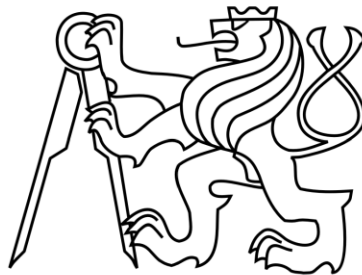


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technických zařízení budov**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE
Plně elektrifikovaná administrativní
budova**

Příloha č.4 – Varianta č.2

2018/2019

Bc. Marek Urban

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technických zařízení budov**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE
Plně elektrifikovaná administrativní
budova**

P.4 – Technická zpráva

2018/2019

Bc. Marek Urban

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

Obsah

1	Úvod	3
1.1	Umístění objektu	3
1.2	Majitel objektu a jeho provozovatel	3
1.3	Popis objektu.....	3
1.4	Popis provozu objektu	3
2	Základní koncepční řešení.....	3
2.1	Použité předpisy a normy	3
2.2	Výpočtové tabulkové hodnoty klimatických poměrů	4
2.3	Výpočtové hodnoty vnitřního mikroklimatu.....	4
2.3.1	Teploty v místnostech	4
3	Vytápění.....	4
3.1	Zdroj tepla	4
3.2	Otopná soustava	4
3.2.1	Otopná tělesa.....	5
3.2.2	Rozvody potrubí	5
4	Chlazení.....	6
5	Bilance energií a paliv	6
5.1	Roční potřeba tepla	6
6	Požadavky na ostatní profese	6
6.1	Stavební část	6
6.2	Zdravotně-technické instalace	6
6.3	Silnoproud	6
7	Realizace	6
8	Závěr.....	7

1 Úvod

1.1 Umístění objektu

Objekt je umístěn ve městě Jeseník v ulici Slezská 535/2. Pozemek objektu se nachází na parcele číslo 2105/8.

1.2 Majitel objektu a jeho provozovatel

Objekt provozuje firma FENIX Trading s.r.o., Slezská 535/2, Jeseník.

1.3 Popis objektu

Jedná se o novostavbu administrativní budovy. Kompozičně objekt vychází z tvaru kvádrů se 3 nadzemními podlažími. Celkové půdorysné rozměry objektu jsou 14,3 x 10,3 m, nejvyšší konstrukce objektu se nachází 11,2 m nad úrovní okolního terénu. Konstrukční výška nadzemních podlaží je 3,4 m. V 1. NP se nachází vstupní část pro veřejnost, kanceláře a hygienické a sociální zázemí pro zaměstnance nebo návštěvníky. Ve 2. NP se nachází kanceláře a hygienické zázemí včetně kuchyňky. Ve 3. NP je zasedací místnost a technické zázemí budovy. Objekt je zastřešen plochou střechou a v části 2. NP je krytá terasa. Vertikální komunikaci v objektu zajišťuje tříramenné schodiště s výtahem.

1.4 Popis provozu objektu

Objekt je provozován v pracovních dnech zaměstnanci firmy provozovatele.

2 Základní koncepční řešení

2.1 Použité předpisy a normy

- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (včetně novely č. 68/2010 Sb., č. 93/2012 Sb., 9/2013 Sb.)
- Vyhláška 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb (ve znění 62/2013 Sb.)
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 73 0542 - Tepelně technické vlastnosti stavebních materiálů a konstrukcí
- ČSN 06 0830 - Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody

2.2 Výpočtové tabulkové hodnoty klimatických poměrů

místo: Jeseník
nadmořská výška : 432 m.n.m.
výpočtová teplota vzduchu: léto +32 °C, zima -15 °C

2.3 Výpočtové hodnoty vnitřního mikroklimatu

2.3.1 Teploty v místnostech

Místnost	Léto [°C]	Zima [°C]
Kanceláře	26 °C	21 °C
Vstupní hala		21 °C
Chodba, schodiště		21 °C
WC		21 °C
Zasedací místnost	26 °C	21 °C

3 Vytápění

3.1 Zdroj tepla

Jako zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo vzduch/voda Vaillant VWL 155/2 s topným výkonem A-7/W35 11,8 kW. Tepelné čerpadlo bude umístěno na střeše objektu na hliníkové konstrukci. Pro správný chod tepelného čerpadla při odmazování výparníku a pro hydraulické oddělení okruhu zdroje tepla a vytápěcí soustavy je navržena malá akumulární nádoba Vaillant VWZ MPS 40 o objemu 40 l. Jako doplňkový zdroj k tepelnému čerpadlu je navržena elektrická topná patrona o topném výkon 2 kW, která je součástí hydraulického modulu. Hydraulický modul Vaillant VWZ MEH 61 obsahuje také expanzní nádobu o objemu 10 l, pojistný ventil a zabezpečovací a kontrolní systém otopné soustavy. Výkon tepelného čerpadla je řízen na základě řídicí jednotky VWZ AI 155/2A, která je napojena na ekvitermní čidlo na severní fasádě objektu.

3.2 Otopná soustava

Pro distribuci a emisi tepla je navržena teplovodní dvoutrubková soustava s deskovými otopnými tělesy a podlahovými konvektory s přirozenou konvekcí. Návrhový spád otopné soustavy je 50/40 °C. Objekt je vzhledem k malé velikosti zásobován teplem pouze z jedné větve. Vertikální vedení potrubí je zejména ve stavebních šachtách. popř. ve drážce ve zdi. Horizontální páteřní rozvody jsou vedeny v podhledech případně pod stropem.

Připojovací potrubí jsou vedené v podlaze ve vrstvě tepelné izolace. Nucený oběh soustavy zajišťuje oběhové čerpadlo Willo Yonos Pico 15/1 osazené na okruhu otopných těles. Doplňování vody bude v rámci uzavírací armatury se zpětnou klapou přes ohebnou hadici.

3.2.1 Otopná tělesa

Desková otopná tělesa (RADIK VK) jsou s integrovaným ventilem a k rozvodům otopné soustavy jsou napojeny přes rohové regulační šroubení Regulux. Regulaci výkonu těles zajišťuje termostatická hlavice IMI Heimeier. Desková otopná tělesa budou umístěna pod okny s parapety.

Podlahový konvektor s přirozenou konvekcí (KORAFLEX FK) je navržen pouze v zasedací místnosti 3.NP. Konvektor je uložen na nosnou část stropní konstrukce. Regulaci výkonu zajišťuje termostatický ventil s hlavicí IMI Heimeier a na otopnou soustavu je konvektor napojen přes regulační rohové šroubení Regulux.

3.2.2 Rozvody potrubí

Rozvody otopné soustavy budou z měděného (polotvrdého) potrubí. Potrubí bude spojováno lisováním pomocí spojek. Dilatace potrubí je kompenzována kluzným uložením a změnou směru s minimální délkou ramene 650 mm (odpovídá nejdělsímu úseku potrubí v objektu). Rozvody budou vedeny s nulovým spádem, v nejnižších místech bude provedeno vypouštění, v nejvyšších místech odzdušnění. Provedení závěsů, uložení potrubí a pevných bodů je součástí dodavatele systému. V otopné soustavě nesmí být nainstalované ocelové (pozinkované) armatury a prvky.

Potrubí bude opatřeno tepelnou izolací Climaflex dle následující tabulky:

Průměr potrubí	V podlaze	Volně vedené
10x1	13 mm	20 mm
12x1	13 mm	20 mm
15x1	13 mm	20 mm
18x1	13 mm	20 mm
22x1	13 mm	30 mm
28x1,5		40 mm
35x1,5		40 mm

4 Chlazení

Chlazení zajišťuje systém multi-split, který sestává z vnitřních nástěnných jednotek (Frimec BR3), venkovní chladicí jednotky (Frimec B1R5) a dvoutrubkového rozvodu z měděného tepelně izolovaného potrubí. Venkovní chladicí jednotka je umístěná na střeše objektu na pomocné hliníkové konstrukci na střeše objektu. Vnitřní jednotky jsou ovládány manuálně pomocí nástěnného ovladače. Napájení klimatizačních jednotek je z rozvaděče umístěného v objektu. Použité chladivo v chladicích zařízeních je R410A. Rozvody potrubí jsou vedeny pod stropem v podhledu nebo volně a ve stavebních šachtách.

5 Bilance energií a paliv

5.1 Roční potřeba tepla

Na základě výpočtu podle denostupňové metody je roční potřeba tepla na vytápění 25,1 MWh/rok (90,5 GJ/rok).

6 Požadavky na ostatní profese

6.1 Stavební část

- provést potřebné prostupy pro ležaté a stoupací potrubí vytápění
- provést drážky ve zdi pro vedení potrubí vytápění
- připravit stavební kapsu v podlaze pro podlahový konvektor
- opracovat prostup potrubí skrze střešní plášť

6.2 Zdravotně-technické instalace

- příprava pro napouštění systému (ohebná hadice s uzávěrem)
- připojení přepadu od pojistného ventilu s kontrolovatelným napojením

6.3 Silnoproud

- dostatečný příkon pro tepelné čerpadlo - 4 600 W / 230 V / 50 Hz
- dostatečný příkon pro oběhové čerpadlo - 42 W / 230 V / 50 Hz
- dostatečný příkon pro multi-split – 2 950 W / 230 V / 50 Hz

7 Realizace

Při realizaci je nutné dodržovat platné zákonné předpisy definující minimální požadavky na bezpečnost práce. Jedná se zejména o:

- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Při práci s chladivem R410A je nutné dodržovat bezpečnostní list výrobce pro toto chladivo. Dále je nutné vypracovat technologické postupy pro všechny práce a montáže a dostatečně a včas seznámit pracovníky s jejich obsahem.

8 Závěr

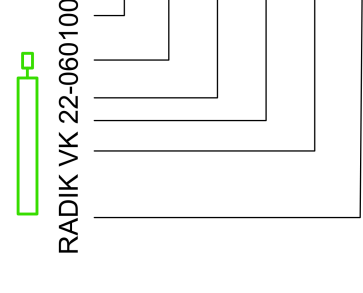
Po realizaci soustavy včetně jejího propláchnutí budou provedeny zkoušky těsnosti a testovací zkoušky provozu. Topná zkouška (min 72 hodin) končí vyhodnocením vzhledem k projektovaným parametrům, zhotovením předávacího protokolu a předáním díla včetně předání dokumentace skutečného provedení a potřebných revizí.

