

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO
BYDLENÍ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. ALEŠ BÁRTL

Vedoucí diplomové práce :

prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

2016/2017



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bártl Jméno: Aleš Osobní číslo: 395778

Zadávací katedra: K 11125 Technických zařízení budov

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vytápění a větrání objektu chráněného bydlení

Název diplomové práce anglicky: Heating and ventilation of protected housing

Pokyny pro vypracování:

Zpracujte koncepční řešení energetických systémů objektu s využitím dynamického modelu energetického chování objektu, které dokumentujte technickou zprávou a blokovým schématem zapojení.

Pro navržené řešení zpracujte projektovou dokumentaci vytápění na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb .

Seznam doporučené literatury:

Kabele a kol. : Energetické a ekologické systémy budov 1 ČVUT (2010)

Valášek a kol: Zdravotně-technické instalace Jaga 2001

Petráš a kol: Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga 2005

K. Kabele a kol.: Technická zařízení budov. Vytápění - podklady pro cvičení. Nakladatelství ČVUT 2013

Kolektiv: Topenářská příručka 3, ČSTZ, 2008. Anotaci najdete zde.

D. Petráš , D. Koudelková, K. Kabele: Teplovodní a elektrické podlahové vytápění. Jaga Media s.r.o 2004, ISBN:80-88905-97-4

J.Bašta, K.Kabele: Otopné soustavy teplovodní - Sešit projektanta č.1 - Společnost pro techniku prostředí 2008

Garlík, B.: Inteligentní budovy, BEN technická literatura, Praha, 2012, ISBN 978-80-7300-440-8.

Jméno vedoucího diplomové práce: prof.Ing.Karel Kabele, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2016

Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

4.10.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci „Vytápění a větrání objektu chráněného bydlení“ vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Havlíčkově Brodě, 8.1.2017

Bc. Aleš Bártl

.....

Poděkování

Děkuji tímto vedoucímu mé diplomové práce prof. Ing. Karlu Kabelemu, CSc. za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce. Dále děkuji za poskytnuté konzultace Ing. Romanu Musilovi Ph.D. V neposlední řadě děkuji své rodině za soustavnou podporu při vzdělávání.

OBSAH

1 – ÚVOD

2 – KONCEPT DYNAMICKÉHO MODELU ENERGERICKÉHO CHOVÁNÍ OBJEKTU

3 – D.1.4.1. VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TV – DOKUMENTACE K PROVEDENÍ STAVBY

D.1.4.1. – TECHNICKÁ ZPRÁVA

D.1.4.1. – 01 – SCHÉMA ZAPOJENÍ SOUSTAVY

D.1.4.1. – 02 – PŮDORYS TEPLOVODNÍHO ROZVODU

D.1.4.1. – 03 – PŮDORYS PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

D.1.4.1. – 04 – LEŽATÝ ROZVOD VYTÁPĚNÍ

D.1.4.1. – 05 – ŘEZ T1, T2 TEPLOVODNÍHO ROZVODU

D.1.4.1. – 06 – ŘEZ T3, T4 TEPLOVODNÍHO ROZVODU

D.1.4.1. – 07 – ŘEZ T5, T6 TEPLOVODNÍHO ROZVODU

4 – D.1.4.2. VZDUCHOTECHNIKA – DOKUMENTACE K PROVEDENÍ STAVBY

D.1.4.2. – TECHNICKÁ ZPRÁVA

D.1.4.2. – 01 – PŮDORYS ROZVODU POTRUBÍ VZT

D.1.4.2. – 02 – ŘEZ V1 ROZVODU VZT

D.1.4.2. – 03 – ŘEZY V2, V3, V4 ROZVODU VZT

D.1.4.2. – 04 – AXONOMETRIE ROZVODU VZT

5 – VÝPOČTY

5.1 – TEPELNÉ ZTRÁTY

5.2 – DIMENZACE OTOPNÉ SOUSTAVY

5.3 – TLOUŠŤKY IZOLACÍ JEDNOTLIVÝCH POTRUBÍ

5.4 – ZJEDNODUŠENÁ SOLÁRNÍ BILANCE

6 – PODKLADY OD VÝROBCŮ

Anotace

Cílem diplomové práce je navrhnout vytápění a větrání objektu chráněného bydlení za použití obnovitelných zdrojů energie. Vytápění objektu bude zajišťovat geotermální energie pomocí hloubkového vrtu a tepelného čerpadla. Ohřev vody budou primárně zajišťovat fototermické kolektory umístěné na střeše objektu. Při nedostatku slunečního záření bude však pro ohřev vody sloužit i tepelné čerpadlo. Kvalitu vnitřního prostředí bude obstarávat vzduchotechnická rekuperační jednotka. Práce zahrnuje zhotovení dynamického modelu energetického chování objektu, výpočet tepelných ztrát, dimenzaci otopné soustavy a solárních kolektorů. Dále výpočet větracího vzduchu a návrh větrací soustavy.

Annotation

The aim of this diploma thesis is to design heating and ventilation system for protected housing using renewable energy sources. Geothermal energy from ground borehole and heat pump are used as heating sources. Water heating will be primarily provided by solar collectors situated on the roof. Solar heat pump will also work as a source of DHW heating in case of low solar activity. The quality of indoor environment will be provided by a recuperation ventilation unit. The thesis presents a dynamic model of energy building behaviour, heat loss calculation, heat system and solar collector's design. Calculations of needed fresh air and ventilation system design are also outlined in the thesis.

Úvod

V dnešní době, kdy narůstají ceny fosilních paliv a energií, si společnost začíná uvědomovat, jak důležité jsou úspory energií. Pomalu se také rozmáhá trend zachování kvalitního životního prostředí, což spolu s vysokými cenami fosilních paliv nahrává poptávce po energii z obnovitelných zdrojů. Výhodou těchto zdrojů energií je, že jsou v určité míře dostupné všude na Zemi a jsou v podstatě nevyčerpatelné. Dalším důvodem pro vzestup obnovitelné energie je, že současná energetika produkuje velkou část všech emisí oxidu uhličitého a dochází tak ke změnám globálního klimatu. V neposlední řadě obnovitelné zdroje podporují pocit energetické nezávislosti, což vzhledem k době nejisté politiky a teroristických útoků v Evropě také podporuje jejich vzestup.

V České republice nastala v poslední dekádě velká poptávka po obnovitelných zdrojích, zejména v oblasti menších staveb jako jsou například rodinné domy. Pro tyto stavby je ideální volbou energie ze slunce, ať už pomocí fotovoltaických nebo fototerminických panelů. Kvůli nedostatečné kapacitě současných baterií mi však přijde jako ideálnější volba použití fototerminických kolektorů, zejména pro ohřev teplé vody. Další dobrou volbou pro tyto stavby je využití energie pomocí tepelných čerpadel. V tomto ohledu dnes převládají tepelná čerpadla vzduch/voda, které jsou sice levnější, ale mají také až o třetinu větší spotřebu elektřiny a kratší životnost, než tepelná čerpadla země/voda.

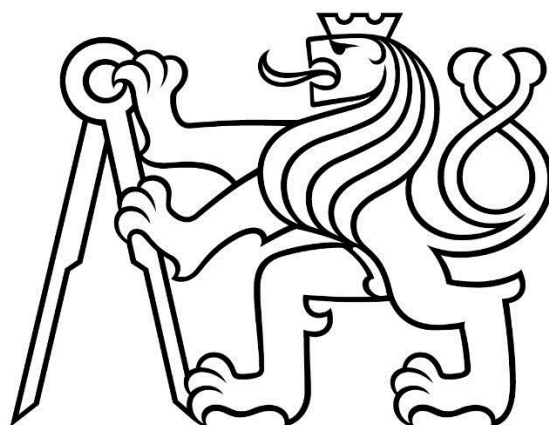
Tato diplomová práce se věnuje komplexnímu návrhu vytápění a větrání za použití obnovitelných zdrojů energie v objektu chráněného bydlení. Pro vytápění objektu jsem zvolil tepelné čerpadlo země/voda s hloubkovým vrtem. Výhodou tohoto typu čerpadla je stabilní výkon i při extrémně nízkých venkovních teplotách, výrazně nižší spotřeba elektřiny než u čerpadel vzduch/voda a dlouhá životnost tepelného čerpadla i vrtu. Nevýhodou jsou však vyšší investiční náklady. Tepelné čerpadlo, které bude zapojeno do soustavy podlahového vytápění, funguje na nízkém teplotním spádu, což je pro jeho provoz nejideálnější, hlavně z hlediska topného faktoru, který ovlivňuje ekonomiku provozu. Mezi tepelným čerpadlem a soustavou podlahového vytápění bude umístěna akumulární nádrž, která bude zapojena jako hydraulický rozdělovač, jenž bude kompenzovat setrvačnost podlahového vytápění. Zároveň bude tepelné čerpadlo zapojeno i do soustavy ohřevu teplé vody, kterou budou primárně ohřívat solární kolektory.

Hlavní myšlenkou kombinace tepelného čerpadla země/voda se solárními kolektory pro ohřev vody je, že přes zimní období bude pracovat primárně tepelné čerpadlo pro okruh vytápění a při nedostatku slunečního záření bude spínat i pro okruh ohřevu teplé vody. V letním období se předpokládá, že budou pracovat hlavně, solární kolektory a tepelné čerpadlo bude vypnuté. Výhodou této kombinace je regenerace hloubkového vrtu přes léto a omezení počtu sepnutí tepelného čerpadla, čímž se zvýší i jeho životnost, která s každým dalším sepnutím klesá. Pro případ odstavení tepelného čerpadla bude akumulací zásobník teplé vody vybaven elektrickou topnou tyčí.

Na zajištění vnitřního komfortu v objektu se bude kromě tepelného čerpadla podílet i vzduchotechnická rekuperační jednotka. Ta bude zajišťovat kvalitu a čistotu vzduchu ve vnitřním prostředí chráněného bydlení. Navržený vzduchotechnický systém bude fungovat na principu rozvaděčů, od kterých povede samostatné potrubí do jednotlivých místností. Přívodní vzduch bude veden do obytných místností a odvodní bude odsáván z kuchyně, hygienických a technických místností. V celém objektu bude navržen rovnotlaký vzduchotechnický systém s využitím zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu, čímž se výrazně sníží spotřeba tepla na ohřev vzduchu přiváděného. Ten bude dohříván teplovodním výměníkem tepla, který bude napojen na otopnou soustavu.

Vzhledem k převážné orientaci obytných místností objektu na jih, budou nad okny těchto místností osazeny markýzy a zároveň budou okna osazeny venkovními žaluziemi, aby byly sníženy tepelné zisky od slunce v letním období. Pro analýzu stínění bude využit program DesignBuilder, ve kterém je vytvořen dynamický model energetického chování objektu.

České vysoké učení technické v Praze
fakulta stavební
k125 katedra technických zařízení budov



KONCEPT DYNAMICKÉHO MODELU ENERGERICKÉHO CHOVÁNÍ OBJEKTU

Vypracoval: Bc. Aleš Bárta

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

ZS: 2016/2017

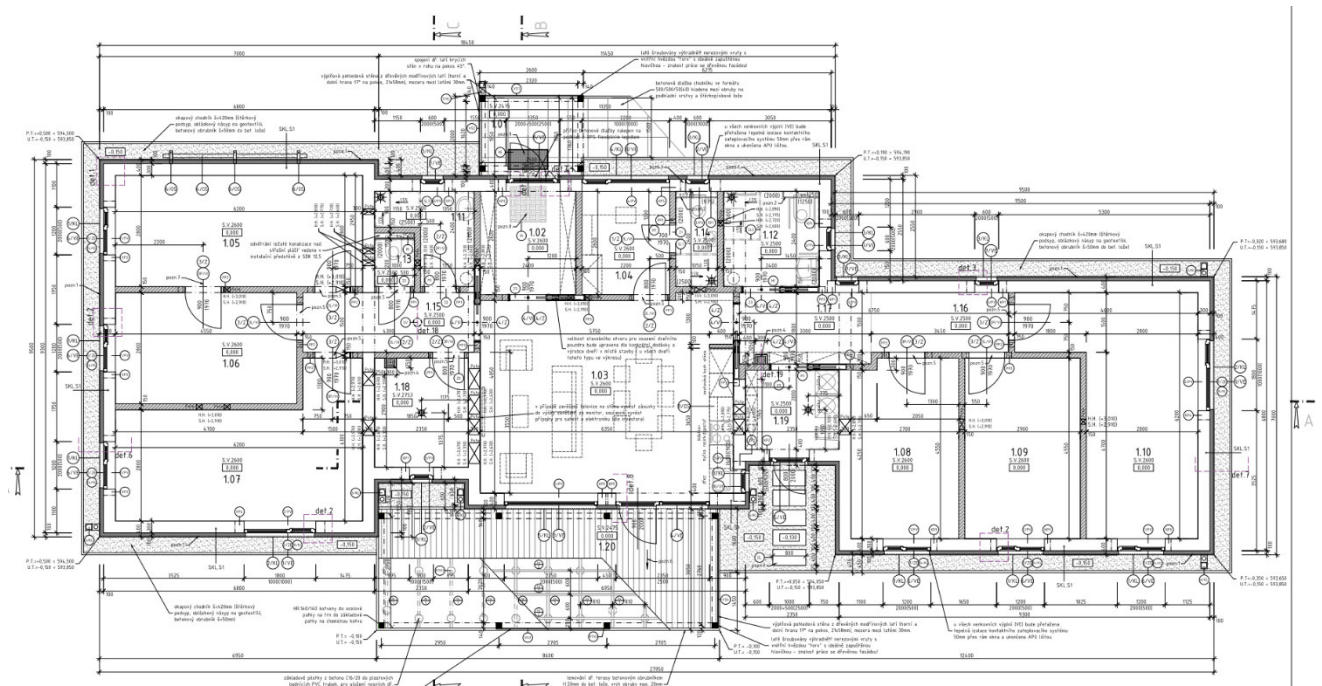
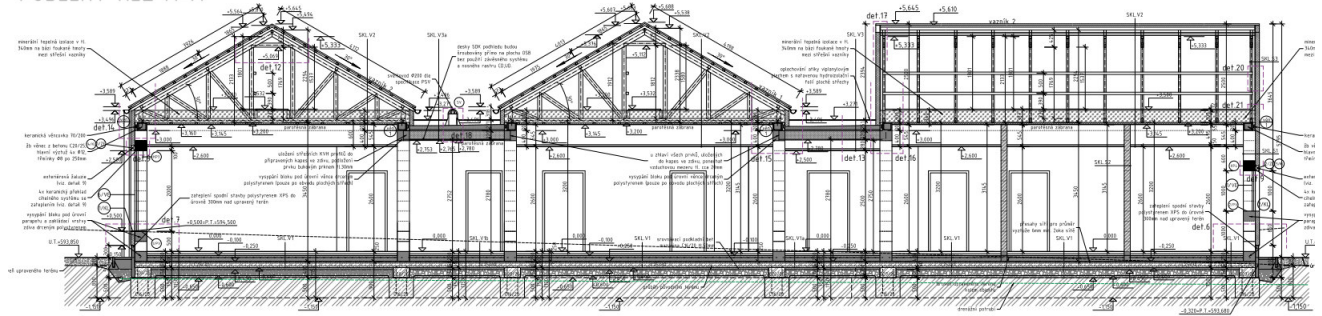
OBSAH

1.	Podklady k vytvoření dynamického objektu	3
2.	Popis parcely a umístění objektu	4
3.	Popis stávajícího stavu objektu	4
4.	Stávající skladby konstrukcí	5
5.	Úpravy objektu, kterými se bude zabývat diplomová práce	6
6.	Modelování v programu DesignBuilder	6
7.	Koncepční řešení energetických systémů	7
8.	Zapojení a posouzení tepelného čerpadla	7
8.1.	Blokové schéma zapojení tepelného čerpadla	8
8.2.	Návrh tepelného čerpadla	9
8.3.	Celková roční simulace	9
8.4.	Celkové spotřeby energií	10
9.	Návrh solárních panelů	11
9.1.	Použití fototermických kolektorů pro přípravu TV	12
9.2.	Roční simulace	13
9.3.	Porovnání natočení objektu na J s odchylkou 25° a na přesný J	14
9.4.	Nejasnosti výsledků při použití FT kolektorů na ohřev TV	14
10.	Návrh a posouzení stínění	15
10.1.	Vyhodnocení stínění	16
11.	Závěr	16

1. Podklady k vytvoření dynamického objektu

Podařilo se mi sehnat vcelku dostačující podklady pro tento projekt. Jednalo se především o situaci, půdorysy, řezy a průkaz energetické náročnosti budovy, ze kterého jsem mohl vyčíst stávající skladby, součinitele prostupů tepla a předpokládané spotřeby energie. Poskytnuté podklady byly pouze ve formátu pdf, ale nebyl problém je překreslit do CADu.

PODÉLNÝ ŘEZ A-A



2. Popis parcely a umístění objektu

Objekt chráněného bydlení se nachází v Obci Cetoraz, která leží v západní části kraje Vysočina mezi Pelhřimovem a Tábořem. Budova se nachází na okraji obce na parcele 405/27. Parcela má rozlohu 1973 m². Parcela i objekt jsou obdélníkového tvaru a svou delší stranou jsou orientovány na jih s odchylkou 25° na západ. Objekt je situován v pravé části pozemku a jeho zastavěná plocha činí 225 m². Jedná se o jednopodlažní stavbu tvořenou ze tří základních hmot, které mají sedlové střechy se sklonem 30°. Tyto tři hmoty jsou propojeny cca 2,5 m širokými pruhy hmoty s plochou střechou. Pouze jedna sedlová střecha je podélně orientována na jih, další dvě jsou natočeny ve směru východ-západ.



letecký snímek obce Cetoraz, umístění objektu



situace stavby

3. Popis stávajícího stavu objektu

V objektu se nachází 6 pokojů, 1 společenská místnost s obývacím prostorem a kuchyní, 2 koupelny pro hendikepované, 2 technické místnosti, pracovna a zádveří. Ve všech místnostech je navrženo podlahové vytápění, kterému dodává energii plynový kondenzační kotel o výkonu 16 kW. Větrání je navrženo pouze přirozené s nárazovým větráním v hygienickém zázemí. Nejsou zde navrženy žádné obnovitelné zdroje energie ani stínění.

4. Stávající skladby konstrukcí

Okna a venkovní dveře jsou plastové s izolačním trojsklem, $U_w=0,80 \text{ W/m}^2\text{k}$

Obvodová konstrukce, $U=0,19 \text{ W/m}^2\text{k}$

- vnitřní štuková omítka 10 mm
- keramické tvárnice tl. 300 mm
- KZS ETICS minerálních vláken tl. 100 mm
- vnější tenkovrstvá omítka tl. 8 mm

vnitřní příčky

- vnitřní štuková omítka 17,5 mm
- příčkové zdivo AKU 115 mm
- vnitřní štuková omítka 17,5 mm

podlaha na terénu, $U=0,20 \text{ W/m}^2\text{k}$

- měkčený vinyl tl. 2 mm přilepený celoplošným lepidlem
- samonivelační stěrka 8 mm
- anhydritový potěr tl. 50 mm
- systémové desky podlahového vytápění tl. 46 mm
- separační PE folie
- EPS 100Z tl. 150 mm
- izolace proti radonu a vodě mPVC tl. 1,5 mm
- podkladní ŽB deska tl. 150 mm C25/30, kari síť 150x150
- vyrovnávací betonová mazanina tl. 50 mm C16/20
- kamenivo f 16/32/64 tl. 150 mm

strop pod sedlovou střechou, $U=0,20 \text{ W/m}^2\text{k}$

- protipožární SDK tl. 12,5 mm + nosný rošt
- volný prostor pro instalace tl. 530 mm
- OSB deska 4PD tl. 15 mm
- foukaná minerální izolace tl. 300 mm

plochá střecha, $U=0,158 \text{ W/m}^2\text{k}$

- protipožární SDK tl. 12,5 mm + nosný rošt
- volný prostor pro instalace tl. 530 mm
- OSB deska 4PD tl. 15 mm
- stropnice KVH + tepelná izolace z minerální vaty tl. 220 mm
- prkenný záklop tl. 22 mm
- spádová vrstva z EPS tl. min 80 mm
- hydroizolace z PVC-P tl. 1,5 mm, mechanicky kotvená

5. Úpravy objektu, kterými se bude zabývat diplomová práce

Skladby konstrukcí jsou vyhovující, pouze tepelná izolace obvodové stěny by mohla mít větší tloušťku. Ale z ekonomického hlediska by toto navýšení tepelně izolační vrstvy vyšlo s velmi dlouhou dobou návratnosti. Ve své diplomové práci se chci hlavně věnovat projektu vytápění, ve kterém nahradím stávající kondenzační kotel tepelným čerpadlem země/voda s hloubkovým vrtem a osazením fototermických kolektorů na jižně orientovanou podélnou část sedlové střechy. Tepelné čerpadlo by primárně sloužilo na vytápění a solární kolektory zase na ohřev teplé užitkové vody. Dále bych se chtěl zabývat stíněním jižní fasády, na kterou jsou orientovány všechny obytné místnosti. Součástí diplomové práce pak bude ještě návrh nuceného větrání pomocí vzduchotechnické jednotky.

6. Modelování v programu DesignBuilder

Po vytvoření dynamického modelu energetického chování objektu v programu DesignBuilder, jsem se ho snažil nakonfigurovat tak, aby co nejvíce odpovídal skutečnosti. Podařilo se mi v nabídce klimatických oblastí najít velmi blízkou meteostanici (Kramolín-Křešín), která se nachází necelých 20 km od řešeného objektu v Ceterazi. Tato meteostanice by měla obsahovat velmi přesné informace o dané oblasti, ve které se objekt nachází. Vzhledem k tomu, že jsem věděl přesné skladby konstrukcí a jejich součinitele prostupu tepla, tak se mi podařilo nakonfigurovat objekt s tepelnou ztrátou 12,85 kW i se započtením přirozené ventilace. Navržený celkový výkon pro vytápění pak vyšel 16,06 kW, což odpovídá navrženému zdroji tepla 16 kW z obdržených podkladů.

