ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

NÁVRH VYTÁPĚNÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

DAVID ŠNAJDR

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.**

2016/2017

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Šnajdr Jméno: David Osobní číslo: 423669

Zadávající katedra: K11125

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Návrh vytápění administrativní budovy

Název bakalářské práce anglicky: Design of heating system of office building

Pokyny pro vypracování:
Navrhněte systém vytápění administrativní budovy, který účině využívá obnovitelných zdrojů energie. Navrhněte koncept otopné soustavy s využitím méně tradičních řešení. Nadefinujte základní parametry, nadimenzujte jednotlivé součásti. Zpracujte výkresovou dokumentaci a technickou zprávu. Vyjádřete vliv navrženého řešení na hodnocení otopné soutavy v posouzení energetické náročnosti budovy.

Seznam doporučené literatury:
Petráš, D. Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie, Jaga Media, ISBN: 978-80-8076-069-4, s. 216, 2008.
Volker Q. Obnovitelné zdroje energií, Grada, s. 296, ISBN: 9788024732503, 2010.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Daniel Adamovský, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 27.2.2017 Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

[redacted]
Podpis vedoucího práce

[redacted]
Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce" a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací".

27. 2. 2017
Datum převzetí zadání

[redacted]
Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

Praha, 23. 5. 2017 David Šnajdr

Poděkování

Děkuji Ph.D. Adamovskému za jeho odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mí při psaní této bakalářské práce byly velkým přínosem. Zejména děkuji za zodpovězení mých dotazů.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem vytápění administrativní budovy. Cílem bylo efektivní využití obnovitelných zdrojů. Navrhnuto bylo tepelné čerpadlo země-voda v kombinaci s kapilárními rohožemi. Definovány jsou základní parametry a dimenze včetně výkresové dokumentace.

Další část je zaměřena na vliv navrženého řešení na posouzení energetické náročnosti budovy.

Abstract

This bachelor's thesis is related to proposes of heating system of office building. The purpose was to use renewable resources in effective way. Suggested was heat pump ground-to-water combined with capillary mats. Definied are basic parametres and dimensions including drawing documentation.

Next part is focused on influence of proposed solution on assessment of energy performance of buildings.

Klíčová slova

Vytápění, tepelné čerpadlo, geotermální vrt, kapilární rohože, obnovitelné zdroje energie, průkaz energetické náročnosti

Keywords

Heating, heat pump, geothermal well, capillary mats, renewable sources of energy, energy performance certificate

Obsah

Úvod 8
Jak jsem se k práci dostal 8
Co ovlivnilo výběr tématu 8
Cíl práce 8
1 Základní informace o projektu 9
1.1 Popis území stavby 9
1.2 Celkový popis stavby 9
1.2.1 Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek 9
1.2.2 Základní charakteristika objektu 9
2 Základní výpočtové údaje 11
2.1 Vnější výpočtové údaje 11
2.2 Vnitřní výpočtové údaje místností 11
2.3 Tepelně technické vlastnosti hlavních stavební konstrukcí 11
3 Energetická bilance objektu 11
3.1 Tepelné ztráty 11
3.2 Roční potřeba energie 13
4 Návrh otopných ploch/těles 13
4.1 Technické parametry kapilární rohože typu K.S15: 13
4.1.1 Průměrný maximální přípustný topný výkon $q_{,top,max}$: 14
4.1.2 Návrh skutečného topného výkonu kapilárních rohoží q_{top}: 14
4.2 Tabulka navržených výsledků 16
5 Návrh zdroje tepla 18
5.1 Návrh tepleného čerpadla 18
5.2 Určení bodu bivalence 18
5.3 Hloubka geotermálního vrtu primárního okruhu 19
6 Výpočet velikosti zásobníku teplé vody 19
7 Návrh dimenzí potrubí, oběhových čerpadel 21
7.1 Výpočet tlakových ztrát 21
7.1.1 SEKUNDÁRNÍ OKRUH – Soustava DV-KR 21
7.1.2 SEKUNDÁRNÍ OKRUH – soustava TČ-TV 24
7.1.3 PRIMÁRNÍ OKRUH – vrt 24
7.2 návrh oběhových čerpadel 26
7.2.1 SEKUNDÁRNÍ OKRUH – soustava DV-KR 26

7.2.2 SEKUNDÁRNÍ OKRUH – soustava TČ-TV 28
7.2.3 PRIMÁRNÍ OKRUH – vrt 29
8 Návrh deskového výměníku 30
9 Pojistné a zabezpečovací zařízení 32
9.1 Sekundární strana 32
9.1.1 Soustava DV-KR 32
9.1.2 Soustava TČ-TV 34
9.2 Primární strana – vrt 34
9.2.1 Pojistné zařízení 34
9.2.2 Expanzní zařízení 34
10 Návrh izolace potrubí 35
11 TECHNICKÁ ZPRÁVA 36
12 Vyhodnocení v rámci posouzení energetické náročnosti budovy (PENB) 42
12.1 Případ 1: PENB se srovnáním kotle na biomasu 43
12.2 Případ 2: elektrokotel s navrhovaným opatřením TČ 60
12.3 Případ 3: plynová kotel s návrhem solárních panelů 65
12.4 Shrnutí 70
13 Závěr 73
14 Seznam literatury a podkladů 74
15 Přílohy 76

Úvod

Jak jsem se k práci dostal

Mé rozhodnutí v otázce budoucího oborového zájmu spadá přibližně do konce třetího, tedy minulého ročníku, kdy jsem za sebou již měl absolvování prvních předmětů z katedry technických zařízení budov (TZB). Práce a témata zde mě zaujala a bavila. V dalším semestru jsem si proto vybral zpracování projektu právě na této katedře. S tímto rozhodnutím jsem až doposud velmi spokojen. Z toho vyplynulo navázání i bakalářskou prací.

Co ovlivnilo výběr tématu

Ve výše zmiňovaném projektu jsem řešil převážně zdravotně technické instalace. Vytápěním jsem chtěl navázat na další profesi, kde bych si rád prohloubil znalosti, neboť ho beru minimálně v našich zeměpisných délkách za profesi důležitou.

Cíl práce

Tématem je návrh vytápění administrativní budovy, jež přiléhá k hale, která není řešena. Mým cílem však byl návrh vytápění takový, aby účinně využíval obnovitelných zdrojů energie. Vybral jsem si využití energie ze země v kombinaci s tepleným čerpadlem. Spotřebu nevyhnutelné neobnovitelné energie jsem vypočítal.

Koncovými prvky otopné soustavy jsem vybral kapilární rohože, což beru z mého pohledu jako méně tradiční, ovšem zajímavé řešení. Jako klady jejich využití beru mimo jiné možné příjemné účinky sálání, rychlou odezvu a dále pak jejich využití i pro chlazení objektu, což v mé práci není řešeno.

1 Základní informace o projektu

1.1 Popis území stavby

Plánovaná výstavba výrobního areálu je situována na severním okraji města Jablonec nad Nisou. Hlavní stavební objekty budou umístěny na ppč. 1589, k. úz. Jablonec nad Nisou. Dle KN je evidován jako ostatní plocha. Jedná se o nezastavěné území.

1.2 Celkový popis stavby

1.2.1 Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek

Stavba bude sloužit jako provozně výrobní areál. Firma se zabývá přesnou strojní CNC výrobou (počítačem řízený obráběcí stroj) v prototypových až malých sériích. Nejčastěji realizuje zakázkovou CNC výrobu pro tuzemské a evropské odběratele. Tyto zakázky jsou zpravidla jednotlivé dílčí komponenty, které slouží jako součásti různých strojních zařízení pro potravinářský průmysl, vědu a výzkum, optiku, zdravotnictví, či automobilový průmysl.

Celkem	max. 27 zaměstnanců - jednosměnný provoz			
pracoviště	ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA		VÝROBNÍ HALA	
žen/mužů	2 ženy	2 muži	8 žen	15 mužů

Tabulka 1 - předpokládaná směnnost, počet zaměstnanců ve směnách včetně rozlišení pohlaví

Zaměstnanci výrobní haly budou využívat zázemí administrativní budovy (WC, kuchyň, šatny)

Hlavní budova je tvořená halou SO 01 (neřeší se) a provozní budovou SO 02

Maximální půdorysné rozměry SO 01:	30,6 x 15,6m
Zastavěná plocha SO 01:	475 m^2
Výška atiky SO 01 od úrovně čisté podlahy v I.NP:	9,3m
Podlahová plocha SO 01:	465 m^2
Obestavěný prostor SO 01:	4715 m^3
Maximální půdorysné rozměry SO 02:	20,1 x 11,1m
Zastavěná plocha SO 02:	220m^2
Výška atiky SO 02 od úrovně čisté podlahy v I.NP:	7,80m
Podlahová plocha SO 02:	371 m^2
Obestavěný prostor SO 02:	1865 m^3

1.2.2 Základní charakteristika objektu

SO 02 - Provozní budova

a) Stavební řešení

Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepený objekt, obdélníkového půdorysu o maximálních půdorysných rozměrech 20,3 x 11,1 m s maximální výškou atiky 7,83m. Budova se stěnovým konstrukčním systém bude založena na pilotách a základových prazích. Stropní konstrukci nad I.NP bude tvořit monolitická stropní deska. Objekt bude zastřešen plochou jednoplášťovou střechou s klasickým pořadím vrstev. Nosnou konstrukci bude tvořit monolitická deska. Po obvodě bude střecha zakončena zděnou atikou. Obvodový plášť je navržen jako provětrávaná dvouplášťová fasáda. Výjimkou je část ohraničující prosklené nároží a vstup do objektu, který bude zateplen kontaktním zateplovacím systémem.

b) Konstrukční a materiálové řešení

Zděná stavba se stěnovým konstrukčním systém bude založena na železobetonových monolitických vetknutých pilotách o celkové délce cca. 7 m a základových železobetonových monolitických prazích. Nosné zdivo je navrženo z pórobetonových tvarovek zděných na cementovou maltu. Nenosné zdivo je navrženo z pórobetonových příčkovek zděných na cementovou maltu. Stropní konstrukci nad I.NP bude tvořit monolitická spojitá stropní deska. Objekt bude zastřešen plochou jednoplášťovou střechou s klasickým pořadím vrstev. Nosnou konstrukci bude tvořit monolitická spojitá stropní deska. Střecha bude utěsněna parotěsným asfaltovým pásem s hliníkovou a skelnou vložkou, zateplena expandovaným polystyrenem a opláštěna hydroizolační folií na bázi PVC-P vyztužena polyesterovou mřížkou. Fólie bude mechanicky kotvena a přitížena vrstvou z praného říčního kameniva. Po obvodě bude střecha zakončena zděnou atikou z pórobetonového zdiva ztuženou železobetonovým věncem. Obvodový plášť je navržen jako provětrávaná dvouplášťová fasáda zateplena minerální vlnou. Výjimkou je část ohraničující prosklené nároží a vstup do objektu, která bude zateplena kontaktním zateplovacím systémem z minerální vlny s podélným vláknem a opatřena tenkovrstvou silikonovou omítkou v bíle barvě. Fasáda bude prosklena francouzskými a klasickými okny s plastovými profily a dále bude prosklen vstup a nároží kanceláře ředitele hliníkovými profily.

2 Základní výpočtové údaje

2.1 Vnější výpočtové údaje

Jako výpočtové hodnoty lze uvažovat následující údaje, vycházející ze základních meteorologických údajů [1]:

- Lokalita Jablonec nad Nisou
- GPS 50°43'59.83"N, 15°10'38.35"E
- Nadmořská výška 610 m n. m.
- Normální tlak vzduchu 98 kPa
- Výpočtová venkovní teplota -18°C
- Průměrná denní venkovní teplota v otopném období 5,1°C

2.2 Vnitřní výpočtové údaje místností

- Kanceláře, zasedací místnost, denní a montážní místnost, WC, šatny ti = 20°C
- Chodba, technické místnosti ti = 15°C
- Výrobní hala ti = 19°C
- Měřící místnost ti = 22°C
- Umývárna ti = 24°C

2.3 Tepelně technické vlastnosti hlavních stavební konstrukcí

Tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí odpovídající ČSN 73 0540-2:2011. [2]

- Stěna obvodová – provozní budova 0,16 W/m^2K
- Stěna obvodová – výrobní hala 0,17 W/m^2K
- Střecha plochá – provozní budova 0,14 W/m^2K
- Střecha plochá – výrobní hala 0,19 W/m^2K
- Strop nad I.NP 0,42 W/m^2K
- Podlaha – provozní budova 0,26 W/m^2K
- Podlaha – výrobní hala 2,81 W/m^2K
- Podlaha nad nevytápěným prostorem 0,16 W/m^2K
- Okenní konstrukce 0,71 W/m^2K
- Dveře, vrata 1,50 W/m^2K

3 Energetická bilance objektu

3.1 Tepelné ztráty

Výpočet proveden v programu DEKSOFT – TZB od společnosti DEKPROJEKT s.r.o. [3]

- na základě normy ČSN EN 12 831 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu

Tepelná ztráta provozní budovy (SO 02): 12,6 kW

Protokol výpočtu uveden v (***Příloha 1***), zde uvádím pouze výsledky shrnuté v tabulce:

7) souhrn tepelných ztrát vytápěných místností

místnost	návrhová teplota v místnosti $\theta_{int,i}$ [°C]	objem vzduchu v místnisti V_{int} [m³]	podlahová plocha místnostni $A_{f,int}$ [m²]	návrhová tepelná ztráta prostupem ϕ_T [W]	návrhová tepelná ztráta větráním ϕ_V [W]	zátopový tepelný výkon ϕ_{RH} [W]	návrhový tepelný výkon ϕ_{HL} [W]
101 - Zádveří	15	22,3	7,14	262,7	125,1	0,0	387,8
102 - Vstupní hala a chodba	15	178	49,17	-256,7	1 997,2	0,0	1 740,4
103 - Umývárna muži	24	27,4	8,74	478,8	195,6	0,0	674,5
104 - Šatna muži	20	30,8	9,85	5,2	199,0	0,0	204,2
105 - Šatna ženy	20	18,2	5,56	-28,6	117,6	0,0	89,0
105a - Umývárna ženy	24	8,6	2,62	205,3	61,4	0,0	266,7
106 - Úklidová místnost	20	14,4	4,60	12,0	93,0	0,0	105,0
107 - Měřící místnost	22	20	20,00	428,4	136,0	0,0	564,4
109 - Bezbariérové WC + WC ženy	20	4,65	4,65	253,6	30,0	0,0	283,7
110 - WC muži	20	29,5	9,42	128,3	190,6	0,0	318,9
111 - Denní místnost	20	76,2	24,36	353,6	492,3	0,0	845,8
201 - Chodba + kuchyňka	15	160,5	50,30	-193,5	1 800,8	0,0	1 607,3
203 - kancelář ředitele	20	69,5	21,80	899,0	449,0	0,0	1 348,0
204 - Kancelář asistentky a účetní	20	50,4	15,80	336,3	325,6	0,0	661,9
205 - Úklidová místnost	20	16,6	5,20	115,6	107,2	0,0	222,9
206 - WC muži	20	22,6	7,10	158,8	146,0	0,0	304,8
207 - WC ženy	20	21,6	6,78	138,0	139,5	0,0	277,5
208 - Kancelář vedoucího výroby	20	51	16,00	322,4	329,5	0,0	651,9
209 - Montážní místnost	20	77,7	24,36	597,1	501,9	0,0	1 099,1
210 - Archiv	15	28,1	8,80	-145,0	157,6	0,0	12,6
211 - Zasedací místnost	20	61,8	19,36	525,8	399,2	0,0	925,0
Celkem za zadané místnosti	**-**	**989,85**	**321,61**	**4 597,2**	**7 994,1**	**0,0**	**12 591,3**

3.2 Roční potřeba energie

Uvedeno shrnutí, podrobněji viz kapitola (***PENB***)

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	11 871,82	3,2	3,0	37 989,83	35 615,46
Slunce, energie prostředí	22 745,84	1,0	0,0	22 745,84	0,00
Celkem	**34 617,66**	**x**	**x**	**60 735,67**	**35 615,46**

4 Návrh otopných ploch/těles

Je navržena teplovodní otopná soustava stropního sálavého vytápění s kapilárními rohožemi od G-TERM. Z technické místnosti (B1.08) bude vedeno potrubí k rozdělovačům a odtud dále do kapilárních rohoží v jednotlivých místnostech dle PD.

V umývárnách budou osazena doplňující elektrická trubková otopná tělesa. Ta budou schopna zajistit samostatně tepelnou pohodu i mimo otopnou sezónu.

4.1 Technické parametry kapilární rohože typu K.S15:

Informace dostupné od společnosti G-TERM [4]:

Materiál: polypropylen, typ 3

Rozměry:

- Sběrná trubice 20 x 2 mm
- Kapiláry 3,35 x 0,5 mm
- Rozteč 15 mm

Velikost:

- Délka 600 – 6000 mm (po 10 mm)
- Šířka 150 – 1200 mm (po 30 mm)

Hmotnost:

- 0,44 kg/m^2 (nenaplněná, bez sběrných trubic)
- 0,71 kg/m^2 (naplněná, bez sběrných trubic)
- Objem vody 0,27 l/m^3

Topný výkon dle provedení až 150 W/m^2

Provozní podmínky:

- Max. teplota v nepřetržitém provozu do 60 °C
- Provozní tlak 3 - 4 bar
- Zkušební tlak 10 bar/10 hod

Max rychlost proudění v kapilárách je 1,5 m/s

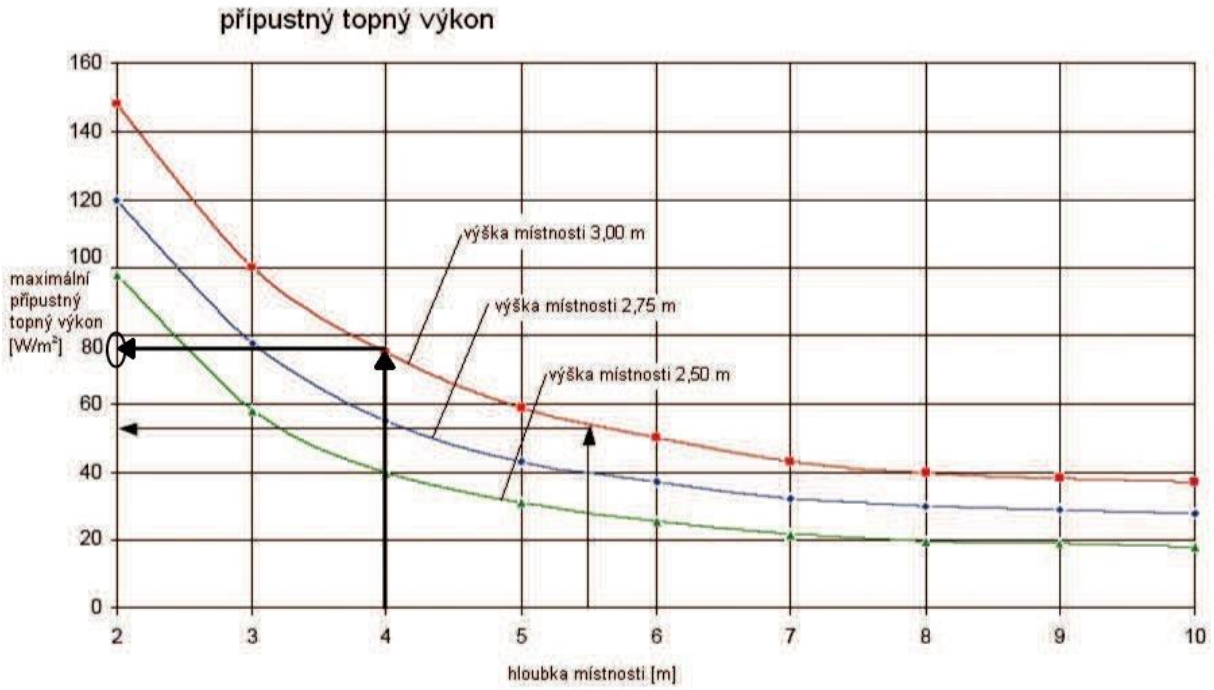
Doporučená velikost 1 okruhu je 15 m2

4.1.1 Průměrný maximální přípustný topný výkon $q_{,top,max}$:

Pro vyloučení nežádoucích efektů přílišného osálání osob, je stanoven limit výkonu KR, při kterém nebude negativně narušována tepelná pohoda osob.