PŮDORYS 1.NP

TABULKA MÍSTNOSTÍ					
OZN.	NÁZEV MÍST.	Plocha [m ²]	PODLAHY	STĚNY	STROPY
101	Expozice	43,20	Keramická dlažba	SDK obklad	Pohl. beton
102	Schodiště	5,29	Keramická dlažba	SDK obklad	Pohl. beton
103	Kancelář	45,95	Koberec	SDK obklad	SDK podhled
104	Šatna	12,67	Keramická dlažba	SDK obklad	SDK podhled
105	WC	6,43	Keramická dlažba	SDK obklad	SDK podhled

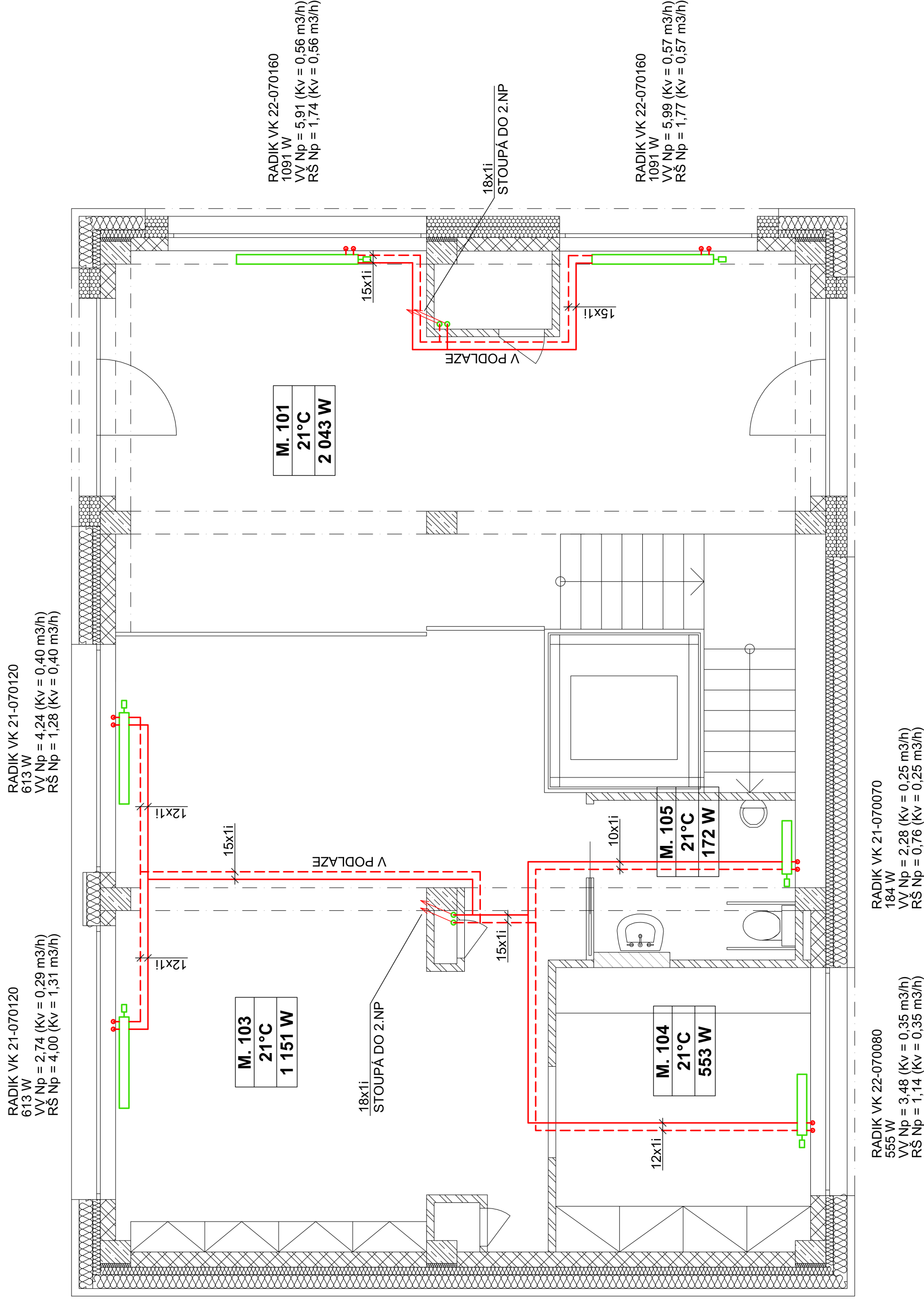
LEGENDA VYTÁPĚNÍ

— PŘÍVOD - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
 - - - ZPÁTEČKA - MĚDĚNÉ POTRUBÍ



VV Np
 RŠ Np

VENTILOVÁ VLOŽKA - NASTAVENÍ PŘEDREGULACE (KORADO)
 REGULAČNÍ ROHOVÉ ŠROUBENÍ - NASTAVENÍ PŘEDREGULACE (REGULUX)



POZNÁMKY

- VŠECHNA OTOPNÁ TĚLESA BUDOU VYBAVENA TERMOSTATICKOU HLAVICÍ HEIMEIER - K
- TEPELNÁ ROZTAŽNOST POTRUBÍ JE ZAJIŠTĚNA KLUZNÝM ULOŽENÍM A ZMĚNOU SMĚRU S MINIMÁLNÍ DÉLKOU RAMENE 650 mm
- POTRUBÍ BUDOU TEPELNĚ IZOLOVÁNA - IZOLACE CLIMAFLEX - VIZ TABULKY
- PŘIPOJENÍ DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES BUDE ZE ZDI PŘES ROHOVÉ ŠROUBENÍ

VOLNĚ VEDENÉ POTRUBÍ	
PRŮMĚR POTRUBÍ	TLOUŠŤKA IZOLACE
10x1	20 mm
12x1	20 mm
15x1	20 mm
18x1	20 mm
22x1	30 mm
28x1,5	40 mm
35x1,5	40 mm

POTRUBÍ V PODLAŽE	
PRŮMĚR POTRUBÍ	TLOUŠŤKA IZOLACE
10x1	13 mm
12x1	13 mm
15x1	13 mm
18x1	13 mm
22x1	13 mm

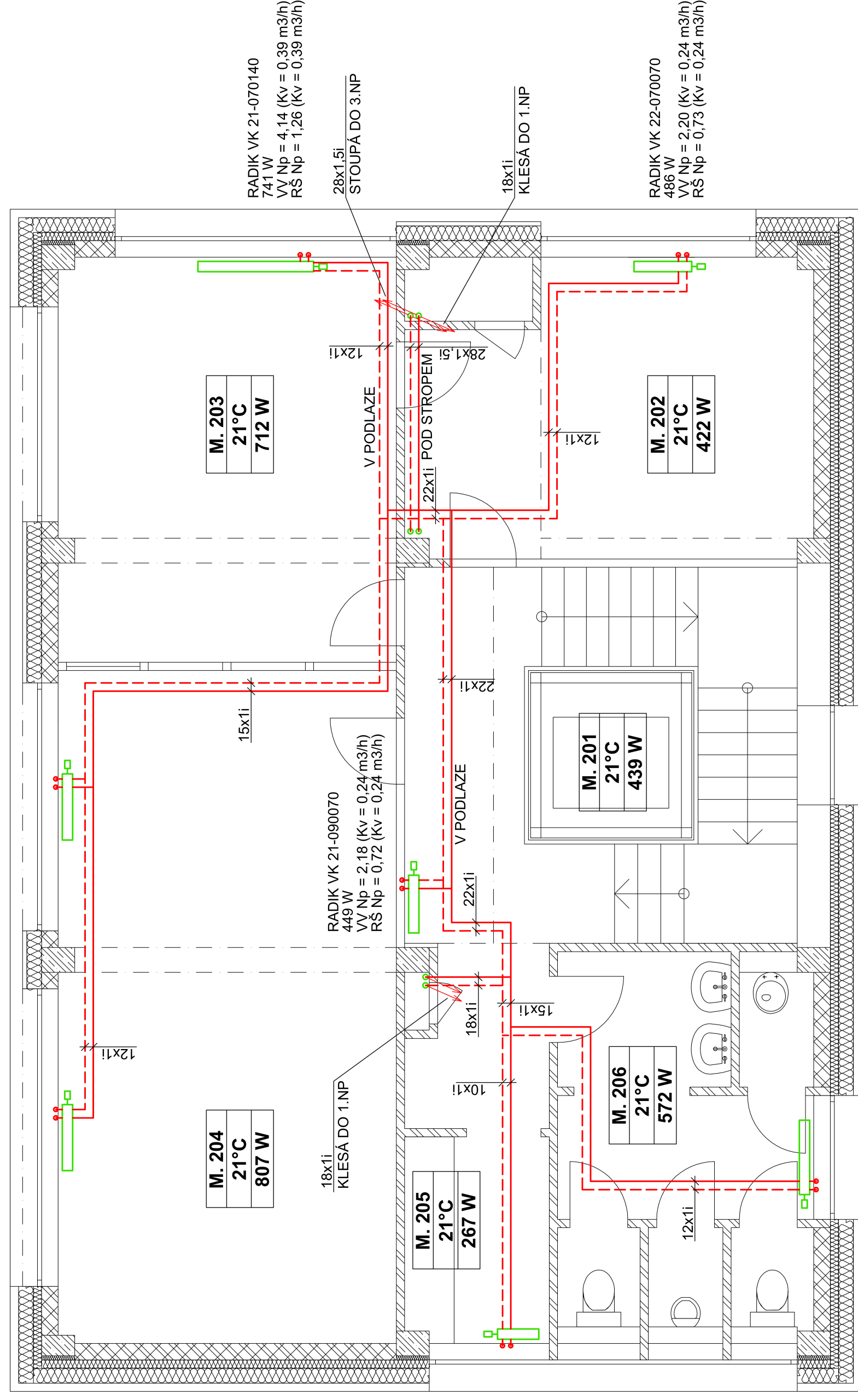
NÁVHRHOVÝ SPÁD OTOPNÉ SOUSTAVY 50/40 °C

Zpracoval: Bc. Marek Urban	Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Urban, PhD.	Školní rok: 2018/2019	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: 12SDPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 21.11.2018
Název diplomové práce: Plně elektrifikovaná administrativní budova			Meritko: 1:50
Název výkresu: Varianta č.2 - PŮDORYS 1.NP - VYTÁPĚNÍ			Číslo výkresu: P.4.1