Zone	Comfort Temperature (°C)	Steady-State Heat Loss (kW)	Design Capacity (kW)
Building 1 Total Design Heating Capacity = 16,060 (kW)			
Roof 1 Total Design Heating Capacity = 0,000 (kW)			
Zone 1	-11,82	0,00	0,00
Roof 2 Total Design Heating Capacity = 0,000 (kW)			
Zone 1	-11,90	0,00	0,00
Roof 3 Total Design Heating Capacity = 0,000 (kW)			
Zone 1	-11,90	0,00	0,00
Block 1 Total Design Heating Capacity = 16,060 (kW)			
1.17 Tech. M.	21,28	0,52	0,66
1.07 Pokoj 3	20,96	1,33	1,67
1.06 Pokoj 2	21,23	0,80	1,00
1.13 WC	21,59	0,11	0,14
1.05 Pokoj 1	20,97	1,17	1,46
1.11 Koupelna	21,26	0,40	0,50
1.02 Zádveří	21,14	0,47	0,59
1.15 Chodba 1	21,49	0,43	0,53
1.14 WC 2	21,38	0,19	0,23
1.04 pracovna	21,24	0,40	0,51
1.12 Koupelna 2	21,06	0,59	0,74
1.03 Ob.+kuch.	20,96	2,03	2,54
1.18 Tech. M. 2	21,15	0,46	0,58
1.16 Chodba 2	21,18	0,87	1,08
1.08 Pokoj 4	21,12	0,80	1,00
1.10 pokoj 6	20,83	1,44	1,80
1.09 pokoj 5	21,22	0,83	1,03

Součet tep. ztrát míst. a celkový navržený výkon Σ **12,84**

16,06

Air Temperature (°C)	22,00
Radiant Temperature (°C)	20,19
Operative Temperature (°C)	21,09
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	-13,10
Glazing (kW)	-1,33
Walls (kW)	-1,78
Ceillings (int) (kW)	-0,88
Ground Floors (kW)	-0,11
Partitions (int) (kW)	0,00
Roofs (kW)	-0,19
External Infiltration (kW)	-5,93
External Vent. (kW)	-2,63
Zone Sensible Heating (kW)	12,84

Tabulka vnitřních teplot a tepelných ztrát objektu dle jednotlivých konstrukcí

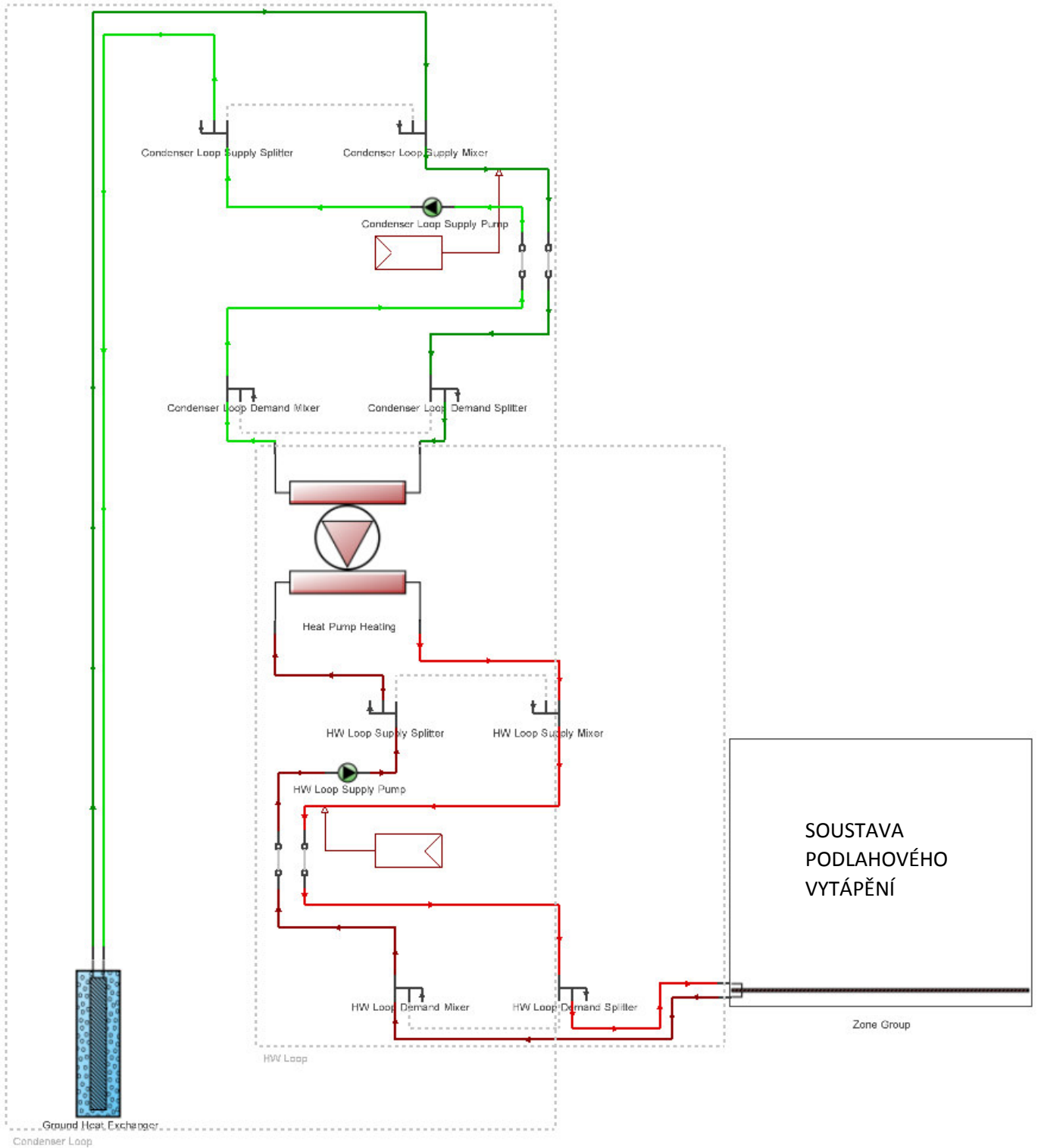
7. Koncepční řešení energetických systémů

V programu DesignBuilder není možné zapojení jednotlivých systémů přesně podle potřeby projektu. Rozhodl jsem se tedy rozdělit vytvořený dynamický model do několika částí. První část se bude věnovat tepelnému čerpadlu, druhá část zapojení solárních kolektorů do systému ohřevu teplé vody a ve třetí části bude posouzeno stínění objektu.

8. Zapojení a posouzení tepelného čerpadla

V objektu bude tepelné čerpadlo země/voda sloužit primárně k vytápění, bude však zapojeno i do okruhu s ohřevem teplé vody. V programu DesignBuilder bohužel nejde (nebo jsem na to nepřišel) vytvořit schéma, které kombinuje vytápění a ohřev teplé vody tepelným čerpadlem. Vzhledem k tomu, že v mém návrhu plní tepelné čerpadlo hlavně funkci vytápění, rozhodl jsem se vytvořit zjednodušené schéma pouze pro tento účel.

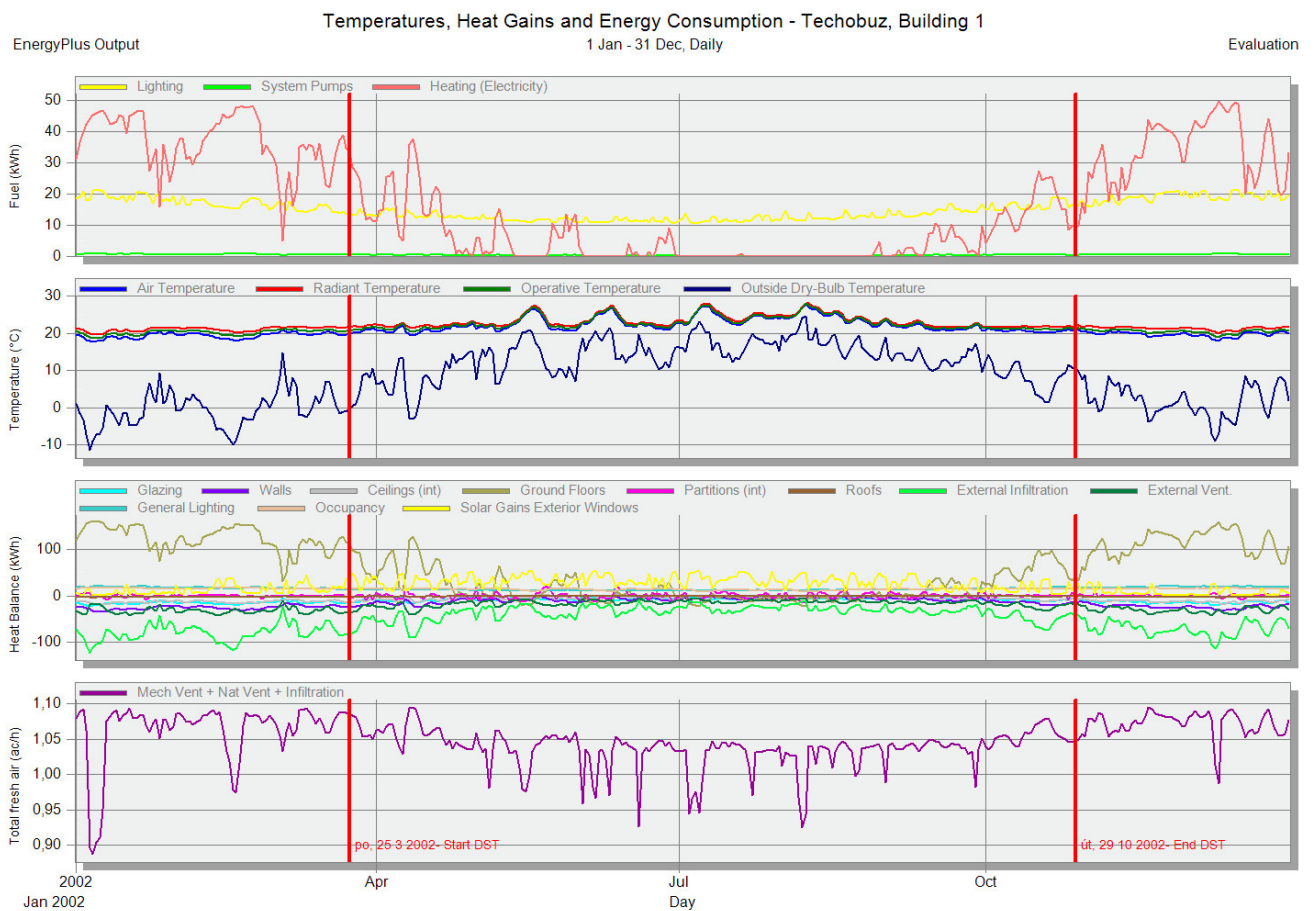
8.1. Blokové schéma zapojení tepelného čerpadla



8.2. Návrh tepelného čerpadla

Dle navrženého výkonu 16,06 kW pro vytápění jsem vybral tepelné čerpadlo o výkonu 16,2 kW a příkonu 3,7 kW. Pro tento výkon DesignBuilder doporučuje celkem čtyři zemní vrty hloubky 76 m.

8.3. Celková roční simulace



V prvním grafu se nachází spotřeba elektřiny na osvětlení (žlutě) a spotřeba elektřiny tepelného čerpadla v režimu vytápění (červeně).

Ve druhém grafu jsou hodnoty vnitřních teplot (trojbarevná křivka) a venkovní teplota suchého teploměru (samostatná modrá).

Ve třetím grafu se nachází hlavně tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi a solární zisky okny (žlutá).

Ve čtvrtém grafu je křivka přísunu čerstvého vzduchu do budovy za hodinu (h^{-1}).

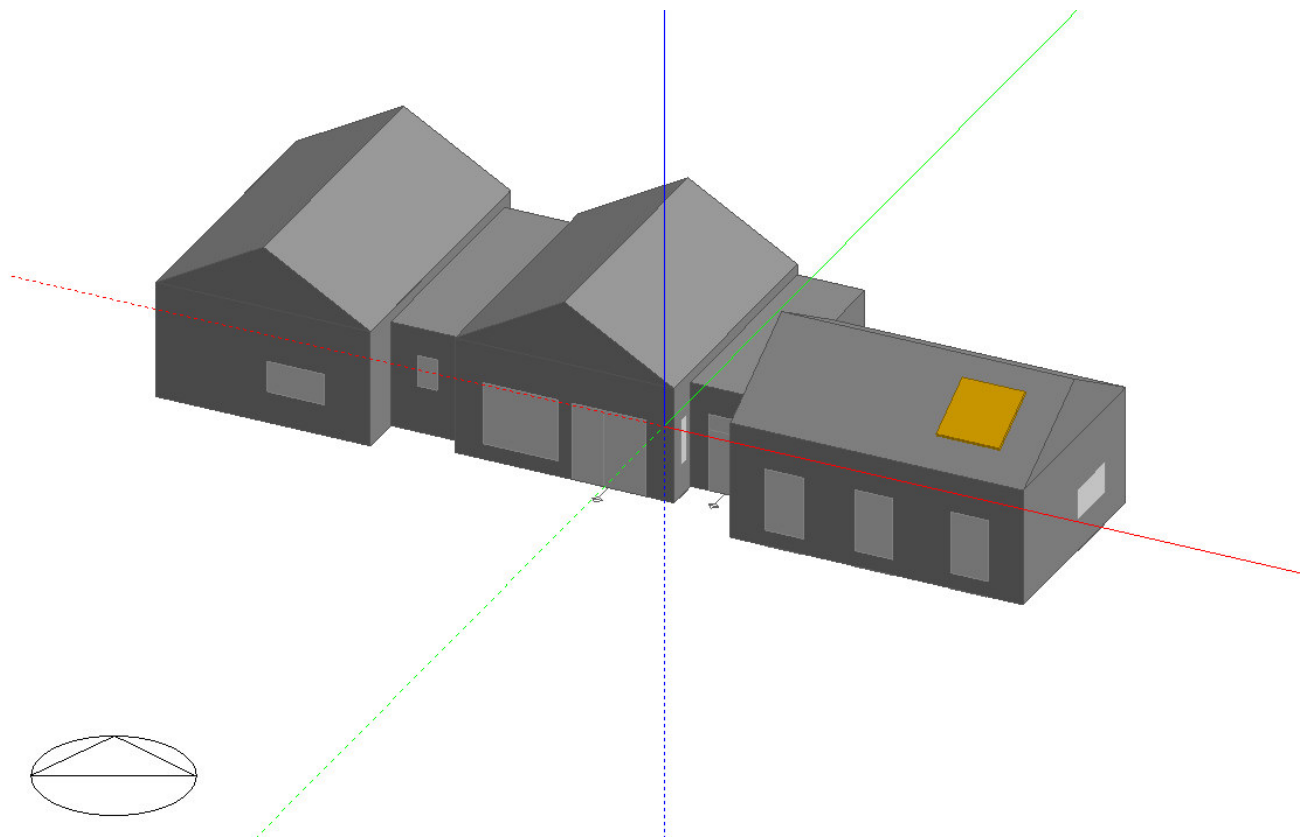
8.4. Celkové spotřeby energií

	Electricity [kWh]	Natural Gas [kWh]	Additional Fuel [kWh]	District Cooling [kWh]	District Heating [kWh]
Heating	6488.84	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	5458.41	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pumps	115.88	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Rejection	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Humidification	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Heat Recovery	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Water Systems	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Refrigeration	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Generators	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	12063.12	0.00	0.00	0.00	0.00

Po roční simulaci vyjde celková spotřeba elektřiny na vytápění 6489 kWh.

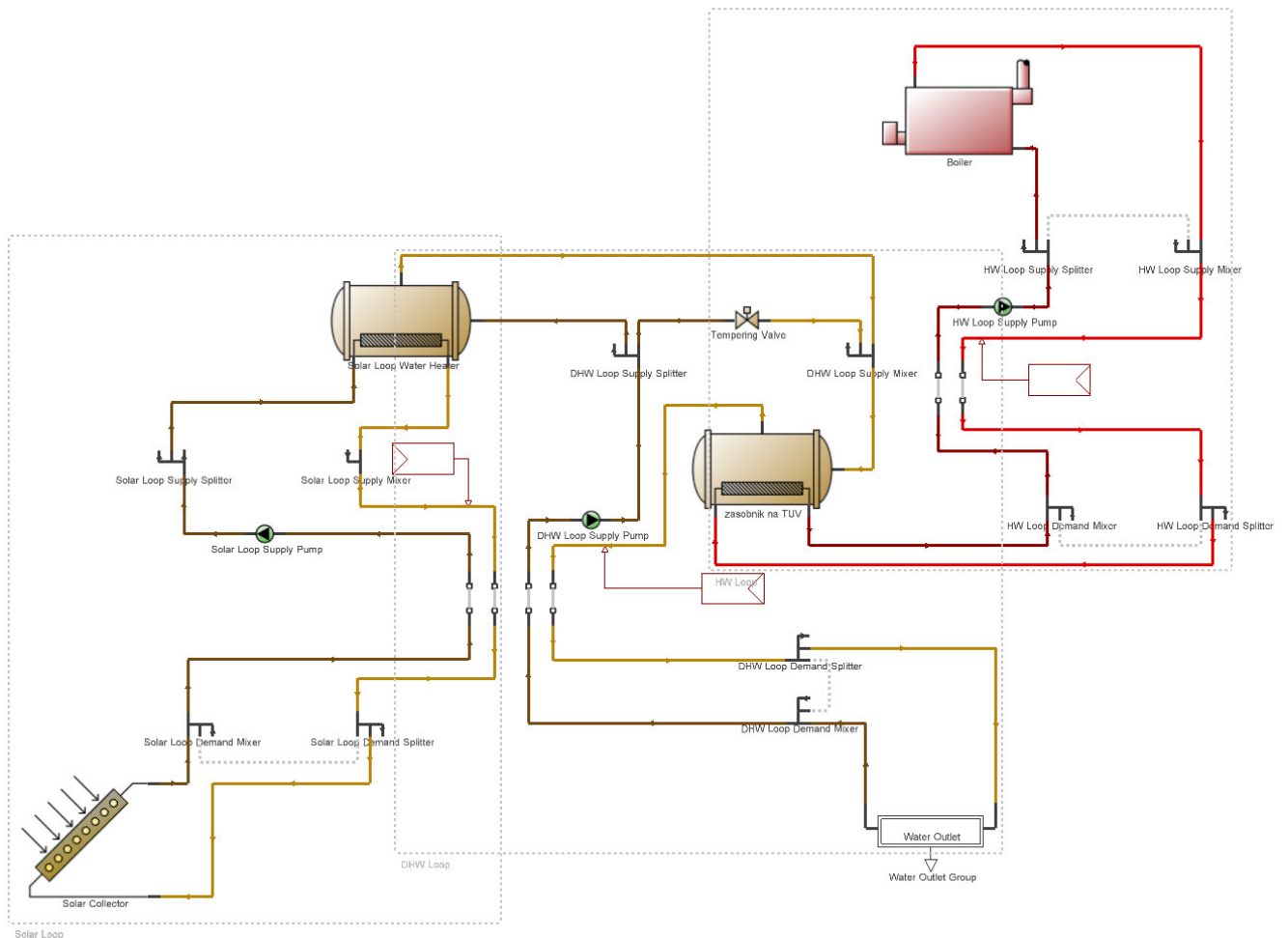
9. Návrh solárních panelů

Po zdlouhavém studování programu DesignBuilder se mi podařilo přidat do systému HVAC solární kolektory. Ty jsem pak zapojil do systému ohřevu teplé vody. Nepodařilo se mi však sestavit schéma, ve kterém budou vodu ohřívat pouze solární kolektory. Ve schématu se tedy nahází ještě dohřívací okruh s plynovým kondenzačním kotlem, což ale nijak nebrání mému záměru zjistit, kolik dané kolektory vyprodukují kWh energie za rok na vymodelovaném objektu. Na zkoušku jsem si zadal solární kolektorové pole ze dvou panelů TS 300 o rozměrech 2x2 metry. Jeden tento kolektor má podle výrobce deklarovaný výkon do 1000 kWh.



9.1. Použití fototermických kolektorů pro přípravu TV

Při použití solárních kolektorů pro ohřev teplé užitkové vody byl navržen zásobník se solárním výměníkem o velikosti 200 l (předpoklad na každý kolektor 2x1 m cca 100 l vody). Voda z tohoto zásobníku prochází přes malý 60l zásobník s výměníkem od kondenzačního kotle a putuje pak dále ke spotřebiteli.



blokové schéma zapojení solárních kolektorů pro ohřev TV

9.2. Roční simulace

Při simulaci bylo bráno v potaz natočení objektu od jihu o 25° a sklon střechy 30°.

Po proběhnutí roční simulace vyšla celková spotřeba vody za rok pro celý objekt 130 m³.

Výsledná hodnota výkonu fototermického pole dvou kolektorů TS 300 vyšla cca 517 kWh, což odpovídá výkonu 258 kWh na kolektor. Vzhledem k deklarovanému údaji výkonu kolektoru (do 1000 kWh/kolektor) od výrobce, téměř ideální orientaci a sklonu střechy mi nepřijdou nasimulované hodnoty příliš reálné a nepodařilo se mi odhalit v chybu v zadání. Ovšem měření od výrobce počítá s jinými okrajovými podmínkami (Würzburg, Německo), než jsou na řešeném území.

On-Site Thermal Sources

	Heat [kWh]	Percent Heat [%]
Water-Side Heat Recovery	0.00	0.00
Air to Air Heat Recovery for Cooling	0.00	0.00
Air to Air Heat Recovery for Heating	0.00	0.00
High-Temperature Geothermal*	0.00	0.00
Solar Water Thermal	516.45	100.00
Solar Air Thermal	0.00	0.00
Total On-Site Thermal Sources	516.45	100.00

Water Source Summary

	Water [m3]	Percent Water [%]
Rainwater Collection	0.00	0.00
Condensate Collection	0.00	0.00
Groundwater Well	0.00	0.00
Total On Site Water Sources	0.00	0.00
-	-	-
Initial Storage	0.00	0.00
Final Storage	0.00	0.00
Change in Storage	0.00	0.00
-	-	-
Water Supplied by Utility	129.93	100.00
-	-	-
Total On Site, Change in Storage, and Utility Water Sources	129.93	100.00
Total Water End Uses	129.93	100.00

9.3. Porovnání natočení objektu na J s odchylkou 25° a na přesný J

V porovnání hodnot výkonů kolektorových polí při jednotlivých natočení objektu, vyšel pouze nepatrný rozdíl 26 kWh, což odpovídá cca 5 % původního výkonu kolektorového pole.