Limit uvažován dle grafu od výrobce. Vstupní parametry u administrativní budovy:

- minimální výška místnosti: 3,00 m
- převažující hloubka místnosti: 4,00 m



Obrázek 1; přípustný topný výkon KR [4]

Nejvyšší přípustný topný výkon kapilárních rohoží $q_{,top,max} = 77$ W/m^2

4.1.2 Návrh skutečného topného výkonu kapilárních rohoží q_{top}:

Výpočet proveden dle podkladů od výrobce [4]. V administrativní budově budou dva typy instalací kapilárních rohoží:

1) Rohože nad SDK podhledem

   B1.02 – Vstupní hala a chodba
   B2.01 + B2.02 – Chodba + kuchyňka

2) Rohože v omítnutém stropu

B1.01 – Zádveří
B1.03 – Umývárna muži
B1.04 – Šatna muži
B1.05 – Šatna ženy
B1.05a – Umývárna ženy
B1.06 – Úklidová místnost
B1.07 – Měřící místnost
B1.09 – Bezbariérové WC + WC ženy
B1.10 – WC muži
B1.11 – Denní místnost
B2.03 – kancelář ředitele
B2.04 – Kancelář asistentky a účetní
B2.05 – Úklidová místnost
B2.06 – WC muži
B2.07 – WC ženy
B2.08 – Kancelář vedoucího výroby
B2.09 – Montážní místnost
B2.10 – Archiv
B2.11 – Zasedací místnost

4.1.2.1 Rohože nad SDK podhledem

Teplotní spád t_p/t_z = 31/28 °C

Převažovaná teplota interiéru t_i = 18 °C

Kapilární rohože instalovány do omítnutého stropu, tl. omítky 9 mm

$$q_{top1} = C * \left(\left(\frac{t_p + t_z}{2}\right) - t_i\right)^n = 5{,}080 * \left(\left(\frac{31 + 28}{2}\right) - 18\right)^{1{,}070} = 69{,}3\ W/m^2$$

C konstanta dle typu instalace

n exponent dle typu instalace

č.	Typ instalace	C	n
1	kovová stropní kazeta	6,259	1,105
2	v omítnutém stropu, tl. omítky cca 9 mm	6,210	1,112
3	rohože nad SDK podhledem	**5,080**	**1,070**

q_{top1} = 69,3 W/m² ≤ $q_{top,max}$ = 77 W/m² **vyhoví**

4.1.2.2 Rohože v omítnutém stropu

Teplotní spád t_p/t_z = 31/28 °C

Převažovaná teplota interiéru t_i = 20 °C

Kapilární rohože instalovány do omítnutého stropu, tl. omítky 9 mm

$$q_{top2} = C * \left(\left(\frac{t_p + t_z}{2}\right) - t_i\right)^n = 6{,}21 * \left(\left(\frac{31 + 28}{2}\right) - 20\right)^{1{,}112} = 75{,}9\ W/m^2$$

C konstanta dle typu instalace

n exponent dle typu instalace

č.	Typ instalace	C	n
1	kovová stropní kazeta	6,259	1,105
2	v omítnutém stropu, tl. omítky cca 9 mm	**6,210**	**1,112**
3	rohože nad SDK podhledem	5,080	1,070

q_{top2} = 75,9 W/m^2 ≤ $q_{top,max}$ = 77 W/m^2 **vyhoví**

4.2 Tabulka navržených výsledků

- účelem je efektivní a ekonomický návrh potřebných ploch KR pro dostatečné pokrytí tepelné ztráty dané místnosti
- výsledné plochy KR vychází z jejich modulových rozměrů

číslo místnosti - název místnosti	návrhová teplota v místnosti	objem vzduchu v místnisti	podlahová plocha místnostni	tepelná ztráta	pokrytí stopu rohožemi	výsledná plocha rohoží	výkon rohoží	návrhový celkový výkon	posouzení	využití
	$\theta_{int,i}$	V_{int}	$A_{f,int}$	ϕ_{HL}	$A_h/A_{f,int}$	A_h	q_{top}	Q_{top}	$Q_{top} \geq \phi_{HL}$	
	[°C]	[m^3]	[m^2]	[W]	[%]	[m^2]	[W/m^2]	[W]		[%]
101 - Zádveří	15	22,3	7,14	387,8	81,8	5,839	75,9	443	vyhoví	114
102 - Vstupní hala a chodba	15	178	49,17	1 740,40	54,6	26,848	69,3	1861	vyhoví	107
103 - Umývárna muži (OT 500 W)	24	27,4	8,74	674,5	31,8	2,775	75,9	711	vyhoví	105
104 - Šatna muži	20	30,8	9,85	204,2	30,3	2,98	75,9	226	vyhoví	111
105 - Šatna ženy	20	18,2	5,56	89	31,4	1,744	75,9	132	vyhoví	149
105a - Umývárna ženy (OT 300W)	24	8,6	2,62	266,7	0,0	0	75,9	300	vyhoví	112
106 - Úklidová místnost	20	14,4	4,6	105	36,3	1,669	75,9	127	vyhoví	121
107 - Měřící místnost	22	20	20	564,4	40,2	8,044	75,9	611	vyhoví	108
109 - Bezbariérové WC + WC ženy	20	4,65	4,65	283,7	87,5	4,069	75,9	309	vyhoví	109
110 - WC muži	20	29,5	9,42	318,9	50,4	4,743	75,9	360	vyhoví	113
111 - Denní místnost	20	76,2	24,36	845,8	49,6	12,076	75,9	917	vyhoví	108
201 - Chodba + kuchyňka	18	160,5	50,3	1 607,30	66,6	33,491	69,3	2321	vyhoví	144
203 - kancelář ředitele	20	69,5	21,8	1 348,00	89,9	19,594	75,9	1487	vyhoví	110
204 - Kancelář asistentky a účetní	20	50,4	15,8	661,9	59,4	9,393	75,9	713	vyhoví	108
205 - Úklidová místnost	20	16,6	5,2	222,9	62,4	3,244	75,9	246	vyhoví	110
206 - WC muži	20	22,6	7,1	304,8	59,7	4,238	75,9	322	vyhoví	106
207 - WC ženy	20	21,6	6,78	277,5	59,2	4,013	75,9	305	vyhoví	110
208 - Kancelář vedoucího výroby	20	51	16	651,9	58,7	9,394	75,9	713	vyhoví	109
209 - Montážní místnost	20	77,7	24,36	1 099,10	68,9	16,78	75,9	1274	vyhoví	116
210 - Archiv	15	28,1	8,8	12,6	11,3	0,994	75,9	75	vyhoví	599
211 - Zasedací místnost	20	61,8	19,36	925	71,2	13,79	75,9	1047	vyhoví	113
Celkem za zadané místnosti	-	989,85	321,61	12 591,30	-	185,718	-	14498	vyhoví	115

5 Návrh zdroje tepla

5.1 Návrh tepleného čerpadla

Tepelná ztráta budovy: Q_z = 12,6 kW = potřebný výkon kotelny pro vytápění.
Návrh tepelného čerpadla země-voda s hlubinným vrtem pro bivalentní provoz. Výkon tepelného čerpadla bude nabývat hodnot 60-80 % z celkového potřebného výkonu kotelny Q_{kot}, tedy rozmezí 7,56 až 10,08 kW. Zbytek potřebného výkonu pokryje elektrokotel jako paralelní bivalentní zdroj.

Návrh tepelného čerpadla ECO TOUCH DS 2012.5 Ai

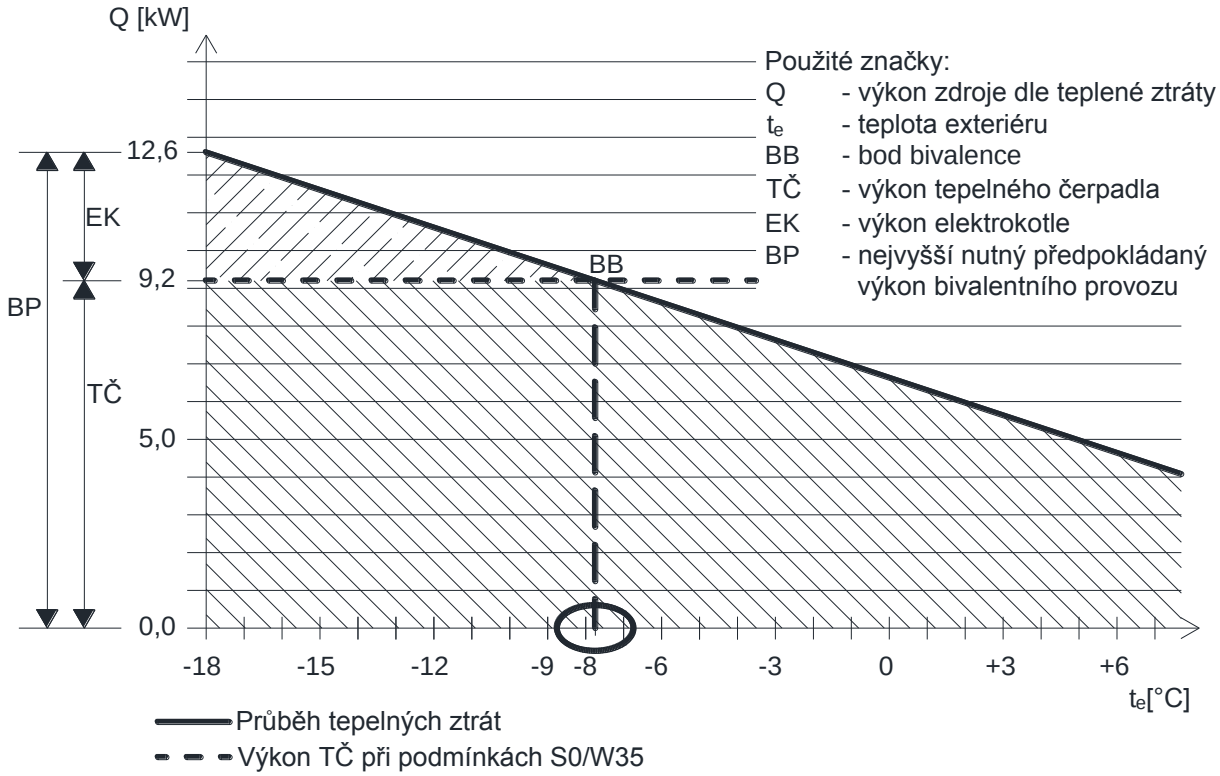
- Topný výkon $Q_{tč}$ = 9,2 kW (pro B0/W35), 8,3 kW (pro B0/W55)
- Elektrický příkon P_e = 1,9 kW (pro S0/W35), 2,7 kW (pro B0/W55)
- Topný faktor COP = 5,0 (pro S0/W35), 3,1 (pro B0/W55)
- Chladící výkon $Q_{ch} = Q_{tč} – (Q_{tč} / COP) = 9,2 – (9,2/5,0) = 7,4$ kW
- Integrovaná elektropatrona o příkonu P_{ep} = 6 kW

Akumulační nádrž nebude osazována. TČ je schopno dostatečně regulovat svůj výkon.

5.2 Určení bodu bivalence

Předpokladem pro TČ s hlubinným vrtem je přibližně konstantní schopnost dosažení topného výkonu po celý rok díky ustálené teplotě v podzemí.

Graf návrhu TČ a elektrokotle pro paralelně bivalentní provoz:



Graf 1; návrh TČ a bivalentního zdroje

Bod bivalence z grafu odpovídá přibližně teplotě -8°C. Od této teploty začne připínat elektrokotel pro úplné pokrytí extrémních tepelných ztrát. Je předpoklad, že k této situaci běžně dojde přibližně ve 3 % z provozu TČ pro vytápění (otopné období).

5.3 Hloubka geotermálního vrtu primárního okruhu

Měrný tepelný odběrový tok q_{vrt} = 50 W/m (běžné podloží a vodou nasycený sediment dle Tab. 1) [5]

Tab. 1 Měrné odběrové tepelné toky zemní sondy pro vybrané druhy zemního masívu dle ČSN EN 15450

Druh zemního masívu	**Měrný odběrový tepelný tok**
	doba provozu do 2 400 h
Obecné směrné hodnoty:	
špatné podloží (suchý sediment a λ < 1,5 W/(m·K)	20 W/m
běžné podloží a vodou nasycený sediment 1,5 < λ < 3,0 W/(m·K)	**50 W/m**
pevná hornina s vysokou tepelnou vodivostí λ > 3,0 W/(m·K)	70 W/m

Výpočet provozních hodin TČ:

$h = Q_r/Q_k = (21800 + 2300)/(9{,}2+6) =$ 1586 h < 2 400 h

Q_r potřeba tepla pro vytápění a teplou vodu [kWh/rok] (viz PENB)

Q_k výkon TČ a bivalentního zdroje – elektropatrony [kW]

Hloubka geotermálního vrtu:

$H = Q_{ch}/q_{vrt} = 7400/50 = 148$ m

Q_{ch} chladící výkon TČ [W]

- ⇨ Celková potřebná hloubka vrtů H = 148 m
- ⇨ Budou provedeny 2 vrty, každý o hloubce 75 m

Jmenovitý výkon Q_{ch} (B0/W35)	Průtok	Celková délka	Hloubka vrtu	Počet vrtů	Rozměr	Minimální odstup
[kW]	[m^3/h]	[m]	[m]	[ks]	[mm]	[m]
7,4	2,3	150	75	2	4x 32x3	10

Tab. 2; shrnutí parametrů geotermálního vrtu

6 Výpočet velikosti zásobníku teplé vody

Jedná se o zásobníkový ohřev TV s nárazovou dodávkou tepla. Tepelné čerpadlo bude přepínat mezi ohřevem otopné vody a teplé vody. Nárazový ohřev TV jsem uvažoval po dobu jedné hodiny.

Počet osob: 27 (z toho 12 x požadavek na sprchování)
Teplota studené vody t_s = 10 °C
Teplota teplé vody t_t = 55 °C
Denní specifická potřeba teplé vody o teplotě 55 °C:

- Tabulková hodnota pro administrativní budovy: $v_{w,f,day}$ = 10-15 l/os.den dle *ČSN EN 15316-3-1* [6]
  Uvažuji 12 l/os.den = 0,012 m^3/os.den, celkem 27 osob
- Navýšení o sprchy: objem jedné dávky $V_{d,sp}$ = 0,025 m^3, celkem 12 dávek
- Navýšení o úklid: objem jedné dávky $V_{d,úk}$ = 0,02 m^3, celkem 1 dávka

1) Výpočet potřeby TV za časovou periodu V_{2p}:

V_{2p} = 27 * 0,012 + 12 * 0,025 + 1 * 0,02 = 0,644 m^3/den (jednosměnný provoz)

2) Potřeba tepla odebraného z ohřívače E_{2p}:

Teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p}:

$E_{2t} = V_{2p} * \rho * c * (t_t - t_s)$ = 0,644 * 1 000 * 1,163 * (55 – 10) = 33 704 Wh/den

c měrná tepelná kapacita vody 4182 J/kg.K = 1,163 Wh/kg.K)
ρ hustota vody (1000 kg/m3)

Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV:

$E_{2z} = E_{2t} * z$ = 33 704 * 0,25 = 8 426 Wh/den

z ztráta tepla při ohřevu = 0,25

⇨ $E_{2p} = E_{2t} + E_{2z}$ = 33 704 + 8 426 = 42 130 kWh/den

3) Velikost zásobníku V_z:

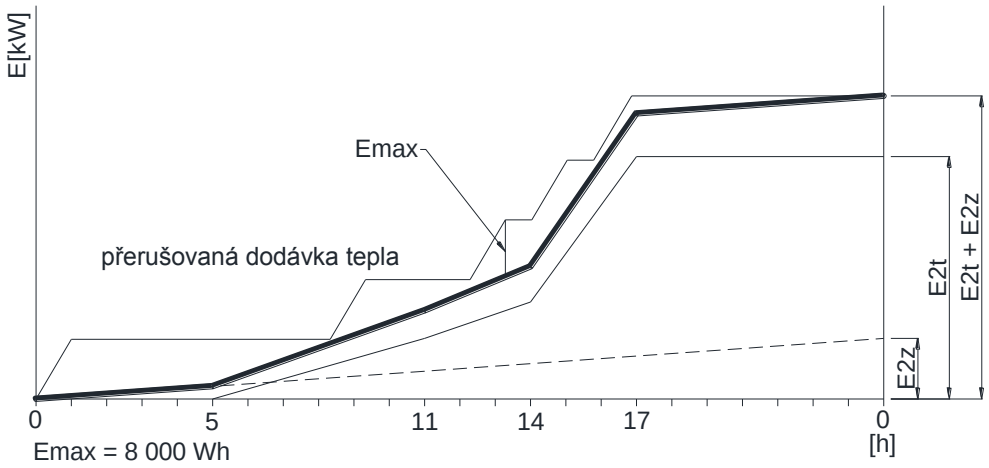
- stanovení ΔE_{max} pomocí grafu

- velikost zásobníku jsem dimenzoval podle požadavku, aby v zásobníku voda vydržela v době odběrové špičky s rezervou minimálně 45 min

Tab. 3 předpokládaného rozložení odběru teplé vody během dne:

časove rozmezí [h]	odebrané množství z E_{2t} [%]	potřebné teplo [Wh]	
		bez ztrát	se ztrátami
0:00-5:00	-	-	1755
5:00-11:00	25	8426	10532
11:00-14:00	15	5056	6109
14:00-17:00	60	20222	21276
17:00-0:00	-	-	2458
∑ celkem	100	33704	42130

Graf 2 potřeby tepla včetně ztrát



$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho \,.\, c \,.\, (t_t - t_s)} = \frac{16\,800}{1000 \,.\, 1{,}163 \,.\, (55 - 10)} = 0{,}153\ m^3 = 153\ l$$

Návrh zásobníku LOGALUX SU200, objem 200 l

Výkon uvažovaný pro přípravu TV:

$Q_{TV,h} = 8{,}3\ kW$

7 Návrh dimenzí potrubí, oběhových čerpadel

7.1 Výpočet tlakových ztrát

Okruh s největší tlakovou ztrátou vede do místnosti **B2.02 – Kuchyňka**. Podloženo výpočtem tlakových ztrát všech okruhů v (***Příloha 2***).

