

Ing. David Šafránek - Stiebel Eltron, spol. s r.o..

safranek@stiebel-eltron.cz

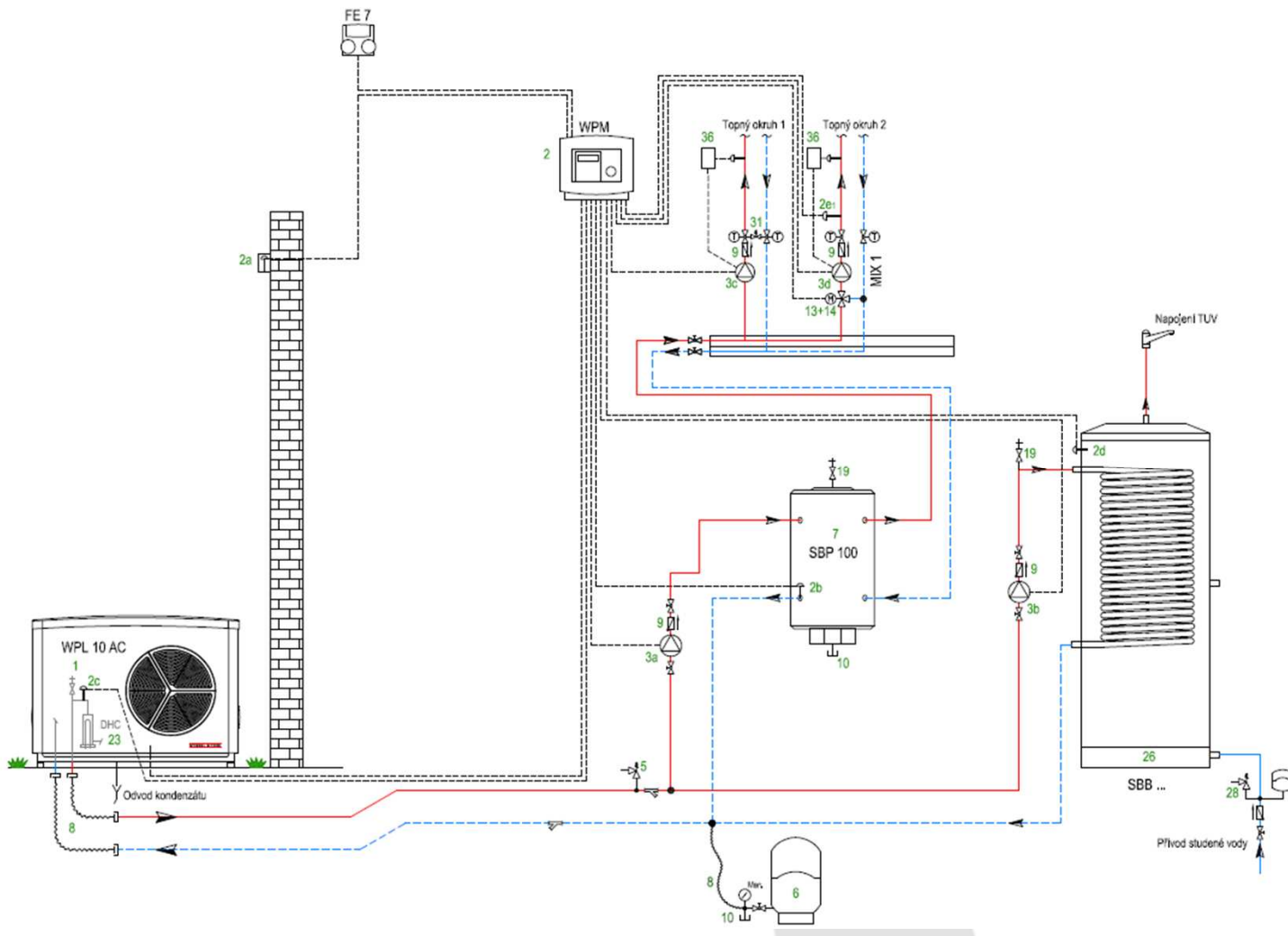
Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Vztahy v topných soustavách, podmínky provozu

- Tepelné čerpadlo není samostatně pracující stroj (jako např. průtokový ohřívač) ale je součástí topné soustavy a domu jako spotřebiče tepla a je soustavou podstatně ovlivňováno
- Tepelné čerpadlo se dimenzuje na cca 95% tepelné ztráty, bez rezerv
- V projektu je proto nutno vždy řešit všechny součásti soustavy, nikoli např. bazén připojit dodatečně, mimo projekt

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Výkon tepelného čerpadla a průměr potrubí



Vztahy v topných soustavách, podmínky provozu

- Tepelné čerpadlo jako nízkoteplotní zdroj vyžaduje velký průtok vody
- Maximální výstupní voda z TČ je 60°C a požadujeme teplotu teplé vody na mytí 50°C
- Požadujeme $\Delta t = 5 - 6K$, tzn. průtoky cca 3x větší než u plynových kotlů
- Pouze při letní přípravě TV může být $\Delta t \approx 8K$