On-Site Thermal Sources

	Heat [kWh]	Percent Heat [%]
Water-Side Heat Recovery	0.00	0.00
Air to Air Heat Recovery for Cooling	0.00	0.00
Air to Air Heat Recovery for Heating	0.00	0.00
High-Temperature Geothermal*	0.00	0.00
Solar Water Thermal	516.45	100.00
Solar Air Thermal	0.00	0.00
Total On-Site Thermal Sources	516.45	100.00

výkon FT kolektorů při natočení J+25° na Z

On-Site Thermal Sources

	Heat [kWh]	Percent Heat [%]
Water-Side Heat Recovery	0.00	0.00
Air to Air Heat Recovery for Cooling	0.00	0.00
Air to Air Heat Recovery for Heating	0.00	0.00
High-Temperature Geothermal*	0.00	0.00
Solar Water Thermal	542.69	100.00
Solar Air Thermal	0.00	0.00
Total On-Site Thermal Sources	542.69	100.00

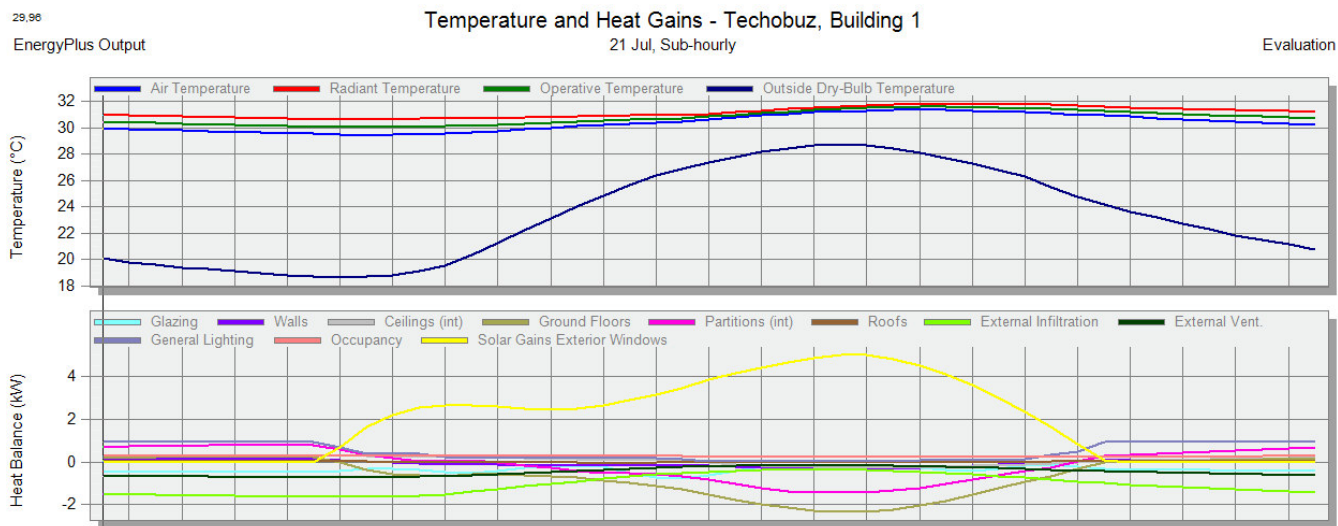
výkon FT kolektorů při natočení J

9.4. Nejasnosti výsledků při použití FT kolektorů na ohřev TV

Tuto situaci si nedokážu vysvětlit jinak, než že je někde chyba v programu DesignBuilder nebo v mnou zadaných hodnotách. Což se při komplikovanosti tohoto programu může snadno stát. Jednou z dalších možností je, že po stránce TZB schémat není program stále moc uživatelsky přívětivý ani odladěný.

10. Návrh a posouzení stínění

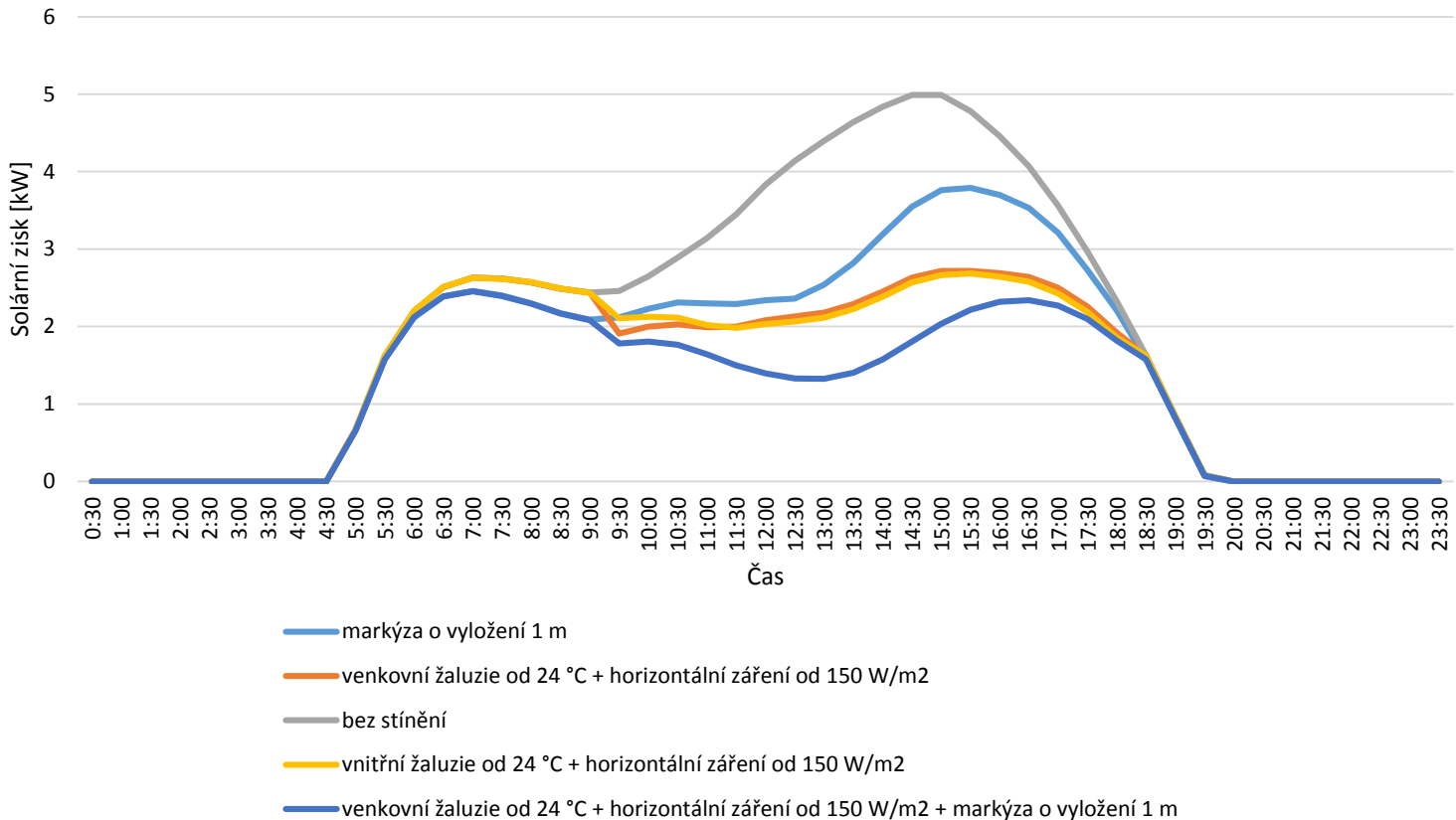
Vzhledem k tomu, že je většina obytných místností orientována na jih, tak jsem se zabýval i simulacemi stínění v letních dnech. Jako typický letní den jsem vybral 21. července. Vybral jsem tři varianty stínění, které by mohly mít na tomto objektu největší přínos.



V prvním grafu je vidět průběh vnitřních teplot (horní tři křivky) a venkovní teplota suchého teploměru (samostatná modrá).

Ve druhém grafu je vidět hodinová simulace solárních zisků (žlutá křivka) a tepelné ztráty jednotlivými konstrukcemi.

Varianty stínění pro 21. červenec



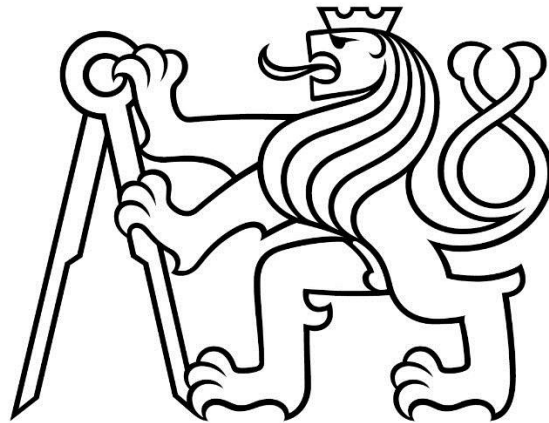
10.1. Vyhodnocení stínění

Z analýzy stínění vyplývá, že pro snížení tepelných zisků od slunce o čtvrtinu by stačila markýza, pro poloviční úbytek solárních zisků, by bylo potřeba použít venkovní nebo vnitřní žaluzie, které by se zatahovaly při překročení 24°C nebo po nárůstu horizontálního slunečního záření na hodnotu 150W/m² (pro léto cca od 10 hodin ráno). Pro zajištění největší tepelné pohody pouze stíněním by bylo třeba osadit okna jak žaluziemi, tak i markýzou. V tomto případě by solární zisky během posuzovaného letního dne nepřesáhly 2,5 kW, což by byl v horkých letních dnech ideální stav.

11. Závěr

Bylo pro mne velkým přínosem, zkusit si nakonfigurovat kompletní budovu v programu Designbuilder. Hlavně práce s fototermickými kolektory mě posunula dál. Jako velmi perspektivní považuji využití natáčení objektu na různé světové strany, návrhy stínění a možnost optimalizace. Po několika aktualizacích programu doufám i ve vylepšení a možné zjednodušení návrhu solárních kolektorů a jejich schémat napojení do okruhů vytápění nebo TV.

České vysoké učení technické v Praze
fakulta stavební
k125 katedra technických zařízení budov



D.1.4.1

VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TV

TECHNICKÁ ZPRÁVA PROJEKTOVÉ
DOKUMENTACE K PROVEDENÍ STAVBY

Vypracoval: Bc. Aleš Bártl

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

ZS: 2016/2017

1. Typ zdroje tepla: kotelna (na pevná, kapalná a plynná paliva), výměňiková, předávací stanice, zařízení zpětného získávání tepla, tepelné čerpadlo, akumulční zdroj tepla, apod... 6	
2. Klimatické (polohopisné) podmínky místa stavby a provozní podmínky (uvažovaná venkovní výpočtová teplota, průměrná denní venkovní teplota v otopném období, počet otopných dnů v roce, provoz – počet hodin za den, počet pracovních dní v týdnu a v roce, krajinná oblast se zřetelem na intenzitu větru, poloha budovy v krajině, průměrná vnitřní výpočtová teplota (plný provoz/útlum), typ provozu – plně automatický, ruční, provozní režim – trvalý, občasný (příležitostný), nepřerušovaný, přerušovaný apod..... 7	
3. Přehled navrhovaných a předpokládaných hodnot tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí..... 7	
4. Přehled tepelných ztrát budovy po místnostech s uvedením ztrát prostupem, větráním, celkových tepelných ztrát..... 8	
5. Přehled jednotlivých vzduchotechnických zařízení napojených na rozvody tepla s uvedením jmenovitých potřebných tepelných příkonů (tepelného příkonu předehříváče, ohříváče, případně ohříváče vody)..... 8	
6. Výpočet potřebného tepelného příkonu pro ohřev teplé vody na základě bilance předané specialistou zdravotní techniky 9	
6.1. Návrh potrubí mezi TČ a bivalentním zásobníkem:..... 9	
7. Stanovení potřebného tepelného výkonu zdroje tepla 9	
8. Stanovení a přehled roční potřeby tepla pro vytápění, vzduchotechniku a přípravu teplé vody, celková roční potřeba tepla v MWh/rok, případně GJ/rok 10	
8.1. Roční spotřeba tepla pro vytápění a ohřev TV 10	
8.2. Roční spotřeba tepla pro vzduchotechniku 11	
8.3. Celková roční spotřeba na vytápění, ohřev TV a vzduchu 11	
9. Výpočet hodnoty přípojného výkonu zdroje tepla, vycházející z hodnot potřebného tepelného příkonu pro vytápění, vzduchotechniku a ohřev teplé vody..... 12	
9.1. Výkon potřebný pro okruh vytápění: 12	
10. Popis přípojky primární teplotonosné látky, nominální parametry, sjednané množství odběru (tepelný příkon a roční odběr)..... 12	
11. Popis výměňikové/předávací stanice tepla, umístění, parametry primární a sekundární strany, zabezpečovací a regulační systém 12	
12. Umístění zdroje tepla, požadavky na dispoziční a stavební řešení..... 13	
13. Výpočet větrání kotelny, řešení přívodu a odvodu vzduchu, stavební a technické řešení 14	
14. Výpočet průřezu kouřovodů a komínů..... 14	
15. Řešení požární bezpečnosti kotelny 14	

16.	Popis uvažovaného otopného systému (vodní, parní, nemrznoucí kapalina, apod.), nominální teplotní spád, typ okruhů rozvodu tepla (jednotrubkové, dvoutrubkové)	14
17.	Rozdělení otopného systému na jednotlivé okruhy, jejich tepelný výkon, průtok	15
17.1.	Okruh vytápění.....	15
17.2.	Okruh pro ohřev VZT.....	15
17.3.	Okruh solárního ohřevu TV	15
17.4.	Okruh TV od TČ k bivalentnímu zásobníku	15
18.	Tlaková ztráta, způsob regulace (kvantitativní/kvalitativní), parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů, vyvážení soustavy tepla	16
18.1.	Tlakové ztráty solární soustavy a návrh solární stanice.....	16
18.1.1.	Tlakové ztráty v poli kolektorů	16
18.1.2.	Tlakové ztráty v potrubí solárního okruhu	16
18.1.3.	Tlaková ztráta solárního výměníku tepla v zásobníku logalux.....	16
18.1.4.	Návrh solární stanice	16
18.2.	Tlaková ztráta okruhu VZT	17
18.3.	Tlaková ztráta okruhu TV z tepelného čerpadla	17
19.	Popis páteřních a podružných rozvodů, vedení, umístění	18
20.	Regulace soustavy	18
20.1.	Regulace vytápění	18
20.2.	Regulace VZT	19
21.	Způsob regulace přípravy teplé vody	19
21.1.	Regulace solárních kolektorů pro ohřev TV	19
22.	Zabezpečení a doplňování otopné soustavy vodou, úprava doplňovací vody	19
23.	Tlakové poměry při vychladlé soustavě (plnicí tlak, provozní tlak, maximální tlak, otevírací tlak pojistného ventilu)	20
23.1.	Návrh expanzní nádoby pro okruh s vodou	20
23.1.1.	Návrh velikosti expanzní nádoby:	20
23.1.2.	Plnicí přetlak soustavy:.....	20
23.1.3.	Konečný tlak soustavy:	20
23.1.4.	Minimální vnitřní průměr expanzního potrubí:	21
23.2.	Návrh expanzní nádoby pro okruh se solární kapalinou (45 % propylenglykol, 55 % voda) 21	
23.2.1.	Objem náplně zařízení:.....	21
23.2.2.	Předtlak expanzní nádoby:.....	21

23.2.3.	Plnicí tlak:	21
23.2.4.	Konečný tlak:	21
23.2.5.	Návrh velikosti expanzní nádoby:	22
23.2.6.	Minimální vnitřní průměr expanzního potrubí:	22
24.	Výpočet pojistného ventilu	22
24.1.	Návrh pojistného ventilu pro okruh s vodou	22
24.1.1.	Návrh pojistného potrubí:	23
24.2.	Návrh pojistného ventilu pro okruh se solární kapalinou (45 % propylen glykol, 55 % voda) 23	
24.2.1.	Návrh pojistného potrubí:	23
25.	Popis způsobu vytápění jednotlivých typů prostorů a provozů	24
26.	Popis otopných ploch, umístění, způsob připojení na tepelnou soustavu, regulace teploty v prostoru	25
27.	Popis připojení vzduchotechnických zařízení na otopnou soustavu, způsob regulace teploty, nominální tepelné výkony, průtoky, tlakové ztráty výměníků	26
28.	Parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů	26
29.	Popis způsobu přípravy teplé vody, připojení na otopnou soustavu, tepelný výkon ...	26
30.	Potrubí, nátěry, izolace, zavěšení, uložení, kompenzace	26
30.1.	Potrubí solárních kolektorů	26
30.2.	Potrubí k dohříváči VZT	26
30.3.	Potrubí od TČ k bivalentnímu zásobníku	27
30.4.	Potrubí k rozdělovačům	27
30.5.	Obecné řešení uložení a kompenzací pro všechna navržená potrubí	27
31.	Výpis materiálů potrubí jednotlivých částí soustavy a jejich tepelných izolací	27
32.	Topná zkouška otopné soustavy	27
33.	Zaregulování otopné soustavy	28
34.	Požadavky na ostatní profese	29
34.1.	Stavební profese	29
34.2.	Elektroinstalace	29
34.3.	Měření a regulace	29
34.4.	Zdravotní technika	29
35.	Specifikace materiálů a komponent	29
35.1.	Výpis komponent Technické místnosti 1	29
35.2.	Výpis komponent Technické místnosti 2	29

35.3.	Výpis komponent na střeše	30
35.4.	Potrubí a tepelné izolace	30
35.5.	Koncové elementy	30
35.6.	Armatury.....	31
35.7.	Ostatní komponenty systému vytápění	31
36.	Zdroje	32
36.1.	Normy	32
36.2.	Vyhlášky	32
36.3.	Bibliografické zdroje	32
36.4.	Internetové zdroje	32

1. Typ zdroje tepla: kotelna (na pevná, kapalná a plynná paliva), výměňková, předávací stanice, zařízení zpětného získávání tepla, tepelné čerpadlo, akumulční zdroj tepla, apod.

Primárním zdrojem tepla je tepelné čerpadlo země-voda PZP Terrastar HP3BW11E, $Q_{\max} = 11,1$ kW. TČ je vybaveno pojistným elektromotorem. Primární okruh TČ je tvořen hlubinným vrtem, který bude nadimenzován přímo výrobcem tepelného čerpadla. Sekundární okruhy jsou dva, jeden pro systém vytápění a druhý pro ohřev TV, oba okruhy jsou propojeny jedinou zpátečkou, která ústí do tepelného čerpadla. Okruh pro systém vytápění má teplotní spád 38/29 °C a obsahuje 200l akumulční nádobu zapojenou jako hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků (HVDT). Z této akumulční nádoby pak vede potrubí ke dvěma rozdělovačům pro podlahové vytápění a k teplovodnímu dohříváči TPO 200 EC – THV, umístěným za rekuperační VZT jednotkou. Okruh pro ohřev TV má teplotní spád 55/45 °C a končí výměníkem v bivalentním zásobníku pro TV. Tento zásobník má objem 445 l, nachází se v něm elektrická topná tyč (4,5 kW) pro případ odstavení tepelného čerpadla. Kromě výměníku od TČ se uvnitř nachází výměník solární soustavy. Solární soustava se skládá ze čtyř solárních kolektorů Logasol SNK4.0, potrubí a solární sestavy Logasol KS0105. Maximální instalovaný výkon solární soustavy je 6,7 kW. V objektu se nachází VZT jednotka s rekuperací tepla Zehnder ComfoAir 550 R Luxe o maximálním výkonu 550 m³/h.

- 2. Klimatické (polohopisné) podmínky místa stavby a provozní podmínky (uvažovaná venkovní výpočtová teplota, průměrná denní venkovní teplota v otopném období, počet otopných dnů v roce, provoz – počet hodin za den, počet pracovních dní v týdnu a v roce, krajinná oblast se zřetelem na intenzitu větru, poloha budovy v krajině, průměrná vnitřní výpočtová teplota (plný provoz/útlum), typ provozu – plně automatický, ruční, provozní režim – trvalý, občasný (příležitostný), nepřerušovaný, přerušovaný apod.**

Lokalita	Pelhřimov
Nadmořská výška	588 m
Klimatická oblast	3
Výpočtová venkovní teplota	-16 °C
Roční průměrná teplota	5,1 °C
Průměrná teplota v topném období	3,7 °C
Počet otopných dnů v roce	261
Provoz v budově	24/7/365
Krajinná oblast se zřetelem na max. intenzitu větru	27,5 m/s
Poloha budovy v krajině	norm. krajina, nechráněná
Průměrná vnitřní výpočtová teplota na plný provoz	19,2 °C
Charakteristický parametr budovy B	6 Pa ^{0.67}
Typ provozu	poloautomatický
Provozní režim	trvalý/nepřerušovaný

3. Přehled navrhovaných a předpokládaných hodnot tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí

Obvodové stěny	U=0,201 W/(m ² K)
Podlahy	U=0,206 W/(m ² K)
Stropní konstrukce	U=0,158 W/(m ² K)
Výplně otvorů	U=0,800 W/(m ² K)

4. Přehled tepelných ztrát budovy po místnostech s uvedením ztrát prostupem, větráním, celkových tepelných ztrát

ČÍSLO MÍST.	ÚČEL MÍST.	TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM [W]	TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM [W]	CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA [W]
1.00	PŘEDSÍŇ	-78	46	0
1.01	OBÝVACÍ POKOJ S KUCHYNÍ	1073	240	1313
1.02	PRACOVNA	274	64	338
1.03	POKOJ 1	727	88	815
1.04	POKOJ 2	342	70	412
1.05	POKOJ 3	867	132	999
1.06	POKOJ 4	529	67	596
1.07	POKOJ 5	352	72	424
1.08	POKOJ 6	1002	137	1139
1.09	WC 1	-9	25	16
1.10	KOUPELNA 1	456	44	500
1.11	WC 2	29	35	64
1.12	KOUPELNA 2	517	50	567
1.13	CHODBA 1	-238	22	0
1.14	CHODBA 2	-29	74	45
1.15	TECHNICKÁ MÍSTNOST 1	87	41	128
1.16	TECHNICKÁ MÍSTNOST 2	121	42	163
CELKEM		6022	1249	7519

5. Přehled jednotlivých vzduchotechnických zařízení napojených na rozvody tepla s uvedením jmenovitých potřebných tepelných příkonů (tepelného příkonu přehříváče, ohříváče, případně ohříváče vody)

V objektu je navržena vzduchotechnická rekuperační jednotka *Zehnder ComfoAir 550 R Luxe*, na kterou je napojen externí teplovodní dohříváč *TPO 200 EC – THV* o potřebném výkonu 420 W. Potrubí k ohříváči je navrženo z mědi v dimenzi 12x1, potřebný průtok pro dosažení 420 W je 38 kg/h. Měděné potrubí bude vedeno v podhledu pod stropem a bude zaizolováno min. tloušťkou izolace 22 mm ($\lambda=0,04$ W/m.K), vypočteno dle vyhlášky č. 193/2007.

6. Výpočet potřebného tepelného příkonu pro ohřev teplé vody na základě bilance předané specialistou zdravotní techniky

Ohřev teplé vody bude probíhat v bivalentním zásobníku TV. V zásobníku se nachází výměníky z tepelného čerpadla a ze solárního okruhu. Max. výkon z tepelného čerpadla je 9,9 kW pro teplotu vody 55°C. COP tepelného čerpadla je při tomto výkonu a teplotě vody 55°C 2,1.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$$

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta t}$$

$$m = \frac{9900}{1,163 \cdot (55 - 45)}$$

$$m = 851,25 \text{ kg/h}$$

6.1. Návrh potrubí mezi TČ a bivalentním zásobníkem:

$$m = 0,851 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$w = 0,3 \text{ m/s}$$

$$S = \frac{m}{w} = \frac{0,851}{0,3 \cdot 3600} = 0,00078796 \text{ m}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 31,67 \text{ mm}$$

Navržená dimenze potrubí: Cu 35x1,5.