7.1.1 SEKUNDÁRNÍ OKRUH – Soustava DV-KR

Soustava DV-KR = soustava deskový výměník – kapilární rohož

7.1.1.1 Tlakové ztráty kapilárních rohoží:

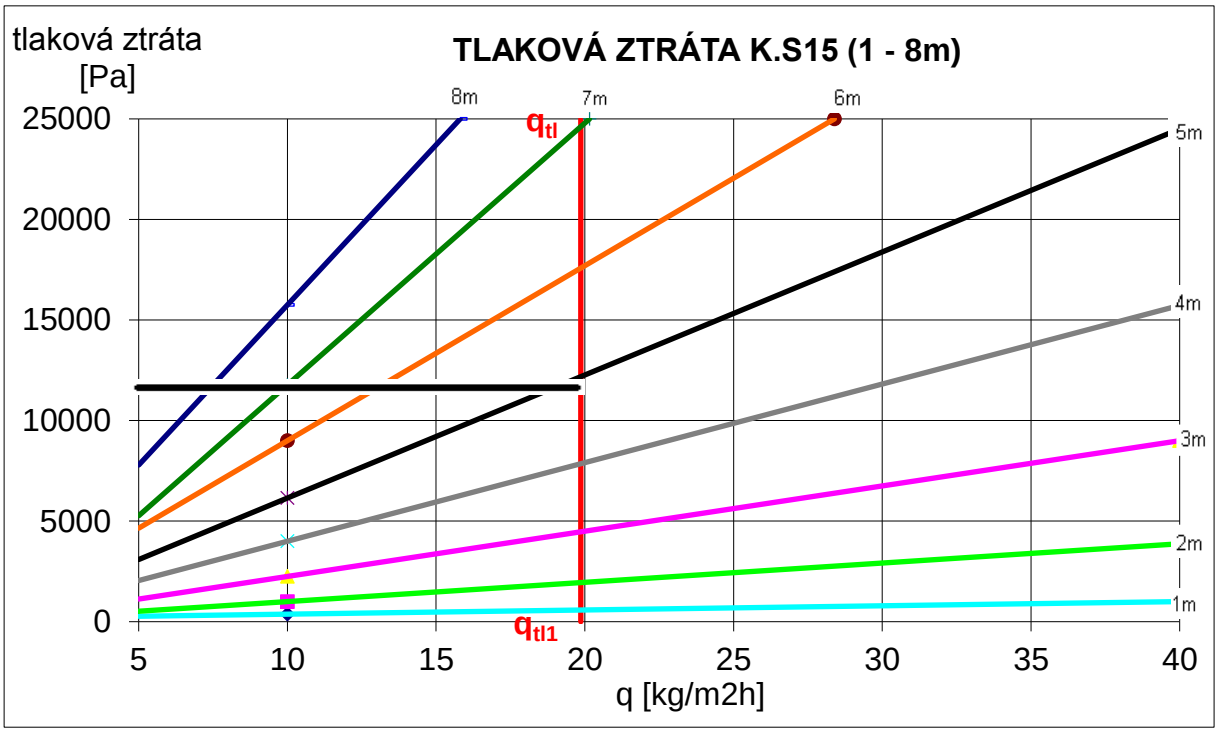
Tlaková ztráta kapilárních rohoží je určena z grafu od výrobce v závislosti na hmotnostním průtoku a délce KR. Hmotnostní průtok se mění podle topného výkonu KR, který je odlišný pro instalaci KR do podhledu a instalaci do omítnutého stropu, jak již bylo výše vypočteno.

A) <u>Rohože nad SDK podhledem:</u>

$$q_{tl1} = \frac{q_{top1} \,.\, 3600}{c \,.\, \Delta t} = \frac{69{,}3 * 3600}{4187 * (31 - 28)} = 19{,}9\ kg/m^2h$$

q_{top1} topný výkon pro kapilární rohože nad SDK podhledem při daných podmínkách viz výpočet topného výkonu KR

Určení tlakové ztráty z grafu od výrobce:



Graf 3; určení tlakové ztráty KR [4]

- Délka rohoží = 5 m

Tlaková ztráta jedné smyčky u rohože délky 5 m = 12400 Pa = <u>12,4 kPa</u>

B) <u>Rohože v omítnutém stropě:</u>

$$q_{tl2} = \frac{q_{top2} \,.\, 3600}{c \,.\, \Delta t} = \frac{75{,}9 * 3600}{4187 * (31 - 28)} = 21{,}8 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

q_{top2} topný výkon pro kapilární rohože v omítnutém stropě při daných podmínkách viz výpočet topného výkonu KR

Určení obdobně tlakové ztráty z (***graf 3***) dle změněného průtoku v závislosti na délce rohože.

7.1.1.2 Tlakové ztráty potrubí

A) <u>Výpočet měrných tlakových ztrát:</u>

- Dle dimenze a materiálu potrubí v závislosti na průtoku určení přípustné měrné tlakové ztráty R [Pa/m] a rychlosti w [m/s] z tabulky korespondující s výrobcem WAVIN Ekoplastik s.r.o. Zde uveden ilustrativní výřez tabulky.

Q_v [l/s]	m [kg/h]	20x2.3		25x2.5		32x3.0		40x3.7		50x4.6	
		R [Pa/m]	w [m/s]	R [Pa/m]	w [m/s]	R [Pa/m]	w [m/s]	R [Pa/m]	w [m/s]	R [Pa/m]	w [m/s]
0.00	**0.0**	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000	-	0.000
0.00	**1.0**	0.16	0.001	0.06	0.001	0.02	0.001	0.01	0.000	0.00	0.000
0.00	**2.0**	0.33	0.003	0.11	0.002	0.04	0.001	0.02	0.001	0.01	0.000

0.00	**3.0**	0.49	0.004	0.17	0.003	0.06	0.002	0.02	0.001	0.01	0.001
0.00	**4.0**	0.65	0.006	0.23	0.004	0.08	0.002	0.03	0.001	0.01	0.001
0.00	**5.0**	0.81	0.007	0.29	0.004	0.10	0.003	0.04	0.002	0.02	0.001
0.00	**6.0**	0.98	0.009	0.34	0.005	0.12	0.003	0.05	0.002	0.02	0.001

Tab. 4; ilustrativní, výpočet měrných tlakových ztrát třením [8]

B) <u>Výpočet ztrát vřazenými odpory:</u>

Stanovení součinitele místního odporu ξ [-] z tabulky dle materiálu a typu potrubí od výrobce WAVIN Ekoplastik s.r.o. [9]

Tvarovka		ζ
	Nátrubek	0,2
	Redukce (o 2 dimenze)	0,55
	Koleno 90°	1,5
	T - kus jednoznačný přímý průchod	1,1

Tvarovka		ζ
	T - kus jednoznačný odbočka	1,5
	T - kus redukovaný přímý průchod	1,1
	T - kus redukovaný odbočka	4,3
	Přechodka kov - plast	0,4
	Přechodka kov - plast redukovaná s převlečnou maticí	8,3

Tab. 5; tabulka tlakových ztrát

Výsledná tlaková ztráta Z [Pa] [10]:

$$Z = \xi * \rho \frac{w^2}{2}$$

w rychlost proudění kapaliny [m/s]
ρ hustota proudící látky [kg/m^3]
ξ součinitel místního odporu [-]

Tlaková ztráta regulačních armatur se jmenovitým průtokovým souč. K_v [m^3/h] [11]:

$$\Delta p = \left(\frac{Q}{k_v}\right)^2 * \rho * 0{,}1$$

Q průtok [m^3/h]
ρ hustota proudící látky [kg/m^3]

7.1.1.3 Výsledné tlakové ztráty sekundárního okruhu

Úsek	Tlaková ztráta v části od kapilární rohože k deskovému výměníku			
	Součást	Počet/délka	Průtok [kg/h]	Tlaková ztráta [Pa]
1 (1-1)	Kapilární rohož	1 x 5 000 mm	(195,64)	12400
2 (1-1)	Dílčí úsek - trubka 20x2,3	2 x 14 100 mm	195,64	3012
3 (1-1)	Koleno 90°	2 x 5 kusů	195,64	806
4 (1-1)	Regulační ventil Kv - 1,8	1 kus	195,64	1181
5 (2-2)	Dílčí úsek - trubka 50x4,6	2 x 14 500 mm	2436,80	2317
6 (2-2)	Koleno 90°	2 x 3 kusů	2436,80	1174
7 (3-3)	Dílčí úsek - trubka 63x5,8	2 x 2 600 mm	3941,24	340
8 (3-3)	T kus	2 kusy	3941,24	900
9 (3-3)	Koleno 90°	2 kusy	3941,24	900
10 (3-3)	Deskový výměník	1 kus	3941,24	9700
			Σ [Pa]	32730

*Tab. 6; tlakové ztráty sekundárního okruhu (**Příloha 2**)*

Výsledná tlaková ztráta Z_{DV-KR} = 32,7 kPa

7.1.2 SEKUNDÁRNÍ OKRUH – soustava TČ-TV

Soustava TČ-TV = soustava tepelné čerpadlo – zásobník TV, jedná se o soustavu s větší tlakovou ztrátou než soustava TČ-DV (tepelné čerpadlo – deskový výměník).

Tlaková ztráta trubkového výměníku v zásobníku TV uváděna výrobcem [12]

ZÁKLADNÍ INFORMACE										
Označení okruhu		TČ-TV		Teplotní spád [°C]		60	54			
Materiál		plast		ρ kapaliny [kg/m3]		995				
Z PROJEKTU			NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	Přenášený výkon [W]	Hmotnostní průtok [kg/h]	Délka úseku l [m]	DN	w [m/s]	R [Pa/m]	Σξ [-]	R . l [Pa]	Z [Pa]	R . l + Z [Pa]
1-1	14300	2049,30	2,2	50x4,6	0,431	52,40	7,5	115,28	693,12	808,4
1'-1'			2,2	50x4,6	0,431	52,40	9,5	115,28	877,95	993,2
								Ztráta zásobníku TV		7500,0
		Σl	4,40						Σ(R . L + Z) [Pa]	9301,6
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla [Pa]	9301,6

Úsek	Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota									ξ [-]
	KR		kolena	T-kus + křížení pravoúhlé				filtr		
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	2	3	
1-1	0	0,0	7,5							7,5
1'-1'			7,5					2		9,5
									Σ	17,0

*Tab. 7; tlakové ztráty soustavy TČ-TV (**Příloha 2**)*

Výsledná tlaková ztráta $Z_{TČ-TV}$ = 9,3 kPa

7.1.3 PRIMÁRNÍ OKRUH – vrt

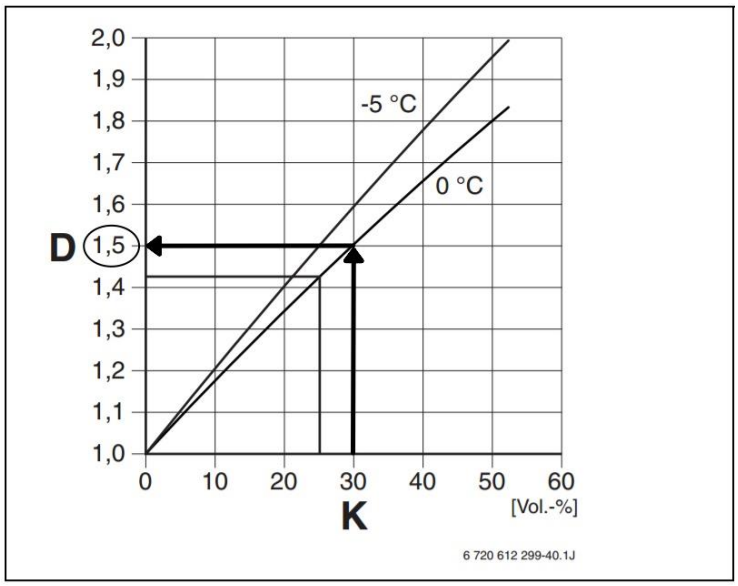
Sestava primárního okruhu:

- Geotermální vertikální sondy PE100 RC STRONG - dvouokruhové

    - sestávají z ochranné hlavy sondy GF, vratného "U" kolena a ze svisle orientovaných trubek z materiálu PE100 RC STRONG
- Redukce počtu větví
- Potrubí PE100 RC STRONG k propojení vrtů se šachtou a technickou místností
- Kompletní vodotěsná šachta včetně průtokových regulátorů
- Ostatní zařízení v technické místnosti
    - Armatury, expanzní nádoba, čerpadlo

Korekční faktor pro směs glykolu

- 70% voda + 30% etylenglykol



D Faktor relativní tlakové ztráty
K Koncentrace nemrznoucí kapaliny

Graf 4; korekční faktor pro směs glykolu [13]

Z grafu odečten faktor relativní tlakové ztráty směsi glykolu D = 1,5 [-]

ZÁKLADNÍ INFORMACE										
Označení okruhu		PRIM I		Teplotní spád [°C]		Δt=3°C		c kapaliny [Wh/(kg*K)]	1,067	
Materiál		plast		ρ kapaliny [kg/m3]		1031				
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET	
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]
1-1	7400	2311,78	16,2	50x4,6	0,467	79,10	7,5	1281,42	843,19	2124,6
1'-1'			16,2	50x4,6	0,467	79,10	12,5	1281,42	1405,31	2686,7
2-2	3700	1155,89	17,8	40x3,7	0,333	58,20	9	1035,96	514,47	1550,4
2'-2'			17,8	40x3,7	0,333	58,20	9	1035,96	514,47	1550,4
3-3	1850	577,94	150,0	32x3.0	0,262	51,40	1,5	7710,00	523,08	8233,1
3'-3'			150,0	32x3.0	0,262	51,40	1,5	7710,00	523,08	8233,1
		Σl	**368,00**						**Σ(R . L + Z)**	24378,4
									Přenásobení korekčním faktorem D=1,5 (směs glykolu)	36567,5 Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**36567,5** Pa

Úsek	Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota									ξ [-]	Ztráta vratného U kolena
	vratné U koleno	T-kus	kolena	redukce větví		elektrotvarovka		filtr	P přechod		
	[Pa]	1,5	dle DN	1	2	1	2	2	1		
1-1			7,5							7,5	0,0
1'-1'		3,0	7,5					2		12,5	
2-2			3	1			4		1	9	0
2'-2'			3	1			4		1	9	
3-3	470		1,5							1,5	470
3'-3'	470		1,5							1,5	470
									Σ	**38,0**	**940,0**

*Tab. 8; tlakové ztráty primárního okruhu (**Příloha 2**)*

Výsledná tlaková ztrát Z_{PRIM} = 36,6 kPa

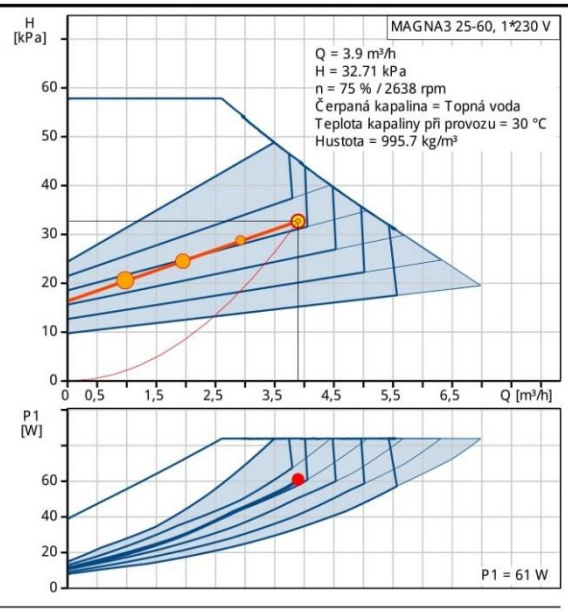
7.2 návrh oběhových čerpadel

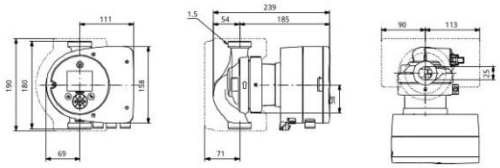
Návrh proveden dle software na webu GRUNDFOS pro dimenzování [14]

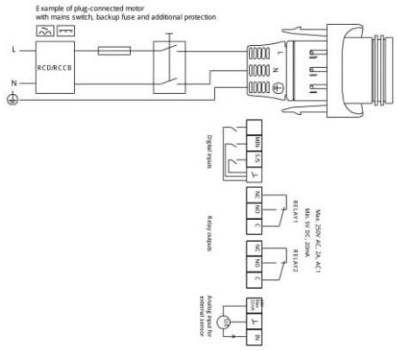
7.2.1 SEKUNDÁRNÍ OKRUH – soustava DV-KR

- Tlaková ztráta Z_{DV-KR} = 32,7 kPa
- Průtok Q = 3941,24 kg/h

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku::	MAGNA3 25-60
Číslo výrobku:	97924245
EAN kód::	5710626493203
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	3.9 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	32.71 kPa
Max. dopravní výška:	60 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	CE,VDE,EAC
Model:	C
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-200
	ASTM A48-200B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2"
PN pro potrubní přípojku:	PN10
Vzdálenost mazi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Topná voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Liquid temperature during operation:	30 °C
Hustota:	995.7 kg/m³
Kinematická viskozita:	1 mm²/s
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	9 .. 91 W
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.09 .. 0.75 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Jiné:	
Štítek:	Grundfos Blueflux
Energet. účinnost (EEI):	0.19
Čistá hmotnost:	4.81 kg
Hrubá hmotnost:	5.27 kg
Přepravní objem:	14.6 m³



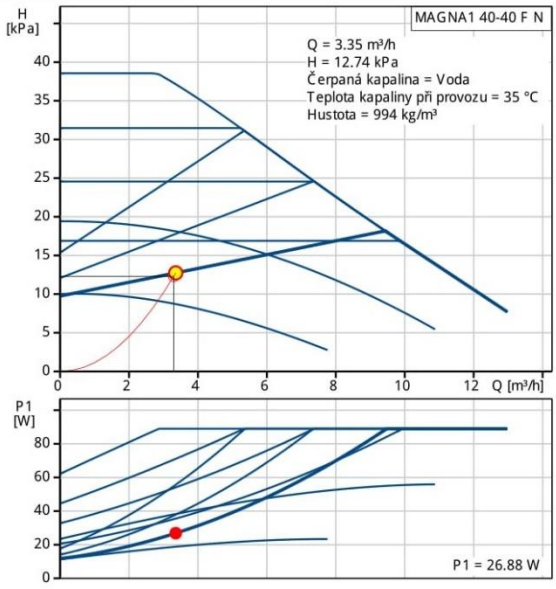


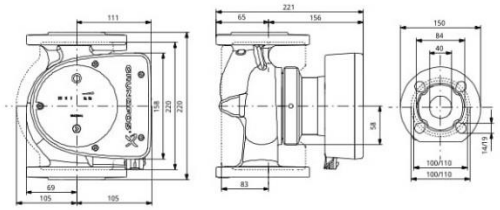


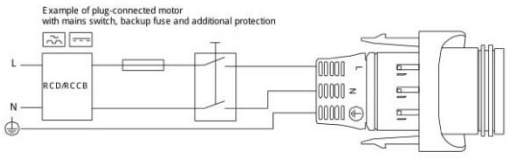
Obrázek 2, oběhové čerpadlo soustavy DV-KR