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Výkon tepelného čerpadla a průměr potrubí

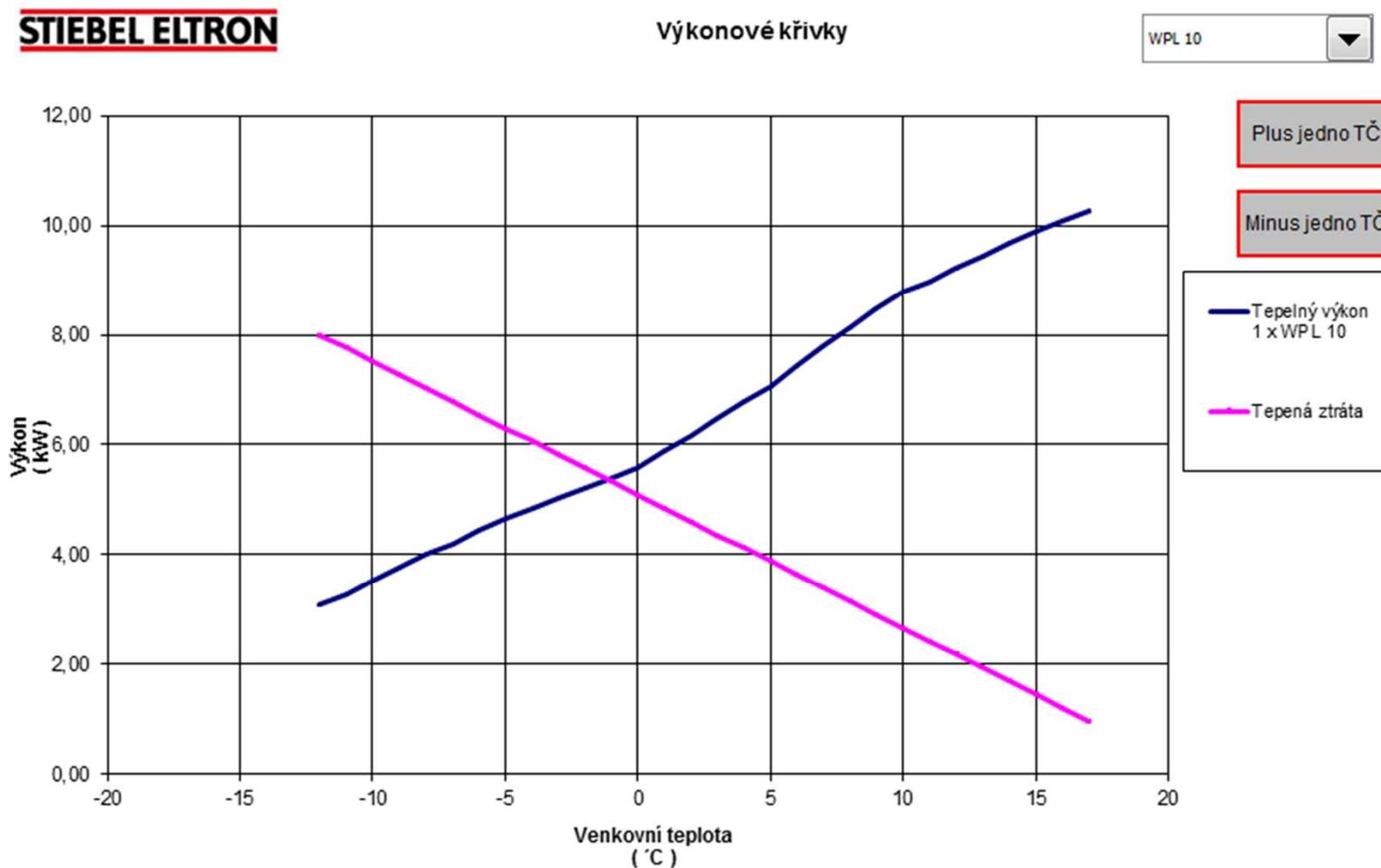
	delta t [K]			
	5	7	9	15
kW	DN	DN	DN	DN
5	20	16	16	12
8	25	20	20	16
10	32	25	20	16
12	32	25	20	16
16	32	32	25	20
20	40	32	32	20
25	40	40	32	25
30	50	40	32	25

Doba proběhu zdroje

- **Doba proběhu zdroje** by se měla pohybovat mezi **1800 – 2400 hod/ rok, střed 2000 hod/ rok**
- **Životnost tepelného čerpadla je cca 30.000 provozních hodin**
- **Z toho odvodíme, že $30.000 : 2.000 \approx 15$ let**
- **Používání venkovních bazénů a poddimenzování tepelného čerpadla vzhledem k tepelné ztrátě domu proběh zvyšuje**