7. Stanovení potřebného tepelného výkonu zdroje tepla

Spočítaný výkon pro podlahové vytápění je 9,04 kW, pro otopná tělesa 0,81 kW a pro dohřev vzduchu z VZT jednotky je spočítaný výkon 0,42 kW. Celkový potřebný výkon pro otopnou soustavu je tedy 10,27 kW. Je navrženo tepelné čerpadlo o maximálním výkonu 11,1 kW (výkon pro teplotu otopné vody 35°C, COP=4,4), v navrženém otopném systému je však teplota 38°C, což snižuje maximální výkon TČ na 10,9 kW (COP=4,1). Vzhledem k tomu, že tepelné čerpadlo může pracovat pouze v okruhu vytápění nebo v okruhu ohřevu TV, připadá tedy pro ohřev TV na teplotu 55 °C výkon 9,9 kW (COP=2,6).

8. Stanovení a přehled roční potřeby tepla pro vytápění, vzduchotechniku a přípravu teplé vody, celková roční potřeba tepla v MWh/rok, případně GJ/rok

8.1. Roční spotřeba tepla pro vytápění a ohřev TV

Lokalita		<input type="radio"/> $t_{em} = 12\text{ °C}$ <input checked="" type="radio"/> $t_{em} = 13\text{ °C}$ <input type="radio"/> $t_{em} = 15\text{ °C}$	
Město	Pelhřimov	Délka topného období	$d = 261$ [dny]
Venkovní výpočtová teplota t_e	-15 °C	Prům. teplota během otopného období	$t_{es} = 3.7\text{ °C}$

<input checked="" type="checkbox"/> Vytápění Tepelná ztráta objektu $Q_C = 7,519$ kW Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{is} = 19,2\text{ °C}$ Vytápěcí denostupně $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 4046$ K.dny Opravné součinitele a účinnosti systému $e_i = 0.8$ $\eta_o = 0.98$ $e_t = 0.90$ $\eta_r = 0.98$ $e_d = 1.00$ Opravný součinitel ε <input checked="" type="radio"/> $\varepsilon = e_i \cdot e_t \cdot e_d = 0.72$ <input type="radio"/> $\varepsilon = 0.765$ $Q_{WYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_C \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$ $Q_{WYT,r} = \langle \begin{matrix} 57.6 \text{ GJ/rok} \\ 16 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \rangle$	<input checked="" type="checkbox"/> Ohřev teplé vody $t_1 = 10\text{ °C}$ $\rho = 1000$ kg/m ³ $t_2 = 55\text{ °C}$ $c = 4186$ J/kgK $V_{2p} = 0.3$ m ³ /den Koeficient energetických ztrát systému $z = 0.3$ Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{\rho \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 20.4$ kWh Teplota studené vody v létě $t_{svl} = 15\text{ °C}$ Teplota studené vody v zimě $t_{svz} = 5\text{ °C}$ Počet pracovních dní soustavy v roce $N = 365$ [dny] $Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$ $Q_{TUV,r} = \langle \begin{matrix} 24.1 \text{ GJ/rok} \\ 6.7 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \rangle$
--	--

Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody

81.7 GJ/rok
 $Q_r = Q_{WYT,r} + Q_{TUV,r} = \langle \begin{matrix} 81.7 \text{ GJ/rok} \\ 22.7 \text{ MWh/rok} \end{matrix} \rangle$

8.2. Roční spotřeba tepla pro vzduchotechniku

Teplovodní ohřívač TPO 200 EC – THV

Navržený výkon ohřívače	420 W
Celkový průtok přívodního vzduchu	364 m ³ /h = 0,1011 m ³ /s
Celkový průtok odvodního vzduchu	364 m ³ /h = 0,1011 m ³ /s
Účinnost rekuperace	95 %

$$Q_{VZT,r} = V \cdot \rho \cdot c \cdot z \cdot D_{v\check{e}tr}$$

$$D_{v\check{e}tr} = Z \cdot (t_i - t_{es})$$

$$D_{v\check{e}tr} = 216 \cdot (20 - 3,7) = 4254,3 \text{ den} \cdot K$$

$$Q_{VZT,r} = 0,1011 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot 24 \cdot 4254,3 = 12\,512\,407 \text{ Wh/rok}$$

$$Q_{VZT,r} = 15,52 \text{ MWh/rok (bez ZT)}$$

$$Q_{VZT,r} = 0,625 \text{ MWh/rok (s ZT)}$$

$$Q_{VZT,r} = 2,25 \text{ GJ/rok (s ZT)}$$

V – průtok větracího vzduchu (m³/s)

ρ – hustota vzduchu (kg/m³)

c – měrná tepelná kapacita vzduchu (1010 J/kg*K)

z – počet provozních hodin chodu větrání za den – trvalé větrání 24/den (h/den)

Z – počet dnů v otopném období (216 dnů)

$D_{v\check{e}tr}$ – počet denostupňů pro větrání

t_i – teplota vzduchu v místnosti (20 °C)

t_{es} – průměrná teplota během otopného období (3,7 °C)

8.3. Celková roční spotřeba na vytápění, ohřev TV a vzduchu

$$Q_r = Q_{VUT,r} + Q_{TV,r} + Q_{VZT,r}$$

$$Q_r = 16 + 6,7 + 0,625 = 23,325 \text{ MWh/rok}$$

$$Q_r = 57,6 + 24,1 + 2,25 = 83,95 \text{ MWh/rok}$$

9. Výpočet hodnoty přípojného výkonu zdroje tepla, vycházející z hodnot potřebného tepelného příkonu pro vytápění, vzduchotechniku a ohřev teplé vody.

Tepelné čerpadlo vždy zapojeno buď pro ohřev TV nebo pro okruh vytápění.

9.1. Výkon potřebný pro okruh vytápění:

$$Q_C = Q_{UT} + Q_{VZT}$$
$$Q_C = 9,85 + 0,42 = 10,27 \text{ kW}$$

Návrh tepelného čerpadla PZP Terrastar o výkonu 11,1 kW.

Maximální výkon tepelného čerpadla pro ohřev TV na 55 °C je 9,9 kW při COP 2,1.

Výpočet rychlosti ohřevu (τ) zásobníku na 55°C při výchozí teplotě vody v zásobníku 10 °C:

$$q = \frac{Q}{3,6 \cdot c \cdot \Delta t}$$
$$q = \frac{9,9}{3,6 \cdot 1,163 \cdot 45} = 0,0525 \text{ l/s}$$
$$\tau = \frac{V}{q} = \frac{445}{0,0525} = 8\,476 \text{ s} = 141 \text{ minut}$$

Vzhledem se skutečnosti, že bude tento bivaletní zásobník TV nahříván i výměníkem ze solárních kolektorů, je tento výkon dostačující.

10. Popis přípojky primární teplotonosné látky, nominální parametry, sjednané množství odběru (tepelný příkon a roční odběr)

Objekt není připojen na primární teplotonosnou látku.

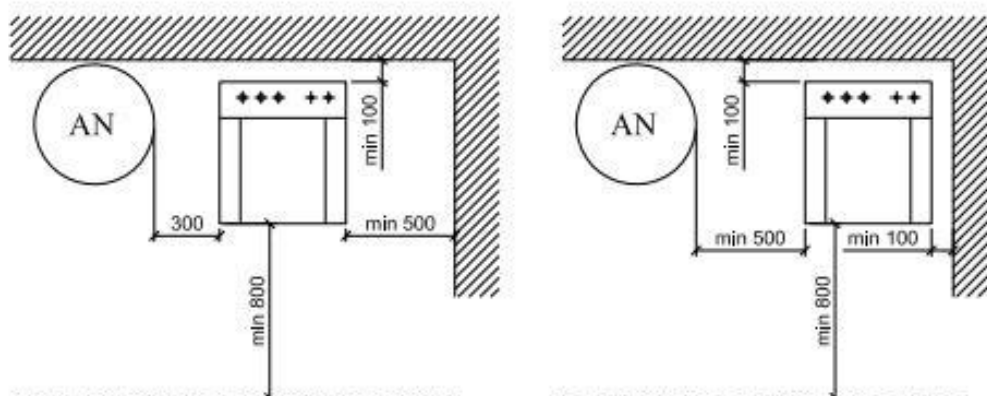
11. Popis výměňkové/předávací stanice tepla, umístění, parametry primární a sekundární strany, zabezpečovací a regulační systém

V řešeném objektu se nenachází výměňková předávací stanice.

12. Umístění zdroje tepla, požadavky na dispoziční a stavební řešení

Tepelné čerpadlo musí být umístěno ve vhodném vnitřním prostoru, kde okolní teplota neklesá pod 5 °C. Musí být zajištěn přístup pro montáž a propojení s primárním okruhem tepelného čerpadla, s akumulací nádrží a otopnou soustavou. Tepelné čerpadlo je třeba instalovat tak, aby byl zachován prostor před čelní stěnou tepelného čerpadla min. 800 mm a prostor alespoň před jednou odnímatelnou bočnicí min. 500 mm. Mezi zadní stěnou vnitřní jednotky tepelného čerpadla a stěnou místnosti musí být minimální odstup 100 mm. Umístění vnitřní jednotky je patrné z obrázku č. 3. V obvodové stěně musí být připraveny stavební prostupy pro průchod potrubí primárního okruhu. Do stavebního prostupu je vždy vložena ochranná průchodka (např. trubka z PVC). Průchodka se po montáži propojovacích vedení utěsí, např. polyuretanovou pěnou. Rozměry stavebních prostupů se volí s ohledem na dimenzi potrubí a tloušťku tepelné izolace. Rozvody primárního okruhu mohou být vedeny v instalačních kanálech, ve žlabech nebo na konzolách. Případné spoje potrubí nesmí být uloženy ve stavebních konstrukcích „pod omítku“ nebo „do betonu“. Rozvody primárního okruhu musí být ve vnitřních prostorách tepelně izolovány vhodnou izolací, aby na potrubí nedocházelo ke srážení vzdušné vlhkosti.

obr. č.03 Umístění vnitřní jednotky tepelného čerpadla



13. Výpočet větrání kotelny, řešení přívodu a odvodu vzduchu, stavební a technické řešení

Přívod vzduchu do technických místností je řešen mřížkou ve dveřích. Vypočtený objem vzduchu pro odvod, je kvůli zachování rovnotlakého větrání budovy 19,6 m³/h.

$$S = \frac{m}{w \cdot 3600} = \frac{19,6}{0,3 \cdot 3600} = 0,0181 \text{ m}^2$$

Je navržena mřížka o rozměrech 452x90 mm ($A_{ef} = 0,02 \text{ m}^2$). Rychlost proudění vzduchu mřížkou bude $w=0,27 \text{ m/s}$. Odvod vzduchu zajištěn odvodním talířovým ventilem VZT potrubí umístěného v podhledu místnosti.

14. Výpočet průřezu kouřovodů a komínů

V objektu se nenachází komín.

15. Řešení požární bezpečnosti kotelny

Jako zdroj tepla pro vytápění a ohřev vody musí být vytápěcí systém zabezpečen v souladu s ČSN 06 0830. V dalších případech po dohodě s výrobcem. Tepelné čerpadlo musí být umístěno v prostředí, kde je minimální teplota vzduchu +5 °C a maximální teplota vzduchu +35 °C. Tepelné čerpadlo nesmí být umístěno a provozováno v prostředí s nebezpečím výbuchu hořlavých plynů a par BE3N2 dle ČSN 33 2000-1 ed.2. Tepelné čerpadlo musí být odstaveno z provozu vypnutím hlavního přívodu elektrického napájení před započítáním prací, které mohou mít za následek změnu prostředí (např. lepení, lakování, apod.) v místnosti, kde je tepelné čerpadlo instalováno.

16. Popis uvažovaného otopného systému (vodní, parní, nemrznoucí kapalina, apod.), nominální teplotní spád, typ okruhů rozvodu tepla (jednotrubkové, dvoutrubkové)

Jedná se o teplovodní otopný systém. Kvůli tepelnému čerpadlu, jako zdroji primární energie pro vytápění, je zvolen nízký teplotní spád 38/29 °C. Tento teplotní spád je rovněž ideální pro podlahové vytápění, které je nainstalováno ve všech vytápěných místnostech. V koupelnách jsou pak navíc přidány dva otopné žebříky. Otopné žebříky i jednotlivé podlahové smyčky jsou k rozdělovačům připojeny dvoutrubkově. Okruh pro TV má teplotní spád 55/45 °C a končí výměníkem v bivalentním zásobníku pro TV. Do tohoto zásobníku vede rovněž potrubí ze solární soustavy, které je naplněno směsí vody a propylen-glykolu (55 % voda, 45 % propylen-glykol).

17. Rozdělení otopného systému na jednotlivé okruhy, jejich tepelný výkon, průtok

17.1. Okruh vytápění

Okruh vytápění má celkový výkon 9,85 kW s hmotnostním průtokem 1040 kg/h. Je rozdělen do dvou rozdělovačů. Rozdělovač R1 má výkon 5,57 kW, při celkovém průtoku 560 kg/h. Je do něj napojeno celkem 9 topných okruhů. Rozdělovač R2 má výkon 4,28 kW, při celkovém průtoku 480 kg/h. Je do něj napojeno celkem 7 topných okruhů. Teplotní spád obou okruhů je navržen 38/29 °C.

17.2. Okruh pro ohřev VZT

Okruh ohřevu VZT má celkový výkon 0,42 kW a hmotnostní průtok 38 kg/h při teplotním spádu 38/29 °C.

17.3. Okruh solárního ohřevu TV

$$Q_p = A_a \cdot [n_0 \cdot G - a_1 \cdot (t_m - t_e) - a_2 \cdot (t_m - t_e)^2]$$

$$Q_p = 8,72 \cdot [0,77 \cdot 1000 - 3,216 \cdot (50 - 20) - 0,015 \cdot (50 - 20)^2] = 5756 \text{ W}$$

$$Q_p = 5,756 \text{ kW}$$

Průtok soustavou solárních kolektorů je 200 l/h.

A_a – absorpční plocha všech kolektorů (m^2)

n_0 – optická účinnost kolektoru (%)

G – maximální hladina slunečního záření (W/m^2)

a_1 – lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru ($W/(m^2 \cdot K)$)

a_2 – kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru ($W/(m^2 \cdot K^2)$)

t_m – střední teplota teplotnosné látky (°C)

t_e – okolní teplota (°C)

17.4. Okruh TV od TČ k bivalentnímu zásobníku

Výkon okruhu pro vytápění TV z tepelného čerpadla je 9,9 kW, při teplotním spádu 55/45 °C a objemovém průtoku 851,24 kg/h.

18. Tlaková ztráta, způsob regulace (kvantitativní/kvalitativní), parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů, vyvážení soustavy tepla

Tlakové ztráty okruhu vytápění jsou uvedeny v hydraulickém výpočtu systému (PROTECH), nastavení regulačních prvků je uvedeno ve výkrese schéma zapojení a schéma horizontálního rozvodu vytápění.

18.1. Tlakové ztráty solární soustavy a návrh solární stanice

V solární soustavě jsou navrženy 4 kolektory Buderus Logasol SNK4.0, umístěné v jedné řadě.

18.1.1. Tlakové ztráty v poli kolektorů

Dle tabulky od výrobce je při celkovém počtu čtyř kolektorů a objemovém průtoku 50 l/h/kolektor celková tlaková ztráta $p_k=650 \text{ Pa}$.

18.1.2. Tlakové ztráty v potrubí solárního okruhu

Pro potrubí Cu 15x1 a rychlosti proudění $w=0,42 \text{ m/s}$ připadá tlaková ztráta 341 Pa/m . Celková délka potrubí solárního okruhu je $47,2 \text{ m}$.

$$p_p = 341 \cdot 47,2 = 16095 \text{ Pa}$$

18.1.3. Tlaková ztráta solárního výměníku tepla v zásobníku logalux

Výrobce deklarovaná tlaková ztráta výměníku je $p_v=1000 \text{ Pa}$.

18.1.4. Návrh solární stanice

Celková tlaková ztráta soustavy je:

$$p_c = p_k + p_p + p_v = 650 + 16095 + 1000 = 17,745 \text{ kPa}$$

Dle návrhového grafu od výrobce odpovídá tlakové ztrátě 17,745 kPa a průtoku 200 l/h solární stanice LOGASOL KS0105. Solární stanice obsahuje regulační/uzavírací ventil, čerpadlo Grundfos Solar 15-80, zpětnou klapku, uzavírací ventil s teploměrem (přívod i zpátečka), pojistný ventil, manometr, připojení pro expanzní nádobu, plnicí/vypouštěcí ventil.

Parametry oběhového čerpadla jsou uvedeny ve složce s podklady od výrobce.

18.2. Tlaková ztráta okruhu VZT

Parametry okruhu VZT:

Dimenze potrubí	<i>Cu 12x1</i>
Výkon	<i>Q=420 W</i>
Hmotnostní průtok	<i>m=38 kg/h</i>
Teplotní spád	<i>t_s=38/29 °C</i>
Rychlost proudění otopné vody v potrubí	<i>w=0,134 m/s</i>
Délka potrubí	<i>l=28 m</i>
Celkový počet kolen ($\xi=2$)	<i>K=20 ks</i>
Celkový počet T kusů ($\xi=3$)	<i>T=2 ks</i>
Tlaková ztráta potrubí Cu 12x1, při rychlosti průtoku 38 kg/h	<i>R=31,7 Pa/m</i>
Tlaková ztráta dohříváče TPO 200 EC - THV	<i>p_{zv}=200 Pa</i>

$$p_{zt} = l \cdot R = 28 \cdot 31,7 = 888 \text{ Pa}$$

$$p_{zm} = \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho = (20 \cdot 2 + 2 \cdot 3) \cdot \frac{0,134^2}{2} \cdot 1000 = 413 \text{ Pa}$$

$$p_{VZT} = p_{zt} + p_{zm} + p_{zv} = 888 + 413 + 200 = 1501 \text{ Pa}$$

Návrh oběhového čerpadla Grundfos ALPHA2 L 25-40 130. Parametry oběhového čerpadla jsou uvedeny ve složce s podklady od výrobce.

18.3. Tlaková ztráta okruhu TV z tepelného čerpadla

Parametry okruhu TV Z TČ:

Dimenze potrubí	<i>Cu 35x1,5</i>
Výkon	<i>Q=9900 W</i>
Hmotnostní průtok	<i>m=851 kg/h</i>
Teplotní spád	<i>t_s=55/45 °C</i>
Rychlost proudění otopné vody v potrubí	<i>w=0,294 m/s</i>
Délka potrubí	<i>l=11,6 m</i>
Celkový počet kolen ($\xi=1$)	<i>K=9 ks</i>

Celkový počet T kusů ($\xi=3$)	$T=1 \text{ ks}$
Tlaková ztráta potrubí Cu 35x1,5, při rychlosti průtoku 851 kg/h	$R=38,5 \text{ Pa/m}$
Tlaková ztráta výměníku tepla zásobníku	$p_{zv}=300 \text{ Pa}$

$$p_{zt} = l \cdot R = 11,6 \cdot 38,5 = 447 \text{ Pa}$$

$$p_{zm} = \xi \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho = (9 \cdot 1 + 1 \cdot 3) \cdot \frac{0,294^2}{2} \cdot 1000 = 519 \text{ Pa}$$

$$p_{VZT} = p_{zt} + p_{zm} + p_{zv} = 447 + 519 + 300 = 1266 \text{ Pa}$$

Oběhového čerpadlo integrované v tepelném čerpadle PZP Terrastar HP3BW11E má maximální disponibilní tlak 11 kPa při průtoku 1,9 m³/h, což vyhoví vypočteným požadavkům na průtok a tlakové ztráty.

19. Popis páteřních a podružných rozvodů, vedení, umístění

Dimenze, vedení a umístění všech rozvodů je popsáno ve výkrese teplovodního vytápění (viz. D.1.4.1. – 02).

20. Regulace soustavy

20.1. Regulace vytápění

Tepelné čerpadlo se bude spínat a vypínat podle teploty v akumulční nádobě BUDERUS LOGALUX P200/5W (200 l). Jakmile teplota v akumulční nádobě dosáhne požadovaných 38 °C, tepelné čerpadlo se automaticky vypne. Při poklesu teploty v akumulční nádobě pod 34 °C se tepelné čerpadlo zapne a znovu nahřeje vodu v nádobě na 38 °C.

Regulace teploty jednotlivých místností bude probíhat prostorovými termostaty GIACOMINI K480 napojenými na termoelektrické hlavice GIACOMINI R473, které budou namontovány na ventilech osazených na sběračích topných okruhů. Propojení termostatu a termoelektrických hlavic bude pomocí dvoužilového kabelu.

Bude zvolena referenční místnost (pracovna), ve které bude umístěn bezdrátový programovatelný prostorový termostat GIACOMINI TP-83N napojený na oběhové čerpadlo okruhu pro vytápění. Podle tohoto termostatu s teplotním čidlem se bude zapínat nebo vypínat oběhové čerpadlo. Na tomto termostatu se rovněž nastaví noční útlum otopné soustavy, který bude od 20:00 do 5:00 (plus uvažovaná setrvačnost 2,5 hodiny).

TP-83N je programovatelný termostat, který umožňuje nastavit týdenní program teplot. Programování je pomocí otočného kolečka, kde se posouvají hodiny a dny v týdnu a tlačítkem se přepíná mezi úspornou a komfortní teplotou. TP-83 dokáže během 2 dnů vysledovat setrvačnost topného systému přizpůsobit se pro nejvyšší míru komfortu ovládní. Termostat si sám vysleduje a přizpůsobí časy, kdy má začít topit, aby v nastavený čas již v pokoji byla požadovaná teplota.

20.2. Regulace VZT

V obývacím pokoji bude umístěn regulátor teploty přívodního vzduchu ze VZT potrubí. Tento regulátor bude propojen se servopohonem připojeným k trojcestnému ventilu. Na základně požadované teploty vzduchu na výstupu ze vzduchotechnického zařízení, bude směšovač ovlivňovat teplotu topné vody na přívodu do teplovodního dohříváče. V letním období bude dohříváč vypnut a venkovní vzduch bude veden přes bypass. Vedle regulátoru teploty přívodního vzduchu bude rovněž umístěn regulátor množství přívodního vzduchu Zehnder Comfocontrol Ease.

21. Způsob regulace přípravy teplé vody

21.1. Regulace solárních kolektorů pro ohřev TV

Solární systém pracuje tak, že pokud dosáhne teplota na kolektorech alespoň o 5 °C vyšší hodnotu než je právě aktuální teplota TV v zásobníku, automatika zapne oběhové čerpadlo solárního okruhu a voda v zásobníku se začne ohřívat. To se děje do okamžiku, než teplota v zásobníku dosáhne požadované teploty (55°C). Po tuto dobu je odstavené tepelné čerpadlo. Pokud se bivalentní zásobník TV nenahřeje alespoň na 40 °C do 18:00, natopí tepelné čerpadlo vodu v zásobníku na 55 °C. Pokud však teplota v zásobníku klesne pod 40 °C po době hlavního odběru (cca 23:00 – 11:00) nebude tepelné čerpadlo spínat vůbec. Cílem je co nejefektivnějšího využití energie ze solárních kolektorů. Záleží však čistě na budoucích uživateli jaké časové a teplotní intervaly budou preferovat.