PŮDORYS 2.NP

RADIK VK 21-070080
409 W
VV Np = 2,09 (Kv = 0,23 m³/h)
RS Np = 0,68 (Kv = 0,23 m³/h)

RADIK VK 21-070080
409 W
VV Np = 1,95 (Kv = 0,22 m³/h)
RS Np = 0,62 (Kv = 0,22 m³/h)



RADIK VK 22-070050
347 W
VV Np = 1,51 (Kv = 0,18 m³/h)
RS Np = 0,45 (Kv = 0,18 m³/h)

RADIK VK 22-070090
625 W
VV Np = 3,35 (Kv = 0,34 m³/h)
RS Np = 1,11 (Kv = 0,34 m³/h)

RADIK VK 21-070140
741 W
VV Np = 4,14 (Kv = 0,39 m³/h)
RS Np = 1,26 (Kv = 0,39 m³/h)

RADIK VK 22-070070
486 W
VV Np = 2,20 (Kv = 0,24 m³/h)
RS Np = 0,73 (Kv = 0,24 m³/h)

OZN.	NAZEV MÍST.	Plocha [m ²]	PODLAHY	STĚNY	STROPY
201	Schodiště	21,17	Keramická dlažba	SDK obklad	SDK podhled
202	Kancelář	17,18	Koberec	SDK obklad	Pohl. beton
203	Kancelář	19,82	Koberec	SDK obklad	Pohl. beton
204	Kancelář	33,08	Koberec	SDK obklad	Pohl. beton
205	Kuchyně	4,29	Keramická dlažba	SDK obklad	SDK podhled
206	WC	12,00	Keramická dlažba	Keramický obklad	SDK podhled
207	Uklid	1,29	Keramická dlažba	Keramický obklad	SDK podhled

LEGENDA VYTÁPĚNÍ

— PŘÍVOD - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- - - ZPÁTEČKA - MĚDĚNÉ POTRUBÍ

RADIK VK 22-060100

— DÉLKA (cm)
— VÝŠKA (cm)
— POČET KONVEKČNÍCH PLECHŮ
— POČET DESEK
— VENTIL KOMPAKT
— DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO KORADO

VV Np VENTILOVÁ VLOŽKA - NASTAVENÍ PŘEDREGULACE (KORADO)
RS Np REGULACNÍ ROHOVÉ ŠROUBENÍ - NASTAVENÍ PŘEDREGULACE (REGULUX)

POZNÁMKY

- VŠECHNA OTOPNÁ TĚLESA BUDOU VYBAVENA TERMOSTATICKOU HLAVICÍ HEIMEIER - K
- TEPELNÁ ROZTAŽNOST POTRUBÍ JE ZAJIŠTĚNA KLUZNÝM ULOŽENÍM A ZMĚNOU SMĚRU S MINIMÁLNÍ DÉLKOU RAMENE 650 mm
- POTRUBÍ BUDOU TEPELNĚ IZOLOVÁNA - IZOLACE CLIMAFLEX - VIZ TABULKY
- PŘIPOJENÍ DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES BUDE ZE ZDI PŘES ROHOVÉ ŠROUBENÍ

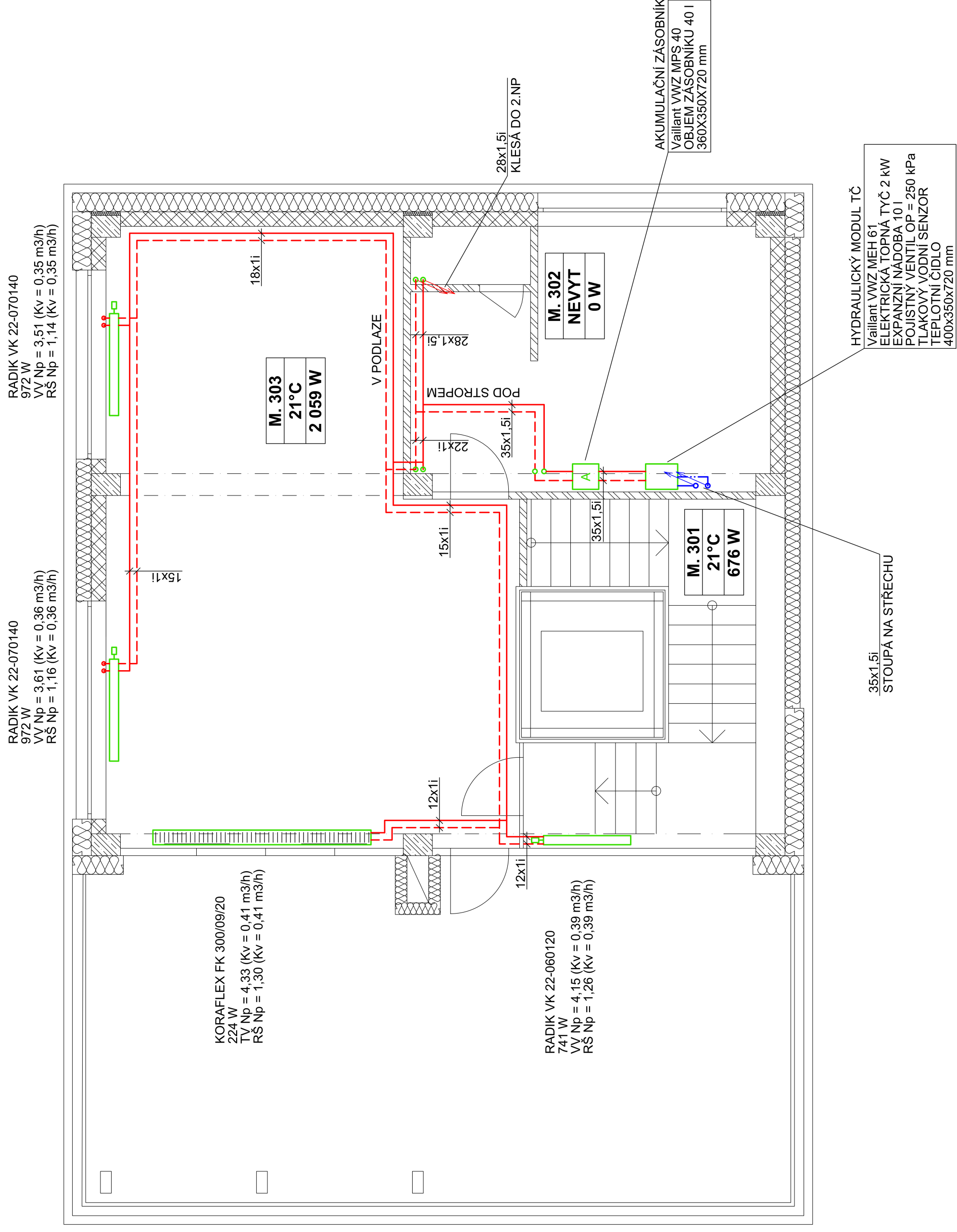
PRŮMĚR POTRUBÍ	TLOUŠŤKA IZOLACE
10x1	13 mm
12x1	13 mm
15x1	13 mm
18x1	13 mm
22x1	13 mm

PRŮMĚR POTRUBÍ	TLOUŠŤKA IZOLACE
10x1	20 mm
12x1	20 mm
15x1	20 mm
18x1	20 mm
22x1	30 mm
28x1,5	40 mm
35x1,5	40 mm

NÁVRHOVÝ SPÁD OTOPNÉ SOUSTAVY 50/40 °C

Zpracoval: Bc. Marek Urban	Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Urban, PhD.	Školní rok: 2018/2019	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: 125DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE		Datum: 21.11.2018	
Název diplomové práce: Plně elektrifikovaná administrativní budova		Meritko: 1:50	
Název výkresu: Varianta č.2 - PŮDORYS 2.NP - VYTÁPĚNÍ		Číslo výkresu: P.4.2	

PŮDORYS 3.NP



POZNÁMKY

- VŠECHNA DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA BUDOU VYBAVENA TERMOSTATICKOU HLAVICÍ HEIMEIER - K
- TEPELNÁ ROZTAŽNOST POTRUBÍ JE ZAJIŠTĚNA KLUZNÝM ULOŽENÍM A ZMĚNOU SMĚRU S MINIMÁLNÍ DÉLKOU RAMENE 650 mm
- POTRUBÍ BUDOU TEPELNĚ IZOLOVÁNA - IZOLACE CLIMAFLEX - VIZ TABULKY
- PŘIPOJENÍ DESKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES BUDE ZE ZDI PŘES ROHOVÉ ŠROUBENÍ

VOLNĚ VEDENÉ POTRUBÍ	
PRŮMĚR POTRUBÍ	TLOUŠŤKA IZOLACE
10x1	20 mm
12x1	20 mm
15x1	20 mm
18x1	20 mm
22x1	30 mm
28x1,5	40 mm
35x1,5	40 mm

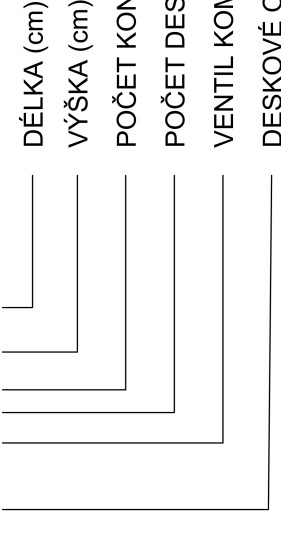
POTRUBÍ V PODLAZE	
PRŮMĚR POTRUBÍ	TLOUŠŤKA IZOLACE
10x1	13 mm
12x1	13 mm
15x1	13 mm
18x1	13 mm
22x1	13 mm