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Doba proběhu zdroje



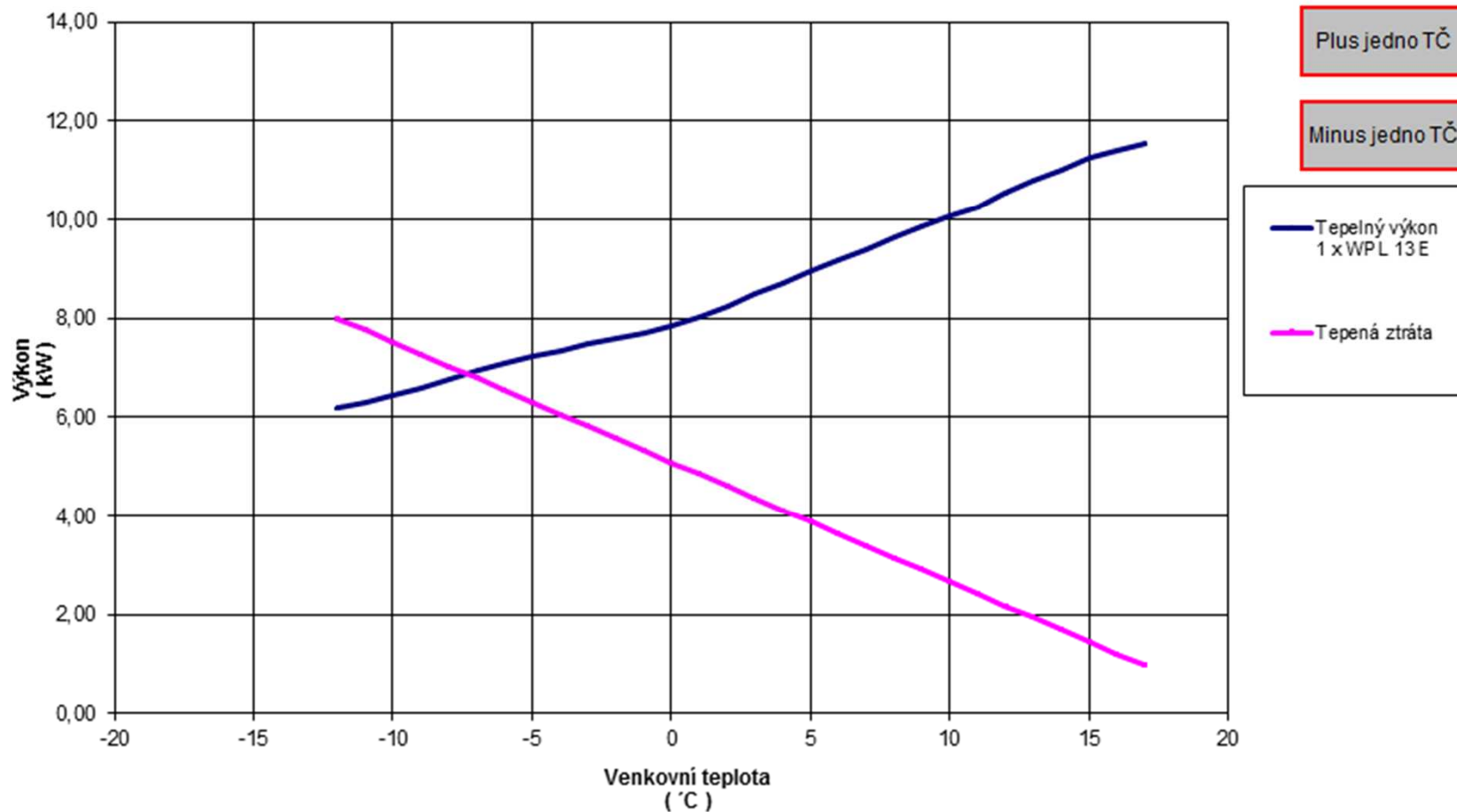
Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Doba proběhu zdroje

STIEBEL ELTRON

Výkonové křivky

WPL 13 E



Stanovení výkonu tepelného čerpadla podle proběhu zdroje

- Vycházíme z tepelné ztráty a roční potřeby tepla.

- Příklad:

tepelná ztráta: **10,0 kW**

spotřeba TV: **150 l/ den**

- Z toho:

roční potřeba tepla pro topení: **23.900 kWh/ rok**

roční potřeba tepla pro TV: **3.180 kWh/ rok**

roční potřeba tepla celkem: **27.080 kWh/ rok**

- Požadovaný proběh tepelného čerpadla **2.000 hod/ rok**

z toho **výkon tepelného čerpadla:**

$27.080 : 2.000 = 13,5 \text{ kW}$

Volba tepelného čerpadla podle průměrného výkonu

- Využíváme výkony v technických podkladech, stanovené v normovaných bodech, které odpovídají průměru topné sezóny (např. Praha má průměrnou teplotu pro topnou sezónu 216 dní + 4,0°C):