22. Zabezpečení a doplňování otopné soustavy vodou, úprava doplňovací vody

Soustavy solárního i topného okruhu jsou zabezpečeny samostatnými pojistnými ventily a expanzními membránovými nádobami. Solární okruh je naplněn solární kapalinou (45 % propylenglykol, 55 % voda). V topném okruhu je napuštěna pitná voda z vodovodního řádu bez úpravy.

23. Tlakové poměry při vychladlé soustavě (plnicí tlak, provozní tlak, maximální tlak, otevírací tlak pojistného ventilu)

23.1. Návrh expanzní nádoby pro okruh s vodou

Otevírací přetlak pojistného ventilu je nastaven na 250 kPa. Expanzní přetlak v soustavě volím 270 kPa. Objem vody v soustavě je 485 litrů. Výpočtová teplota vody je uvažována 40 °C ($e=0,93$). Rozdíl mezi neutrálním bodem a nejvyšším prvkem soustavy jsou 3 m.

23.1.1. Návrh velikosti expanzní nádoby:

$$p_{ST} = h \cdot \rho \cdot g = 3 \cdot 1000 \cdot 9,81 = 29,4 \text{ kPa}$$

$$p_{0min} = 100 \text{ kPa}$$

$$V_e = \frac{V_{system}}{100} = 0,93 \cdot \frac{485}{100} = 4,51 \text{ l}$$

$$V_{WR} = r \cdot V_{system} = 0,005 \cdot 485 = 2,43 \text{ l} \Rightarrow \text{min. } 3 \text{ l}$$

$$V_{exp,min} = (V_e + V_{WR}) \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_0} = (4,51 + 3) \cdot \frac{280 + 100}{280 - 100} = 15,85 \text{ l}$$

Navržený objem expanzní nádoby je 18 l (Regulus HS018, 6 bar).

23.1.2. Plnicí přetlak soustavy:

$$p_{a,min} \geq \frac{V_{exp,min} \cdot (p_0 + 100)}{V_{exp,min} - V_{wr}} - 100 = \frac{18 \cdot (100 + 100)}{18 - 3} - 100 = 140 \text{ kPa}$$

$$p_{a,max} \leq \frac{p_e + 100}{1 + \frac{V_e \cdot (p_e + 100)}{V_{exp,min} \cdot (p_0 + 100)}} - 100 = \frac{280 + 100}{1 + \frac{4,51 \cdot (280 + 100)}{18 \cdot (100 + 100)}} - 100 = 157,44 \text{ kPa}$$

Počáteční přetlak soustavy volím 150 kPa.

23.1.3. Konečný tlak soustavy:

$$P_e = \frac{100 \cdot (V_e + V_{WR}) + 100 \cdot V_{exp}}{V_{exp} - (V_e + V_{WR})}$$

$$P_e = \frac{100 \cdot (4,51 + 3) + 100 \cdot 18}{18 - (4,51 + 3)} = 243,2 \text{ kPa}$$

23.1.4. Minimální vnitřní průměr expanzního potrubí:

$$dv = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Qp}$$

$$dv = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{11,1} = 11,99 \text{ mm}^2$$

Navržená dimenze potrubí: Cu 15x1

23.2. Návrh expanzní nádoby pro okruh se solární kapalinou (45 % propylenglykol, 55 % voda)

Solární systém se skládá ze 4 kolektorů Logasol SNK 4.0 ($V_A = 0,94 \text{ l}$), solárního výměníku uvnitř akumulární nádoby ($V_{WT} = 7,2 \text{ l}$), solární stanice Logasol KS0105 ($V_{KS} = 1 \text{ l}$), a potrubí solární soustavy ($V_R = 3,76 \text{ l}$).

23.2.1. Objem náplně zařízení:

$$V_A = V_K \cdot n_K + V_{WT} + V_{KS} + V_R$$

$$V_A = 0,94 \cdot 4 + 7,2 + 1 + 3,76 = 15,72 \text{ l}$$

23.2.2. Předtlak expanzní nádoby:

$$p_v = 10 \cdot h_{stat} + 40$$

$$p_v = 10 \cdot 5 + 40 = 90 \text{ kPa}$$

$$p_{v,min} = 120 \text{ kPa}$$

23.2.3. Plnicí tlak:

$$p_0 = p_v + 30$$

$$p_0 = 120 + 30 = 150 \text{ kPa}$$

23.2.4. Konečný tlak:

navržený pojistný ventil má otevírací tlak 6 bar

$$p_e \leq 0,9 \cdot p_{sv} \leq 0,9 \cdot 600 \leq 540 \text{ kPa}$$

Navržený konečný tlak 500 kPa.

23.2.5. Návrh velikosti expanzní nádoby:

koeficient roztažnosti solární kapaliny dle výrobce $n = 7,3 \%$

$$V_{exp,min} = (V_A \cdot n + V_K \cdot n_K) \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_0} = (15,72 \cdot 0,073 + 0,94 \cdot 4) \cdot \frac{500 + 100}{500 - 150} = 8,41 \text{ l}$$

Navržený objem expanzní nádoby je 12 l (Regulus SL012, 8 bar).

23.2.6. Minimální vnitřní průměr expanzního potrubí:

$$dv = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Qp}$$

$$dv = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{5,756} = 18,36 \text{ mm}^2$$

Navržená dimenze potrubí: Cu 22x1

24. Výpočet pojistného ventilu**24.1. Návrh pojistného ventilu pro okruh s vodou**

Maximální výkon okruhu $Q_p = 11,1 \text{ kW}$

výpočet minimálního průřezu sedla pojistného ventilu:

$$S_o = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha v \cdot \sqrt{P_{pv}}}$$

$$S_o = \frac{22,2}{0,44 \cdot \sqrt{250}} = 3,19 \text{ mm}^2$$

skutečný průřez sedla navrženého ventilu $S_o = 113 \text{ mm}^2$

minimální vnitřní průměr vstupního potrubí pojistného potrubí $d_1 = 12 \text{ mm}$

minimální vnitřní průměr výstupního potrubí pojistného potrubí $d_2 = 12 \text{ mm}$

Navržený ventil: IVAR.PV KD 15 1/2" x 3/4", 2,5 bar, $k_v = 0,444$.

24.1.1. Návrh pojistného potrubí:

$$dv = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Qp}$$

$$dv = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{11,1} = 11,99 \text{ mm}^2$$

Navržená dimenze potrubí: Cu 15x1

24.2. Návrh pojistného ventilu pro okruh se solární kapalinou (45 % propylen glykol, 55 % voda)

Maximální výkon okruhu Qp

$$Qp = 5,756 \text{ kW}$$

výpočet minimálního průřezu sedla pojistného ventilu

$$S_o = \frac{Qp}{\alpha v \cdot K}$$

$$S_o = \frac{22,2}{0,64 \cdot 2,1} = 4,99 \text{ mm}^2$$

skutečný průřez sedla navrženého ventilu $S_o = 201 \text{ mm}^2$

minimální vnitřní průměr vstupního potrubí pojistného potrubí $d_1=10 \text{ mm}$

minimální vnitřní průměr výstupního potrubí pojistného potrubí $d_2=20 \text{ mm}$

Navržený ventil: IVAR.PV KB 15 1/2" x 3/4", 6 bar, $kv=0,444$.

24.2.1. Návrh pojistného potrubí:

$$dv = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Qp}$$

$$dv = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{5,756} = 18,36 \text{ mm}^2$$

Navržená dimenze potrubí: Cu 22x1

25. Popis způsobu vytápění jednotlivých typů prostorů a provozů

ČÍSLO MÍST.	ÚČEL MÍST.	NÁVRHOVÁ TEPLOTA V MÍSTNOSTI [°C]	ZPŮSOB VYTÁPĚNÍ
1.00	PŘEDSÍŇ	15	NEVYTÁPĚNO
1.01	OBÝVACÍ POKOJ S KUCHYNÍ	20	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.02	PRACOVNA	20	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.03	POKOJ 1	20	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.04	POKOJ 2	20	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.05	POKOJ 3	20	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.06	POKOJ 4	20	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.07	POKOJ 5	20	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.08	POKOJ 6	20	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.09	WC 1	20	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.10	KOUPELNA 1	24	PDL. VYT.+TOPNÝ ŽEBŘÍK
1.11	WC 2	20	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.12	KOUPELNA 2	24	PDL. VYT.+TOPNÝ ŽEBŘÍK
1.13	CHODBA 1	15	NEVYTÁPĚNO
1.14	CHODBA 2	15	NEVYTÁPĚNO
1.15	TECHNICKÁ MÍSTNOST 1	15	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ
1.16	TECHNICKÁ MÍSTNOST 2	15	PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ

Tepelné ztráty nuceným větráním bude kompenzovat rekuperační výměník a dohřev vzduchu.

26. Popis otopných ploch, umístění, způsob připojení na tepelnou soustavu, regulace teploty v prostoru

ČÍSLO MÍST.	ÚČEL MÍST.	TYP OTOPNÉ PLOCHY	ROZTEČ PDL. SMYČKY [mm]	TEPLOTNÍ SPÁD PDL. SMYČKY/OT Ž. [°C]	DIMENZE POTRUBÍ dxt [mm]
1.00	PŘEDSÍŇ	NEVYTÁPĚNO	–	–	–
1.01	OBÝVACÍ POKOJ S KUCH.	PDL. SMYČKA	150	38/28	PB DD 15 x 1,5
1.02	PRACOVNA	PDL. SMYČKA	150	38/32	PB DD 15 x 1,5
1.03	POKOJ 1	PDL. SMYČKA	150	38/28	PB DD 15 x 1,5
1.04	POKOJ 2	PDL. SMYČKA	225	38/26	PB DD 15 x 1,5
1.05	POKOJ 3	PDL. SMYČKA	150	38/30	PB DD 15 x 1,5
1.06	POKOJ 4	PDL. SMYČKA	150	38/28	PB DD 15 x 1,5
1.07	POKOJ 5	PDL. SMYČKA	225	38/26	PB DD 15 x 1,5
1.08	POKOJ 6	PDL. SMYČKA	150	38/30	PB DD 15 x 1,5
1.09	WC 1	PDL. SMYČKA	225	38/28	PB DD 15 x 1,5
1.10	KOUPELNA 1	PDL. SMYČKA	75	38/30	PB DD 15 x 1,5
		OTOPNÝ ŽEBŘÍK	–	38/32	–
1.11	WC 2	PDL. SMYČKA	75	38/28	PB DD 15 x 1,5
1.12	KOUPELNA 2	PDL. SMYČKA	75	38/30	PB DD 15 x 1,5
		OTOPNÝ ŽEBŘÍK	–	38/32	–
1.13	CHODBA 1	NEVYTÁPĚNO	–	–	–
1.14	CHODBA 2	NEVYTÁPĚNO	–	–	–
1.15	TECH. MÍST. 1	PDL. SMYČKA	75	38/28	PB DD 15 x 1,5
1.16	TECH. MÍST. 2	PDL. SMYČKA	75	38/28	PB DD 15 x 1,5

Připojení podlahových smyček a otopných žebříků na tepelnou soustavu je provedeno dvěma rozdělovači GIACOMINI R553F DN 18. Na první rozdělovač v technické místnosti 1 jsou napojeny tyty místnosti: 2x Obývací pokoj, 2x Pokoj 1, Pokoj 2, 2x Pokoj 3, Koupelna 1, otopné žebříky v koupelně 1. Z rozdělovače vychází celkem 9 větví. Z druhého rozdělovače umístěného v technické místnosti 2 vede celkem 7 smyček do těchto místností: Pokoj 4, Pokoj 5, 2x Pokoj 6, Koupelna 2, otopné žebříky v koupelně 2, pracovna, WC 2. Technické místnosti budou vytápěny pouze přívodními částmi potrubí vedoucí k jednotlivým smyčkám. Přívodní potrubí ke smyčkám, které bude vedeno v podlaze chodeb, musí být zaizolováno minimální tloušťkou izolace 20 mm (dle výpočtu podle vyhlášky č. 193/2007). Regulace bude probíhat podle prostorových termostatů umístěných v jednotlivých místnostech.

27. Popis připojení vzduchotechnických zařízení na otopnou soustavu, způsob regulace teploty, nominální tepelné výkony, průtoky, tlakové ztráty výměníků

Vzduchotechnická rekuperační jednotka *Zehnder ComfoAir 550 R Luxe* není připojena na otopnou soustavu. Je na ni napojen pouze externí teplovodní dohříváč *TPO 200 EC – THV* o potřebném výkonu 420 W. Potrubí k ohříváči je navrženo z mědi v dimenzi 12x1, potřebný průtok pro dosažení 420 W je 38 kg/h. Měděné potrubí bude vedeno v podhledu pod stropem a bude zaizolováno min. tloušťkou izolace 22 mm ($\lambda=0,04$ W/m.K), vypočteno dle vyhlášky č. 193/2007. Tlaková ztráta teplovodního výměníku je 0,2 kPa.

28. Parametry oběhových čerpadel, regulačních ventilů

Parametry oběhových čerpadel a regulačních ventilů jsou uvedeny ve složce s podklady od výrobců.

29. Popis způsobu přípravy teplé vody, připojení na otopnou soustavu, tepelný výkon

Teplá voda je ohřívána v nepřímo ohřivaném bivalentním zásobníku TV Logalux SHB 450 EW o vnitřním objemu 445 l. V tomto zásobníku se nachází dva výměníky tepla. První výměník je teplovodní a vede přímo z tepelného čerpadla. Maximální výkon tepelného čerpadla je 9,9 kW pro teplotu otopné vody 55 °C při COP=2,6. Druhý výměník je součástí solárního okruhu, který obsahuje 4 solární kolektory Logasol SNK4.0. Maximální výkon solární soustavy je 5,756 kW. Tento bivalentní zásobník obsahuje i elektrickou topnou tyč pro případ odstavení tepelného čerpadla.

30. Potrubí, nátěry, izolace, zavěšení, uložení, kompenzace

30.1. Potrubí solárních kolektorů

Solární potrubí Cu 15x1 bude izolováno dle doporučení výrobce potrubní izolací Armaflex HT 15x24 mm. Tato tloušťka vyhovuje i vyhlášce č. 193/2007. Tento typ izolace potrubí je odolný vůči teplotám 160°C i UV záření a navlhnutí.

30.2. Potrubí k dohříváči VZT

Měděné potrubí bude vedeno v podhledu pod stropem a bude zaizolováno min. tloušťkou izolace 22 mm ($\lambda=0,04$ W/m.K), vypočteno dle vyhlášky č. 193/2007.

30.3. Potrubí od TČ k bivalentnímu zásobníku

Potrubí Cu 35x1,5 bude vedeno pod stropem a bude uchyceno objímkami, bude zaizolováno minimální tloušťkou izolace 24 mm ($\lambda=0,04$ W/m.K), vypočteno dle vyhlášky č. 193/2007.

30.4. Potrubí k rozdělovačům

Potrubí Cu 28x1,5 bude vedeno pod stropem a po stěně, bude uchyceno objímkami a izolace bude mít tloušťku min. 30 mm ($\lambda=0,035$ W/m.K). Před rozdělením potrubí na dva okruhy bude mít potrubí dimenzi Cu 35x1,5 a izolaci o tloušťce min. 24 mm ($\lambda=0,04$ W/m.K), vypočteno dle vyhlášky č. 193/2007.

30.5. Obecné řešení uložení a kompenzací pro všechna navržená potrubí

Tepelná roztažnost potrubí bude kompenzována v přirozených kompenzačních útvarech, případně kompenzátorech typu U nebo L provedených na potrubí. Stoupačí potrubí musí být uchyceno objímkami pro osově vedení, aby nedošlo k vybočení potrubí při kompenzaci. Vypočtené hodnoty izolací budou uvedeny dokladové části odevzdané dokumentace.

31. Výpis materiálů potrubí jednotlivých částí soustavy a jejich tepelných izolací

DIMENZE POTRUBÍ [dxt, mm]	CELKOVÁ DÉLKA [m]	TLOUŠŤKA IZOLACE [dxt, mm]	λ_{iz} [W/m.K]	OZNAČENÍ IZOLACE
Cu 12x1	28	64x25	0,038	Armaflex AC
Cu 15x1	47,2	65x25	0,035	Armaflex HT
Cu 15x1	4,5	80x32	0,038	Armaflex AC
Cu 22x1	2,6	65x25	0,035	Armaflex HT
Cu 28x1,5	21,6	89x30	0,035	URSA RS 1
Cu 35x1,5	22,8	108x25	0,038	Armaflex AC
PB-DD 15x1,5	1200 (117)	64x25	0,038	Armaflex AC (iz. pouze na chodbách)

32. Topná zkouška otopné soustavy

Po dokončení montážních prací je nutné systém důkladně propláchnout vodou. Ventily budou otevřeny, čerpadla budou v provozu 24 hodin, jak požaduje ČSN 06 0310. Potom bude provedena zkouška těsnosti dle ČSN 06 0310. Po provedení této zkoušky se přistoupí ke zkouškám včetně seřízení a zaregulování otopné soustavy. Tato zkouška má trvat 72 hodin bez provozních přestávek (přestávky celkem do 60 minut).

33. Zaregulování otopné soustavy

Potrubní rozvody musí být dle zákona č. 406/2006 a následné prováděcí vyhlášky č. 193/2007 Sb. §7 odst. 6 zaregulovány odbornou firmou s certifikátem pro tuto činnost. Při vlastním zaregulování je nutno postupovat takto:

- 1) Ze všech radiátorových ventilů na otopných tělesech musí být sejmuty termostatické hlavice, případně jiné termostatické pohony a na ostatních regulačních armaturách sejmuty pohony, popř. tyto pohony představeny do krajní otevřené polohy.
- 2) Soustava bude řádně odvzdušněna
- 3) Budou spuštěna oběhová čerpadla a nastavena na hodnoty uvedené v projektové dokumentaci. Před vlastním zaregulováním budou ponechána minimálně 1 hodinu v chodu. U větších a rozsáhlejších soustav je vhodné nechat čerpadla běžet několik hodin, čímž dojde k uvolnění případných dalších vzduchových bublin.
- 4) Provede se opětně odvzdušnění soustavy a dle potřeby její doplnění teplonosnou látkou.
- 5) Dle projektové dokumentace se provede nastavení tělesových armatur.
- 6) Dle projektové dokumentace se nastaví další vyvažovací armatury, regulátory diferenčního tlaku, přepouštěcí ventily apod. (bytové, stoupačkové, okruhové apod.) a to vždy směrem postupu od nejvzdálenějšího ke zdroji.
- 7) Odborná firma s certifikátem pro zaregulování provede výše uvedeným způsobem přednastavené soustavy (v součinnosti s projektovou dokumentací) její doregulování. Přičemž se kontrolují a seřizují hydraulické parametry (průtočné množství, dynamický přetlak) na armaturách (vyvažovací ventily, regulátory diferenčního tlaku, přepouštěcí ventily apod.) tak, aby tyto parametry byly v souladu s projektovanou hodnotou, popř. s maximální odchylkou $\pm 15\%$.
- 8) V případě, že parametry nelze se stávajícím nastavením čerpadel dosáhnout, tak se provede jejich přednastavení a opakuje se bod 7).
- 9) Provede se osazení regulačních armatur pohony, ventily hlavicemi, popřípadě pohony.
- 10) Následně je možno provést topnou zkoušku, ve které se sledují dosažené teplotní parametry v soustavě, popřípadě jednotlivých větvích, uzlech apod. Simulují se teplotní a časové útlumy, kontroluje se funkčnost regulačních prvků atd.
- 11) V případě potřeby se v rámci topné zkoušky provádí doregulování.
- 12) Po úspěšné topné zkoušce odborná firma s certifikátem na zaregulování armatury zaplombuje či jiným vhodným způsobem zafixuje stupeň regulace. Následně vyhotoví protokol, ze kterého je patrné stupeň zaregulování té které armatury (regulačního členu) a jsou patrné naměřené hodnoty. Doporučuji tyto hodnoty zanést minimálně do jednoho paré příslušné výkresové části projektové dokumentace a ta by měla být uložena u majitele objektu a u správce vnitřní sítě.

34. Požadavky na ostatní profese**34.1. Stavební profese**

Provedení průchodů rozvodů jednotlivými stěnami a stropy. Dozdění a začištění otvorů po montáži rozvodů potrubí.

34.2. Elektroinstalace

Připojení zdroje tepla a oběhových čerpadel na elektrickou energii.

34.3. Měření a regulace

Viz. část 20. a 21. technické zprávy.

34.4. Zdravotní technika

Napojení zkondenzované vody do kanalizačního potrubí.

35. Specifikace materiálů a komponent**35.1. Výpis komponent Technické místnosti 1**

TYP KOMPONENTU	OZNAČENÍ	POČET [ks]
Tepelné čerpadlo	PZP Terrastar HP3BW11E	1
Akumulační zásobník	Buderus Logalux P 200/5W	1
Bivalentní zásobník	Buderus Logalux SBH 450 EW	1
Membránová exp. nádoba, okruh s vodou	Regulus HS018	1
Membránová exp. nádoba, okruh se sol. kapalinou	Regulus SL012	1
Solární stanice	Buderus Logasol KS0105	1
Rozdělovač R1, 9 vývodů	Giacomini R553F, skříň 500 C	1
KOMPONENTY ROZDĚLOVAČE R1		
Rozdělovač, 9 vývodů	Giacomini R553M	1
Sběrač, 9 vývodů	Giacomini R553V	1
Termoelektrická hlavice	Giacomini R473	8
Multifunkční sestava	Giacomini R269T	2
Držák rozdělovače	Giacomini R558	2

35.2. Výpis komponent Technické místnosti 2

TYP KOMPONENTU	OZNAČENÍ	POČET [ks]
Teplovodní dohříváč pro VZT	TPO 200 EC – THV	1
Rozdělovač R2, 7 vývodů	Giacomini R553F, skříň 500 B	1
KOMPONENTY ROZDĚLOVAČE R2		
Rozdělovač, 7 vývodů	Giacomini R553M	1
Sběrač, 7 vývodů	Giacomini R553V	1
Termoelektrická hlavice	Giacomini R473	6
Multifunkční sestava	Giacomini R269T	2
Držák rozdělovače	Giacomini R558	2

35.3. Výpis komponent na střeše

TYP KOMPONENTU	OZNAČENÍ	POČET [ks]
Solární kolektor	Buderus Logasol SNK 4.0	4

35.4. Potrubí a tepelné izolace

K délkám potrubí a izolací je přičtena bezpečnostní rezerva 15 %.