TABULKA MÍSTNOSTÍ			
OZN.	NÁZEV MÍST.	Plocha [m ²]	STROPY
301	Schodiště	11,06	SDK obklad
302	Technická místnost	17,18	SDK obklad
303	Zasedací místnost	42,90	SDK obklad
			Pohl. beton
			Pohl. beton

LEGENDA VYTÁPĚNÍ

- OKRUH OT - PŘÍVOD - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- - - OKRUH OT - ZPÁTEČKA - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- . - . OKRUH TČ - PŘÍVOD - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- . - . OKRUH TČ - ZPÁTEČKA - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- ELEKTRICKÉ PROPOJENÍ NA ŘÍDÍCÍ SYSTÉM

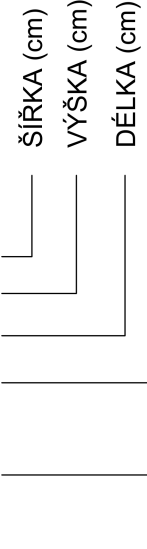
RADIK VK 22-060100



DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO KORADO

- VV Np VENTILOVÁ VLOŽKA - NASTAVENÍ PŘEDREGULACE (KORADO)
- RŠ Np REGULACNÍ ROHOVÉ ŠROUBENÍ - NASTAVENÍ PŘEDREGULACE (REGULUX)

KORAFLEX FK 300/09/20



S PŘIROZENOU KONVEKČÍ

KONVEKTOR KORADO

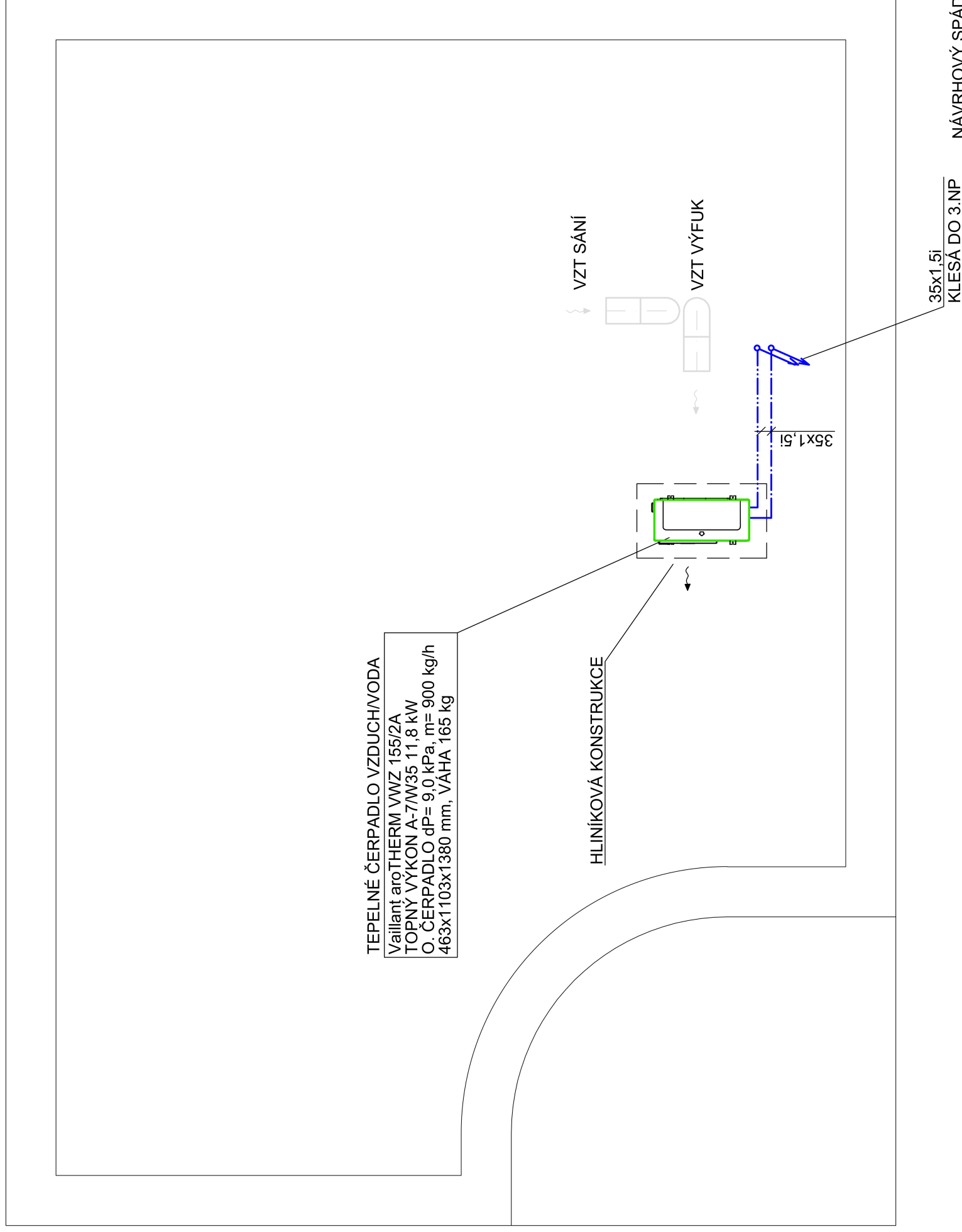
- TV Np TERMOSTATICKÝ VENTIL - NASTAVENÍ PŘEDREGULACE (KORADO)
- RŠ Np REGULACNÍ ŠROUBENÍ - NASTAVENÍ PŘEDREGULACE (BOKI INFLOOR)

NAVHRHOVÝ SPÁD OTOPNÉ SOUSTAVY 50/40 °C

Zpracoval: Bc. Marek Urban	Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Urban, PhD.	Školní rok: 2018/2019	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: 125DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 21.11.2018
Název diplomové práce: Plně elektrifikovaná administrativní budova			Mřítko: 1:50
Název výkresu: Varianta č.2 - PŮDORYS 3.NP - VYTÁPĚNÍ			Číslo výkresu: P.4.3

LEGENDA VYTÁPĚNÍ

- — — — — OKRUH TČ - PŘÍVOD - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- — — — — OKRUH TČ - ZPÁTEČKA - MĚDĚNÉ POTRUBÍ



NÁVRHOVÝ SPÁD OTOPNÉ SOUSTAVY 50/40 °C

Zpracoval: Bc. Marek Urban	Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Urban, PhD.	Školní rok: 2018/2019	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: 125DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 21.11.2018
Název diplomové práce: Plně elektrifikovaná administrativní budova			Meřítko: 1:55
Název výkresu: Varianta č.2 - PŮDORYS STŘECHY			Číslo výkresu: P.4.4

POZNÁMKY

- 1) POTRUBÍ OPATŘENO TEPELNOU IZOLACÍ tl. 80 mm S HLINÍKOVÝM OPLECHOVÁNÍM

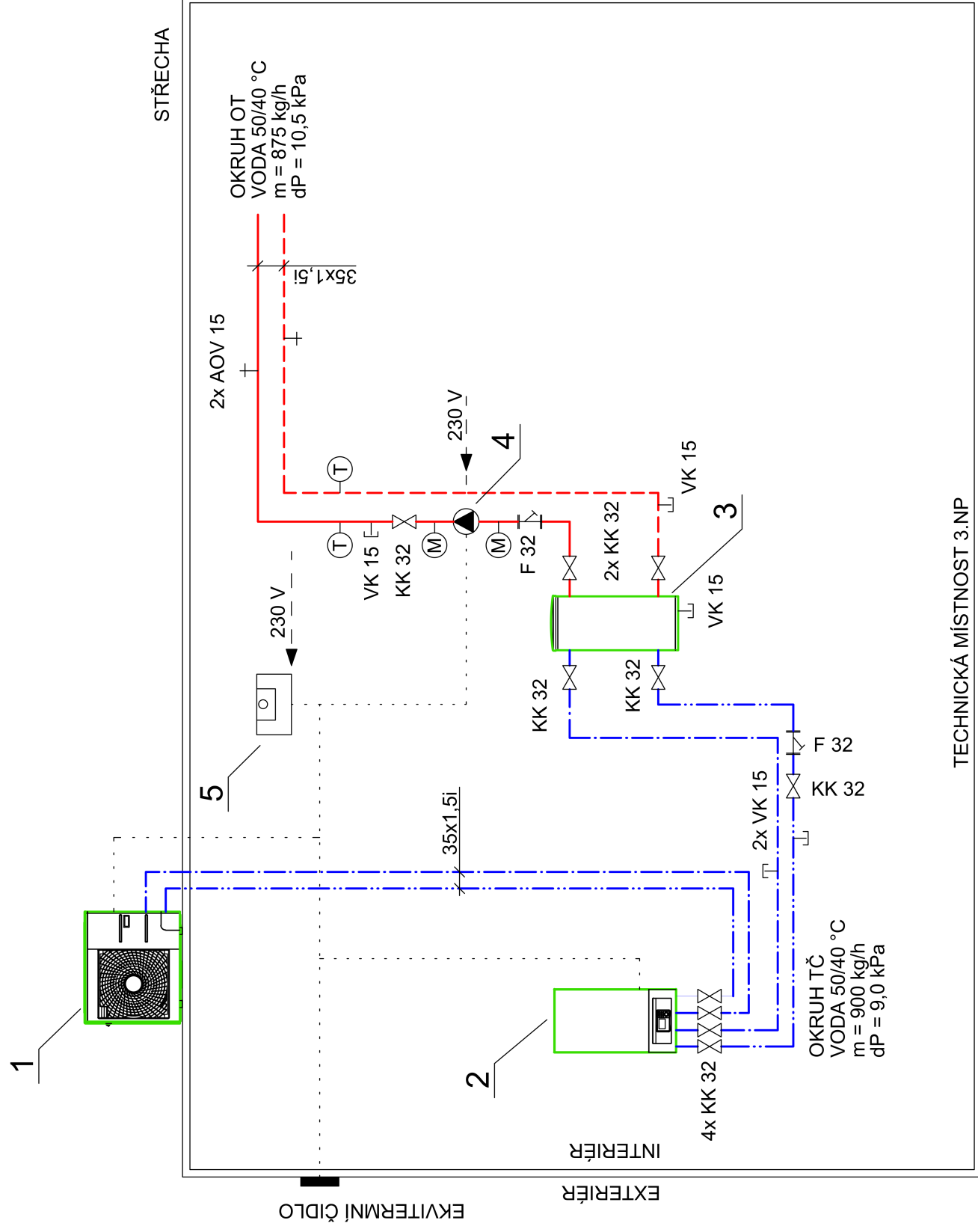
SCHÉMA ZDROJE VYTÁPĚNÍ

LEGENDA VYTÁPĚNÍ

- OKRUH OT - PŘÍVOD - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- - - OKRUH OT - ZPÁTEČKA - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- · - · OKRUH TČ - PŘÍVOD - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- · - · OKRUH TČ - ZPÁTEČKA - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- · · · · ELEKTRICKÉ PROPOJENÍ NA ŘÍDÍCÍ SYSTÉM