<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit>

- Vzduch – voda v A2/W35

např.: WPL 18 E: výkon v A2/W35°C je 11,3 kW

kontrola proběhu $27.080 : 11,3 = 2396$ hod/ rok ...OK

- Země – voda v B0/W35°C

např. WPF 13 E: výkon v B0/W35°C je 12,8 kW;

kontrola proběhu $27.080 : 12,8 = 2116$ hod/ rok ...OK

Zdroje tepla , vzduch - vzduchovody

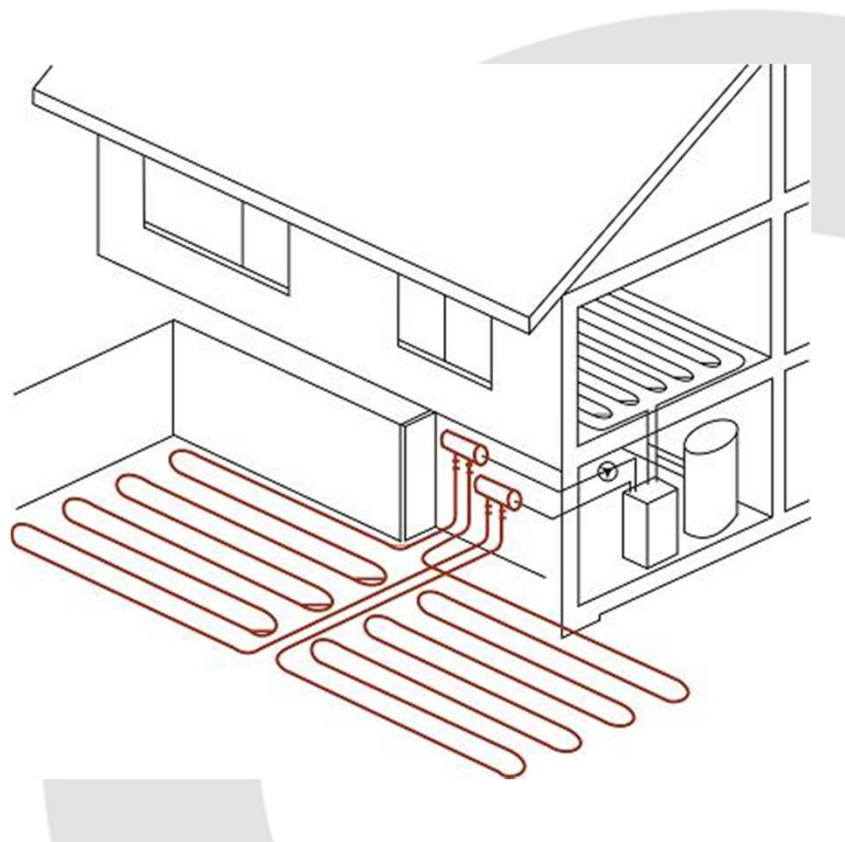
- U kaskád a vyšších výkonů je nutná spolupráce s projektantem – vzduchotechnikem
- Rychlost ve vzduchovodech necht' je nižší než 3 m/s
- Pozor na odpor mříží a žaluzií na fasádě

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

■ Zemní plošný kolektor

podloží	možný odběr	
	pro 1.800 hodin provozu	pro 2.400 hodin provozu
suchá nesoudržná hornina	10 W/m ²	8 W/m ²
zvodnělé stěrky a písky	20 – 30 W/m ²	16 – 24 W/m ²
protékající spodní voda stěrky a písky	40 W/m ²	32 W/m ²

Uvedené ziskové hodnoty pocházejí ze směrnic EU pro dimenzování primárního okruhu pro tepelná čerpadla



Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Dimenzování podle tepelného čerpadla , příklad návrhu: zemní kolektor

- vypočtená tepelná ztráta Q_n 7,2 KW
- vliv doby blokování (faktor 1,1) 7,9 KW

- zvolené TČ WPF 7 (Stiebel – Eltron)

- topný výkon (B0/W35) $Q_{TČ}$ 7,3 KW
- příkon (B0/W35) $PTČ$ 2,5 KW
- chladicí výkon Q_{Ch} 4,8 KW
- měř.výkon půdy q_E 15 W/m²

- $Q_{Ch} / q_E = 4.800 \text{ W} / 15 \text{ W (m}^2) = 320 \text{ m}^2 \text{ země}$

- výsledek : 320 m² x 1,5 m trubky/m²
- => 480 m = 3 okruhy po 160 m
- = 4 okruhy po 120 m

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Dimenzování podle tepelné ztráty domu , příklad návrhu: zemní kolektor

- **vypočtená tepelná ztráta** Q_n **7,2 KW**
- **Potřebný chladicí výkon** $Q_{Ch} = 0,65 * Q_n$ **4,7 kW**
- **Měrný výkon půdy** q_E **15 W/m²**
- **Potřebná plocha plošného kolektoru:**
 $Q_{Ch} / q_E = 4.700 \text{ W} / 15 \text{ W (m}^2) = 320 \text{ m}^2 \text{ země}$
- **výsledek :** **320 m²** **x 1,5 m trubky/m²**
- **=> 480 m** **= 3 okruhy po 160 m**
- **= 4 okruhy po 120 m**

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Dimenzování podle průběhu kolektoru , příklad návrhu: zemní kolektor