DIMENZE POTRUBÍ [dxt, mm]	CELKOVÁ DÉLKA [m]	TLOUŠŤKA IZOLACE [dxt, mm]	CELKOVÁ DÉLKA IZOLACE [m]	OZNAČENÍ IZOLACE
Cu 12x1	32	64x25	32	Armaflex AC
Cu 15x1	54	65x25	54	Armaflex HT
Cu 15x1	5,5	80x32	5,5	Armaflex AC
Cu 22x1	3	65x25	3	Armaflex HT
Cu 28x1,5	25	89x30	25	URSA RS 1
Cu 35x1,5	26	108x25	26	Armaflex AC
PB-DD 15x1,5	1380	64x25	135	Armaflex AC (iz. pouze na chodbách)

35.5. Koncové elementy

Celková délka všech podlahových smyček je uvedena v předešlém bodě (35.4). V objektu se dále nachází 4 trubková otopná tělesa Korado Koralux Linear Max typu KLM 1820.750.

35.6. Armatury

OZNAČENÍ	TYP ARMATURY	VÝROBCE	DIMENZE	POČET [ks]
Kulový kohout	KK obecný, mosaz	obecný	35	11
Kulový kohout	KK OBECNÝ, MOSAZ	Obecný	15	4
Zpětná klapka	N5	Giacomini	40	3
Zpětná klapka	OBECNÁ, MOSAZ	Obecný	15	2
Vyvažovací ventil	D931	Imi-heimeier	40	2
Kulový kohout	GLOBO H	Imi-heimeier	25	2
Ot. ž. ventil–přívod	V EXAKT II VIEGA	Imi-heimeier	15	4
Ot. ž. ventil–zpátečka	REGULUX	Imi-heimeier	15	4
Pojistný ventil	PV KD 15 1/2"x3/4", 2,5bar	Ivar	15	2
Pojistný ventil	PV KB 15 1/2"x3/4", 6bar	Ivar	15	1
Odvzdušňovací v.	IVAR.VARIA 1/2", 2,5bar	Ivar	15	8
Manometr	111.10.040 -1/+5bar	Wika	6	1
Manometr	111.10.040 0/10bar	Wika	6	1
Teploměr	A46.063 0/120°C	Wika	15	3
Teploměr	A46.10.063 0/60°C	Wika	15	6
Mísící sada	FRG 3020–F	Gabotherm	25	1
Čerpadlo k okruhu vyt.	STRATOS 25/1-4	Wilo	40	1
Čerpadlo k okruhu vzt	ALPHA2 L 25-40 130	Grundfos	25	1
Čerpadlo k. okruhu sol.	UPS Solar 15-80 130	Grundfos	25	1
Trojcestný v.	IVAR.MIX T5	Ivar	15	1
Servopohon	ACTUATOR 24S	Ivar	–	1
Teplotní čidlo	QAZ21	Siemens	–	2
Připojení MAG	KVEXP 3/4" M/F	Regulus	20	2
KK Filterball	IVAR.51F FILTR BALL-6/4"FF	Ivar	40	1
Vypouštěcí ventil	IVAR.EURO M, 1/2"M	Ivar	15	4
Manual. Odvzdu. V.	IVAR.ROV 1/2"	Ivar	15	1

35.7. Ostatní komponenty systému vytápění

TYP KOMPONENTU	OZNAČENÍ	POČET [ks,m ² ,m]
Trubkové otopné těleso	Korado KLM 1820.750	4 ks
Desky podlahového vytápění, rozteč 75 mm	Gabotherm 1.2.3	160 m ²
Dilatační pás tl. 10 mm, š. 300 mm	Mirelon	226 m

36. Zdroje

36.1. Normy

ČSN EN 12831. *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.

36.2. Vyhlášky

Vyhláška č. 193/2007. *Stanovení podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu*, 2007.

36.3. Bibliografické zdroje

KABELE, Karel a kolektiv. *Technická zařízení budov: vytápění – podklady pro cvičení*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05203-7

36.4. Internetové zdroje

BAŠTA, Jiří, 2007. *Řízení tepelného výkonu podlahové otopné plochy* [online]. Poslední revize 16.7.2007 [cit. 11.12.2016]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4240-rizeni-tepelneho-vykonu-podlahove-otopne-plochy>

Ohřev vody (TUV) [online]. [cit. 11.12.2016]. Dostupné z: <http://www.jhsolar.cz/tepla-voda/>

Moderní způsoby využívání sluneční (solární) energie 1. Díl – způsoby zapojení solárních kolektorů [online]. Poslední revize 16.11.2015 [cit. 11.12.2016]. Dostupné z:

<http://www.ivarcs.cz/cz/219.moderni-zpusoby-vyuzivani-slunecni-solarni-energie-1-dil-zpusoby-zapojeni-solarnich-kolektoru>

MATUŠKA, Tomáš. *Potrubí solárních soustav* [online]. [cit. 11.12.2016]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/150-potrubi-solarnich-soustav>

Solární technika Logasol k ohřevu pitné vody a podpoře vytápění [online]. [cit. 11.12.2016]. Dostupné z: www.buderus.cz/files/201207131036040.PP_Solar_2007_CZ.pdf

Systémy země-voda a voda-voda TERRASTAR / AQUASTAR Technické informace – projektový podklad [online]. [cit. 11.12.2016]. Dostupné z: [http://www.tepelna-cerpadla-pzp.cz/userfiles/download/\[79\]_PP-TERRASTAR-AQUASTAR_84_v200_CS.pdf](http://www.tepelna-cerpadla-pzp.cz/userfiles/download/[79]_PP-TERRASTAR-AQUASTAR_84_v200_CS.pdf).

Doporučená zapojení – projektový podklad [online]. [cit. 11.12.2016]. Dostupné z: [http://www.tepelna-cerpadla-pzp.cz/userfiles/download/\[276\]_Doporucena_zapojeni_42_CS_lq.pdf](http://www.tepelna-cerpadla-pzp.cz/userfiles/download/[276]_Doporucena_zapojeni_42_CS_lq.pdf)

Projekční a montážní podklady – systémy podlahového vytápění [online]. [cit. 11.12.2016].

Dostupné z:

http://www.wolfcr.cz/fileadmin/content/CZ/Downloads/Ke_stazeni/Gabotherm/podlahovka-CZ.pdf

SCHÉMA ZAPOJENÍ SOUSTAVY, SCHÉMA ROZDĚLOVAČŮ

SCHÉMA ROZDĚLOVAČE 1

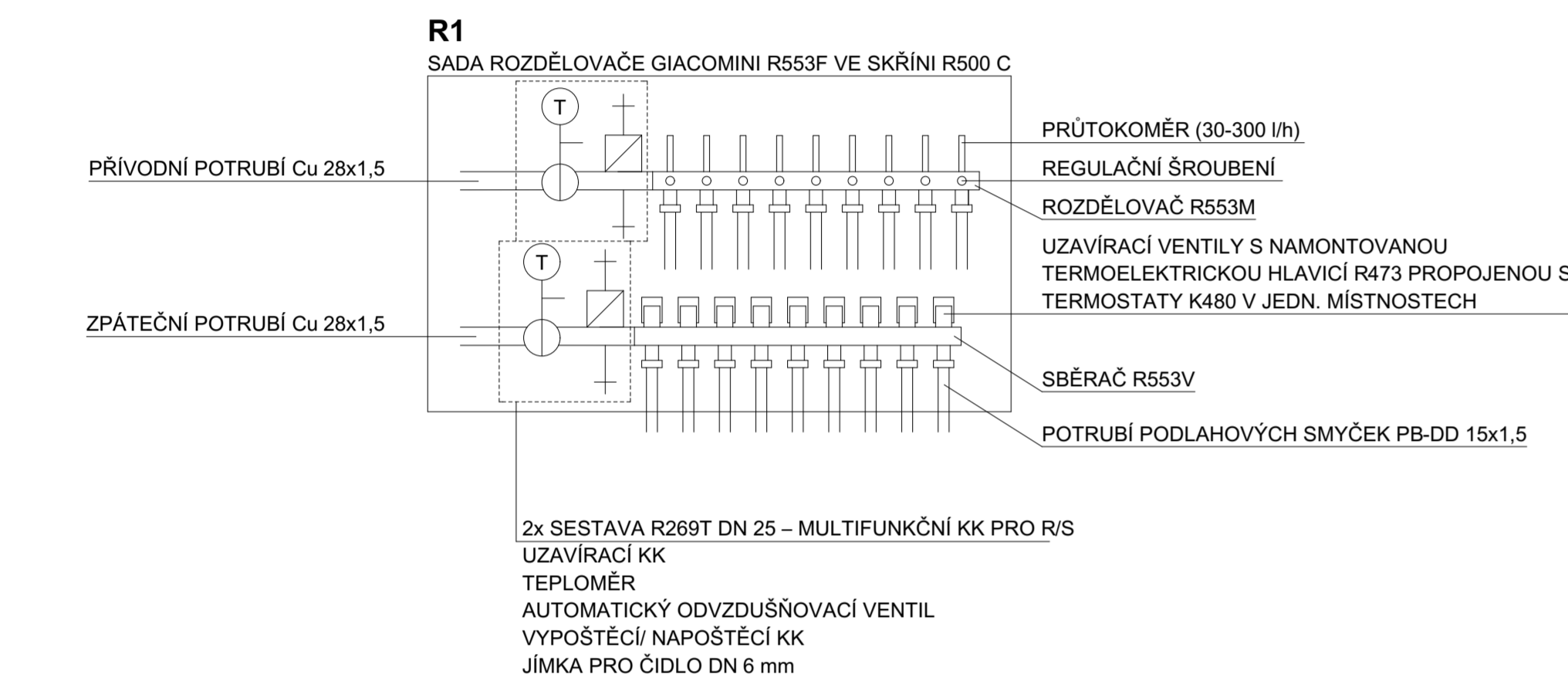
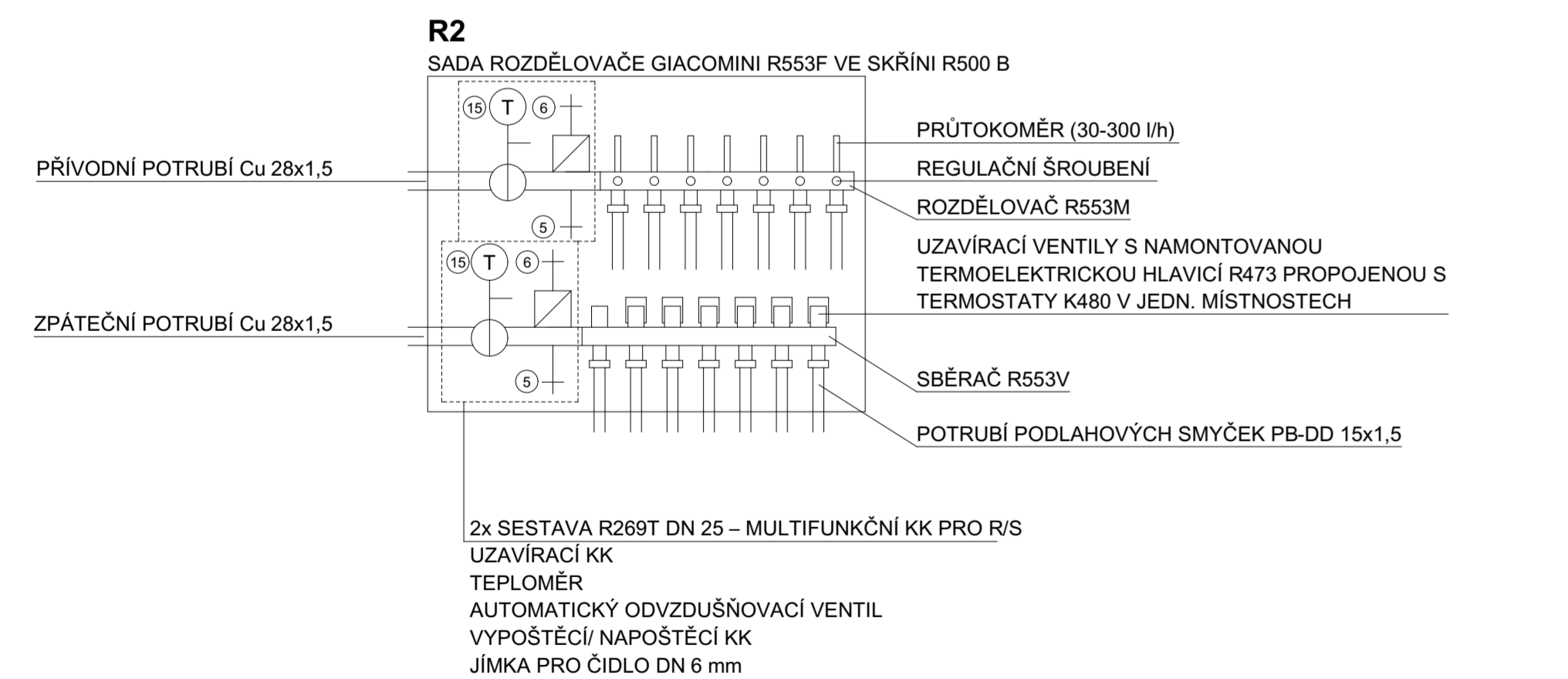


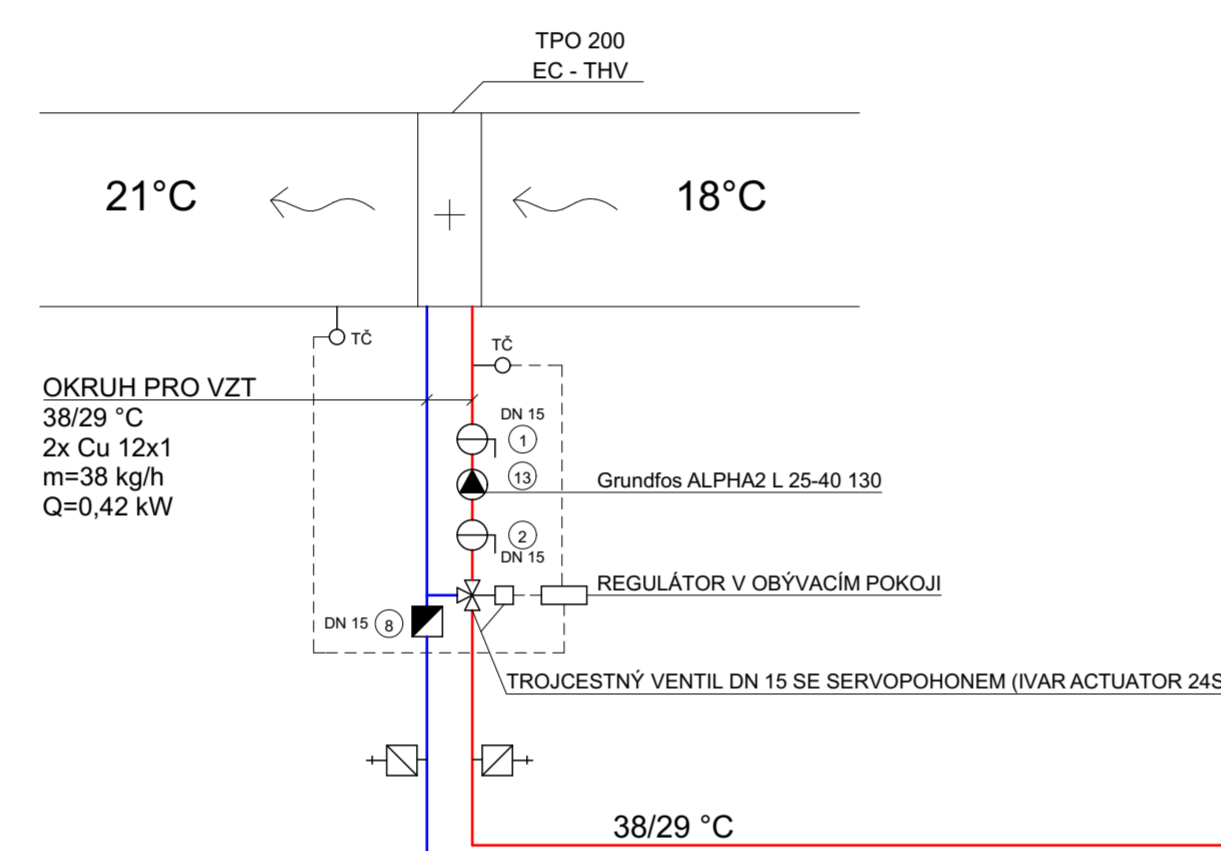
SCHÉMA ROZDĚLOVAČE 2



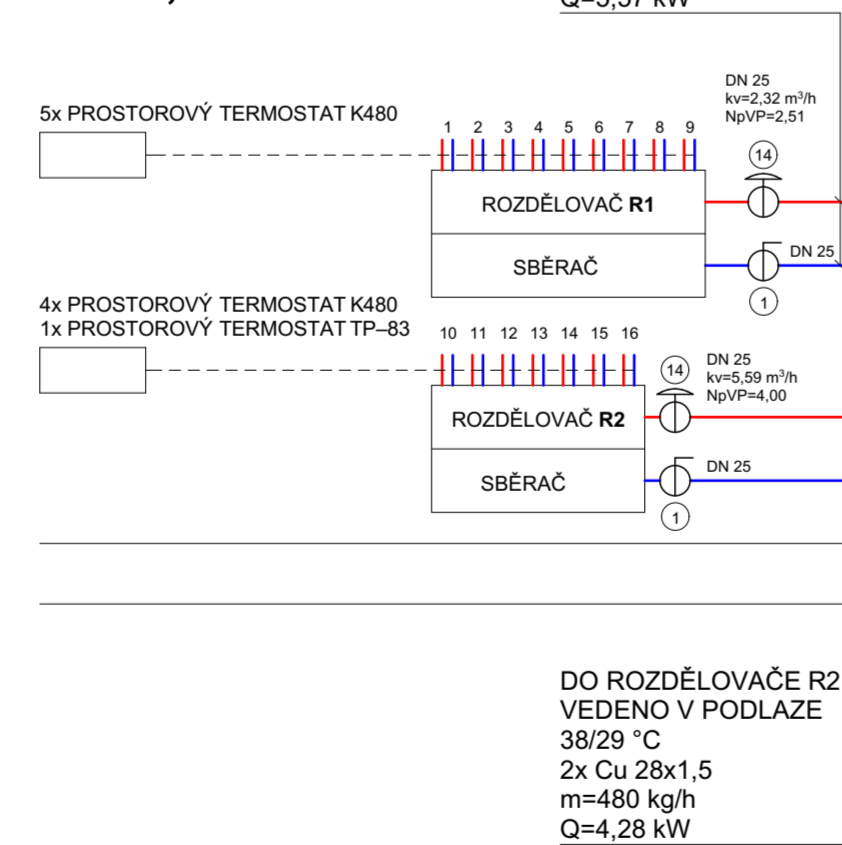
V MÍSTNOSTECH KDE JSOU POLOŽENY Dvě PODLAHOVÉ SMÝČKY BUDE TERMOSTAT K480 NAPOJEN NA OBE TERMOSTAVICKÉ HLAVICE TĚCHTO OKRUHŮ; CELKOVÝ POČET TERMOSTATŮ K480 BUDE 9 KUSŮ

NA UZAVÍRACÍM VENTILU OD KTERÉHO JDE POTRUBÍ DO PRACOVNÝ. KDE BUDE UMÍSTĚN TERMOSTAT TP-83. NEBUDE NAMONTOVÁNA TERMOELEKTRICKÁ HLAVICE, UZAVÍRACÍ VENTIL BUDE PLNĚ OTEVŘEN