LEGENDA ARMATUR

- ⊗ KULOVÝ KOHOOUT
- ⊥ FILTR
- + ODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL
- ⇨ VYPOUŠTĚCÍ KOHOOUT
- Ⓜ MANOMETR
- Ⓣ TEPLoměR

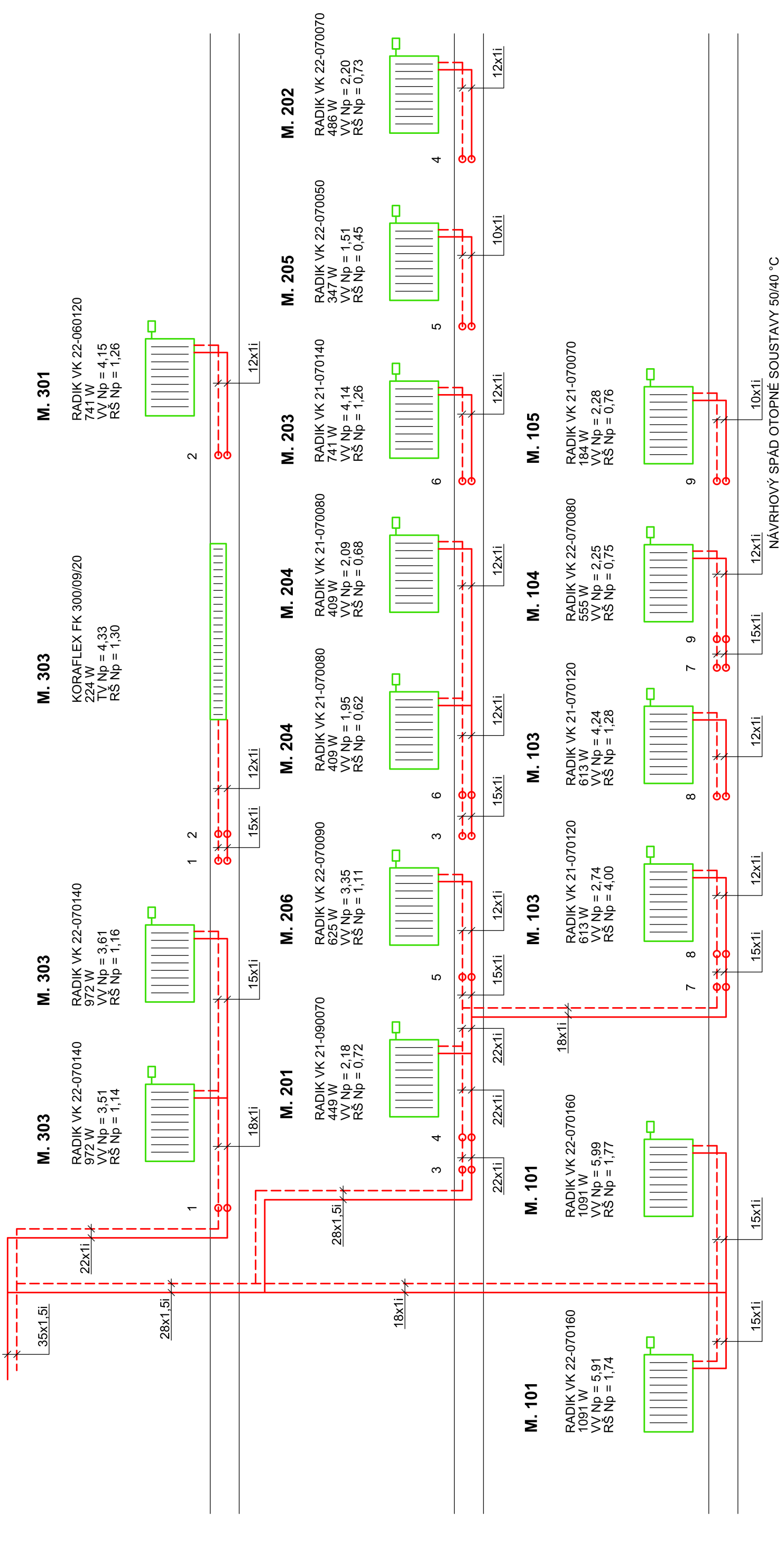


TECHNICKÁ MÍSTNOST 3.NP

NÁVRHOVÝ SPÁD OTOPNÉ SOUSTAVY 50/40 °C

VÝPIS ZAŘÍZENÍ	
1	TEPELNÉ ČERPADLO VZDUCH/VODA Vaillant aroTHERM VWL 155/2A, A-7/W35 11,8 kW, OBĚHOVÉ ČERPADL NAST. dP=9,0 kPa, m=900 kg/h, PŘÍKON 4,6 kW, 230 V, VÁHA 165 kg, AKUSTICKÝ VÝKON PŘI A-7/W35 66 dB
2	HYDRAULICKÁ JEDNOTKA Vaillant VWZ MEH 61, ELEKTRICKÁ TOPNÁ TYČ 2 kW, POJISTNÝ VENTIL OP 250 kPa, EXPANZNÍ NÁDOBA O OBJEMU 10 l
3	AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK VWZ MPS 40, OBJEM 40 l
4	OBĚHOVÉ ČERPADLO WILO YONOS PICO 15/1, dP= 10,5 kPa, m=900 kg/h
5	ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA VWZ AI VWL 155/2 A

Zpracoval:	Bc. Marek Urban	Vedoucí diplomové práce:	Ing. Miroslav Urban, PhD.	Školní rok:	2018/2019	Fakulta stavební	
Předmět:	125DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE	Název diplomové práce:					
Název diplomové práce:		Plně elektrifikovaná administrativní budova					
Název výkresu:		Varianta č.2 - SCHÉMA ZDROJE VYTÁPĚNÍ					
		Datum:		21.11.2018		Meřítko:	
						Číslo výkresu:	
						P.4.5	



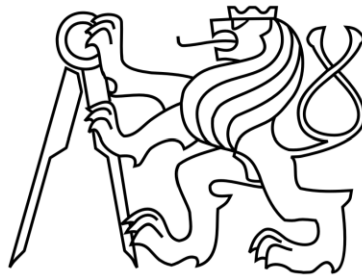
Zpracoval: Bc. Marek Urban	Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Urban, Ph.D.	Školní rok: 2018/2019	Fakulta stavební ČVUT
Předmět: 125DPM - DIPLOMOVÁ PRÁCE	Datum: 21.11.2018		
Název diplomové práce: Plně elektrifikovaná administrativní budova	Měřitko: 1:50		
Název výkresu: Varianta č.2 - SCHÉMA VYTÁPĚNÍ	Číslo výkresu: P.4.6		

LEGENDA VYTÁPĚNÍ

- RADIK VK 22-060100
- KORAFLEX FK 300/09/20
- PŘÍVOD - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- ZPÁTEČKA - MĚDĚNÉ POTRUBÍ
- ŠÍŘKA (cm)
- VÝŠKA (cm)
- DÉLKA (cm)
- S PŘIROZENOU KONVEKCI
- KONVEKTOR KORADO
- DÉLKA (cm)
- VÝŠKA (cm)
- POČET KONVEKČNÍCH PLECHŮ
- POČET DESEK
- VENTIL KOMPAKT
- DESKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO KORADO

NAVRHOVÝ SPÁD OTOPNÉ SOUSTAVY 50/40 °C

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technických zařízení budov**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE
Plně elektrifikovaná administrativní
budova**