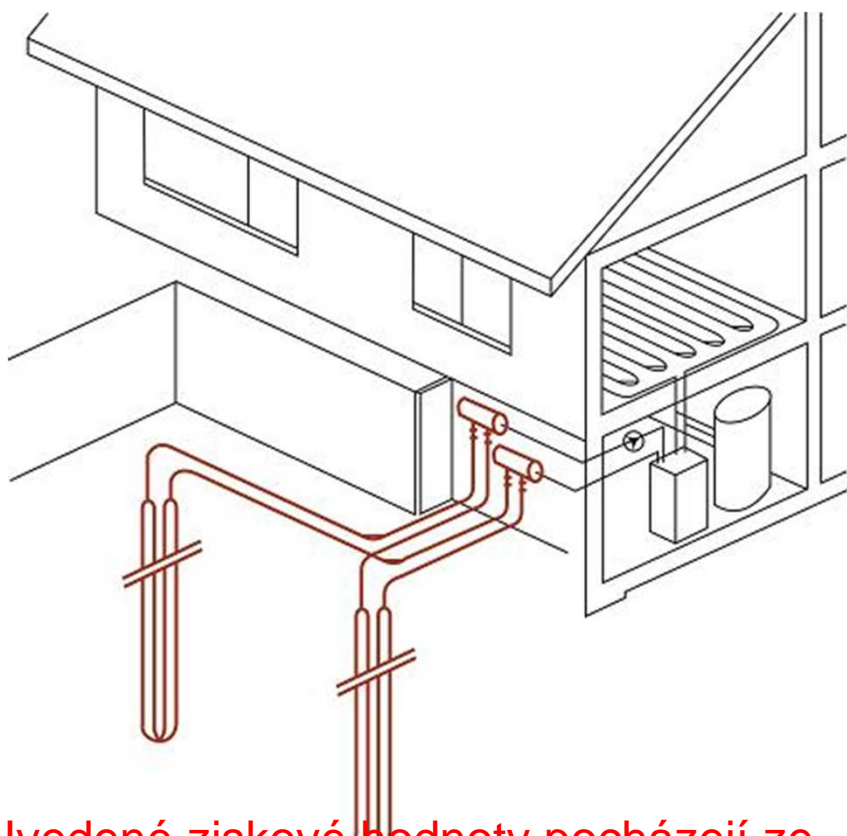
- vypočtená tepelná ztráta Q_n : 7,2 kW
- Roční potřeba tepla: 17.215 kWh/ rok
- Roční **spotřeba kompresoru**: 5.478 kWh/ rok
- Z toho **dodávka tepla z vrtů**: 11.737 kWh/ rok
- Roční proběh tepelného čerpadla 2.200 hodin
- Průměrný výkon vrtů: $11.737 / 2.200 = 5,4$ kW
- Měrný výkon půdy q_E **15 W/m²**

- $Q_{Ch} / q_E = 5.400 \text{ W} / 15 \text{ W} / \text{m} = 360 \text{ m}^2$

- **výsledek :** 360 m² x 1,5 m trubky/m²
- => 540 m = ~~3 okruhy po 180 m~~
- = 4 okruhy po 135 m

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Dimenzování podle průběhu vrtů, příklad návrhu: zemní vrty



Uvedené ziskové hodnoty pocházejí ze směrnice EU pro dimenzování primárního okruhu pro tepelná čerpadla

podloží	možný odběr	
	pro 1.800 hodin provozu	pro 2.400 hodin provozu
<i>obecné směrné hodnoty:</i>		
horší podloží (suché sedimenty) ($\lambda < 1.5$ W/(m · K))	25 W/m	20 W/m
normální pevná hornina nebo vodou nasycená sediment ($\lambda = 1.5 - 3.0$ W/(m · K))	60 W/m	50 W/m
pevná hornina s vysokou tepelnou vodivostí ($\lambda > 3.0$ W/(m · K))	84 W/m	70 W/m
suché štěrky a písky	< 25 W/m	< 20 W/m
zvodnělé štěrky a písky	65 – 80 W/m	55 – 65 W/m
protékající spodní voda štěrky a písky	80 – 100 W/m	80 – 100 W/m
vlhký jíł	35 – 50 W/m	30 – 40 W/m
masivní vápenec	55 – 70 W/m	45 – 60 W/m
pískovec	65 – 80 W/m	55 – 65 W/m
kyselé vyvřeliny (Žula)	65 – 85 W/m	55 – 70 W/m
zásadité vyvřeliny (Čedič)	40 – 65 W/m	35 – 55 W/m
Rula	70 – 85 W/m	60 – 70 W/m

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Dimenzování podle tepelného čerpadla , příklad návrhu : zemní vrty

- vypočtená tepelná ztráta Q_n 7,2 KW
- vliv doby blokování (faktor 1,1) 7,9 KW

- zvolené TČ WPF 7
- topný výkon (B0/W35) $Q_{TČ}$ 7,3 KW
- příkon (B0/W35) $P_{TČ}$ 2,5 KW
- chladicí výkon Q_{Ch} 4,8 KW

- měrný výkon půdy q_E 55 W/m

- $Q_{Ch} / q_E = 4.800 \text{ W} / 55 \text{ W (m)} = 87,3 \text{ m}$

- výsledek 1 vrt 87 m

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Dimenzování podle tepelné ztráty domu , Příklad návrhu: zemní vrty