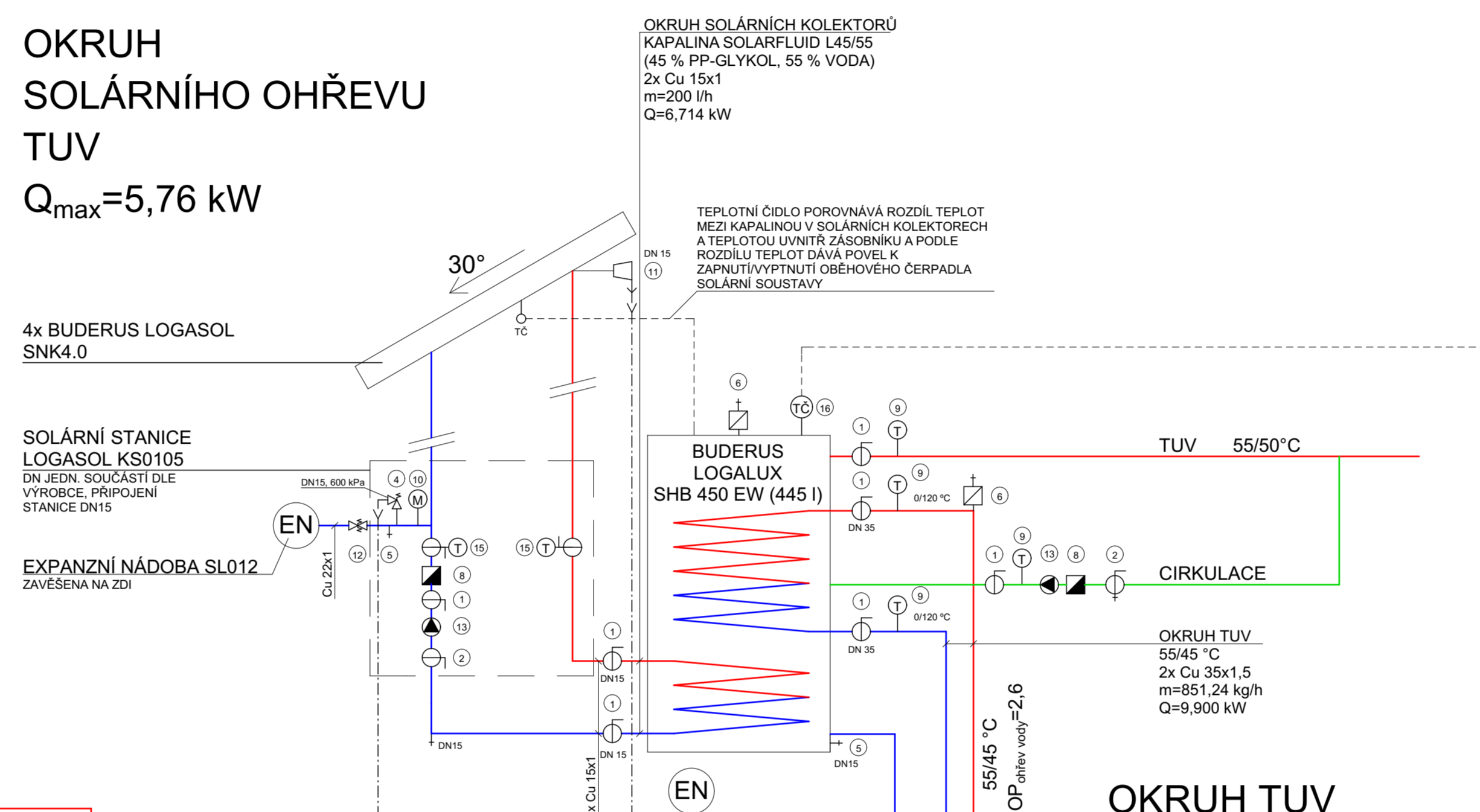
OKRUH PRO OHŘEV VZT
Q=0,42 kW



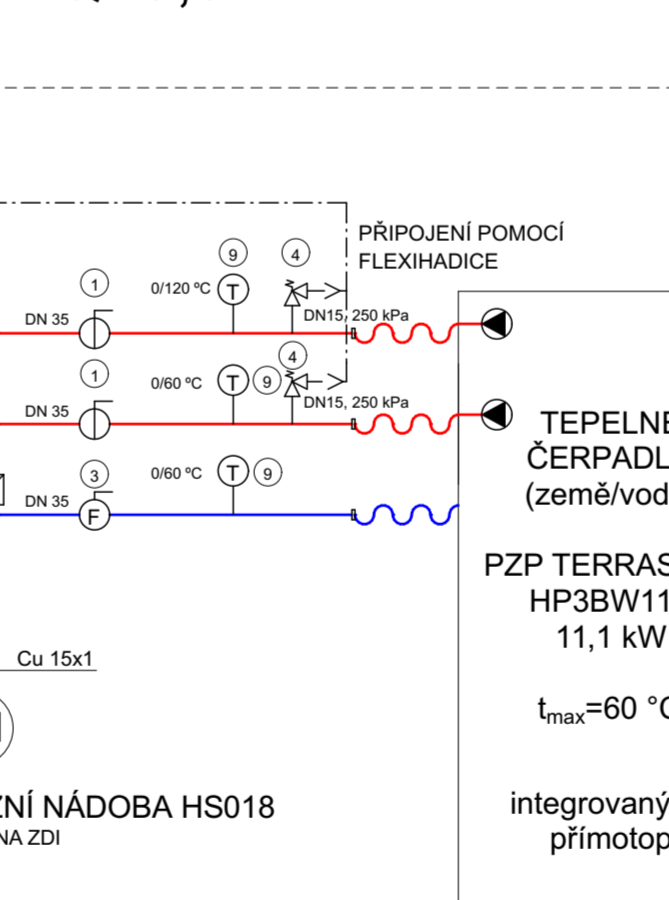
OKRUH VYTÁPĚNÍ
Q=9,85 kW



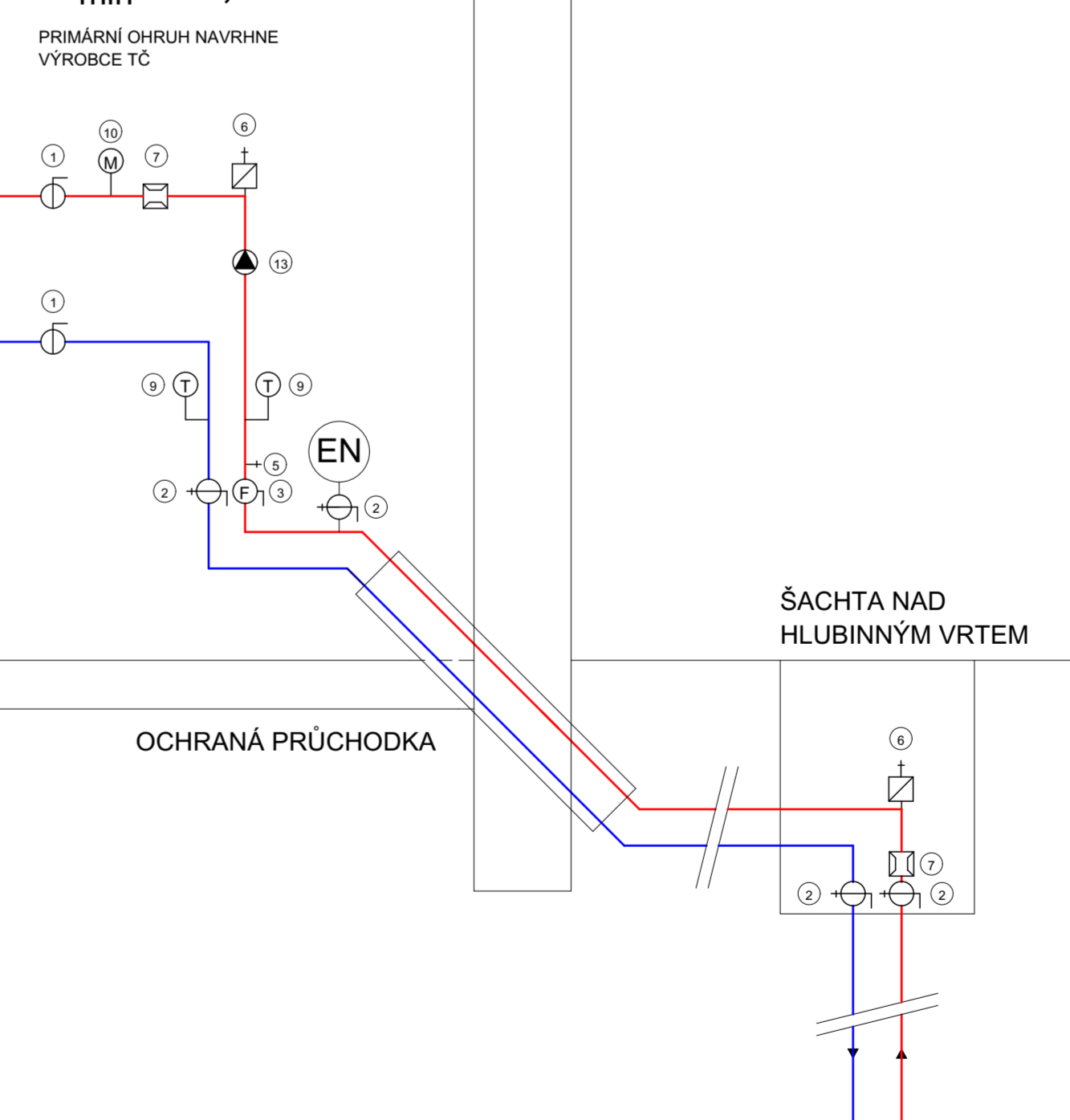
OKRUH SOLÁRNÍHO OHŘEVU
TUV
Q_{max}=5,76 kW



OKRUH TUV
Q=9,9 kW



PRIMÁRNÍ OKRUH
Q_{min}=10,5 kW



- LEGENDA ARMATUR**
- ⊖ ⊕ KULOVÝ UZÁVĚR
 - ⊖ ⊕ TLAKOMĚROVÝ KOHOUT
 - ⊖ ⊕ KULOVÝ UZÁVĚR S FILTREM, FILTERBALL
 - ⊖ ⊕ POJISTNÝ VENTIL
 - ⊖ ⊕ VYPOŠTĚCÍ VENTIL S NÁSTAVCEM NA HADICI
 - ⊖ ⊕ AUTOMATICKÝ ODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL
 - ⊖ ⊕ PRŮTOKOMĚR
 - ⊖ ⊕ ZPĚTNÁ KLAPKA
 - ⊖ ⊕ TEPLOMĚR
 - ⊖ ⊕ MANUÁLNÍ ODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL
 - ⊖ ⊕ PŘIPOJENÍ EXPANZNÍ NÁDOBY
 - ⊖ ⊕ ČERPADLO
 - ⊖ ⊕ VYVÁŽOVACÍ VENTIL
 - ⊖ ⊕ UZAVÍRACÍ KOHOUT S TEPLoměREM
 - ⊖ ⊕ REGULÁTOR TEPLŮTY S ČIDLEM V JÍMCE
 - ⊖ ⊕ TROJCESTNÝ SMĚŠOVACÍ VENTIL S TERMOSTAVICKOU HLAVICÍ
 - ⊖ ⊕ HAVARIJNÍ TERMOSTAT

PRACOVNÍ ROZSAH SOUSTAVY S OTOPNOU VODOU NA TLAKOMĚRU UMÍSTĚNĚM V MANOMETRICKÉ ROVINĚ

PRACOVNÍ ROZSAH SOUSTAVY SOLÁRNÍHO OHŘEVU NA TLAKOMĚRU UMÍSTĚNĚM V MANOMETRICKÉ ROVINĚ

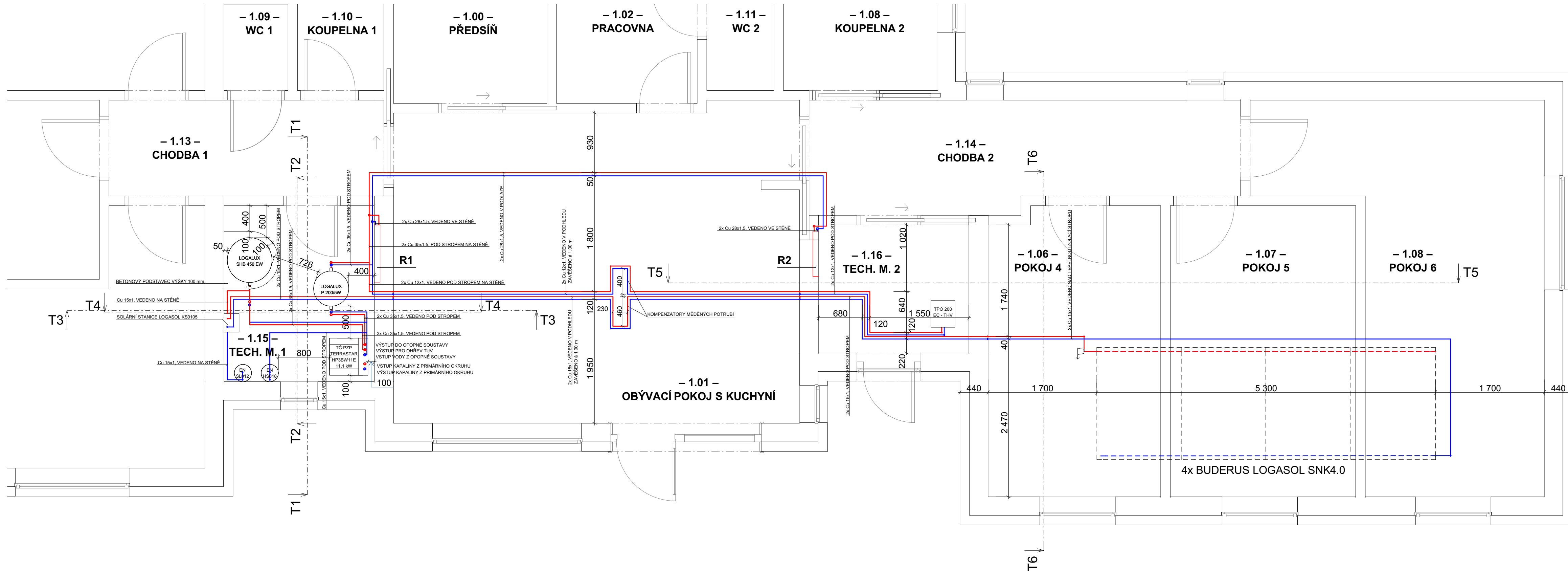


CELKOVÝ TEPLŮTNÍ SPÁD
NADMOŘSKÁ VÝŠKA
CHARAKTERISTICKÝ PARAMETR BUDOVY B
VENKOVNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLŮTA

38/29 °C
588 m. n. m.
6 Pa^{0,67}
-16 °C

VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BARTL	
VEDOUČÍ DP	prof. Ing. KAREL KABELA, CSc.	
STUDIJNÍ OBLAST	BUDOVY A PROSTŘEDÍ	
PŘEDMĚT	12SDMP – DIPLOMOVÁ PRÁCE	
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLENÍ		
FORMÁT	12x4	
DATAUM	3.1.2017	
MĚŘÍTKO	Č. VYKRESU	
SCHÉMA ZAPOJENÍ SOUSTAVY, SCHÉMA ROZDĚLOVAČŮ		-1,8 D.1.4.1. – 01

PŮDORYS TEPELOVODNÍHO ROZVODU



LEGENDA ZAŘÍZENÍ

TERRASTAR HP3BW11E – TEPELNÉ ČERPADLO

HP 3 BW 11 E

- STUPEŇ VYBAVENÍ E – BEZ CHLAZENÍ
- JMENOVITÝ TEPELNÝ VÝKON V kW
- TYP TEPELNÉHO ČERPADLA BW – ZEMĚ/VODA
- NAPÁJECÍ NAPĚTÍ 3 – TRÍFÁZOVÉ 3x400 V, 50 Hz
- ZNAČENÍ TEPELNÉHO ČERPADLA

LOGALUX P 200/5W – AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK, OBJEM 200 L

LOGALUX SBH 450 EW – BIVALENTNÍ AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK, OBJEM 445 L

HS018 – MEMBRÁNOVÁ EXPANZNÍ NÁDOBA, OBJEM 18 L, 600 kPa

SL012 – MEMBRÁNOVÁ EXPANZNÍ NÁDOBA, OBJEM 12 L, 800 kPa

TPO 200 EC - THV – TEPELOVODNÍ OHŘÍVAČ VZT, DN 200

LOGASOL KS0105 – SOLÁRNÍ STANICE

BUDERUS LOGASOL SNK4.0 – DESKOVÝ SOLÁRNÍ KOLEKTOR

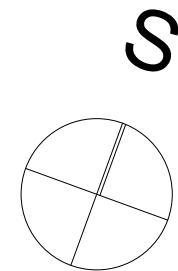
R1 – ROZDĚLOVAČ GIACOMINI R553F VE SKŘÍŇI R500 C

R2 – ROZDĚLOVAČ GIACOMINI R553F VE SKŘÍŇI R500 B

LEGENDA POTRUBÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ

CELKOVÝ TEPLOTNÍ SPÁD 38/29 °C
 NADMOŘSKÁ VÝŠKA 588 m. n. m.
 CHARAKTERISTICKÝ PARAMETR BUDOVY B 6 Pa^{0.67}
 VENKOVNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA -16 °C



VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BÄRTL	
VEDOUČÍ DP	prof. Ing. KÁREL KÁBELE, CSc.	
STUDIJNÍ OBOR	BUDOVY A PROSTŘEDÍ	
PŘEDMĚT	125DMP – DIPLOMOVÁ PRÁCE	
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLENÍ		FORMÁT 4A4
		DATUM 8.1.2017
		MĚŘÍTKO Č. VÝKRESU
PŮDORYS TEPELOVODNÍHO ROZVODU		1:40 D.1.4.1. – 02

PŮDORYS PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

- 1.03 - POKOJ 1/SMYČKA 1
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=408 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=461 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/28°C
 PRŮTOK M=56,1 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=53,3/65,5 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=1453 Pa
 REGULACE R553F DN18 0,5 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=12 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.09 - WC 1
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=10 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=11 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 225 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/28°C
 PRŮTOK M=56,1 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=1 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=4,5 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P1

- 1.10 - KOUPELNA 1/ SMYČKA
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=24°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=493 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=174 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 75 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/32°C
 PRŮTOK M=24,1 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=40/45,7 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=408 Pa
 REGULACE R553F DN 18 0,3 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=7,5 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P1

- 1.10 - KOUPELNA 1/ 2x OTOPNÉ ŽEBŘÍKY KLM 1820/750
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=24°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=493 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=174 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 75 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/32°C
 PRŮTOK M=28,9 kg/h
 DÉLKA PŘÍVODU L=24 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=13 Pa
 REGULACE V exakt II Viega DN 15 3,3 ot.
 KONSTRUKCE PODLAHY Regulux DN 15 0,4 ot.
 PŘÍVODNÍ POTRUBÍ V KOUPELNĚ VEDENO VE STĚNĚ P1

- 1.02 - PRACOVNA
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=338 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=372 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/32°C
 PRŮTOK M=79,3 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=34,7/57,1 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=3014 Pa
 REGULACE R553F DN 18 0,7 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=9,6 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.11 - WC 2
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=58 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=77 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 75 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/28°C
 PRŮTOK M=56,1 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=11,4 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=4,1 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P1

- 1.00 - PŘEDSÍN
 T=15°C
 Qz=0 W
 P1

- 1.13 - CHODBA 1
 T=15°C
 Qz=0 W
 P2

- 1.14 - CHODBA 2
 T=15°C
 Qz=41 W
 P2

- 1.03 - POKOJ 1/SMYČKA 2
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=408 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=461 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/28°C
 PRŮTOK M=56,7 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=53,3/65,8 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=1492 Pa
 REGULACE R553F DN18 0,5 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=12 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.04 - POKOJ 2
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=412 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=549 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 225 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/26°C
 PRŮTOK M=51,6 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=53,3/65,0 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=1284 Pa
 REGULACE R553F DN18 0,5 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=15 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.04 - POKOJ 2
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=412 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=549 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 225 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/26°C
 PRŮTOK M=51,6 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=53,3/65,0 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=1284 Pa
 REGULACE R553F DN18 0,5 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=15 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.05 - POKOJ 3/SMYČKA 1
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=502 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=569 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/30°C
 PRŮTOK M=81,3 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=58,3/71,27 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=4123 Pa
 REGULACE R553F DN18 1,8 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=12 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.05 - POKOJ 3/SMYČKA 2
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=502 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=569 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/30°C
 PRŮTOK M=75,3 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=58,3/66,7 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=4801 Pa
 REGULACE R553F DN18 0,9 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=15,5 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.05 - POKOJ 3/SMYČKA 1
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=502 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=569 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/30°C
 PRŮTOK M=81,3 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=58,3/71,27 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=4123 Pa
 REGULACE R553F DN18 1,8 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=12 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.05 - POKOJ 3/SMYČKA 2
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=502 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=569 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/30°C
 PRŮTOK M=75,3 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=58,3/66,7 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=4801 Pa
 REGULACE R553F DN18 0,9 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=15,5 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.01 - OBYVACÍ P./ SMYČKA 2
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=698 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=826 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/28°C
 PRŮTOK M=77,7 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=90/96 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=4801 Pa
 REGULACE R553F DN18 2,5 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=15,8 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

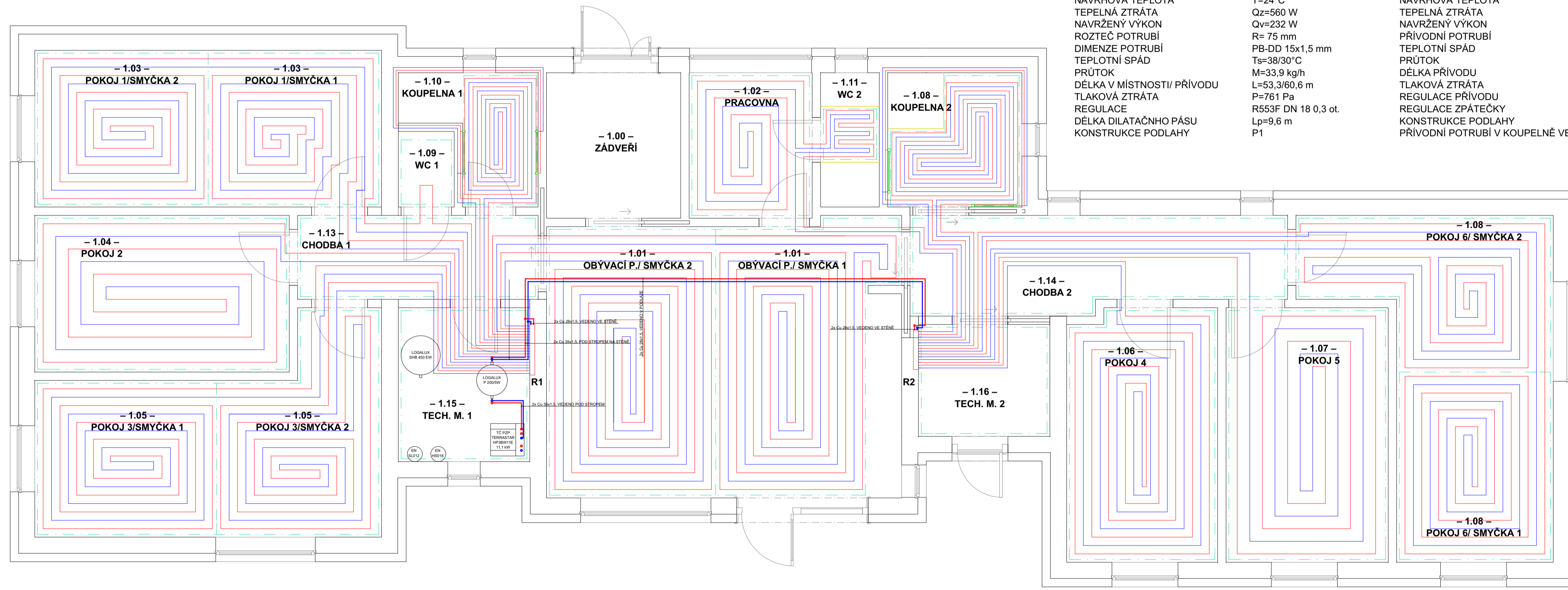
- 1.01 - OBYVACÍ P./ SMYČKA 1
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=698 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=826 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/28°C
 PRŮTOK M=78,3 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=90/96 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=4977 Pa
 REGULACE R553F DN18 1,9 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=16,8 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.06 - POKOJ 4
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=598 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=679 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/28°C
 PRŮTOK M=72 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=75,3/88,6 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=3544 Pa
 REGULACE R553F DN18 0,6 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=14,5 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.07 - POKOJ 5
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=423 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=545 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 225 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/26°C
 PRŮTOK M=52,1 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=53,3/70,7 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=1409 Pa
 REGULACE R553F DN18 0,4 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=15 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.08 - POKOJ 6/ SMYČKA 2
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=572 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=631 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/30°C
 PRŮTOK M=95,7 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=63,3/80,9 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=7348 Pa
 REGULACE R553F DN18 2,5 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=14,8 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2

- 1.08 - POKOJ 6/ SMYČKA 1
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=20°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=572 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=631 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 150 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/30°C
 PRŮTOK M=88,9 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=63,3/82,13 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=6344 Pa
 REGULACE R553F DN18 1,2 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=12,5 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P2