P.4.7 – Dimenzování otopné soustavy

2018/2019

Bc. Marek Urban

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

1 Návrh primárního okruhu – tepelné čerpadlo

1.1 Tlakové ztráty okruhu

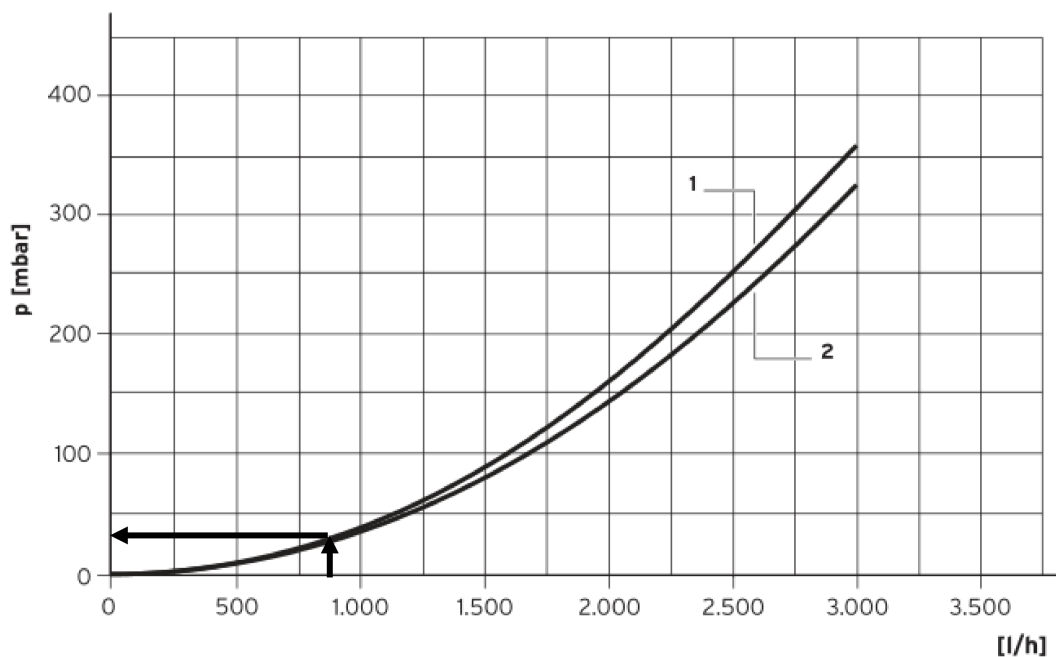
Celkový průtok – 875 kg/h

Dimenze potrubí – 35x1,5

Uvažované armatury v okruhu tepelného čerpadla:

- Kulový kohout 7x
- Koleno 14x
- Redukce 6x
- Tepelné čerpadlo
- Filtr
- Hydraulický modul
- Akumulační nádoba 40 l

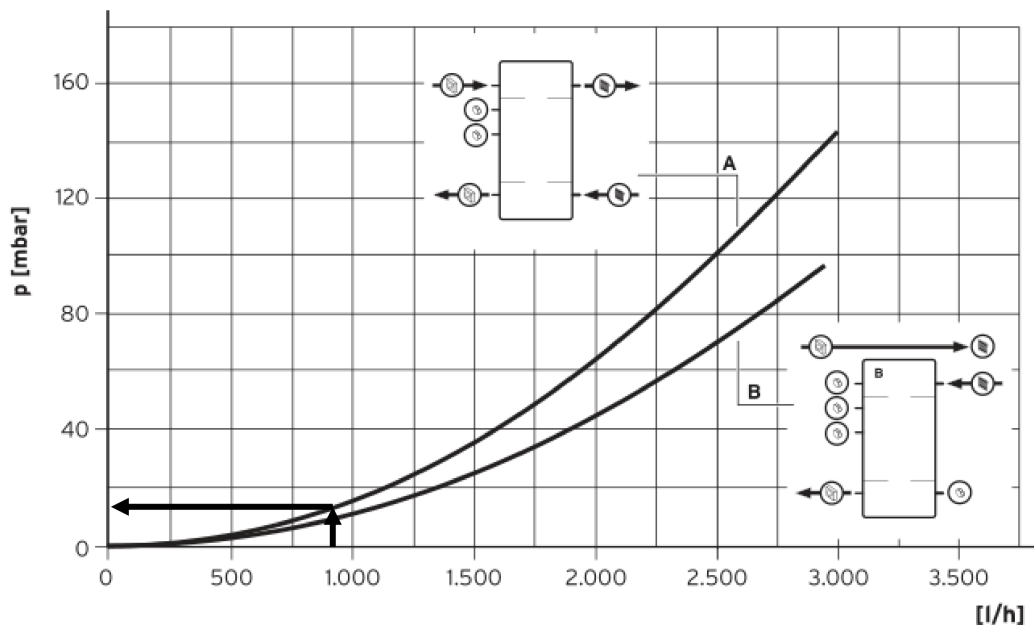
Tlakové ztráty hydraulického modulu



[Převzato z: <https://www.vaillant.cz/>]

Tlaková ztráta hydraulického modulu je $\Delta p_1 = 3,5 \text{ kPa}$

Tlakové ztráty akumulčního zásobníku



[Převzato z: <https://www.vaillant.cz/>]

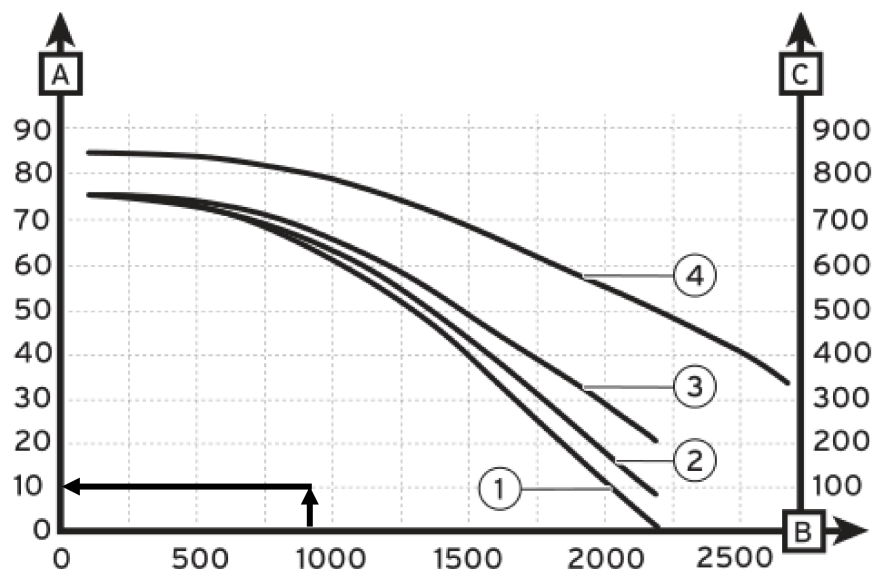
Tlaková ztráta akumulčního zásobníku je $\Delta p_2 = 1,5 \text{ kPa}$

Tlakové ztráty ostatních armatur vypočtené z DIMOS

Tlaková ztráta armatur $\Delta p_3 = 3,62 \text{ kPa}$

1.2 Nastavení oběhového čerpadla integrovaného v TČ

Tlaková ztráta $\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 = 3,5 + 1,5 + 3,7 = 8,7 \text{ kPa}$



[Převzato z: <https://www.vaillant.cz/>]

Čerpadlo bude nastaveno na tlak 8,7 kPa a hmotnostní průtok 900 kg/h. Jedná se o čerpadlo s elektronicky regulovatelnými otáčkami.

2 Návrh sekundárního okruhu – otopná tělesa

2.1 Tlakové ztráty

Celkový průtok – 875 kg/h

Dimenze potrubí – 35x1,5

Uvažované armatury a prvky v okruhu:

- Kulový kohout 3x
- Koleno 6x
- Redukce 4x
- Filtr
- Akumulační zásobník

Tlakové ztráty vypočtené z DIMOS

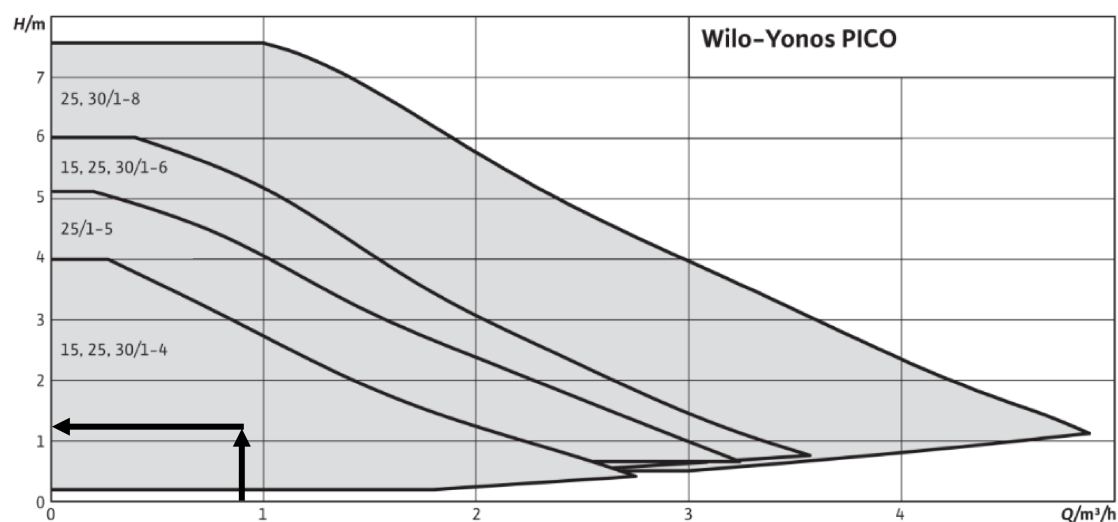
Tlaková ztráta topného okruhu $\Delta p_1 = 8,7 \text{ kPa}$

Tlakové ztráty akumulčního zásobníku

Tlaková ztráta akumulčního zásobníku je $\Delta p_3 = 1,5 \text{ kPa}$

2.2 Návrh oběhového čerpadla topného okruhu

Tlaková ztráta $\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_3 = 8,7 + 1,5 = 10,2 \text{ kPa}$



[Převzato z: <https://wilo.com/>]

Čerpadlo ve zdroji tepla (WILO YONOS PICO 15-1) bude nastaveno na tlak 10,5 kPa a hmotnostní průtok 900 kg/h. Jedná se o čerpadlo s elektronicky regulovatelnými otáčkami.