- **vypočtená tepelná ztráta Q_n** **7,2 kW**
- **Potřebný chladicí výkon** $Q_{Ch} = 0,65 * Q_n$ **4,7 kW**
- **Měrný výkon půdy** q_E **55 W/m**
- $Q_{Ch} / q_E = 4.700 \text{ W} / 55 \text{ W /m} = 85,45 \text{ m}$
- **výsledek :** **1 vrt 86m**

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Dimenzování podle proběhu vrtů, příklad návrhu: zemní vrty

- **vypočtená tepelná ztráta Q_n :** **7,2 kW**
- **Roční potřeba tepla:** **17.215 kWh/ rok**
- **Roční spotřeba kompresoru:** **5.478 kWh/ rok**
- **Z toho dodávka tepla z vrtů** **11.737 kWh/ rok**
- **Roční proběh tepelného čerpadla** **2.200 hodin**
- **Průměrný výkon vrtů: $11.737 / 2.200 =$** **5,4 kW**
- **Měrný výkon půdy q_E** **55 W/m**

- **$Q_{Ch} / q_E = 5.400 \text{ W} / 55 \text{ W} / \text{m} = 98,2 \text{ m}$**

- **výsledek :** **1 vrt 100 m**

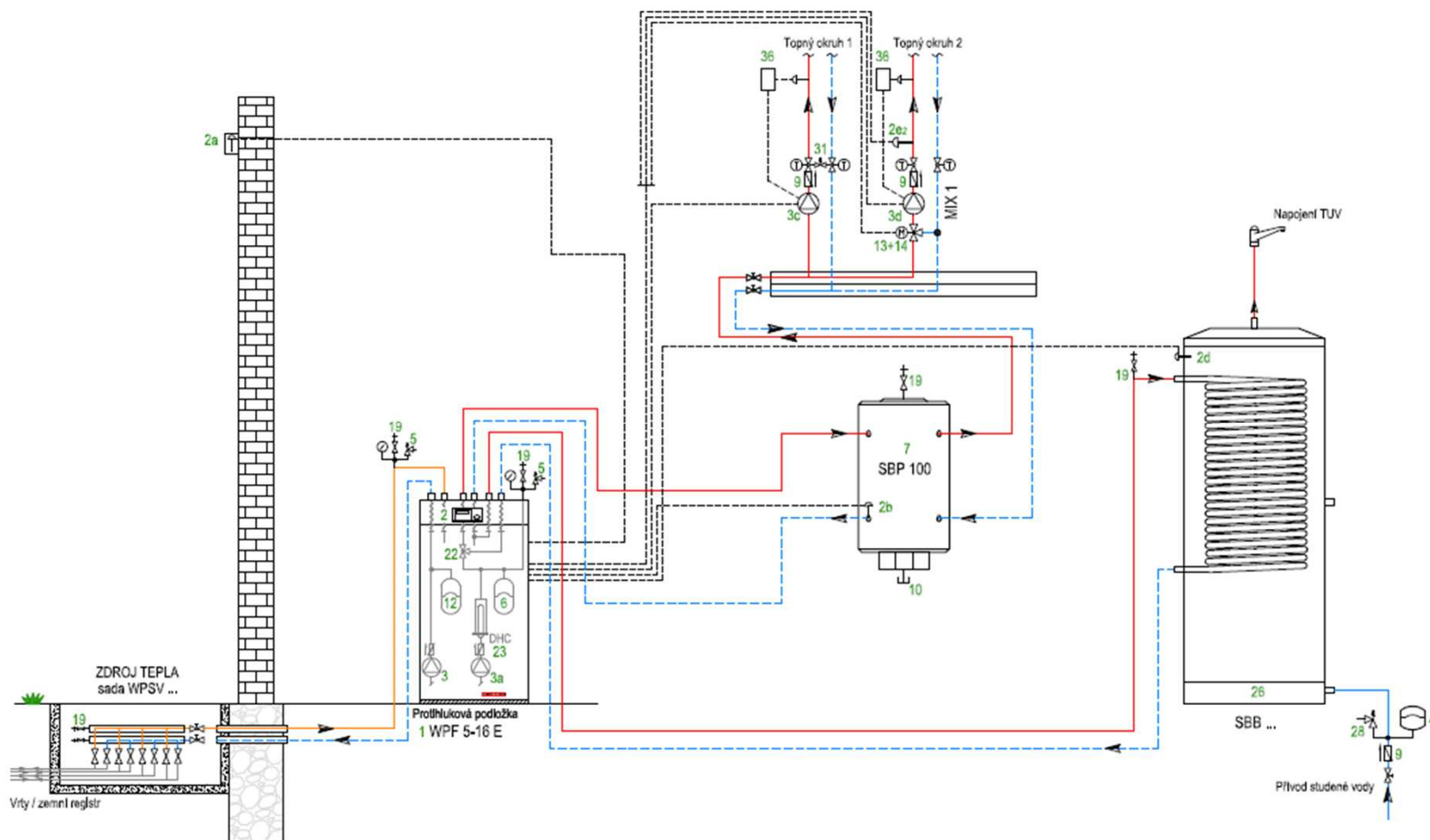
Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Vztahy v topných soustavách, podmínky provozu systém země - voda