7.2.2 SEKUNDÁRNÍ OKRUH – soustava TČ-TV

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku::	MAGNA1 40-40 F N
Číslo výrobku:	98254916
EAN kód::	5710629668844
Cena:	Na vyžádání
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	3.35 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	12.74 kPa
Max. dopravní výška:	40 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	CE,VDE,EAC
Model:	A
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Korozivzdorná ocel
	EN 1.4308
	ASTM 351 CF8
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Standardní příruba:	DIN
Potrubní přípojka:	DN 40
PN pro potrubní přípojku:	PN6/10
Vzdálenost mazi sacím a výtlačným hrdlem:	220 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Liquid temperature during operation:	35 °C
Hustota:	994 kg/m³
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	12 .. 90 W
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.11 .. 0.72 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Jiné:	
Štítek:	Grundfos Blueflux
Energet. účinnost (EEI):	0.21
Čistá hmotnost:	9.49 kg
Hrubá hmotnost:	9.97 kg
Přepravní objem:	38.6 m³



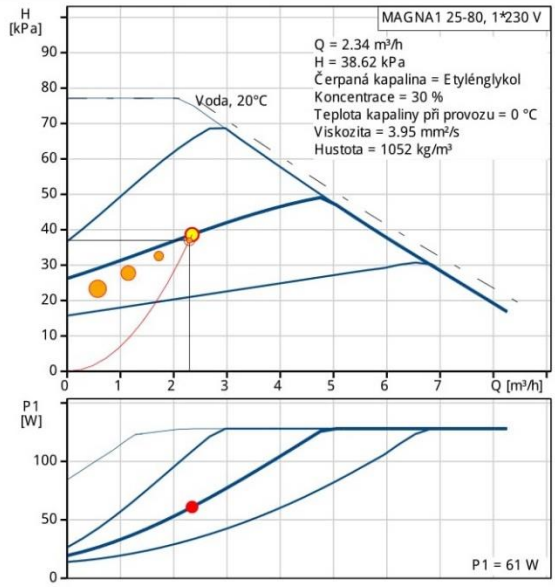


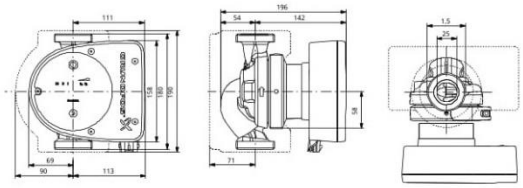


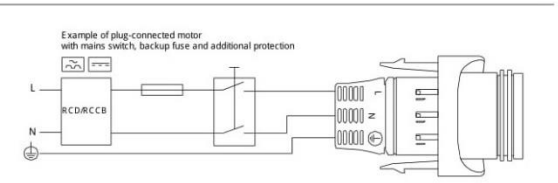
Obrázek 3, oběhové čerpadlo soustavy TČ-TV

7.2.3 PRIMÁRNÍ OKRUH – vrt

Popis	Hodnota
Všeobecná informace:	
Název výrobku::	MAGNA1 25-80
Číslo výrobku:	97924144
EAN kód::	5710626492183
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	2.34 m³/h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	38.61 kPa
Max. dopravní výška:	80 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	CE,VDE,EAC
Model:	A
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina
	EN-GJL-200
	ASTM A48-200B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2"
PN pro potrubní přípojku:	PN10
Vzdálenost mazi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Etylénglykol
Rozsah teploty kapaliny:	0 .. 0 °C
Koncentrace:	30 %
Q_OpFluidTemp:	0 °C
Hustota:	1052 kg/m³
Kinematická viskozita:	3.95 mm²/s
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	9 .. 128 W
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Max. spotřeba el. proudu:	0.09 .. 1.03 A
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Jiné:	
Štítek:	Grundfos Blueflux
Energet. účinnost (EEI):	0.22
Čistá hmotnost:	4.38 kg
Hrubá hmotnost:	4.78 kg
Přepravní objem:	11.9 m³







Obrázek 4, oběhové čerpadlo soustavy PRIM

8 Návrh deskového výměníku

Návrh proběhl pomocí programu CAIRO PRO od společnosti SECESPOL [15]

SECESPOL - VÝPOČTOVÝ LIST VÝMĚNÍKU TEPLA

Nabídka	
Číslo výpočtu	
Vypracoval/Datum	David Šnajdr / 27.05.2017
Typ výměníku tepla	**LB31-50-1"**
Katalogové číslo	**0203-0065**
Celkový počet výměníků	1
Počet ks sériově/paralelně	1/1

NÁVRHOVÉ HODNOTY:

	Strana 1		Strana 2	
Výkon		15,2		kW
LMTD		4,0		°C
Min. rezerva		5		%
Médium	Water		Water	
Vstupní teplota	35,0		28,0	°C
Výstupní teplota	32,0		31,0	°C
Hmotnostní průtok	1,21		1,21	kg/s
Objemový průtok vstup	4,37		4,36	m³/h
Objemový průtok výstup	4,37		4,37	m³/h
Max. tlaková ztráta	12,0		12,0	kPa
Návrhový tlak	3,0		3,0	MPa
Návrhová teplota	35		31	°C

VYBRANÝ VÝMĚNÍK TEPLA:

(Standardní výpočet)

	Strana 1		Strana 2	
Teplosměnná plocha		1,5		m²
Faktor znečištění		0,1808		m²K/kW
k čistý		4847,3		W/m²K
k znečištěný		2583,5		W/m²K
Rezerva		88		%
Vypočt. tlak. ztráta	10,2		9,7	kPa
Tlaková ztráta na hrdle	0,7		0,7	kPa
Rychlost na hrdle	2,92		2,92	m/s
Vnitřní rychlost	0,23		0,22	m/s
Reynoldsovo číslo	1235		1087	-
Koefic. přest. tep.	11147,6		10484,4	W/m²K

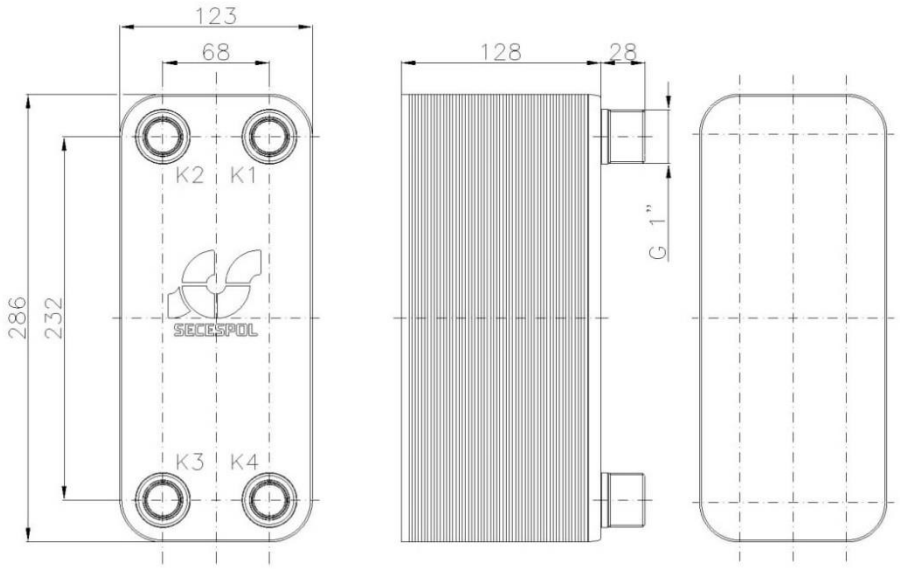
FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI:

	Strana 1	Strana 2	
Médium	Water	Water	
Ref. teplota	33,5	29,5	°C
Hustota	996,40	997,36	kg/m³
Tepelný obsah	4,19	4,19	kJ /kgK
Tepelná vodivost	0,612	0,606	W/mK
Dyn. viskosita	0,0007	0,0008	Ns/m²
Prandtlovo číslo	5,08	5,59	-

Obrázek 5.1, specifikace deskového výměníku

SECESPOL - TECHNIKÝ LIST VÝMĚNÍKU TEPLA

Typ výměníku tepla	LB31-50-1"
Katalogové číslo	0203-0065



PRACOVNÍ PARAMETRY:

Maximální tlak	30	bar
Maximální teplota	230	°C
Minimální teplota	-195	°C
Skupina média	2	

STANDARDNÍ ZAPOJENÍ:

K1 - vstup topného média
K2 - výstup ohřívaného média
K3 - vstup ohřívaného média
K4 - výstup topného média

KONSTRUKČNÍ PARAMETRY:

Objem teplé strany	1,2	l
Objem studené strany	1,2	l
Hmotnost	6,8	kg

TYPY PŘIPOJENÍ:

K1 - Vnější závit G 1"
K2 - Vnější závit G 1"
K3 - Vnější závit G 1"
K4 - Vnější závit G 1"

Obrázek 5.2, specifikace deskového výměníku

➔ **Návrh deskového výměníku LB32-50-1“, teplosměnná plocha 1,5 m^2**

9 Pojistné a zabezpečovací zařízení

9.1 Sekundární strana

9.1.1 Soustava DV-KR

9.1.1.1 Pojistné zařízení

Návrh pojistného ventilu proveden dle webové aplikace na TZB-info [16]

Zdroj tepla:	Skupina:	Teplotní interval [°C]	vstup do PV	výstup z PV
◉ výměník tepla	◉ A1	$T_1<100$	voda	voda
○ kotel	○ A2	$100<T_1<t_{2x}$	voda	směs
	○ A3	$100\leq t_{2x}\leq T_1$	pára	pára
	B		pára	pára

T_1 - výpočtová teplota ohřívací vody na vstupu

t_{2x} - teplota ohřívané vody na mezi odparu při přetlaku p_{ot}

Výpočtové parametry pojistných ventilů: DUCO MEIBES

jmenovitá světlost **DN** [mm]	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"
nejmenší průtočný průřez S_o[mm^2]	113	176	380	804	1017	1589
výtokový součinitel α_w [-]	0,444	0,565	0,684	0,693	0,549	0,576

Poznámka: Přednastavené hodnoty průtočného průřezu a výtokového součinitele můžete změnit a výpočet se provede znovu pro Vámi zadané hodnoty.

p_{ot} =	250 kPa	... otevírací přetlak pojistného ventilu
Q_n =	15,2 kW	... jmenovitý výkon zdroje tepla
S_o=	4 mm^2	... vypočtený minimální průřez sedla pojistného ventilu
	1/2" x 3/4" KD	... navržený pojistný ventil
S_o=	113 mm^2	... skutečný průřez sedla navrženého pojistného ventilu
d_1 =	12 mm	... minimální vnitřní průměr **vstupního** pojistného potrubí
d_2 =	12 mm	... minimální vnitřní průměr **výstupního** pojistného potrubí

Jmenovitý výkon zdroje tepla $Q_N = 15{,}2$ kW = Q_P -> pojistný výkon

Minimální průřez sedla pojistného ventilu: $S_o = \frac{2*Q_p}{\alpha_w * \sqrt{p_{ot}}}$ [mm^2]

Vnitřní průměr pojistného potrubí: $d_v = 10 + 0{,}6 * \sqrt{Q_p}$ [mm]

➔ **Návrh pojistného ventilu 1/2" x 3/4", k_v = 0,444; 2,5 bar; KD15 DUCO**

9.1.1.2 Expanzní zařízení

Výpočet proveden na základě výpočetních vztahů na TZB-info [17]

Stanovení objemu vody v celé soustavě DV-KR pro návrh expanzní nádoby

V_{DV-KR} - Objem vody v soustavě DV-KR			
Kapilární rohože			
Označení	Měrný objem vody	Plocha všech KR	Celkový objem vody
	[l/m^2]	[m^2]	[l]
K.S515	0,27	186,5	50,355
Potrubí			
Dimenze	Měrný objem vody	Délka potrubí	Celkový objem vody
dxt	[l/m]	[m]	[l]
20x2.3	318,70	0,25	78,38
25x2.5	34,20	0,40	13,59
50x4.6	45,2	1,62	73,13
63x5.8	5,2	2,57	13,36
		Σ potrubí	178,46
CELKEM [l]		V_{DV-KR} =	228,81

Výkon zdroje tepla-pojistný výkon Q_p = 15,2 kW

Maximální teplota otopné vody t_{max} = 31 °C

Nejnižší dovolený přetlak

$$p_{d,dov} = 1{,}1 * \frac{h * \rho * g}{1000} = 1{,}1 * \frac{6{,}2 * 995 * 9{,}81}{1000} = 67 \text{ kPa}$$

h výška nejvyššího bodu otopné soustavy [m]

ρ hustota kapaliny = 995 kg/m^3 (t = 31 °C)

Nejnižší pracovní přetlak soustavy

$p_d > p_{d,dov}$; $p_d = p_{d,dov}$ + 30 kPa = 67 + 30 = 97 kPa ≈ 100 kPa

Konstrukční přetlak

$$p_k = p_{rx} + g * h_{MR} = 300 + 9{,}81 * 6{,}2 = 361 \text{ kPa}$$

P_{rx} nejnižší konstrukční přetlak prvků soustavy -> u KR = 300 kPa

h_{MR} výška nad MR, u kapilárních rohoží 6,2 m

Nejvyšší pracovní přetlak soustavy – otevírací přetlak pojistného ventilu

$p_{h,dov} > p_k$; $P_{h,dov}$ = 250 kPa

Poměrné zvětšení objemu vody při jejím ohřátí z teploty 10 °C na t_{max} = 31 °C

$$n = \frac{1000}{\rho_{t,max}} - \frac{1000}{\rho_{10°C}} = \frac{1000}{995} - \frac{1000}{999} = 0{,}0049$$

Expanzní objem

$$V_e = 1{,}3 * V * n = 1{,}3 * 229 * 0{,}0049 = 1{,}458\ m^3$$

n koeficient roztažnosti [-]

V objem vody v otopné soustavě, zde DV-KR [m^3]

Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{ep} = \frac{V_e * (p_{h,dov} + 100)}{p_{h,dov} - p_d} = \frac{1{,}458 * (250 + 100)}{(250 - 100)} = 3{,}3\ l$$

➔ **Návrh membránové expanzní nádoby AQUAFILL HS005 – objem 5 l**

Průměr expanzní ho potrubí

$d_p = 10 + 0{,}6 * Q_p^{0,5} = 10 + 0{,}6 * 15{,}2^{0,5} = 12{,}3$ mm => navrženo potrubí DN 17,7

9.1.2 Soustava TČ-TV

9.1.2.1 Pojistné zařízení

Obdobný postup návrhu jako u soustavy DV-KR

➔ **Návrh pojistného ventilu 1/2" x 3/4", k_v = 0,444; 4,0 bar; KD15 DUCO**

9.1.2.2 Expanzní zařízení

Obdobně stanovení objemu vody v soustavě

- $V_{TČ-TV} = V_{TČ} + V_{TV} + V_{Potr} = 5 + 6 + 99{,}5 =$ <u>110,5 l</u> (objem vody v tepelném čerpadle, výměníku zásobníku TV, potrubí)
- Pracovní přetlak 40 – 400 kPa
- Vypočítaný objem expanzní nádoby V_{et} = 3,3 l

➔ **Návrh membránové expanzní nádoby AQUAFILL HS005 – objem 5 l**

9.2 Primární strana – vrt

9.2.1 Pojistné zařízení

Pojistný ventil dodáván spolu s TČ WATERKOTTE 1/2" x 3/4", pojistný tlak 4 bar

9.2.2 Expanzní zařízení

- V_{PRIM} = 495 l
- Expanzní nádoba WATERKOTTE, objem 5 l

  dodávána se zdrojem dle výkonu TČ

10 Návrh izolace potrubí

Tepelná síť, kterou prochází teplonosná látka, se vybaví tepelnou izolací z minerální vlny (lambda max. 0,040 W/mK) s Al. kašírovanou folií, případně z návlekových hadic. Tloušťky izolací budou odpovídat vyhlášce č. 193/2007- Sb.

Návrh tloušťky izolace proveden na webové stránce tzb-info.cz [18]

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 25

Tloušťka s_{iz} = 25 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.033 W / m K

Trubka

PP-R Ekoplastik PN 10

Rozměry trubky - 20x2.3

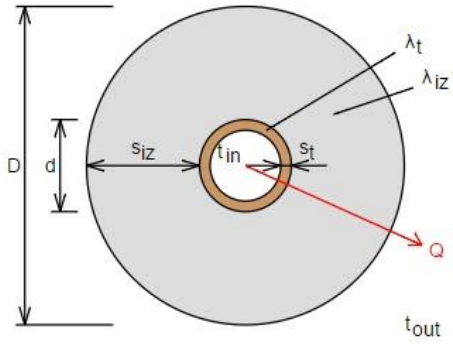
Průměr d = 20 mm

Tloušťka stěny s_t = 2.3 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t = 0.22 W / m K

Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kašírovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C



$D = d + 2\ s_{iz} = 70$ mm

Potrubí

Teplota média	t_{in} =	31	°C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} =	20	°C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	65	% ???
Teplota rosného bodu	t_w =	13.6	°C
Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu	α_e =	10	W / m^2 K
Délka potrubí	l =	1	m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007}$ = 0.15 W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	U_o = 0.15 ≤ 0.15 W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz}$ = 20.7 °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	q_p = 6.2 W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	q_{iz} = 1.6 W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	73 %
Střední spotřeba izolace	0.1414 m^2 - platí pro plošnou izolaci

Obdobně provedeno i pro ostatní dimenze tak, aby byl splněn součinitel prostupu tepla a zároveň nedocházelo ke kondenzaci na povrchu potrubí.

Všechny tloušťky izolací jsou vypsány v technické zprávě.

11 TECHNICKÁ ZPRÁVA

11.1 Úvod

Záměrem je zpracování projektové dokumentace řešení vytápění provozní (administrativní) budovy.

Provozní budova je navržena jako dvoupodlažní budova obdélníkového půdorysu 20,25 x 11,09 m s plochou střechou.