3 Návrh expanzní nádoby

$$V_{\text{exp,min}} = (V_e + V_{\text{wr}}) * (p_e + 1) / (p_e - p_o)$$

$V_{\text{exp,min}}$ – objem expanzní nádoby [dm³, l]

V_e – expanzní objem

V_{wr} – objem vodní rezervy (20 % pro expanzní nádoby < 15 l)

p_e – konečný návrhový tlak soustavy, $p_e = 2,3$ bar (stanoven pro otevírací tlak pojišťovacího ventilu 2,5 baru)

p_o – výchozí návrhový tlak soustavy $p_o = 0,3$ bar

Kotel je nejvyšší prvek otopné soustavy

$$p_o \geq p_{\text{st}} + p_d$$

$$p_o \geq h * \rho * g + 0,3$$

$$p_o \geq (0 * 1000 * 9,81) / 100000 + 0,3$$

$$p_o \geq 0,3 \text{ bar}$$

$$V_e = e * V_{\text{system}} / 100$$

Potrubí + tělesa = 161,8 l

Akumulační zásobník = 40 l

Tepelné čerpadlo = 2,7 l

e – zvětšení měrného objemu $e = 2,22$

$$V_e = 2,22 * 203 / 100$$

$$V_e = 4,5 \text{ l}$$

$$V_{\text{exp,min}} = (4,5 + 0,2 * 4,5) * (2,3 + 1) / (2,3 - 0,3)$$

$$\underline{V_{\text{exp,min}} = 8,9 \text{ l}}$$

Požadovaný objem expanzní nádoby je menší než integrovaná expanzní nádoba v hydraulickém modulu s objemem 10 l.

4 Návrh pojistného ventilu

Pojistný výkon – 10,5 kW

Pojistný ventil je součástí hydraulického modulu

Otevírací přetlak 250 kPa

1 Souhrnné údaje

Stavba: OC_Fenix_Tepelné čerpadlo

Místo:

Zadavatel:

Zpracovatel:

Zakázka: Tepelné čerpadlo s deskovými tělesy

Archiv:

Projektant:

Datum: 20.11.2018

E-mail:

Telefon:

2 Výpočet úseků. Metoda výpočtu: po větvích.

2.1 Výpočet úseků větve V1 - $t_{w1} = 50,0 \text{ } ^\circ\text{C}$; výkon požadovaný

Sekundární okruh - Tělesa

Větev	číslo	O.S.	Q W	L m	DN	$d_1 \times s$	M kg·h ⁻¹	w m·s ⁻¹	ΣZ	Δps Pa	Δpu Pa	1.a2.RP	DNv	N/P	kv m ³ ·h ⁻¹	DT _{RS} Pa	dif Pa
V1	1	103-0 1	577	2,4 0	12	12x 1	49,7	0,17 8	9,70	19	26 8	KORADO 2015	15	2,7 4	0,2 9	3 145	0
V1	1z			2,4 0	12	12x 1	49,7	0,17 7	10,4 0		26 7	Regulux	10	4,0 0	1,3 1		
V1	2	103-0 2	577	2,4 0	12	12x 1	49,7	0,17 8	9,70	19	26 8	KORADO 2015	15	4,2 4	0,4 0	3 145	0
V1	2z			2,4 0	12	12x 1	49,7	0,17 7	10,4 0		26 7	Regulux	10	1,2 8	0,4 0		
V1	3		1 154	5,2 0	15	15x 1	99,5	0,21 1	3,71		41 2						
V1	3z			5,2 0	15	15x 1	99,5	0,21 0			42 2						
V1	4	105-0 1	184	4,9 0	10	10x 1	32,1	0,17 9	8,00	8	39 4	KORADO 2015	15	2,2 8	0,2 5	3 387	0
V1	4z			4,9 0	10	10x 1	32,1	0,17 9	8,00		40 5	Regulux	10	0,7 6	0,2 5		
V1	5		2 079	4,3 0	18	18x 1	179,2	0,25 1	4,13		41 0						
V1	5z			4,3 0	18	18x 1	131,5	0,18 3			25 2						
V1	6	206-0 1	347	5,6 0	12	12x 1	49,3	0,17 7	10,0	19	41 8	KORADO 2015	15	3,3 5	0,3 4	4 312	0
V1	6z			5,6 0	12	12x 1	49,3	0,17 6	10,0		39 2	Regulux	10	1,1 1	0,3 4		
V1	7		2 968	1,5 0	22	22x 1	255,8	0,22 9			14 1						
V1	7z			1,5 0	22	22x 1	208,1	0,18 6			98 19						
V1	8	201-0 1	439	0,8 0	10	10x 1	37,8	0,21 2	6,00	11	19 8	KORADO 2015	15	2,1 8	0,2 4	5 102	0
V1	8z			0,8 0	10	10x 1	37,8	0,21 1	6,00		19 3	Regulux	10	0,7 2	0,2 4		
V1	9		3 407	4,8 0	22	22x 1	293,6	0,26 3	1,58		31 1						
V1	9z			4,8 0	22	22x 1	246,0	0,21 9			24 9						
V1	10	202-0 1	442	6,4 0	12	12x 1	38,1	0,13 6	17,0	11	31 8	KORADO 2015	15	2,2 0	0,2 4	5 082	0
V1	10z			6,4 0	12	12x 1	38,1	0,13 6	51,7		65 3	Regulux	10	0,7 3	0,2 4		
V1	11		3 849	0,5 0	22	22x 1	331,7	0,29 7			33 33						
V1	11z			0,5 0	22	22x 1	284,1	0,25 3			26 26						
V1	12	204-0 1	404	4,8 0	10	10x 1	34,8	0,19 5	8,87	9	48 3	KORADO 2015	15	2,0 9	0,2 3	4 672	0
V1	12z			4,8 0	10	10x 1	34,8	0,19 4	9,57		48 7	Regulux	10	0,6 8	0,2 3		
V1	13		5 369	5,8 0	28	28x 1	462,8	0,24 5	3,00		28 7						

Dimenzování otopných soustav

999999 - PROTECH-WAVIN

Tepelné čerpadlo s deskovými tělesy.DMWWAV

DIMOSW v.5.1.1 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 04.12.2018

Větev	číslo	O.S.	Q W	L m	DN	d ₁ x s	M kg·h ⁻¹	w m·s ⁻¹	ΣZ	Δps Pa	Δpu Pa	1.a2.RP	DNv	N/P	kv m ³ ·h ⁻¹	DT _{RS} Pa	dif Pa
V1	13z			5,8	28	28x1	415,1	0,21	3,00		24						
V1	14	101-01	1 022	3,0	15	15x1	88,1	0,18	10,0	61	32	KORADO 2015	15	5,9	0,5	5	0
V1	14z			3,0	15	15x1	88,1	0,18	10,0		32	Regulux	15	1,7	0,5	002	
V1	15		7 413	4	15	28x1	638,9	0,33	1,02		24						
V1	15z			3,1	28	28x1	591,3	0,31	1,51		24						
V1	16	303-02	686	5,4	15	15x1	59,1	0,12	10,0	27	17	KORADO 2015	15	3,6	0,3	5	0
V1	16z			5,4	15	15x1	59,1	0,12	10,7		17	Regulux	15	1,1	0,3	576	
V1	17		10	4,9	35	35x1	874,6	0,28	2,00		24						
V1	17z		147	4,9	35	35x1	826,9	0,27	2,00		22						
V1	19		10	0	35	35x1	874,6	0,28	16,0		65						
V1	19z		147	0	35	35x1	826,9	0,27	16,0		58						
V1	1004	104-01	553	6,2	12	12x1	47,7	0,17	8,00	18	38	KORADO 2015	15	3,4	0,3	3	0
V1	1004z			6,2	12	12x1	32,1	0,11	8,00		19	Regulux	10	1,1	0,3	796	
V1	1006		889	0,7	15	15x1	76,6	0,16	2,29		56						
V1	1006z			0,7	15	15x1	76,6	0,16	3,55		68						
V1	2004		925	0,8	15	15x1	79,7	0,16	4,50		98						
V1	2004z			0,8	15	15x1	32,1	0,06	16,8		45						
V1	2006	205-01	317	4,2	10	10x1	27,3	0,15	6,00	6	24	KORADO 2015	15	1,5	0,1	4	0
V1	2006z			4,2	10	10x1	27,3	0,15	6,00		27	Regulux	10	0,4	0,1	619	
V1	2012		808	6,9	15	15x1	69,6	0,14	4,00		23						
V1	2012z			6,9	15	15x1	69,6	0,14	4,00		20						
V1	2013	204-02	404	0,8	10	10x1	34,8	0,19	6,87	9	18	KORADO 2015	15	1,9	0,2	5	0
V1	2013z			0,8	10	10x1	34,8	0,19	7,57		19	Regulux	10	0,6	0,2	267	
V1	2014		2 044	6,7	18	18x1	176,2	0,24	3,00		42						
V1	2014z			6,7	18	18x1	176,2	0,24	3,00		31						
V1	2015	101-02	1 022	4,6	15	15x1	88,1	0,18	10,0	61	40	KORADO 2015	15	5,9	0,5	4	0
V1	2015z			4,6	15	15x1	88,1	0,18	10,0		39	Regulux	15	1,7	0,5	846	
V1	2016		1 372	8,2	18	18x1	118,3	0,16	3,00		30						
V1	2016z			8,2	18	18x1	118,3	0,16	3,00		31						
V1	2017	303-03	686	0,9	15	15x1	59,1	0,12	8,04	27	77	KORADO 2015	15	3,5	0,3	5	0
V1	2017z			0,9	15	15x1	59,1	0,12	8,74		83	Regulux	15	1,1	0,3	758	
V1	4012		1 520	0,4	18	18x1	131,0	0,18			15						
V1	4012z			0,4	18	18x1	131,0	0,18			16						

Dimenzování otopných soustav

999999 - PROTECH-WAVIN

Tepelné čerpadlo s deskovými tělesy.DMWWAV

DIMOSW v.5.1.1 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 04.12.2018

Větev	číslo	O.S.	Q W	L m	DN	d _i x s	M kg·h ⁻¹	w m·s ⁻¹	ΣZ	Δps Pa	Δpu Pa	1.a2.RP	DNv	N/P	kv m ³ ·h ⁻¹	DT _{RS} Pa	dif Pa
V1	4013	203-0 1	712	4,0	12	12x	61,4	0,22	8,00	29	57	KORADO 2015	15	4,1	0,3	4	0
	4013			5		12x					0						
V1	z			4,0		12x		0,21			50			1,2	0,3		
				5	12	1	61,4	9	8,00		6	Regulux	15	6	9		
V1	4016		2 734	4,3	22	22x	235,6	0,21	5,16		27						
	4016			0		22x					1						
V1	z			4,3		22x		0,21			27						
				0	22	1	6	0	9,45		1						
V1	4017	301-0 1	676	0,9	12	12x	58,3	0,20	8,00	27	24	KORADO 2015	15	4,1	0,3	4	0
	4017			0		12x					9						
V1	z			0,9		12x		0,20			23			1,2	0,3		
				0	12	1	58,3	8	8,00		2	Regulux	15	6	9		
V1	6017		1 362	6,4	15	15x	117,4	0,24	8,00		78						
	6017			0		15x					9						
V1	z			6,4		15x		0,24			80						
				0	15	1	4	8	8,00		6						
V1	6018	303-0 1	686	1,9	12	12x	59,1	0,21	8,00	38	33	KORADO 2015	15	4,3	0,4	4	0
	6018			0		12x					2						
V1	z			1,9		12x		0,21			30			1,3	0,4		
				0	12	1	59,1	1	8,00		9	InFloor	15	0	1		