- **Maximální teplota soustavy 55°C**
- **Zajistit dostatečný výkon vrtů**
- **Vrty: bezpodmínečně je nutno použít dostatečně velké čerpadlo, Δt menší než 4 K**
- **Nutno zajistit nízký bod tuhnutí směsi ve vrtech, -20°C a nižší**
- **Velký výměník pro TUV, dodržovat přiřazení zásobníků teplé užitkové vody podle projekčních podkladů**
- **Stejná pravidla pro záruku, jako u vzduch - voda**

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Vztahy v topných soustavách, podmínky provozu systém země - voda



Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

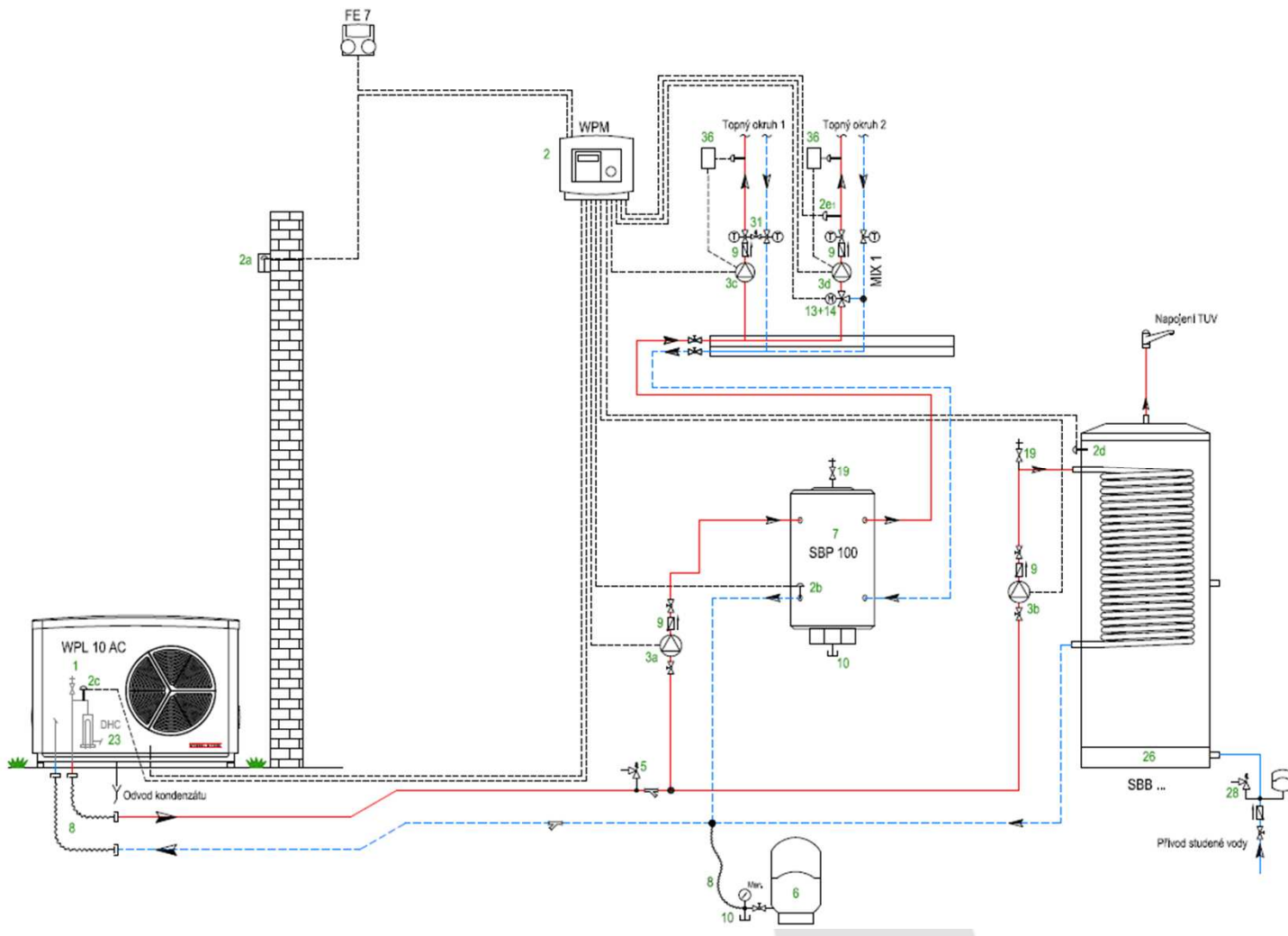
Vztahy v topných soustavách, příprava teplé vody systém vzduch - voda

- **Velký výměník pro TUV, dodržovat přiřazení zásobníků teplé užitkové podle projekčních podkladů výrobce**
- **Správný systém přípravy teplé vody je podmínkou prodloužené záruky 5 až 7 let – v Záručním listě většinou stojí:**

