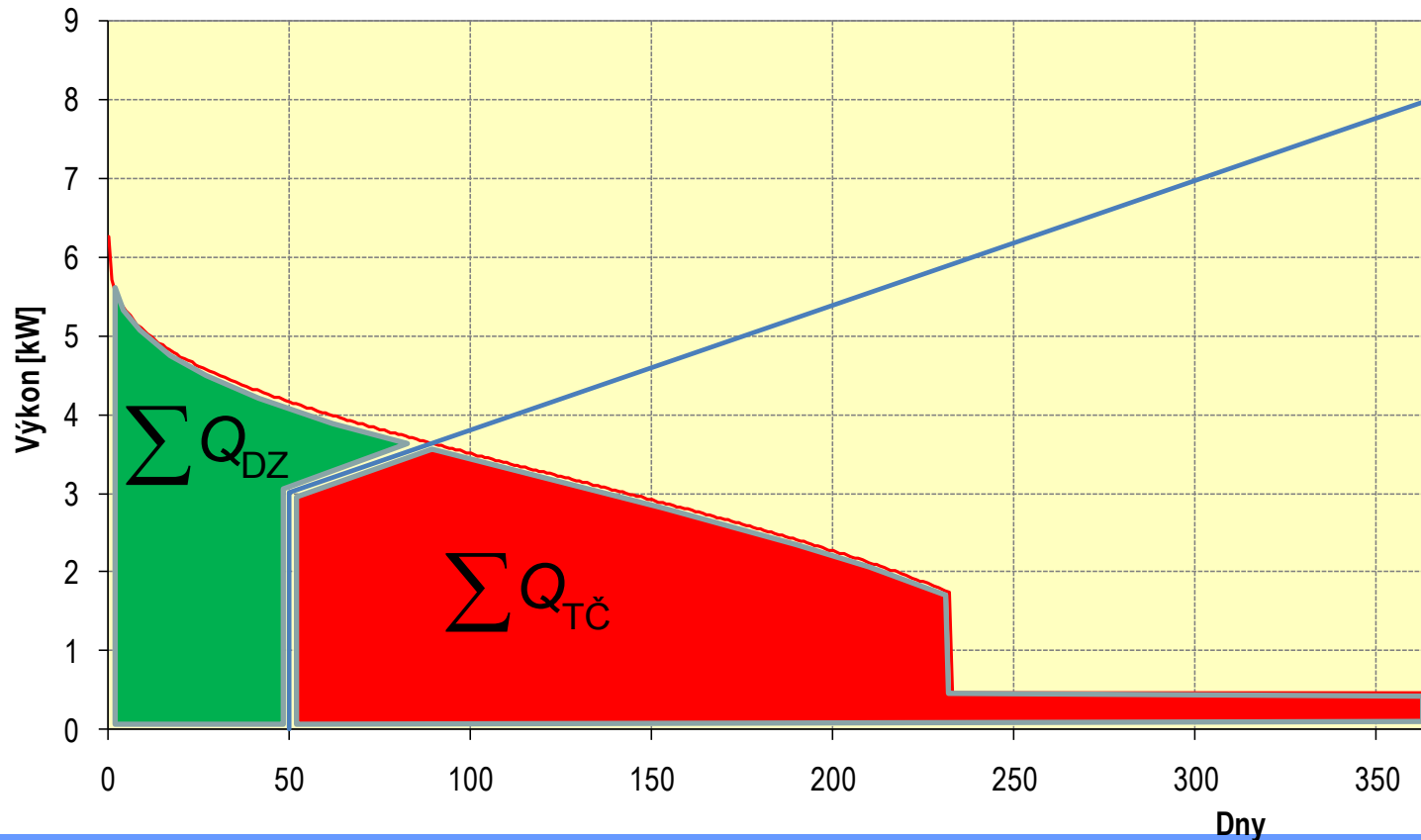
Bilancování roční potřeby energie



Průměrný roční topný faktor

$$(\varepsilon)_r = \frac{\sum Q_{TČ}}{\sum E_{TČ}}$$

Graf potřeby tepla





Sortiment tepelných čerpadel



Tepelná čerpadla vzduch/voda

Tepelná čerpadla AO-L-HP

- speciálně vyvinutý pro novou výstavbu
- duální integrovaná kontrola rozmrazování k minimalizaci zpětného cyklu v období vysoké vlhkosti vzduchu
- kompresor Scroll
- určeno pro vytápění a chlazení

Teplota vody do 55 ° C

Pracovní rozsah až do -15 ° C

Topný faktor (COP) až 4

Možnost přípravy teplé vody a ohřev bazénu





Sortiment tepelných čerpadel



Tepelná čerpadla vzduch/voda

AO-MONO/TRI INVERTER

- speciálně vyvinutý pro novou výstavbu
- duální integrovaná kontrola rozmrazování k minimalizaci zpětného cyklu v období vysoké vlhkosti vzduchu
- kompresor Scroll
- určeno pro vytápění a chlazení
- přizpůsobení výkonu potřebě budovy

Teplota vody do 55 ° C

Pracovní rozsah až do -15 ° C

Topný faktor (COP) až 4

Možnost přípravy teplé vody a ohřev bazénu





Sortiment tepelných čerpadel



Tepelná čerpadla země/voda

Q7TC C-St

- pouze vytápění
- výkony od 6 do 27 kW
- topný faktor (COP) až 4,93
- možnost přípravy teplé vody
- možnost vytápění bazénu

Maximální teplota vody 55 °C



Q7TC R-St

- vytápění/chlazení
- výkony od 6 do 40 kW_t
- topný faktor (COP) až 4,93
- možnost přípravy teplé vody
- možnost vytápění bazénu

Maximální teplota vody 55 °C



Sortiment tepelných čerpadel



Tepelná čerpadla země/voda

Q7TC C-St

- teplota vody až 65 °C
- vhodné pro rekonstrukce
- výkony od 6 do 60 kW
- topný faktor (COP) až 5,10

Možnost přípravy teplé vody
Možnost vytápění bazénu





Akumulační nádoby



Akumulační nádoby Q7-ZBV

Typ ohřivače	A/F	B/G	C	D/E	H	I	J	Hmotnost (kg)
Q7-200-ZBV	240	620	835	1050	1290	600	500	83
Q7-300-ZBV	240	620	1080	1450	1680	600	500	95
Q7-400-ZBV	270	650	1030	1670	1670	700	600	115
Q7-500-ZBV	270	650	1030	1680	1680	760	650	135
Q7-800-ZBV	340	690	1050	1870	1870	1000	800	225
Q7-1000-ZBV	340	710	1110	2120	2120	1000	800	240