Zjednodušená bilance soustavy s tepelným čerpadlem

verze 2017/01

Akce: OC_Fenix
 Adresa:
 Kontakt:

Vypracoval: Marek Urban
 Datum: 01.12.2018

Příprava teplé vody (TV)

Vypočítat ze zadaných údajů

Měsíc	Q _{p,TV} [kWh/měs]
Led	
Úno	
Bře	
Dub	
Kvě	
Čer	
Čvc	
Srp	
Zář	
Říj	
Lis	
Pro	

Počet osob: 4 os
 Potřeba teplé vody: 40 l/os.d
 Teplota SV: 10 °C
 Teplota TV: 55 °C
 Letní snížení potřeby: 25 %
 Přirážka na ztráty: 30 %

Centrální zásobníkový ohřev s říz

Vytápění (VYT)

Vložit měsíční údaje

Měsíc	Q _{p,VYT} [kWh/měs]
Led	3234
Úno	1902
Bře	1078
Dub	1040
Kvě	325
Čer	0
Čvc	0
Srp	0
Zář	21
Říj	311
Lis	1302
Pro	2076

Pasivní standard

Tepelná ztráta: 10,5 kW
 Návrhová vnitřní teplota: 21 °C
 Návrhová venk. teplota: -15 °C
 Teplota přívodní vody: 50 °C
 Teplota vratné vody: 40 °C
 Přirážka na ztráty: 0 %
 Korekční součinitel: 0,5

Bazén (BV)

Vypočítat ze zadaných údajů

Měsíc	Q _{p,BAZ} [kWh/měs]
Led	
Úno	
Bře	
Dub	
Kvě	
Čer	
Čvc	
Srp	
Zář	
Říj	
Lis	
Pro	

Vnější zakrývaný

Plocha bazénu: 10 m²
 Provozní doba: 12 h
 Teplota vody (den): 28 °C
 Teplota vzduchu (den): 30 °C
 Teplota vody (noc): 24 °C
 Teplota vzduchu (noc): 20 °C
 Počet návštěvníků: 100 os/m

Specifikace tepelného čerpadla

Vytápění

Druh: Vzduch-voda Počet: 1 Typ: Vaillant aroTHERM VWL 155/2A

Topný výkon ϕ [kW]

Topný faktor COP

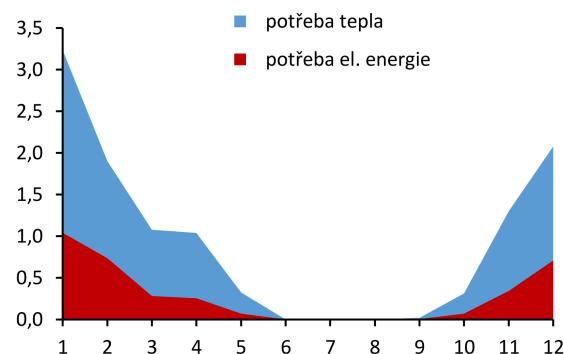
t _{v1} \ t _{k2}	-7	2	7	15	t _{v1} \ t _{k2}	-7	2	7	15	Zvýšení teploty TV	0 K
35	8,2	5,3	7,5	9,1	35	2,8	3,7	4,4	5,9	Zvýšení teploty VYT,BV	0 K
45	9,0	6,1	6,8	8,5	45	2,3	3,1	3,9	4,7	Otopná tělesa	
55	8,4	5,5	8,3	8,3	55	2,1	2,7	3,3	3,8	Příkon čerpadel TV,BV	30 W
60	4,9	4,9	6,4	7,5	60	1,7	2,3	2,7	2,9	Příkon čerpadel VYT	30 W

Výsledky výpočtu

Měsíc	t _{em} °C	Q _p MWh	Q _{TC} MWh	Q _{ZZ} MWh	E _{sys} MWh	τ _{TC} h	SPF
Led	1,8	3,2	3,2	0,00	1,041	448	3,1
Úno	2,7	1,9	1,9	0,00	0,734	242	2,6
Bře	6,3	1,1	1,1	0,00	0,282	159	3,8
Dub	10,7	1,0	1,0	0,00	0,256	154	4,1
Kvě	16	0,3	0,3	0,00	0,070	48	4,6
Čer	18,6	0,0	0,0	0,00	0,000	0	-
Čvc	20,5	0,0	0,0	0,00	0,000	0	-
Srp	21,1	0,0	0,0	0,00	0,000	0	-
Zář	17,1	0,0	0,0	0,00	0,004	3	5,0
Říj	11,7	0,3	0,3	0,00	0,071	46	4,4
Lis	6,4	1,3	1,3	0,00	0,342	191	3,8
Pro	3,6	2,1	2,1	0,00	0,707	281	2,9
Celkem		11,3	11,3	0,0	3,506	1572	3,2

Souhrnné výsledky

Potřeba el. energie: 3,5 MWh/rok
 Sezónní topný faktor: 3,2
 Pokrytí potřeby tepla TČ: 100 %



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technických zařízení budov**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE
Plně elektrifikovaná administrativní
budova**

P.4.8 – Výkaz výměr

2018/2019

Bc. Marek Urban

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

Výměra	M.J.	MN.	J. cena	Cena
Zdroj tepla				
Tepelné čerpadlo vzduch/voda Vaillant aroTHERM VWL 155/2A, A-7/W35 topný výkon 11,8 kW	ks	1	157 100	157 100
Hydraulická jednotka Vaillant VWZ MEH 61, elektrická topná tyč 2kW	ks	1	27 400	27 400
Akumulační zásobník VWZ MPS 40, objem 40 l	ks	1	12 100	12 100
Řídící jednotka VWZ AI VWL 155/2 A	ks	1	4 990	4 990
Oběhové čerpadlo WILO YONOS PICO 15/1	ks	1	4 576	4 576
Hliníková konstrukce pro tepelné čerpadlo na střeše	kg	5	180	900
Chlazení				
Venkovní kondenzační jednotka Frimec F5MSY, chladicí výkon 12,3 kW	ks	1	63 800	63 800
Vnitřní nástěnná chladicí jednotka Frimec F5WMY 25BR3, chladicí výkon 2,6 kW	ks	4	6 172	24 688
Vnitřní nástěnná chladicí jednotka Frimec F5WMY 35BR3, chladicí výkon 3,5 kW	ks	1	6 531	6 531
Cu potrubí pro rozvod chladu, potrubí pro plynnou (Ø12,7 mm) a kapalnou fáze (Ø6,5x3) včetně tepelné izolace s parozábranou, odolné proti UV záření	bm	46	310	14 260
Hliníková konstrukce pro usazení kondenzační jednotky na střeše	kg	5	180	900
Čerpadlo kondenzátu	ks	5	3 188	15 940
Ovladače	ks	5	899	4 495
Armatury				
Kulový kohout DN 32	ks	10	530	5 300
Filtr DN 32	ks	1	728	728
Vypouštěcí kohout DN 15	ks	3	181	543
Odvzdušňovací ventil DN 15	ks	2	45	90
Manometr	ks	2	191	382
Teploměr	ks	2	307	614
Redukce	ks	12	56	672
Desková otopná tělesa RADIK VK a příslušenství				
21-070070	ks	1	4 874	4 874
21-070080	ks	2	5 160	10 320
21-070120	ks	2	6 305	12 610
21-070140	ks	1	6 875	6 875

21-090070	ks	1	5 570	5 570
22-060120	ks	1	5 125	5 125
22-070050	ks	1	4 302	4 302
22-070070	ks	1	4 874	4 874
22-070080	ks	1	5 160	5 160
22-070090	ks	1	5 446	5 446
22-070140	ks	2	6 875	13 750
22-070160	ks	2	7 452	14 904
Termostatická hlavice IMI Heimeier K DN15	ks	16	220	3 520
Regulační rohové šroubení Regulux DN10	ks	16	234	3 744
Podlahové konvektory KORAFLEX FK				
300/09/20	ks	1	7 740	7 740
Termostatická hlavice IMI Heimeier K DN15	ks	1	220	220
Regulační šroubení BOKI InFloor DN15	ks	1	259	259
Měděné potrubí				
10x1	bm	31	81	2 511
12x1	bm	60	91	5 460
15x1	bm	68	96	6 528
18x1	bm	40	120	4 800
22x1	bm	23	149	3 429
28x1,5	bm	18	193	3 474
35x1,5	bm	10	339	3 390
Izolace potrubí				
Climaflex tl. 10/13 mm	bm	31	5,1	158
Climaflex tl. 12/13 mm	bm	60	6,4	384
Climaflex tl. 15/13 mm	bm	68	7,6	517
Climaflex tl. 18/13 mm	bm	22	9,4	207
Climaflex tl. 22/13 mm	bm	23	31	713
Climaflex tl. 28/40 mm	bm	18	42,4	764
Climaflex tl. 35/40 mm	bm	10	67,5	675
Ostatní položky				
Montáž	h	72	400	28 800
Přesun hmot	kpl	1	10 374	10 374
Zařízení staveniště	kpl	1	3 945	3 945
Vyregulování topného systému	h	4	400	1 600
CELKEM VARIANTA Č.2				533 031