„U všech tepelných čerpadel je poskytnutí záruky vázáno na správnou volbu zásobníku TUV, plochy jeho vestavěného výměníku nebo externího výměníku podle technických podkladů výrobce.“

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

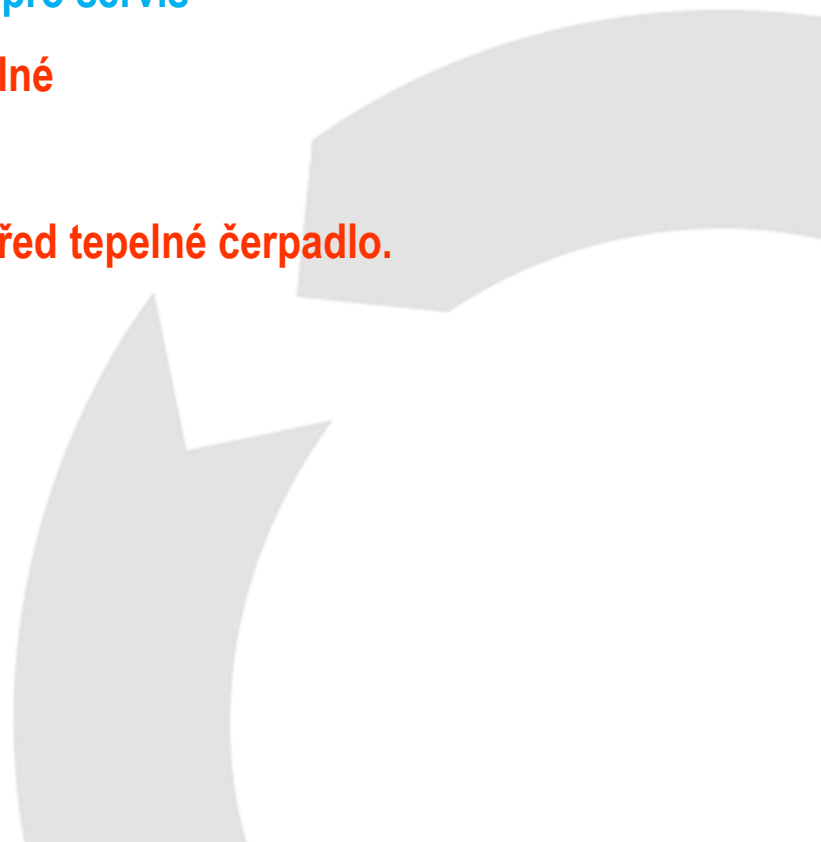
Výkon tepelného čerpadla a průměr potrubí



Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Vztahy v topných soustavách, podmínky provozu společné zásady

- Tepelné čerpadlo musí být za provozu přístupné pro servis
- Vrty i topná soustav musí být dobře odvědušnitelné
- Mezi vrty a čerpadlo je nutno vložit filtr
- Vždy je nutno použít filtr za topnou soustavou před tepelné čerpadlo.



Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Tabulka standardních elektrochemických potenciálů

▪ Hořčík	Mg	-2,370 V
▪ Hliník	Al	-1,660 V
▪ Zinek	Zn	-0,763 V
▪ Železo	Fe	-0,440 V
▪ Nikl	Ni	-0,250 V
▪ Cín	Sn	-0,136 V
▪ Olovo	Pb	-0,356 V
▪ Vodík	H ₂	0,000 V
▪ Měď	Cu	+0,137 V
▪ Stříbro	Ag	+0,799 V
▪ Zlato	Au	+1,500 V

- Spojením dvou nebo více kovů s odlišným elektrochemickým potenciálem vzniká makročlánek

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Doporučení:

- **Nepoužívat v soustavě materiály s příliš rozdílným elektrochemickým potenciálem**
- **Primární okruhy solárních systémů i tepelných čerpadel napouštět a doplňovat kapalinou v koncentraci připravené výrobcem.**
- **Používat zařízení pro aktivní odstraňování plynů**
- **Jednou za rok odebrat vzorek teplonosné kapaliny. Pokud výrazně změnila barvu, provést analýzu kapaliny i kalů, zjistit příčinu koroze a vzniku úsad a kapalinu vyměnit.**
- **Voda z vodovodu do otopných soustav, solární techniky a primárních okruhů tepelných čerpadel nepatří.**

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Rekapitulace

- Průtoky
- Dostatečně vydatný zdroj primární energie
- Dimenze potrubí
- Filtrace z topení i z vrtů
- Velké teplosměnné plochy u zásobníků teplé užitkové vody
- Tedy je nutný projekt
- Vzduchotechnická zařízení na 50°C
- Bazénové výměníky na 40°C – za provozu nízká teplota
- Vyvarovat se elektrochemickým potenciálům

Optimální dimenzování a životnost tepelných čerpadel

Závěr:

- **Děkuji za pozornost.**
- **Ing. David Šafránek**
- **606 792 065**
- **safranek@stiebel-eltron.cz**