11.1.1 Podklady

- Architektonické a stavebně technické řešení
- platné ČSN a TNV
- koordinace se zpracovateli ostatních částí
- požadavky investora

11.2 Základní výpočtové údaje

11.2.1 Vnější výpočtové údaje

Jako výpočtové hodnoty lze uvažovat následující údaje, vycházející ze základních meteorologických údajů [1]:

- Lokalita Jablonec nad Nisou
- GPS 50°43'59.83"N, 15°10'38.35"E
- Nadmořská výška 610 m n. m.
- Normální tlak vzduchu 98 kPa
- Výpočtová venkovní teplota -18°C
- Průměrná denní venkovní teplota v otopném období 5,1°C

11.2.2 Vnitřní výpočtové údaje místností

- Kanceláře, zasedací místnost, denní a montážní místnost, WC, šatny ti = 20°C
- Chodba, technické místnosti ti = 15°C
- Výrobní hala ti = 19°C
- Měřící místnost ti = 22°C
- Umývárna ti = 24°C

11.2.3 Tepelně technické vlastnosti hlavních stavební konstrukcí

Tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí odpovídající ČSN 73 0540-2:2011. [2]

- Stěna obvodová – provozní budova 0,16 W/m^2K

- Stěna obvodová – výrobní hala 0,17 W/m^2K
- Střecha plochá – provozní budova 0,14 W/m^2K
- Střecha plochá – výrobní hala 0,19 W/m^2K
- Strop nad I.NP 0,42 W/m^2K
- Podlaha – provozní budova 0,26 W/m^2K
- Podlaha – výrobní hala 2,81 W/m^2K
- Podlaha nad nevytápěným prostorem 0,16 W/m^2K
- Okenní konstrukce 0,71 W/m^2K
- Dveře, vrata 1,50 W/m^2K

11.3 Energetická bilance objektu

11.3.1 Tepelné ztráty

Výpočet proveden v programu DEKSOFT – TZB od společnosti DEKPROJEKT s.r.o. [3]

- na základě normy ČSN EN 12 831 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu

Tepelná ztráta provozní budovy (SO 02): 12,6 kW

11.4 Zdroj tepla

Zdrojem tepla bude tepelné čerpadlo země-voda o tepelném výkonu 9,2 kW. Energie ze země bude získávána geotermálním vrtem. Jednotka tepleného čerpadla je umístěna v místnosti č. B1.08 (technická místnosti). Součástí vnitřního modulu tepelného čerpadla je bivalentní zdroj – elektrokotel o výkonu 6 kW. Zdroj tepla bude obsahovat všechny požadované zabezpečovací a regulační prvky vč. uzavíracích armatur. Napojení zdroje tepla na otopnou soustavu bude přes deskový výměník. Součástí systému zdroje tepla bude také externí zásobník TV o objemu 200 l. Za zásobníkem teplé vody bude umístěna expanzní nádoba.

11.4.1 Odběr tepla

Tepelné čerpadlo bude odebírat teplo ze země pomocí geotermálních vrtů. Byl proveden hydrogeologický průzkum podloží a po testu tepelné odezvy hornin stanoven měrný výkon jímání na 50 W/m. Vrty byly z hlediska skladby podloží a dotčených orgánů stanoveny jako vhodné. Pro provedení vrtů je nezbytné územní rozhodnutí nebo územní souhlas vodoprávních úřadů. Jsou navrženy 2 geotermální vertikální sondy PE100 RC každá o hloubce 75 m s rozestupem mezi vrty alespoň 10 metrů. Celková délka obou vrtů je dohromady 150 m. Sondy budou dvouokruhové s ochrannou hlavou a vratnými U koleny. Každá dimenze 4x 32x3.0. Těsnost spojů zejména v patě sondy bude deklarována technickým listem od

dodavatele. Průměr vrtu bude minimálně 130 mm. Soustava bude utěsněna a před zainjektováním bude provedena tlaková zkouška. Injektáž bude provedena speciální injektážní termosměsí.

11.4.2Vedení ležatého/stoupacího potrubí

Po přechodu vertikální sondy na ležaté potrubí bude osazena redukce Y dvouokruhových větví (32-32-40). Ležaté potrubí PE100 RC STRONG bude dále vedeno alespoň 1 m pod úrovní terénu až k šachtě. Vedle objektu před severovýchodní fasádou bude osazena pochozí kruhová vodotěsná šachta GT 400-H s rozdělovačem a sběračem a s napouštěcími kulovými kohouty. Součástí připojovacího potrubí okruhu s vrtem R1 bude u sběrače regulační ventil 2-12 l/min s nejnižším stupněm přednastavení pro dorovnání tlakové ztráty vrtu R2.
Z šachty povede ležaté potrubí pod základovou konstrukcí provozní budovy až do technické místnosti (B1.108). Rozvody nebudou procházet základovým prahem, v místě pod ním budou opatřeny chráničkou. Potrubí bude uloženo do pískového lože. Přechod z ležatého potrubí na stoupací bude pod podlahovou konstrukcí technické místnosti. Prostup podlahovou konstrukcí bude opatřen chráničkou a dostatečně zaizolován. Před zasypáním potrubí bude provedena tlaková zkouška těsnosti. Vnitřní rozvody v technické místnosti budou vedeny volně a opatřeny veškerými zabezpečovacími armaturami včetně expanzní nádoby. Primární okruh bude možno na nejvyšším místě odvzdušnit.

11.5 Otopná soustava

Otopná soustava je od zdroje oddělena deskovým výměníkem. Topná soustava tvoří jednu společnou větev pro topný okruh 1.NP a 2.NP. Má společné oběhové čerpadlo, které bude spolu s potrubím od stavebních konstrukcí pružně odděleno.

Výpočtový teplotní spád topných větví pro vytápění s kapilárními rohožemi je průměrně 31/28°C. Rozvody topné vody budou dle dispozic vedeny v podhledu, v omítnutém stropu, v drážce nebo viditelně v rámci technické místností k rozdělovačům. Z rozdělovačů stropního vytápění budou napojeny jednotlivé koncové prvky otopné soustavy viz kapitola 6.
Okruh vytápění bude možno vypustit a na nejvyšším místě odvzdušnit. Pozice odvzdušňovacích armatur musí být provedena dle skutečné situace na stavbě (nejvyšší místo stoupačky, otopná tělesa). Pohony a armatury musí být namontovány v polohách dle požadavku výrobce.

11.6 Koncové prvky otopné soustavy

V umývárnách (B1.103, B1.105) budou osazena trubková otopná tělesa. Otopná tělesa budou připojena pomocí nerezových připojovacích prvků ze zdi a budou vybavena termostatickou hlavicí. Trubková otopná tělesa budou elektrická s možností ohřevu mimo topnou sezónu.

Je navrženo stropní teplovodní vytápění kapilárními rohožemi. Z technické místnosti bude vedeno potrubí k rozdělovačům stropního vytápění. Předpokládá se zónová regulace pro možnost úpravy teploty v každé místnosti samostatně. Kapilární rohože K.S15 budou nainstalovány v konstrukci stropu ve dvou typech provedení.

1) <u>Rohože nad SDK podhledem</u>

   B1.02 – Vstupní hala a chodba
   B2.01 + B2.02 – Chodba + kuchyňka

2) <u>Rohože v omítnutém stropu</u>

   B1.01 – Zádveří
   B1.03 – Umývárna muži
   B1.04 – Šatna muži
   B1.05 – Šatna ženy
   B1.05a – Umývárna ženy
   B1.06 – Úklidová místnost
   B1.07 – Měřící místnost
   B1.09 – Bezbariérové WC + WC ženy
   B1.10 – WC muži
   B1.11 – Denní místnost
   B2.03 – kancelář ředitele
   B2.04 – Kancelář asistentky a účetní
   B2.05 – Úklidová místnost
   B2.06 – WC muži
   B2.07 – WC ženy
   B2.08 – Kancelář vedoucího výroby
   B2.09 – Montážní místnost
   B2.10 – Archiv
   B2.11 – Zasedací místnost

Rohože do omítnutého stropu budou kotveny přes 20 mm vrstvu tvrzeného EPS pod stropem. V místech sběrného potrubí KR tato vrstva EPS nebude zřizována, čímž bude pro sběrné potrubí zajištěn prostor pro instalace za udržení rovinnosti stropu. Kapiláry zakryje vrstva omítky v celkové tloušťce přibližně 9 mm.
Rohože nad podhled budou ukotveny na nosném roštu a zaklopeny SDK podhledem.

Maximální přípustný topný výkon KR byl stanoven na 77 W/m^2.

Budou použity rozdělovače stropního vytápění s uzavíracími ventily a regulačními šroubeními s průtokoměry, konzolou, kulovými uzávěry se šroubením, průchozím kusem s automatickým odvzdušňovacím ventilem a teploměrem. V každé skříni rozdělovače/sběrače bude

instalována regulační jednotka k jednoduchému propojení s prostorovými termostaty a propojením na oběhové čerpadlo otopného systému. Na rozdělovačích budou na regulovaných okruzích vytápění osazeny elektrotermické hlavice pro regulaci stropního topení jednotlivých místností pomocí termostatů.

11.7 Izolace

Tepelná síť, kterou prochází teplonosná látka, se vybaví tepelnou izolací z minerální vlny (lambda max. 0,040 W/mK) s Al. kašírovanou folií, případně z návlekových hadic. Tloušťky izolací budou odpovídat vyhlášce č. 193/2007- Sb.

Plastové potrubí:

Průměr	20x2,3	25x2,5	50x4,6	63x5,8
Tloušťka izolace	25	25	30	40

11.8 Bezpečnost a hygiena

Zdroj tepla a ostatní zařízení UT mohou obsluhovat jen osoby, které k této činnosti mají oprávnění a jsou seznámeni s provozními předpisy veškerého zařízení. Hlučnost a vibrace v zařízení UT způsobuje oběhové čerpadlo, které bude vůči potrubí a stavební konstrukci pružně uloženo.

11.9 Proplach a provozní zkoušky

Před vyzkoušením a uvedením do provozu se systém dle ČSN 06 0310 propláchne, provede se zkouška těsnosti, dilatační, topná zkouška a celkové zaregulování otopné soustavy včetně protokolů.

11.10 Předpokládaná potřeba energie

ÚT	21,8	MWh/rok
TV	10,5	MWh/rok
Celkem	**32,3**	**MWh/rok**

11.11 Požadavky na navazující profese

Pro spolehlivou funkci zařízení je nezbytná plynulá dodávka všech potřebných druhů energií.

11.11.1 Stavba

V rámci stavebních profesí bude nutno zajistit následující práce:

- provedení veškerých prostupů pro trasy
- provedení interiérových úprav

- zajištění přístupu k prvkům vyžadujícím pravidelný servis tak, aby byla možná údržba a zabráněno manipulaci cizích osob
- zajištění řádného osvětlení pro montáž, údržbu a servis zařízení
- zpětné dozdění prostupů po montáži
- zajištění odpovídajících dopravních cest nejen pro první namontování zařízení, ale i pro pravidelnou údržbu, servis a opravy zařízení
- zajištění vertikálních šachet a kanálů pro rozvod médií

11.11.2 Silnoproud a slaboproud

V rámci montáže silových a slaboproudých rozvodů je nutno zajistit přívod elektrické energie k jednotlivým zařízením.

- Elektrická energie ze sítě 230 V, 400V

11.11.3 Měření a regulace

Profese měření a regulace zajistí kompletní regulaci zdroje tepla a všech hlavních částí otopné soustavy.

Regulovány budou následující funkční celky:

- jednotlivé topné větve na rozdělovačích
- součinnost spotřebičů a zdroje tepla (TV, atd.)
- otopných těles
- časové provozní režimy pro funkční celky dle využití

11.11.4 Zdravotechnika

V rámci profese ZTI je třeba zajistit přívod vody a odkanalizování.

11.12 Závěr

Tento projekt, část vytápění, zohledňuje veškeré závěry a technická řešení dle požadavků, které byly v průběhu zpracování akce.

12 Vyhodnocení v rámci posouzení energetické náročnosti budovy (PENB)

Posouzení se týká této administrativní budovy.
Pro zhodnocení vlivu typu dodané energie, tedy energonositele , jsem využil jeden z programové skupiny DEKSOFT, konkrétně program ENERGETIKA. Tento program je vyvinut firmou DEKPROJEKT s.r.o. a využívá se převážně pro výpočet a posouzení energetické náročnosti budov [3].
Mezi výstupy programu mimo jiné patří:

- měrná potřeba tepla na vytápění
- měrná potřeba chladu na chlazení
- dílčí dodaná energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok
- celková dodaná energie za rok
- celková primární energie za rok
- neobnovitelná primární energie za rok
- průměrný součinitel prostupu tepla

Postup:
Nejprve jsem vyhotovil průkaz energetické náročnosti pro tuto budovu (PENB). Dále jsem vymyslel několik obměn týkajících se pouze přímo či nepřímo otopné soustavy a sledoval chování v rámci posouzení energetické náročnosti. Do posouzení vstupují i navrhovaná opatření. Potřeba energie zahrnuje i ostatní zdroje jako je např. osvětlení.
ŘEŠENÉ PŘÍPADY:

1) Stávající stav: TČ (odpovídající stav tohoto projektu)
   Navrhované opatření: Kotel na biomasu – pouze porovnání za předem stanovených okolností

2) Stávající stav: Elektrokotel
   Navrhovaný opatření: TČ (odpovídající stav tohoto projektu)

3) Stávající stav: Plynový kotel
   Navrhované opatření: Solární panely pro ohřev TV

12.1 Případ 1: PENB se srovnáním kotle na biomasu

Součástí je porovnání s jiným zdrojem tepla – nejedné se o navrhované opatření.
Jako porovnávaným zdrojem tepla byl zvolen kotel na biomasu pro vytápění a přípravu TV. Pro ohřev TV mimo otopnou sezónu byl uvažován elektrický zásobníkový ohřívač. Podíl celkové roční účasti na přípravě TV byl odhadem stanoven na 40 % elektrický zásobník, zbylých 60 % ohřev kotlem na biomasu.

ATELIER DEK

Zakázka číslo: Příloha B1

Průkaz energetické náročnosti budovy

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění pozdějších předpisů

Administrativní budova
U Přehrady
46601, Jablonec nad Nisou
katastrální území Jablonec nad Nisou [655970]
parc. č. 1589

Energetický specialista
David Šnajdr
Číslo oprávnění: ***

Evidenční číslo
BP16/17

Datum vydání
20.5.2017

Verze dokumentu
První vydání

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu zhotovitele kopírován jinak než celý.

1. SEZNAM PODKLADŮ

[1] Zakázka BP
[2] Vyhláška MPO č. 78/2013 Sb. O energetické náročnosti budov
[3] ČSN 73 0540-1 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie
[4] ČSN 73 0540-2 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
[5] ČSN 73 0540-3 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
[6] ČSN 73 0540-4 (73 0540) Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
[7] ČSN EN ISO 13370 (73 0559) Tepelné chování budov – Přenos tepla zeminou – Výpočtové metody
[8] ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov
[9] Zákon 406/2000 Sb. O hospodaření energií
[10] Projektová dokumentace

2. STRUČNÝ POPIS BUDOVY

viz kapitola 1

3. STRUČNÝ POPIS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOVY

viz technická zpráva

4. DOPLŇUJÍCÍ ÚDAJE

Nejsou doplňující údaje

5. NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

5.1 Stavební prvky a konstrukce:

V této kategorii není navrhováno žádné opatření.

5.2 Technické systémy budovy:

V této kategorii není navrhováno žádné opatření.

5.3 Obsluha a provoz systémů:

V této kategorii není navrhováno žádné opatření.

5.4 Ostatní:

V této kategorii není navrhováno žádné opatření.

5.5 Doporučení k realizaci a zdůvodnění

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu: Příloha B1

Evidenční číslo z databáze ENEX: BP16/17

Účel zpracování průkazu

☒ Nová budova	☐ Budova užívaná orgánem veřejné moci
☐ Prodej budovy nebo její části	☐ Pronájem budovy nebo její části
☐ Větší změna dokončené budovy	
☐ Jiný účel zpracování:	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Jablonec nad Nisou, U Přehrady , 46601
Katastrální území:	655970
Parcelní číslo:	1589
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	2017
Vlastník nebo stavebník:	David Šnajdr
Adresa:	-
IČ:	-
Tel./e-mail:	- / -

Typ budovy		
☐ Rodinný dům	☐ Bytový dům	☐ Budova pro ubytování a stravování
☒ Administrativní budova	☐ Budova pro zdravotnictví	☐ Budova pro vzdělávání
☐ Budova pro sport	☐ Budova pro obchodní účely	☐ Budova pro kulturu
☐ Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	**jednotky**	**hodnota**
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m^3]	1 581,6
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m^2]	964,3
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m^2/m^3]	0,61
Celková energeticky vztažná plocha budovy A_c	[m^2]	427,4

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
☐ Hnědé uhlí	☐ Černé uhlí	
☐ Topný olej	☐ Propan-butan/LPG	
☐ Kusové dřevo, dřevní štěpka	☐ Dřevěné peletky	
☐ Zemní plyn	☒ Elektřina	
☐ Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): *podíl OZE:* ☐ *do 50% včetně,* ☐ *nad 50% do 80%,* ☐ *nad 80%*		
☒ Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) *účel:* ☒ *na vytápění,* ☒ *pro přípravu teplé vody,* ☐ *na výrobu elektrické energie*		
☐ Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
☐ Elektřina	☐ Teplo	☒ Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m²]	[W/(m².K)]	[W/(m².K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
VYP-1 1-EXT PLASTOVÉ OKNO, tepelně izolační trojsklo - JZ	24,7	0,71	-	-	1,00	17,50
VYP-2 1-EXT PLASTOVÉ OKNO, tepelně izolační trojsklo - SV	17,7	0,71	-	-	1,00	12,58
VYP-3 1-EXT ZASKLENÍ OKENNÍM HLINÍKOVÝM SYSTÉMEM, tepelně izolační trojsklo - SV	17,3	0,71	-	-	1,00	12,30
VYP-4 1-EXT HLINÍKOVÉ DVEŘE, TEPELNĚ IZOLAČNÍ BEZPEČNOSTNÍ SKLO - SV	15,6	0,90	-	-	1,00	14,01
VYP-7 1-EXT KOPULOVÝ SVĚTLÍK	2,0	1,50	-	-	1,00	3,00
STN-8 1-EXT ZDIVO Z PÓROBETONOVÝCH TVÁRNIC + DESKY Z MINERÁLNÍ VATY tl. 160 mm	443,4	0,16	-	-	1,00	70,95
STR-12 1-EXT ŽB DESKA + EPS 220-330 mm	234,4	0,14	-	-	1,00	32,82
Přirážka na tepelné vazby ΔU_{em}= 0,02 [W/(m²K)]	-	-	-	-	-	15,10
PDL(z)-11 1-ZEM ANHYDRITOVÁ LITÁ PODLAHA + EPS 100 mm	209,2	0,26	-	-	0,63	32,45
Přirážka na tepelné vazby ΔU_{em}= 0,02 [W/(m²K)]	-	-	-	-		4,18
Celkem	**964,3**	**-**	**-**	**-**	**-**	**214,90**

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m³]	[W/(m².K)]
zóna 1 - Administrativní budova	20,0	1581,55	0,31

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,22	0,31	ANO

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b).

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla[2] $\eta_{H,gen}$ / $COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	**x**[1]	**x**	**x**	**x**	**80 / -**	**85**	**80**
Z1	TČ 1	elektrická energie	95	9.2	- / 5,19	89	83
		Slunce, energie prostředí					
	K 2	elektrická energie	5	6	91 / -		

Poznámka: [1] symbol **x** znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,
[2] v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1	TČ 1 - Tepelné čerpadlo země-voda	5,00	-	-
Z1	K 2 - Bivalentní zdroj - elektropatrona		-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladící faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladící faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energo-nositel	Tepelný výkon	Chladící výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP_{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m^3/h]	[Ws/m^3]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energo-nositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**70**
Z1	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energo-nositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladící výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH-,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**65**
Z1	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ / $COP_{W,gen}$ [2)]	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztažená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztažená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(lden)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	**x[1)]**	**x**	**x**	**x**	**x**	**85 / -**	**0,0070 (0,0050)**	**0,1500**
TV1	$TV_{sys}1$	elektrická energie	90	TČ-1 [9,2]	200.00	TČ-1 [-/3,20]	0.0079	0.0607
		Slunce, energie prostředí						
		elektrická energie	10	K-2 [6]		K-2 [91,18/-]		

Poznámka: [1)] symbol **x** znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,
[2)] v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV1	TČ 1 - Tepelné čerpadlo země-voda	5,00	-	-
TV1	K 2 - Bivalentní zdroj - elektropatrona	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztažený k osvětlenosti zóny $p_{L,Ix}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m²lx)]
Referenční budova	**x**	**x**	**x**	**0,10**
Zóna 1		100	P_n = 1,371	0,04

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	☒	☐	☐	☐	☒	☒	☒	☐

b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	16 514	15 707	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	8 445,9	8 445,9	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	30 357	21 366	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12 930	10 505	8 452,7	2 298,6
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	363,89	438,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,34	9,97	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	30 721	21 804	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12 938	10 515	8 452,7	2 298,6
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m^2	[kWh/(m^2rok)]	71,88	51,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,27	24,60	19,78	5,38

c) výrobna energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		**[kWh/rok]**	**[-]**	**[-]**	**[kWh/rok]**	**[kWh/rok]**
Kogenereční jednotka EP_{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenereční jednotka EP_{CHP} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP_{PV} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy $Q_{H,sc,sys}$ teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	**[-]**	**[-]**	**[kWh/rok]**	**[kWh/rok]**
elektrická energie	11 871,82	3,2	3,0	37 989,83	35 615,46
Slunce, energie prostředí	22 745,84	1,0	0,0	22 745,84	0,00
Celkem	**34 617,66**	**x**	**x**	**60 735,67**	**35 615,46**

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	52 111,92	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		34 617,66		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m²rok)]	121,94		
(9)	Hodnocená budova		81,00		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	68 163,30	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		35 615,46		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m²)	[kWh/(m²rok)]	159,49		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m²)		83,34		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	60 735,67
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	25 120,20
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	41,36

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	**Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE**	**Kombinovaná výroba elektřiny a tepla**	**Soustava zásobování tepelnou energií**	**Tepelné čerpadlo**
Technická proveditelnost	-	-	-	-
Ekonomická proveditelnost	-	-	-	-
Ekologická proveditelnost	-	-	-	-
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum zpracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek		NE	
	energetický posudek je součást analýzy		NE	
	datum vypracování energetického posudku		-	
	zpracovatel energetického posudku		-	

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Stavební prvky a konstrukce budovy:			
-	-	-	-
Technické systémy budovy:			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
Obsluha a provoz systémů budovy:			
-	-	-	-
Ostatní - uveďte jaké:			
-	-	-	-
Celkově	**48,09**	**-13 472,6**	**9 603,6**

Posouzení vhodnosti doporučených opatření				
Opatření	**Stavební prvky a konstrukce budovy**	**Technické systémy budovy**	**Obsluha a provoz systémů budovy**	**Ostatní - uvést jaké**
Technická vhodnost	ANO	ANO	NE	NE
Funkční vhodnost	ANO	NE	NE	NE
Ekonomická vhodnost	NE	NE	NE	NE
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování doporučených opatření	24.5.2017			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	David Šnajdr			
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			NE
	Datum vypracování energetického posudku			-
	Zpracovatel energetického posudku			-

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	ANO
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	-
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	David Šnajdr
Číslo oprávnění MPO	***
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	20.5.2017

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

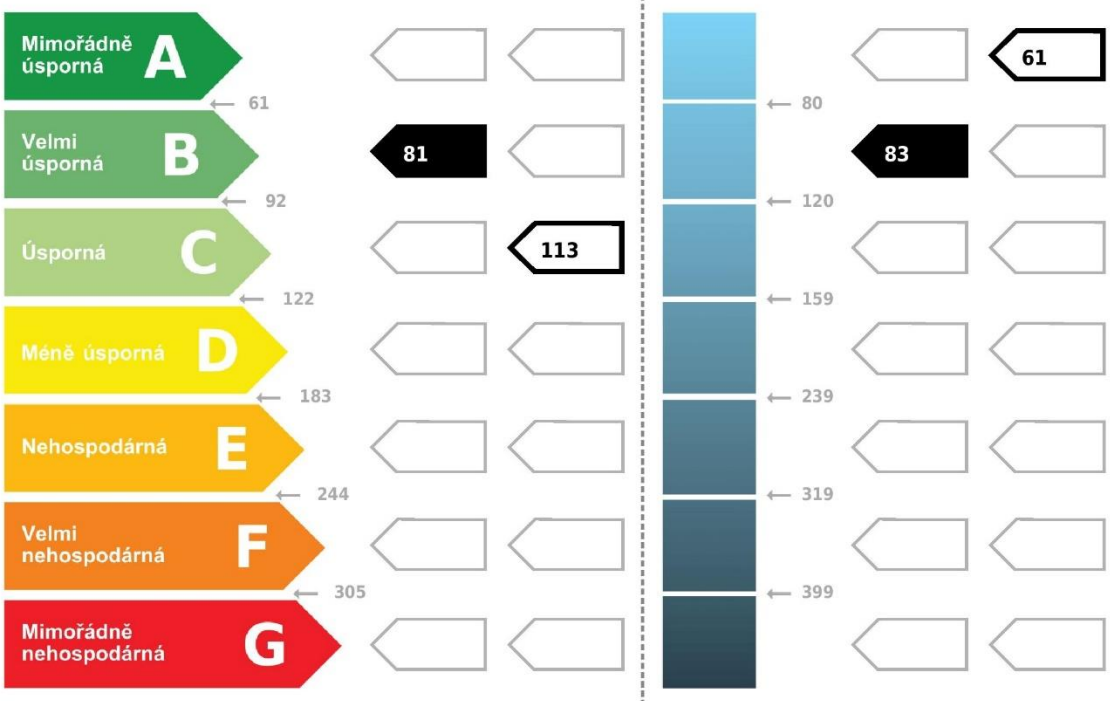
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **U Přehrady , k.ú. 655970, p.č. 1589**
PSČ, místo: **46601, Jablonec nad Nisou**
Typ budovy: **Administrativní budova**
Plocha obálky budovy: **964.32** m^2
Objemový faktor tvaru A/V: **0.61** m^2/m^3
Celková energeticky vztažná plocha: **427.37** m^2

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m^2·rok)



Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	34.6	35.6

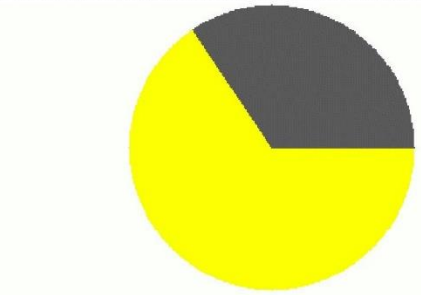
DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	☐
Okna a dveře:	☐
Střechu:	☐
Podlahu:	☐
Vytápění:	☐
Chlazení/klimatizaci:	☐
Větrání:	☐
Přípravu teplé vody:	☐
Osvětlení:	☐
Jiné:	☐

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou Doporučení

PODÍL ENERGONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



Slunce, energie prostředí: 22.7
elektrická energie: 11.9

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m²·K)	Dílčí dodané energie			Měrné hodnoty	kWh/(m²·rok)	
Mimořádně úsporná A							5.4 / 5.4
B	0.22 / 0.22	51.0					
C						24.6	
D		74.8				32.4	
E							
F							
G Mimořádně nehospodárná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		**21.8**				**10.5**	**2.3**

Zpracovatel: **David Šnajdr**
Kontakt: .....
.....

Osvědčení č.: ***
Vyhotoveno dne: **20.5.2017**
Podpis: .....

číslo dokumentu: **Příloha B1**

12.2 Případ 2: elektrokotel s navrhovaným opatřením TČ

Jako zdroj tepla pro vytápění i přípravu teplé vody byl zvolen pouze elektrokotel.

Navrhovaným opatřením je varianta tepelného čerpadla řešena v tomto projektu.

Zde uvedu pouze údaje z protokolu PENB přímo týkající se této změny v dodávce energie.

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	37 615,80	3,2	3,0	120 370,57	112 847,41
Celkem	**37 615,80**	**x**	**x**	**120 370,57**	**112 847,41**

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	52 226,78	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		37 615,80		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m²rok)]	122,21		
(9)	Hodnocená budova		88,02		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	68 480,32	Splněno (ANO/NE)	NE
(11)	Hodnocená budova		112 847,41		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m²)	[kWh/(m²rok)]	160,24		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m²)		264,05		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	120 370,57
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	7 523,16
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	6,25

b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	16 514	15 707	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	8 445,9	8 445,9	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	30 357	23 320	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12 930	11 411	8 452,7	2 298,6
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	478,75	576,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,34	9,97	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	30 836	23 897	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12 938	11 421	8 452,7	2 298,6
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m²	[kWh/(m²rok)]	72,15	55,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,27	26,72	19,78	5,38

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Stavební prvky a konstrukce budovy:			
-	-	-	-
Technické systémy budovy:			
vytápění	34,62	2 998,15	77 231,95
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	34,62	2 998,15	77 231,95
osvětlení	-	-	-
Obsluha a provoz systémů budovy:			
-	-	-	-
Ostatní - uveďte jaké:			
-	-	-	-
Celkově	**34,62**	**2 998,1**	**77 231,9**

Posouzení vhodnosti doporučených opatření				
Opatření	**Stavební prvky a konstrukce budovy**	**Technické systémy budovy**	**Obsluha a provoz systémů budovy**	**Ostatní - uvést jaké**
Technická vhodnost	ANO	ANO	NE	NE
Funkční vhodnost	ANO	ANO	NE	NE
Ekonomická vhodnost	NE	ANO	NE	NE
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Doba návratnosti je 6 let.			
Datum vypracování doporučených opatření	20.5.2017			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	David Šnajdr			
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			NE
	Datum vypracování energetického posudku			-
	Zpracovatel energetického posudku			-

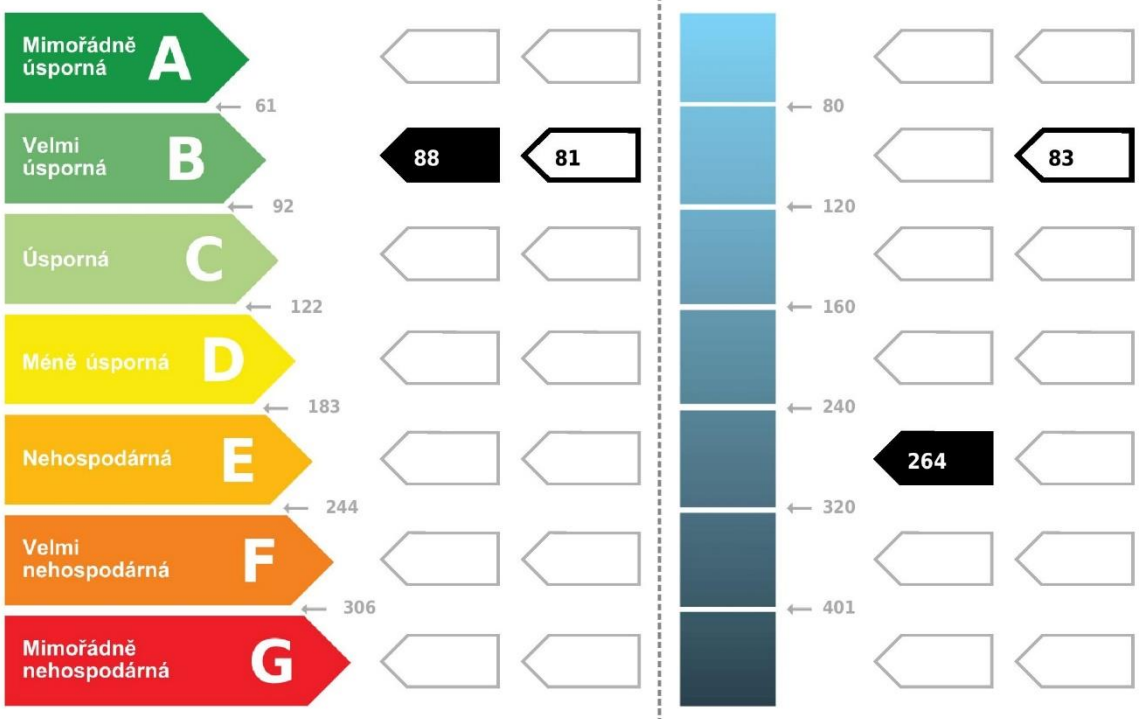
PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **U Přehrady , k.ú. 655970, p.č. 1589**
PSČ, místo: **46601, Jablonec nad Nisou**
Typ budovy: **Administrativní budova**
Plocha obálky budovy: **964.32** m^2
Objemový faktor tvaru A/V: **0.61** m^2/m^3
Celková energeticky vztažná plocha: **427.37** m^2

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)
Měrné hodnoty kWh/(m^2·rok)	



Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	37.6	112.8

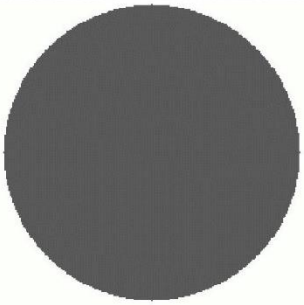
DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	☐
Okna a dveře:	☐
Střechu:	☐
Podlahu:	☐
Vytápění:	☑
Chlazení/klimatizaci:	☐
Větrání:	☐
Přípravu teplé vody:	☑
Osvětlení:	☐
Jiné:	☐

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou Doporučení

PODÍL ENERGONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■elektrická energie: 37.6

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m²·K)	Dílčí dodané energie Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)					
Mimořádně úsporná A							5.4 / 5.4
B	0.22 / 0.22	/ 51.0					
C		55.9 /				26.7 / 24.6	
D							
E							
F							
G Mimořádně nehospodárná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		**23.9**				**11.4**	**2.3**

Zpracovatel: **David Šnajdr**
Kontakt: .....
.....

Osvědčení č.: ***
Vyhotoveno dne: **20.5.2017**
Podpis: .....

12.3 Případ 3: plynová kotel s návrhem solárních panelů

Místo tepelného čerpadla byl do objektu navrhnut kondenzační plynový kotel s modulovým hořákem bez přípravy TV. Ohřev TV řeší elektrický zásobníkový ohřívač TV. Navrhovaným opatřením je instalace 3 solárních panelů s plochou apertury 3 x 2,32 m^2.

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	14 007,60	3,2	3,0	44 824,31	42 022,79
zemní plyn	23 319,74	1,1	1,1	25 651,72	25 651,72
Celkem	**37 327,34**	**x**	**x**	**70 476,03**	**67 674,51**

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	51 987,40	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		37 327,34		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m^2rok)]	121,64		
(9)	Hodnocená budova		87,34		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	67 819,64	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		67 674,51		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m^2)	[kWh/(m^2rok)]	158,69		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m^2)		158,35		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	70 476,03
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	2 801,52
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	3,98

b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	16 514	15 707	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	8 445,9	8 445,9	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	30 357	23 320	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12 930	11 411	8 452,7	2 298,6
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	239,38	288,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,34	9,97	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	30 597	23 608	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12 938	11 421	8 452,7	2 298,6
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m^2	[kWh/(m^2rok)]	71,59	55,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,27	26,72	19,78	5,38

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Stavební prvky a konstrukce budovy:			
-	-	-	-
Technické systémy budovy:			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
Obsluha a provoz systémů budovy:			
-	-	-	-
Ostatní - uveďte jaké:			
-	-	-	-
Celkově	**37,11**	**214,8**	**9 721,9**

Posouzení vhodnosti doporučených opatření				
Opatření	**Stavební prvky a konstrukce budovy**	**Technické systémy budovy**	**Obsluha a provoz systémů budovy**	**Ostatní - uvést jaké**
Technická vhodnost	ANO	ANO	NE	NE
Funkční vhodnost	ANO	ANO	NE	NE
Ekonomická vhodnost	NE	ANO	NE	NE
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Instalace solárních panelů je na základě výpočtu doporučena.			
Datum vypracování doporučených opatření	25.5.2017			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	David Šnajdr			
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			NE
	Datum vypracování energetického posudku			-
	Zpracovatel energetického posudku			-

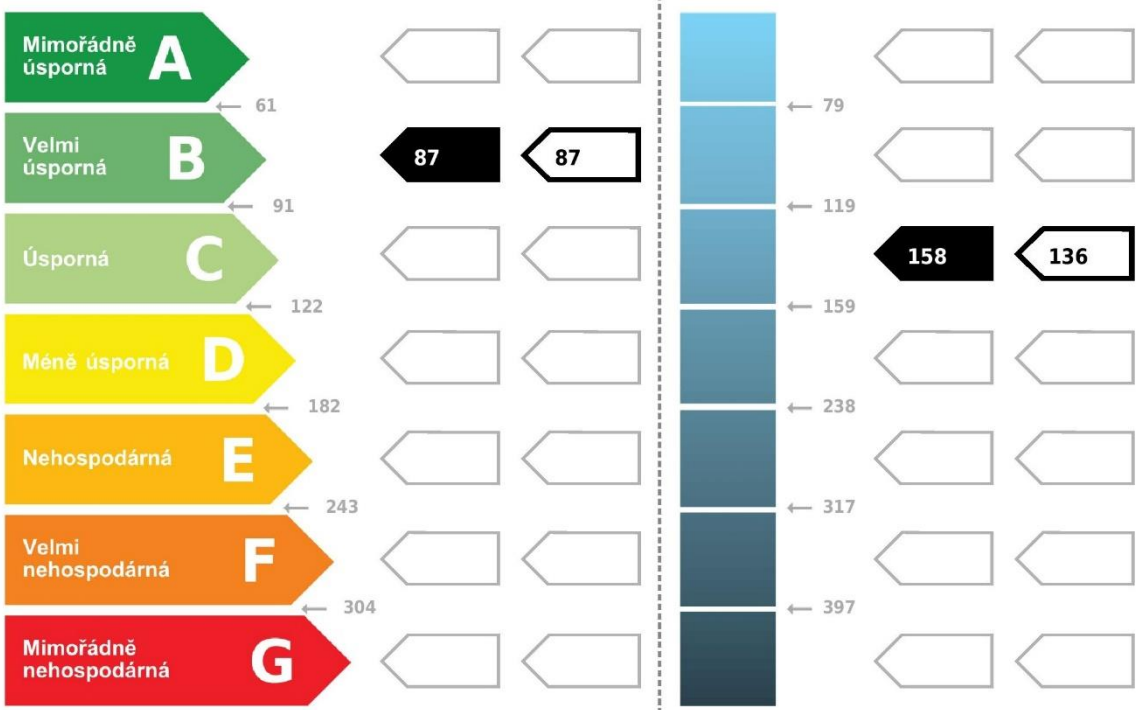
PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **U Přehrady , k.ú. 655970, p.č. 1589**
PSČ, místo: **46601, Jablonec nad Nisou**
Typ budovy: **Administrativní budova**
Plocha obálky budovy: **964.32** m^2
Objemový faktor tvaru A/V: **0.61** m^2/m^3
Celková energeticky vztažná plocha: **427.37** m^2

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)
Měrné hodnoty kWh/(m^2·rok)	



Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	37.3	67.7

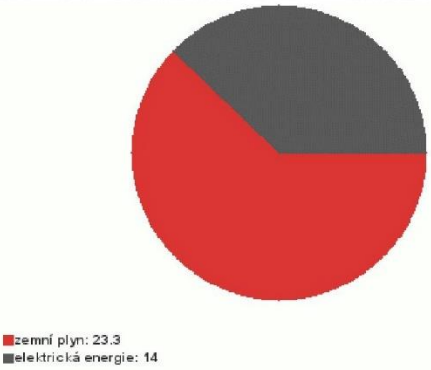
DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	☐
Okna a dveře:	☐
Střechu:	☐
Podlahu:	☐
Vytápění:	☐
Chlazení/klimatizaci:	☐
Větrání:	☐
Přípravu teplé vody:	☐
Osvětlení:	☐
Jiné:	☐

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou Doporučení

PODÍL ENERGONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m²·K)	Dílčí dodané energie Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)					
Mimořádně úsporná A							5.4 / 5.4
B	0.22 / 0.22						
C		55.2 / 55.2				26.7 / 26.2	
D							
E							
F							
G Mimořádně nehospodárná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		**23.6**				**11.4**	**2.3**

Zpracovatel: **David Šnajdr** Osvědčení č.: ***

Kontakt: Vyhotoveno dne: **20.5.2017**

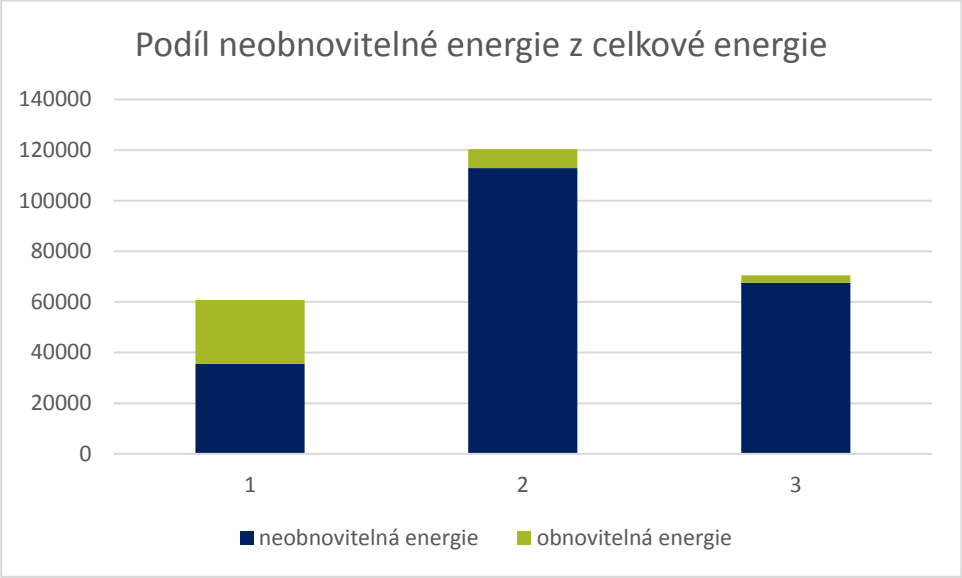
Podpis:

12.4 Shrnutí

STÁVAJÍCÍ STAV	energonositel		Dílčí vypočtená spotřeba energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnov. prim. energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie	Obnovitelná primární energie	Požadavek na celkovou dodanou energii			Požadavek na neobnovitelnou primární energii			NAVRHOVANÉ OATŘENÍ	Doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti		
									Referenční	Hodnocená	Splněno	Referenční	Hodnocená	Splněno		Předpokl. dodaná energie	Předpokl. úspora celkové dodané energie	Předpokl. úspora neobnov. primární energie
			[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	ANO/NE	[kWh/rok]	[kWh/rok]	ano/ne		[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
TČ - odpovídá projektu	elektrická energie		11871	3,2	3	37990	35616	25120	52112	34618	ANO	68163	35616	ANO	Kotel na biomasu	48,09	-13473	9604
	Slunce, energie prostředí		22746	1	0	22746	0											
	celkem		34617			60736	35616											
Elektrokotel	elektrická energie		37616	3,2	3	120371	112847	7523	52227	37616	ANO	64480	112847	NE	TČ - odpovídá projektu	34,62	2998	77232
	celkem		37616			120371	112847											
Plynový kondenzační kotel	elektrická energie		14008	3,2	3	44824	42023	2802	51987	37327	ANO	67820	67675	ANO	Solární panely pro ohřev TV	37,11	214,8	9722
	zemní plyn		23320	1,1	1,1	25652	25651											
	celkem		37327			70476	67675											

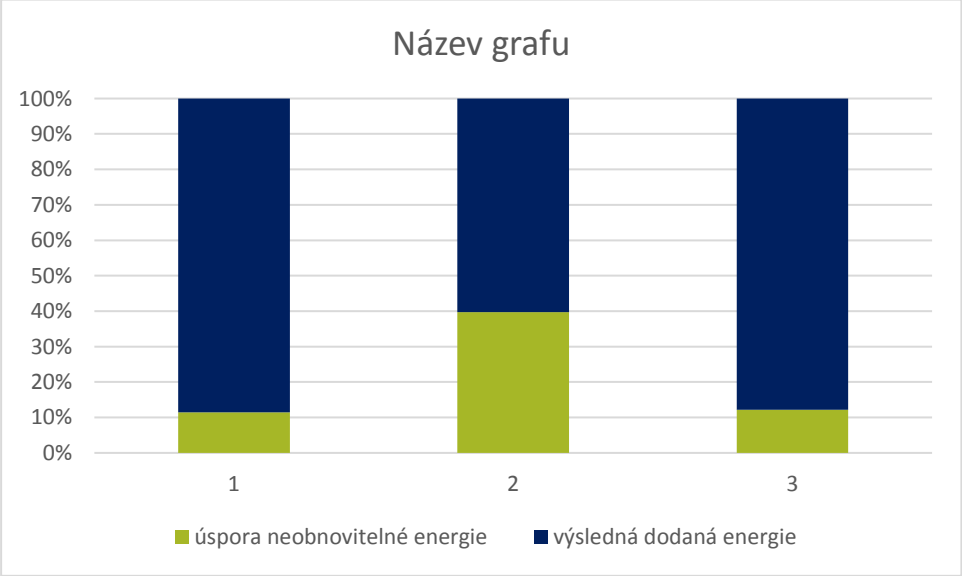
Grafy doplňující shrnutí pro varianty 1, 2, 3 dle tabulky výše:

Graf podílu neobnovitelné primární energie z celkové primární energie



Graf navrhovaných opatření

- Vyjádřena úspora neobnovitelné primární energie z nové hodnoty celkové primární energie



Zajímavost:

U varianty 2 s elektrokotlem určete, jaká plocha fotovoltaických panelů (apertury) by byla potřeba instalovat, aby varianta s elektrokotlem splnila požadavky na neobnovitelnou primární energii a vyhověla.

Výchozí stav:

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	68 480,32	Splněno (ANO/NE)	NE
(11)	Hodnocená budova		112 847,41		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m²)	[kWh/(m²rok)]	160,24		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m²)		264,05		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	120 370,57
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	7 523,16
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	6,25

Nový stav:

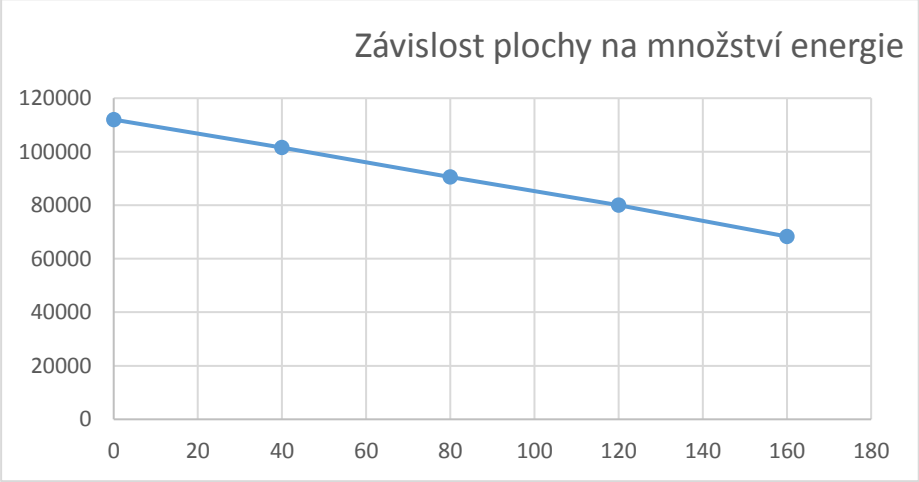
f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	68 480,32	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		68 316,60		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m²)	[kWh/(m²rok)]	160,24		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m²)		159,85		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	83 696,03
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	15 379,43
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	18,38

Potřebná plocha apertury fotovoltaických panelů vyšla 160 m²



13 Závěr

Úkolem mé bakalářské práce bylo navrhnout systém vytápění, který bude efektivně využívat obnovitelných zdrojů energie. Tepelné čerpadlo sice využívá pro provoz elektrickou energii, ale stále je z velké části schopno využít energie z prostředí. Navrhnul jsem systém země-voda, protože je účinný a stabilní a tepelná čerpadla tohoto typu mají vyšší topný faktor. Geotermální vrt je finančně náročnější, což jsem ale pro tento výrobní areál nepovažoval za překážku.

Jako otopné plochy jsem zvolil kapilární rohože. Mezi výhody řadím jejich možný příjemný sálavý účinek, využití i pro chlazení objektu a dle mého názoru vyhovují i díky rychlé odezvě při spuštění vytápění, což se pro provoz administrativní budovy může hodit.

Snažil jsem se splnit zadání a najít variantu takovou, která bude optimální a zároveň se od ní co nejvíc naučím. Práce pro mě byla nesporným přínosem a výběru téma díky tomu nemohu litovat.

14 Seznam literatury a podkladů

[1] *Venkovní výpočtové teploty a otopná období dle lokalit* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/25-venkovni-vypoctove-teploty-a-otopna-obdobi-dle-lokalit

[2] *Normové hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky

[3] *DEKSOFT: DEKPROJEKT s.r.o.* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: https://stavebni-fyzika.cz/

[4] *G-TERM kapilární rohože* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://g-term.hennlich.cz/produkty/kapilarni-rohoze-173.html

[5] *Návrh zemní sondy pro tepelné čerpadlo* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13052-navrh-zemni-sondy-pro-tepelne-cerpadlo

[6] *Potřeba vody a tepla pro přípravu teplé vody* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/6839-potreba-vody-a-tepla-pro-pripravu-teple-vody

[7] TopDesign Projekty, s.r.o. *TopDesign* [online]. b.r. [cit. 2017-05-29]. Dostupné z: http://www.topdesign.cz/kontakty/

[8] Výpočet měrných tlakových ztrát třením. *TZB-info* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/vyucujici/reinberk/vypocty/dimtab.php

[9] Tabulky tlakových ztrát. *WAVIN Ekoplastik s.r.o.* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://www.wavinekoplastik.com/cz/tabulky-tlakovych-ztrat

[10] Tlakové ztráty třením v potrubí. *TZB-info* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://voda.tzb-info.cz/potrubni-trasy-vodovod/1002-priblizny-vypocet-tlakove-ztraty-trenim-v-potrubi

[11] Regulační armatury. *TZB-info* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/2181-regulacni-armatury-teoreticka-zakladna-i

[12] Zásobník teplé vody Logalux. *Buderus* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://www.buderus.cz/produkty/zasobniky-prehled/zasobniky-teple-vody/logalux-su160-400.html

[13] Tlaková ztráta okruhu s glykolem. *IVT-tepelná čerpadla* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://www.eko-vytapeni.cz/download/ivt-greenline-he-navod-k-instalaci-pro-montazni-firmu.pdf

[14] Dimenzování čerpadel. *GRUNDFOS* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?custid=GCZ&time=1495905685702&qcid=228502152

[15] *Návrhový software - Cairo 3.5.5* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://www.secespol.com/cz/aktuality/nov-navrhov-software-cairo-3-5-5.html

[16] Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla. *TZB-info* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/43-vypocet-pojistneho-ventilu-pro-kotle-a-vymeniky-tepla

[17] Návrh expanzní nádoby. *TZB-info* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/1156-navrh-expanzni-nadoby

[18] Tepelná ztráta potrubí s izolací. *TZB-info* [online]. b.r. [cit. 2017-05-27]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubi-s-izolaci-kruhoveho-prurezu

15 Přílohy

15.1 Tepelné ztráty

Externí příloha – obsažena v elektronické podobě na CD

- Výpočet proveden v programu DEKSOFT – TZB od společnosti DEKPROJEKT s.r.o.

15.2 Tlakové ztráty

Protokol výpočtu na konci tohoto dokumentu

15.3 Půdorys 1.NP

Externí příloha – v tištěné i elektronické podobě

15.4 Půdorys 2.NP

Externí příloha – v tištěné i elektronické podobě

15.5 Situace

Externí příloha – v tištěné i elektronické podobě

15.6 Schéma – sekundární okruh

Externí příloha – v tištěné i elektronické podobě

15.7 Schéma – primární okruh

Externí příloha – v tištěné i elektronické podobě

Příloha 2: VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT

Obsah

1. Okruhy 1-26 -> 1.NP a 2.NP 78
2. Okruh s největšími tlakovými ztrátami 87
3. Tepelné čerpadlo – deskový výměník 88
4. Tepelné čerpadlo – zásobník TV 88
5. Primární okruh R2 89
6. Primární okruh R1 89

1 Okruhy 1-26 -> 1.NP a 2.NP

TLAKOVÉ ZTRÁTY JEDNOTLIVÝCH OKRUHŮ 1.NP + 2.NP

ZÁKLADNÍ INFORMACE					
Označení okruhu	O1	Teplotní spád [°C]	31	28	
Materiál	plast	ρ kapaliny [kg/m3]	995		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET	
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]
1-1	683	195,64	14,1	20x2,3	0,300	106,80	9	1505,88	402,98	1908,9
1'-1'			14,1	20x2,3	0,300	106,80	9	1505,88	402,98	1908,9
									Ztráta KR	12400,0
		ΣI	**28,20**						**Σ(R . L + Z)**	16217,7 Pa
				Nastavení RRV	-				**Trvalá regulace (škrcení)**	- Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7** Pa

Úsek	Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota									ξ [-]	Ztráta KR [Pa]
	KR		kolena	T-kus + křížení pravoúhlé			T-kus pravoúhlý				
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	12400,0	9							9	12400,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**12400,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE					
Označení okruhu	O2	Teplotní spád [°C]	31	28	
Materiál	plast	ρ kapaliny [kg/m3]	995		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET	
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]
1-1	1024	293,47	9,8	25x2,5	0,267	62,30	9	610,54	319,20	929,7
1'-1'			9,8	25x2,5	0,267	62,30	9	610,54	319,20	929,7
									Ztráta KR	12400,0
		ΣI	**19,60**						**Σ(R . L + Z)**	14259,5 Pa
				Nastavení RRV	**6**				**Trvalá regulace (škrcení)**	1958 Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7** Pa

Úsek	Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota									ξ [-]	Ztráta KR [Pa]
	KR		kolena	T-kus + křížení pravoúhlé			T-kus pravoúhlý				
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	12400,0	9							9	12400,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**12400,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE					
Označení okruhu	O3	Teplotní spád [°C]	31	28	
Materiál	plast	ρ kapaliny [kg/m3]	995		

Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET	
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]
1-1	614	176,10	3,85	20x2,3	0,270	89,00	10,5	342,65	380,81	723,5
1'-1'			3,85	20x2,3	0,270	89,00	10,5	342,65	380,81	723,5
									Ztráta KR	10000,0
		ΣI	**7,70**						**Σ(R . L + Z)**	11446,9 Pa
				Nastavení RRV	**6**				**Trvalá regulace (škrcení)**	4771 Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7** Pa

Úsek	Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota									ξ [-]	Ztráta KR [Pa]
	KR		kolena	T-kus + křížení pravoúhlé			T-kus pravoúhlý				
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	10000,0	10,5							10,5	10000,0
1'-1'			10,5							10,5	
									Σ	**21,0**	**10000,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O4			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	893	255,80	10,9	25x2,5	0,231	48,60	12	529,74	318,57	848,3	
1'-1'			10,9	25x2,5	0,231	48,60	12	529,74	318,57	848,3	
									Ztráta KR	7300,0	
		Σl	**21,80**						**Σ(R . L + Z)**	8996,6	Pa
				Nastavení RRV	**6**				**Trvalá regulace (škrcení)**	7221	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,6**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	12							12	7300,0
1'-1'			12							12	
									Σ	**24,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O5			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	595	170,54	14,0	25x2,5	0,150	23,50	12	329,00	134,33	463,3	
1'-1'			14,0	25x2,5	0,150	23,50	12	329,00	134,33	463,3	
									Ztráta KR	7300,0	
		Σl	**28,00**						**Σ(R . L + Z)**	8226,7	Pa
				Nastavení RRV	**5**				**Trvalá regulace (škrcení)**	7991	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	12							12	7300,0
1'-1'			12							12	
									Σ	**24,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O6			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	713	204,30	9,5	20x2,3	0,300	106,80	9	1014,60	402,98	1417,6	
1'-1'			9,5	20x2,3	0,300	106,80	9	1014,60	402,98	1417,6	
									Ztráta KR	7300,0	
		Σl	**19,00**						**Σ(R . L + Z)**	10135,2	Pa
				Nastavení RRV	**6**				**Trvalá regulace (škrcení)**	6083	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	9							9	7300,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O7			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	246	70,51	5,6	20x2,3	0,105	11,40	9	63,84	49,36	113,2	
1'-1'			5,6	20x2,3	0,105	11,40	9	63,84	49,36	113,2	
									Ztráta KR	7300,0	
		ΣI	**11,20**						**Σ(R . L + Z)**	7526,4	Pa
				Nastavení RRV	**3**				**Trvalá regulace (škrcení)**	8691	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	9							9	7300,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O8			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	322	92,29	4,8	20x2,3	0,135	17,30	6	83,04	54,40	137,4	
1'-1'			4,8	20x2,3	0,135	17,30	6	83,04	54,40	137,4	
									Ztráta KR	7300,0	
		ΣI	**9,60**						**Σ(R . L + Z)**	7574,9	Pa
				Nastavení RRV	**3,5**				**Trvalá regulace (škrcení)**	8643	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	6							6	7300,0
1'-1'			6							6	
									Σ	**12,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O9			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	305	87,42	2,6	20x2,3	0,135	17,30	6	44,98	54,40	99,4	
1'-1'			2,6	20x2,3	0,135	17,30	6	44,98	54,40	99,4	
									Ztráta KR	7300,0	
		ΣI	**5,20**						**Σ(R . L + Z)**	7498,8	Pa
				Nastavení RRV	**3**				**Trvalá regulace (škrcení)**	8719	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	6							6	7300,0
1'-1'			6							6	
									Σ	**12,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O10			Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	713	204,36	7,2	20x2,3	0,300	106,80	9	768,96	402,98	1171,9	
1'-1'			7,2	20x2,3	0,300	106,80	9	768,96	402,98	1171,9	
									Ztráta KR	7300,0	
		ΣI	**14,40**						**Σ(R . L + Z)**	9643,9	Pa
				Nastavení RRV	**6**				**Trvalá regulace (škrcení)**	6574	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	9							9	7300,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O11			Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	764	219,09	4,3	20x2,3	0,330	126,00	6	541,80	325,07	866,9	
1'-1'			4,3	20x2,3	0,330	126,00	6	541,80	325,07	866,9	
									Ztráta KR	7300,0	
		ΣI	**8,60**						**Σ(R . L + Z)**	9033,7	Pa
				Nastavení RRV	**5,5**				**Trvalá regulace (škrcení)**	7184	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	6							6	7300,0
1'-1'			6							6	
									Σ	**12,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O12			Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	510	146,17	6,1	20x2,3	0,240	72,60	6	442,86	171,94	614,8	
1'-1'			6,1	20x2,3	0,240	72,60	6	442,86	171,94	614,8	
									Ztráta KR	7300,0	
		ΣI	**12,20**						**Σ(R . L + Z)**	8529,6	Pa
				Nastavení RRV	**4,5**				**Trvalá regulace (škrcení)**	7688	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	6							6	7300,0
1'-1'			6							6	
									Σ	**12,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O13			Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	75	21,50	2,5	20x2,3	0,037	4,07	6	10,18	4,09	14,3	
1'-1'			2,5	20x2,3	0,037	4,07	6	10,18	4,09	14,3	
									Ztráta KR	4000,0	
		ΣI	**5,00**						**Σ(R . L + Z)**	4028,5	Pa
				Nastavení RRV	**1**				**Trvalá regulace (škrcení)**	12189	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	4000,0	6							6	4000,0
1'-1'			6							6	
									Σ	**12,0**	**4000,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O14			Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	1047	300,09	7,3	25x2,5	0,267	62,30	9	454,79	319,20	774,0	
1'-1'			7,3	25x2,5	0,267	62,30	9	454,79	319,20	774,0	
									Ztráta KR	7300,0	
		ΣI	**14,60**						**Σ(R . L + Z)**	8848,0	Pa
				Nastavení RRV	**6**				**Trvalá regulace (škrcení)**	7370	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	9							9	7300,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O15			Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	764	218,97	9,7	25x2,5	0,330	126,00	6	1222,20	325,07	1547,3	
1'-1'			9,7	25x2,5	0,330	126,00	6	1222,20	325,07	1547,3	
									Ztráta KR	8750,0	
		ΣI	**19,40**						**Σ(R . L + Z)**	11844,5	Pa
				Nastavení RRV	**6**				**Trvalá regulace (škrcení)**	4373	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	8750,0	6							6	8750,0
1'-1'			6							6	
									Σ	**12,0**	**8750,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE										
Označení okruhu	O16		Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast		ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU			**NÁVRH Z TABULKY**						**VÝPOČET**	
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]
1-1	828	237,32	8,1	20x2,3	0,360	146,50	10,5	1186,65	677,00	1863,6
1'-1'			8,1	20x2,3	0,360	146,50	10,5	1186,65	677,00	1863,6
									Ztráta KR	12400,0
		ΣI	**16,20**						**Σ(R . L + Z)**	16127,3 Pa
				Nastavení RRV	-			**Trvalá regulace (škrcení)**		90 Pa
								návrhová hodnota pro tlak čerpadla		**16217,7** Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	12400,0	10,5							10,5	12400,0
1'-1'			10,5							10,5	
									Σ	**21,0**	**12400,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE										
Označení okruhu	O17		Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast		ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU			**NÁVRH Z TABULKY**						**VÝPOČET**	
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]
1-1	443	126,97	10,1	20x2,3	0,210	57,60	10,5	581,76	230,37	812,1
1'-1'			10,1	20x2,3	0,210	57,60	10,5	581,76	230,37	812,1
									Ztráta KR	2700,0
		ΣI	**20,20**						**Σ(R . L + Z)**	4324,3 Pa
				Nastavení RRV	**3,5**			**Trvalá regulace (škrcení)**		11893 Pa
								návrhová hodnota pro tlak čerpadla		**16217,7** Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	2700,0	10,5							10,5	2700,0
1'-1'			10,5							10,5	
									Σ	**21,0**	**2700,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE										
Označení okruhu	O18		Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast		ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU			**NÁVRH Z TABULKY**						**VÝPOČET**	
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]
1-1	211	60,48	4,0	20x2,3	0,090	9,78	9	39,12	36,27	75,4
1'-1'			4,0	20x2,3	0,090	9,78	9	39,12	36,27	75,4
									Ztráta KR	1200,0
		ΣI	**8,00**						**Σ(R . L + Z)**	1350,8 Pa
				Nastavení RRV	**2,5**			**Trvalá regulace (škrcení)**		14867 Pa
								návrhová hodnota pro tlak čerpadla		**16217,7** Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	1200,0	9							9	1200,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**1200,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O19			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	226	64,78	6,6	20x2,3	0,090	9,78	7,5	64,55	30,22	94,8	
1'-1'			6,6	20x2,3	0,090	9,78	7,5	64,55	30,22	94,8	
									Ztráta KR	8300,0	
		ΣI	**13,20**						**Σ(R . L + Z)**	8489,5	Pa
				Nastavení RRV	**2,5**				**Trvalá regulace (škrcení)**	7728	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	8300,0	7,5							7,5	8300,0
1'-1'			7,5							7,5	
									Σ	**15,0**	**8300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O20			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	132	37,83	3,2	20x2,3	0,060	6,52	9	20,86	16,12	37,0	
1'-1'			3,2	20x2,3	0,060	6,52	9	20,86	16,12	37,0	
									Ztráta KR	2700,0	
		ΣI	**6,40**						**Σ(R . L + Z)**	2774,0	Pa
				Nastavení RRV	**2**				**Trvalá regulace (škrcení)**	13444	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	2700,0	9							9	2700,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**2700,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O21			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	127	36,40	4,7	20x2,3	0,060	6,52	9	30,64	16,12	46,8	
1'-1'			4,7	20x2,3	0,060	6,52	9	30,64	16,12	46,8	
									Ztráta KR	6600,0	
		ΣI	**9,40**						**Σ(R . L + Z)**	6693,5	Pa
				Nastavení RRV	**2**				**Trvalá regulace (škrcení)**	9524	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	6600,0	9							9	6600,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**6600,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O22			Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	611	175,12	9,1	20x2,3	0,270	89,00	9	809,90	326,41	1136,3	
1'-1'			9,1	20x2,3	0,270	89,00	9	809,90	326,41	1136,3	
									Ztráta KR	7300,0	
		ΣI	**18,20**						**Σ(R . L + Z)**	9572,6	Pa
				Nastavení RRV	**5,5**				**Trvalá regulace (škrcení)**	6645	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	9							9	7300,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O23			Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	309	88,56	10,3	20x2,3	0,135	17,30	9	178,19	81,60	259,8	
1'-1'			10,3	20x2,3	0,135	17,30	9	178,19	81,60	259,8	
									Ztráta KR	1700,0	
		ΣI	**20,60**						**Σ(R . L + Z)**	2219,6	Pa
				Nastavení RRV	**3**				**Trvalá regulace (škrcení)**	13998	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	1700,0	9							9	1700,0
1'-1'			9							9	
									Σ	**18,0**	**1700,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O24			Teplotní spád [°C]		31	28				
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995					
Z PROJEKTU				NÁVRH Z TABULKY					VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	360	103,18	1,9	20x2,3	0,150	23,00	6	43,70	67,16	110,9	
1'-1'			1,9	20x2,3	0,150	23,00	6	43,70	67,16	110,9	
									Ztráta KR	6600,0	
		ΣI	**3,80**						**Σ(R . L + Z)**	6821,7	Pa
				Nastavení RRV	**3,5**				**Trvalá regulace (škrcení)**	9396	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	6600,0	6							6	6600,0
1'-1'			6							6	
									Σ	**12,0**	**6600,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O25			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				**NÁVRH Z TABULKY**					**VÝPOČET**		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	917	262,83	3,1	20x2,3	0,390	168,40	6	522,04	454,02	976,1	
1'-1'			3,1	20x2,3	0,390	168,40	6	522,04	454,02	976,1	
									Ztráta KR	7300,0	
		Σl	**6,20**						**Σ(R . L + Z)**	9252,1	Pa
				Nastavení RRV	**6**				**Trvalá regulace (škrcení)**	6966	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	7300,0	6							6	7300,0
1'-1'			6							6	
									Σ	**12,0**	**7300,0**

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu	O26			Teplotní spád [°C]			31	28			
Materiál	plast			ρ kapaliny [kg/m3]			995				
Z PROJEKTU				**NÁVRH Z TABULKY**					**VÝPOČET**		
Úsek	**Přenášený výkon** [W]	**Hmotnostní průtok** [kg/h]	**Délka úseku l** [m]	**DN**	**w** [m/s]	**R** [Pa/m]	**Σξ** [-]	**R . l** [Pa]	**Z** [Pa]	**R . l + Z** [Pa]	
1-1	322	92,29	3,1	20x2,3	0,135	17,30	6	53,63	54,40	108,0	
1'-1'			3,1	20x2,3	0,135	17,30	6	53,63	54,40	108,0	
									Ztráta KR	12400,0	
		Σl	**6,20**						**Σ(R . L + Z)**	12616,1	Pa
				Nastavení RRV	**4,5**				**Trvalá regulace (škrcení)**	3602	Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**16217,7**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	1	12400,0	6							6	12400,0
1'-1'			6							6	
									Σ	**12,0**	**12400,0**

2 Okruh s největšími tlakovými ztrátami

OKRUH S NEJVĚTŠÍ TLAKOVOU ZTRÁTOU

ZÁKLADNÍ INFORMACE					
Označení okruhu	O1 až deskový výměník	Teplotní spád [°C]	31	28	
Materiál	plast	ρ kapaliny [kg/m3]	995		

Z PROJEKTU			NÁVRH Z TABULKY				VÝPOČET		
Úsek	**Přenášený výkon [W]**	**Hmotnostní průtok [kg/h]**	**Délka úseku l [m]**	**DN**	w [m/s]	R [Pa/m]	Σξ [-]	**R . l [Pa]**	Z [Pa]	R . l + Z [Pa]
1-1	683	195,64	14,1	20x2,3	0,300	106,80	9	1505,88	402,98	1908,9
1'-1'			14,1	20x2,3	0,300	106,80	9	1505,88	402,98	1908,9
2-2	8502	2436,80	14,5	50x4,6	0,512	79,900	4,5	1158,55	586,87	1745,4
2'-2'			14,5	50x4,6	0,512	79,900	4,5	1158,55	586,87	1745,4
3'-3'	13751	3941,24	2,6	63x5,8	0,538	65,400	4,5	170,04	647,99	818,0
3'-3'			2,6	63x5,8	0,538	65,400	8,0	170,04	1151,99	1322,0
								Regulační ventil		1181,3
								Ztráta KR		12400,0
								Deskový výměník		9700,0
		ΣI	**62,40**					**Σ(R . L + Z)**		32729,9 Pa
								Σ(R . L + Z) bez deskového výměníku		23029,9
								Trvalá regulace (škrcení)		Pa
znační dle půdorysu								**návrhová hodnota pro tlak čerpadla**		**32729,9** Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**Filtr**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	2	3		
1-1	1	12400,0	9							9	12400,0
1'-1'			9							9	
2-2			4,5							4,5	
2'-2'			4,5							4,5	
3-3			1,5	3						4,5	
3'-3'			1,5	4,5				2		8	
									Σ	**31,5**	**12400,0**

značení dle schéma

Úsek	**Tlaková ztráta v části od kapilární rohože k deskovému výměníku**			
	Součást	Počet/délka	Průtok [kg/h]	Tlaková ztráta [Pa]
1 (1-1)	Kapilární rohož	1 x 5 000 mm	(195,64)	12400
2 (1-1)	Dílčí úsek - trubka 20x2,3	2 x 14 100 mm	195,64	3012
3 (1-1)	Koleno 90°	2 x 5 kusů	195,64	806
4 (1-1)	Regulační ventil Kv - 1,8	1 kus	195,64	1181
5 (2-2)	Dílčí úsek - trubka 50x4,6	2 x 14 500 mm	2436,80	2317
6 (2-2)	Koleno 90°	2 x 3 kusů	2436,80	1174
7 (3-3)	Dílčí úsek - trubka 63x5,8	2 x 2 600 mm	3941,24	340
8 (3-3)	T kus	2 kusy	3941,24	900
9 (3-3)	Koleno 90°	2 kusy	3941,24	900
10 (3-3)	Deskový výměník	1 kus	3941,24	9700
			Σ [Pa]	32730

3 Tepelné čerpadlo – deskový výměník

4 Tepelné čerpadlo – zásobník TV

TLAKOVÉ ZTRÁTY TČ -DESKOVÝ VÝMĚNÍK

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu		TČ-TV			Teplotní spád [°C]		35	31			
Materiál		plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995				
Z PROJEKTU				**NÁVRH Z TABULKY**					**VÝPOČET**		
Úsek	**Přenášený výkon [W]**	**Hmotnostní průtok [kg/h]**	**Délka úseku l [m]**	**DN**	w [m/s]	R [Pa/m]	Σξ [-]	**R . l [Pa]**	Z [Pa]	R . l + Z [Pa]	
1-1	15200	3267,41	4,6	63x5.8	0,434	40,70	7,5	187,22	702,80	890,0	
1'-1'			4,6	63x5.8	0,434	40,70	10,5	187,22	983,92	1171,1	
									Ztráta deskového výměníku	10200,0	
		ΣI	**9,20**						**Σ(R . L + Z)**	12261,2	Pa
									Σ(R . L + Z) bez deskového výměníku	2061,2	
									Trvalá regulace (škrcení)		Pa
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla	**12261,2**	Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta KR [Pa]
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**T-kus pravoúhlý**			
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	8	3		
1-1	0	0,0	7,5							7,5	0,0
1'-1'			7,5	3						10,5	
									Σ	**18,0**	**0,0**

TLAKOVÉ ZTRÁTY TČ -ZÁSOBNÍK TV

ZÁKLADNÍ INFORMACE											
Označení okruhu		TČ-TV			Teplotní spád [°C]		60	54			
Materiál		plast			ρ kapaliny [kg/m3]		995				
Z PROJEKTU				**NÁVRH Z TABULKY**					**VÝPOČET**		
Úsek	**Přenášený výkon [W]**	**Hmotnostní průtok [kg/h]**	**Délka úseku l [m]**	**DN**	w [m/s]	R [Pa/m]	Σξ [-]	**R . l [Pa]**	Z [Pa]	R . l + Z [Pa]	
1-1	14300	2049,30	2,2	50x4,6	0,431	52,40	7,5	115,28	693,12	808,4	
1'-1'			2,2	50x4,6	0,431	52,40	9,5	115,28	877,95	993,2	
									Ztráta zásobníku TV	7500,0	
		ΣI	**4,40**						**Σ(R . L + Z) [Pa]**	9301,6	
									návrhová hodnota pro tlak čerpadla [Pa]	**9301,6**	

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**
	KR		**kolena**	**T-kus + křížení pravoúhlé**				**filtr**		
	počet [ks]	dle, DN	dle DN	1,5	2	1	0,2	2	3	
1-1	0	0,0	7,5							7,5
1'-1'			7,5					2		9,5
									Σ	**17,0**

5 Primární okruh R2

6 Primární okruh R1

TLAKOVÉ ZTRÁTY PRIMÁRNÍHO OKRUHU R2

ZÁKLADNÍ INFORMACE										
Označení okruhu		PRIM R2		Teplotní spád [°C]		Δt=3°C		[Wh/(kg* K)]	1,067	
Materiál		plast		ρ kapaliny [kg/m3]		1031				
Z PROJEKTU				**NÁVRH Z TABULKY**					**VÝPOČET**	
Úsek	**Přenášený výkon [W]**	**Hmotnostní průtok [kg/h]**	**Délka úseku l [m]**	**DN**	w [m/s]	R [Pa/m]	Σξ [-]	**R . l [Pa]**	Z [Pa]	R . l + Z [Pa]
1-1	7400	2311,78	16,2	50x4,6	0,467	79,10	7,5	1281,42	843,19	2124,6
1'-1'			16,2	50x4,6	0,467	79,10	12,5	1281,42	1405,31	2686,7
2-2	3700	1155,89	17,8	40x3,7	0,333	58,20	9	1035,96	514,47	1550,4
2'-2'			17,8	40x3,7	0,333	58,20	9	1035,96	514,47	1550,4
3-3	1850	577,94	150,0	32x3.0	0,262	51,40	1,5	7710,00	523,08	8233,1
3'-3'			150,0	32x3.0	0,262	51,40	1,5	7710,00	523,08	8233,1
		ΣI	**368,00**					**Σ(R . L + Z)**		24378,4
								Přenásobení korekčním faktorem D=1,5 (směs glykolu)		36567,5 Pa
								návrhová hodnota pro tlak čerpadla		**36567,5** Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta vratného U kolena
	vratné U koleno	**T-kus**	**kolena**	**redukce větví**		**elektrotvarovka**		**filtr**	**P přechod**		
	[Pa]	1,5	dle DN	1	2	1	2	2	1		
1-1			7,5							7,5	0,0
1'-1'		3,0	7,5					2		12,5	
2-2			3	1			4		1	9	0
2'-2'			3	1			4		1	9	
3-3	470		1,5							1,5	470
3'-3'	470		1,5							1,5	470
									Σ	**38,0**	**940,0**

TLAKOVÉ ZTRÁTY PRIMÁRNÍHO OKRUHU R1

ZÁKLADNÍ INFORMACE										
Označení okruhu		PRIM R1		Teplotní spád [°C]		Δt=3°C		[Wh/(kg* K)]	1,067	
Materiál		plast		ρ kapaliny [kg/m3]		1031				
Z PROJEKTU				**NÁVRH Z TABULKY**					**VÝPOČET**	
Úsek	**Přenášený výkon [W]**	**Hmotnostní průtok [kg/h]**	**Délka úseku l [m]**	**DN**	w [m/s]	R [Pa/m]	Σξ [-]	**R . l [Pa]**	Z [Pa]	R . l + Z [Pa]
1-1	7400	2311,78	16,2	50x4,6	0,467	79,10	7,5	1281,42	843,19	2124,6
1'-1'			16,2	50x4,6	0,467	79,10	12,5	1281,42	1405,31	2686,7
2-2	3700	1155,89	7,8	40x3,7	0,333	58,20	10,5	453,96	600,21	1054,2
2'-2'			7,8	40x3,7	0,333	58,20	10,5	453,96	600,21	1054,2
3-3	1850	577,94	150,0	32x3.0	0,262	51,40	1,5	7710,00	523,08	8233,1
3'-3'			150,0	32x3.0	0,262	51,40	1,5	7710,00	523,08	8233,1
		ΣI	**348,00**					**Σ(R . L + Z)**		23385,8
								Přenásobení korekčním faktorem D=1,5 (směs glykolu)		35078,8 Pa
								Trvalá regulace (škrcení)		Pa
								návrhová hodnota pro tlak čerpadla		**35078,8** Pa

Úsek	**Tlaková ztráta KR resp. druh vřazeného odporu ξ a jeho hodnota**									**ξ [-]**	Ztráta vratného U kolena
	vratné U koleno	**T kus**	**kolena**	**redukce větví**		**elektrotvarovka**		**filtr**	**P přechod**		
	[Pa]	1,5	dle DN	1	2	1	2	2	1		
1-1			7,5							7,5	0,0
1'-1'		3,0	7,5					2		12,5	
2-2			4,5	1			4		1	10,5	0
2'-2'			4,5	1			4		1	10,5	
3-3	470		1,5							1,5	470
3'-3'	470		1,5							1,5	470
									Σ	**41,0**	**940,0**