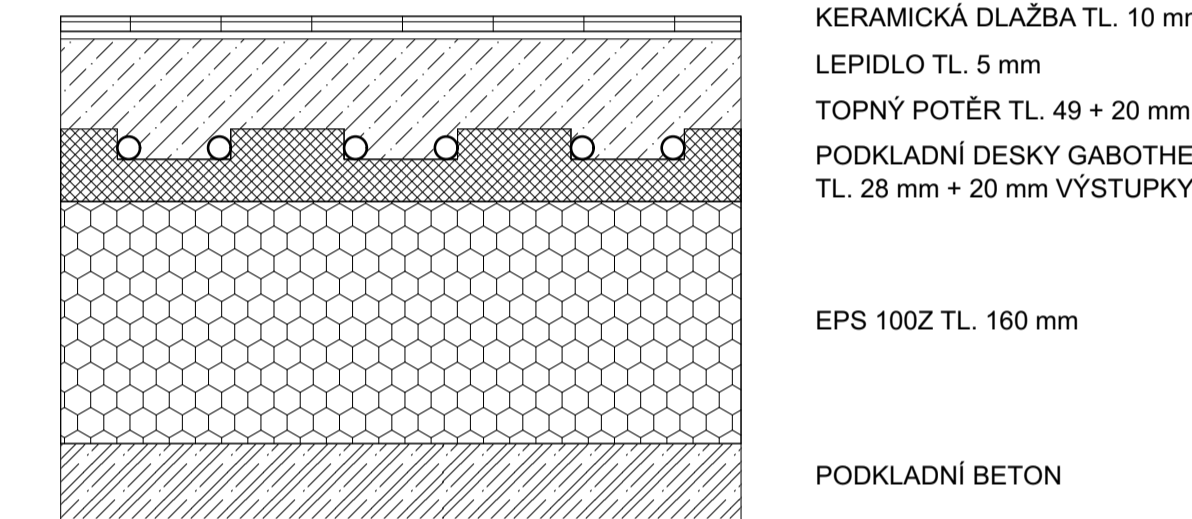
- 1.08 - KOUPELNA 2/ SMYČKA
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=24°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=560 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=232 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 75 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/30°C
 PRŮTOK M=33,9 kg/h
 DÉLKA V MÍSTNOSTI/ PŘÍVODU L=53,3/60,6 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=761 Pa
 REGULACE R553F DN 18 0,3 ot.
 DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU Lp=9,6 m
 KONSTRUKCE PODLAHY P1

- 1.08 - KOUPELNA 2/ 2x OTOPNÉ ŽEBŘÍKY KLM 1820/750
 NÁVRHOVÁ TEPLOTA T=24°C
 TEPELNÁ ZTRÁTA Qz=560 W
 NAVRŽENÝ VÝKON Qv=232 W
 ROZTEČ POTRUBÍ R= 75 mm
 DIMENZE POTRUBÍ PB-DD 15x1,5 mm
 TEPLOTNÍ SPÁD Ts=38/30°C
 PRŮTOK M=28,9 kg/h
 DÉLKA PŘÍVODU L=24 m
 TLAKOVÁ ZTRÁTA P=13 Pa
 REGULACE V exakt II Viega DN 15 2,8 ot.
 KONSTRUKCE PODLAHY Regulux DN 15 0,2 ot.
 PŘÍVODNÍ POTRUBÍ V KOUPELNĚ VEDENO VE STĚNĚ P1

- 1.15 - TECH. M. 1
 T=15°C
 Qz=123 W
 Qv=198 W
 P1

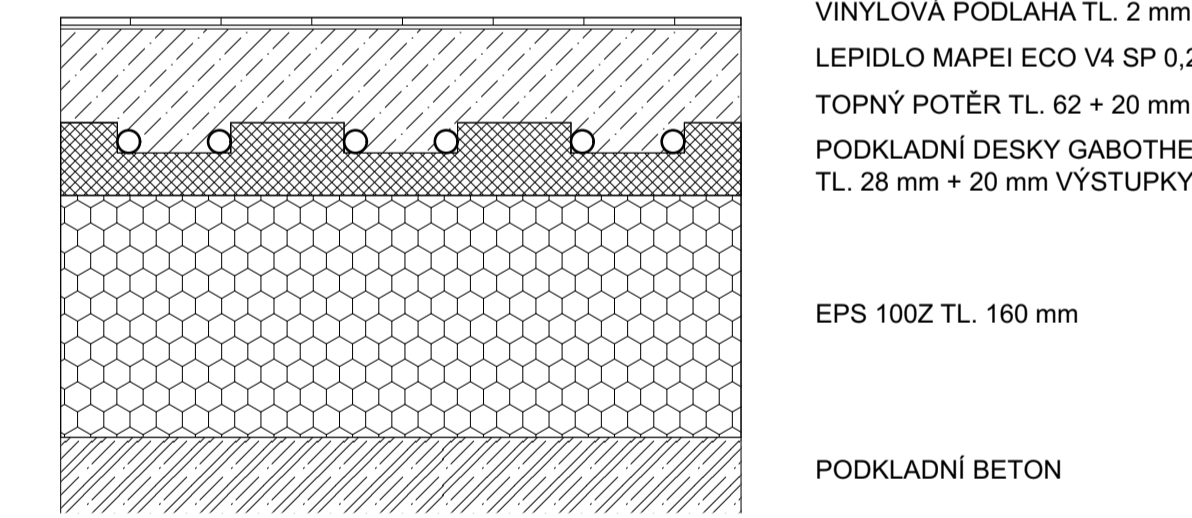
- 1.16 - TECH. M. 2
 T=15°C
 Qz=158 W
 Qv=158 W
 P1

P1 - KCE PODLAHY S KERAMICKOU DLAŽBOU



KERAMICKÁ DLAŽBA TL. 10 mm
 LEPIDLO TL. 5 mm
 TOPNÝ POTĚR TL. 49 + 20 mm
 PODKLADNÍ DESKY GABOTHERM TL. 28 mm + 20 mm VÝSTUPKY
 EPS 100Z TL. 160 mm
 PODKLADNÍ BETON

P2 - KCE PODLAHY S VINYLOVOU PODLAHOU



VINYLOVÁ PODLAHA TL. 2 mm
 LEPIDLO MAPEI ECO V4 SP 0,25 mm
 TOPNÝ POTĚR TL. 62 + 20 mm
 PODKLADNÍ DESKY GABOTHERM TL. 28 mm + 20 mm VÝSTUPKY
 EPS 100Z TL. 160 mm
 PODKLADNÍ BETON

VÝŠKA DILATAČNÍHO PÁSU JE NAVRŽENA 300 mm; DILATAČNÍ PÁS MUSÍ DOSTAHOVAT OD NOSNÉHO PODKLADU AŽ K NÁŠLAPNÉ VRSTVĚ. CELKOVÁ DÉLKA DILATAČNÍHO PÁSU JE 226 m. ROZTEČ JEDNOTLIVÝCH VÝSTUPKŮ DESEK PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ JE 75 mm. CELKOVÁ DÉLKA POTRUBÍ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ PB-DD 15x1,5 JE 1247 m. POTRUBÍ VEDENÉ V CHODBĚ 1 A CHODBĚ 2 O CELKOVÉ DÉLCE 117 m BUDE IZOLOVÁNO TLOUŠTKOU IZOLACE 24 mm (λ=0,038 W/m.K). DLE VYHLÁŠKY č. 193/2007. TEPELNÉ ZTRÁTY TECHNICKÝCH MÍSTNOSTÍ BUDOU POKRYTY TEPELNOU ZTRÁTOU PŘÍVODNÍCH POTRUBÍ JEDNOTLIVÝCH PODLAHOVÝCH SMYČEK. TATO TEPELNÁ ZTRÁTA JE ZAHRNUTA VE VÝPOČTU VÝKONU JEDNOTLIVÝCH SMYČEK.

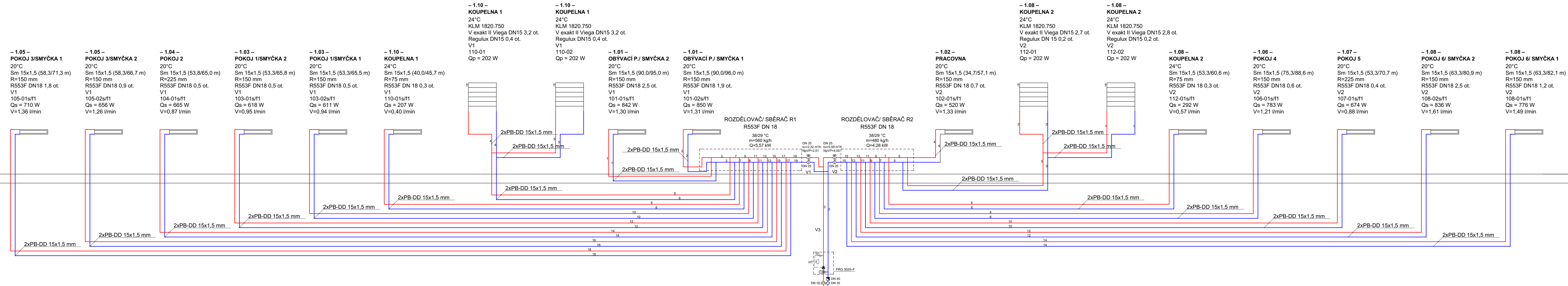
LEGENDA POTRUBÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ
- DILATAČNÍ PÁSY

CELKOVÝ TEPLOTNÍ SPÁD 38/29 °C
 NADMOŘSKÁ VÝŠKA 588 m. n. m.
 CHARAKTERISTICKÝ PARAMETR BUDOVY B 6 Pa^{0,47}
 VENKOVNÍ VÝPOČTOVÁ TEMPERATURA -16 °C

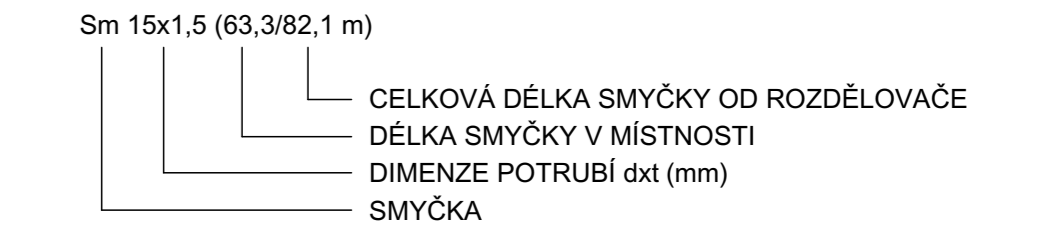
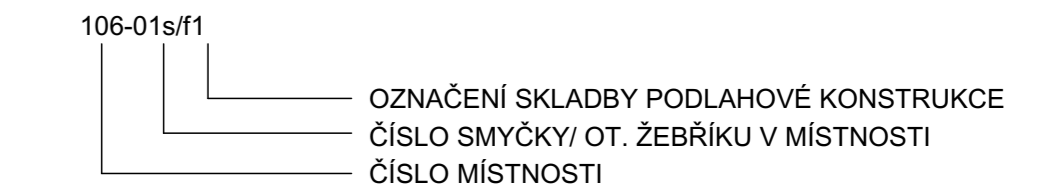
VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BÁRTL	FORMÁT	10A4
VEDOUČÍ DP	prof. Ing. KAREL KABELA, CSc.	DATUM	8.1.2017
STUDIJNÍ OBOR	BUDOVY A PROSTŘEDÍ	MĚŘÍTKO	C. VYKRESU
PŘEDMĚT	12SDMP - DIPLOMOVÁ PRÁCE		
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLENÍ			
PŮDORYS PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ		1:50	D.1.4.1. - 03

LEŽATÝ ROZVOD VYTÁPĚNÍ

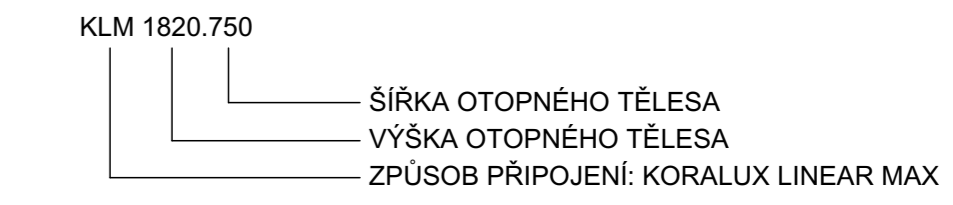


LEGENDA PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

- R ROZTEČ SMYČKY V MÍSTNOSTI
- R553F DN18 TYP ROZDĚLOVAČE, DIMENZE
- V1/V2/V3 OZNAČENÍ VĚTVĚ
- Qs CELKOVÝ VÝKON SMYČKY + PŘÍVODU
- V OBJEMOVÝ PRŮTOK



LEGENDA TRUBKOVÝCH OTOPNÝCH TĚLES



V exakt II Viega DN 15 2,8 ot. REGULAČNÍ ARMATURA NA PŘÍVODU
Regulux DN15 0,2 ot. REGULAČNÍ ARMATURA NA ODVODU

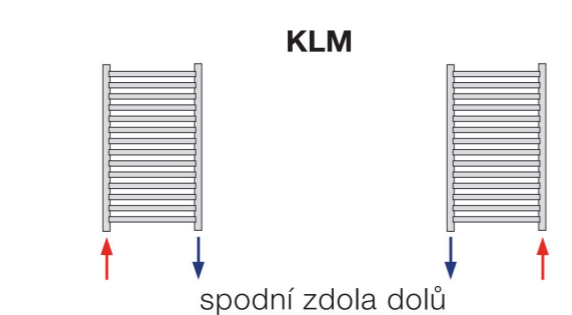
- ⊕ VV VYVAŽOVACÍ VENTIL
- ⊕ KV KULOVÝ VENTIL
- ⊕ TC TEPLOTNÍ ČIDLO
- ⊕ ZK ZPĚTNÁ KLAPKA
- ⊕ TRV TROJCESTNÝ VENTIL S TEPLOMĚREM
- ⊕ HT HAVARIJNÍ TERMOSTAT
- FRG 3020-F MÍŠICÍ SADA

CELKOVÝ TEPLOTNÍ SPÁD 38/29 °C
NADMOŘSKÁ VÝŠKA 588 m. n. m.
CHARAKTERISTICKÝ PARAMETR BUDOVY B 6 Pa^{0,67}
VENKOVNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA -16 °C

LEGENDA POTRUBÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ

ZPŮSOB PŘIPOJENÍ
OTOPNÉHO TRUBKOVÉHO TĚLESA

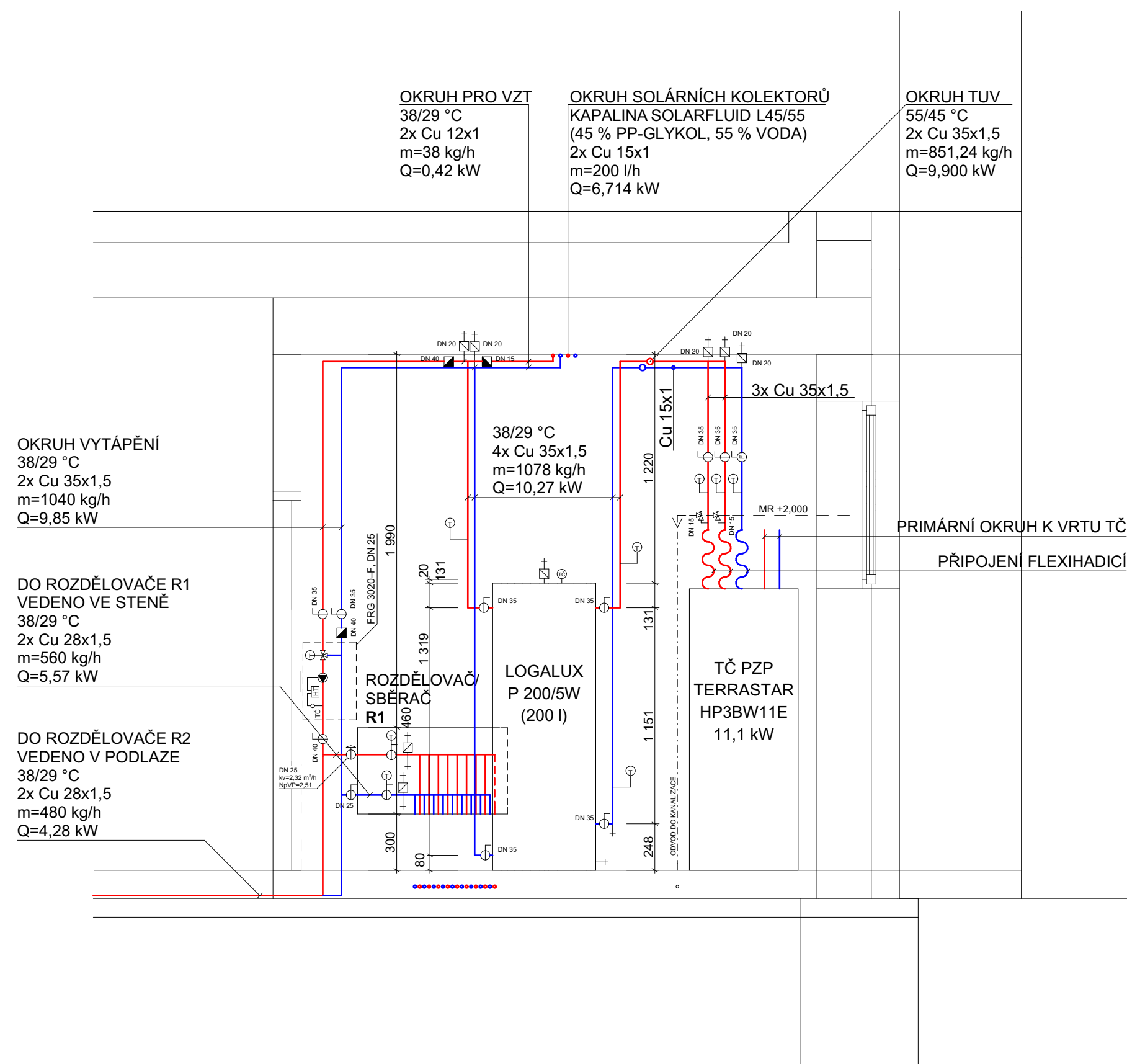


UPEVNĚNÍ
OTOPNÉHO TRUBKOVÉHO TĚLESA

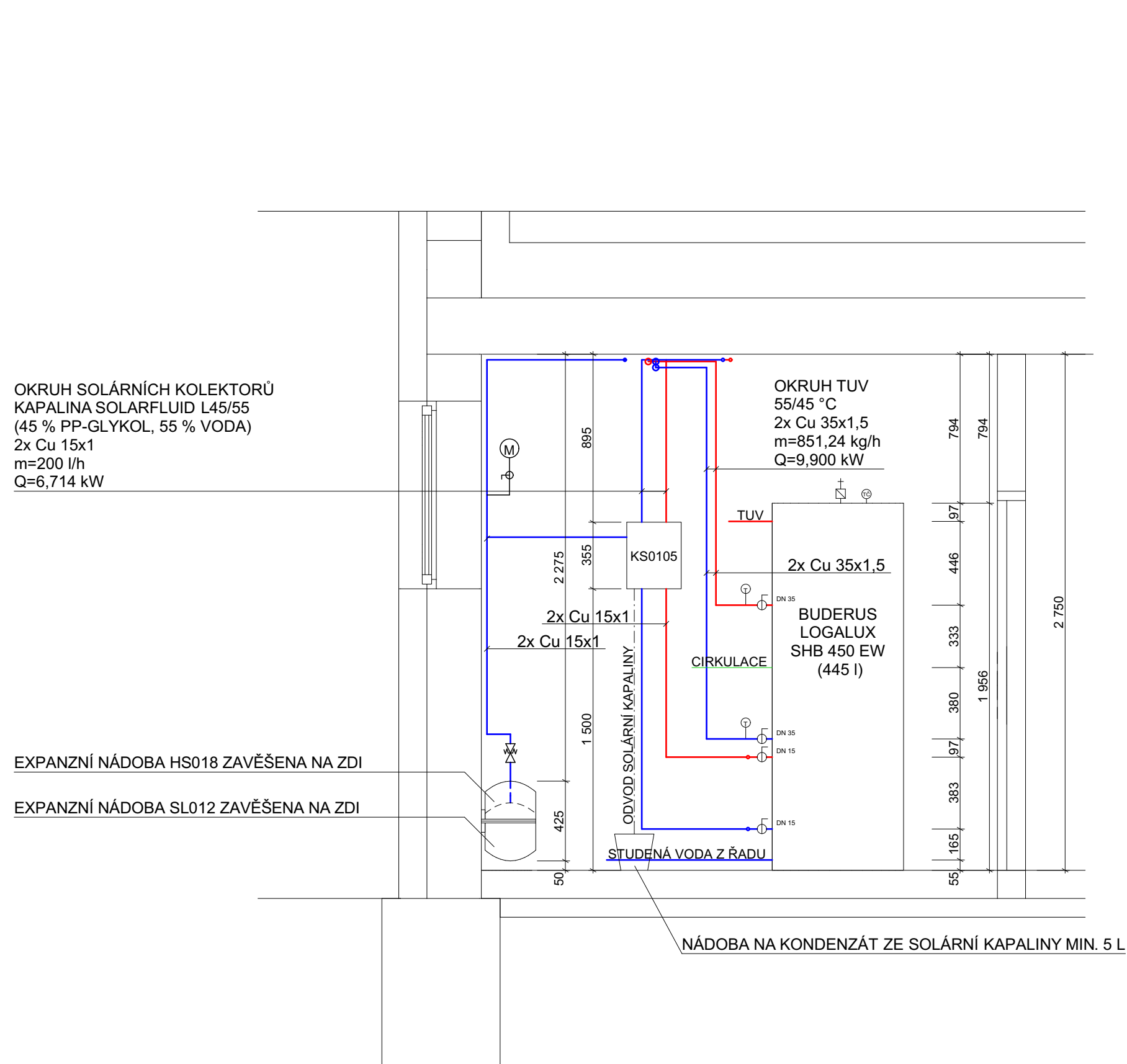


VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BÁRTL	
VEDOUČÍ DP	prof. Ing. KAREL KÁBELE, CSc.	
STUDIJNÍ OBOR	BUDOVY A PROSTŘEDÍ	
PŘEDMĚT	125DMP – DIPLOMOVÁ PRÁCE	
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLENÍ		
LEŽATÝ ROZVOD VYTÁPĚNÍ		FORMÁT 6A4 DATUM 8.1.2017 MĚŘÍTKO Č. VÝKRESU 1:50 D.1.4.1. – 04

ŘEZ T1-T1'



ŘEZ T2-T2'



LEGENDA ARMATUR

- ⊖ KULOVÝ UZÁVĚR
- ⊕ TLAKOMĚROVÝ KOHOUT
- ⊖ KULOVÝ UZÁVĚR S FILTREM, FILTERBALL
- ⊕ POJISTNÝ VENTIL
- ⊕ VYPOŠTĚCÍ VENTIL S NÁSTAVCEM NA HADICI
- ⊕ AUTOMATICKÝ ODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL
- ⊕ ZPĚTNÁ KLAPKA
- ⊕ TEPLMĚR
- ⊕ ČERPADLO
- ⊕ UZAVÍRACÍ KOHOUT S TEPLMĚREM
- ⊕ REGULÁTOR TEPLoty S ČIDLEM V JÍMCE
- ⊕ TŘÍCESTNÝ SMĚŠOVACÍ VENTIL S TERMOSTATICKOU HLAVICÍ
- ⊕ HAVARIJNÍ TERMOSTAT
- ⊕ VYVAŽOVACÍ VENTIL
- ⊕ PŘIPOJENÍ EXPANZNÍ NÁDOBY

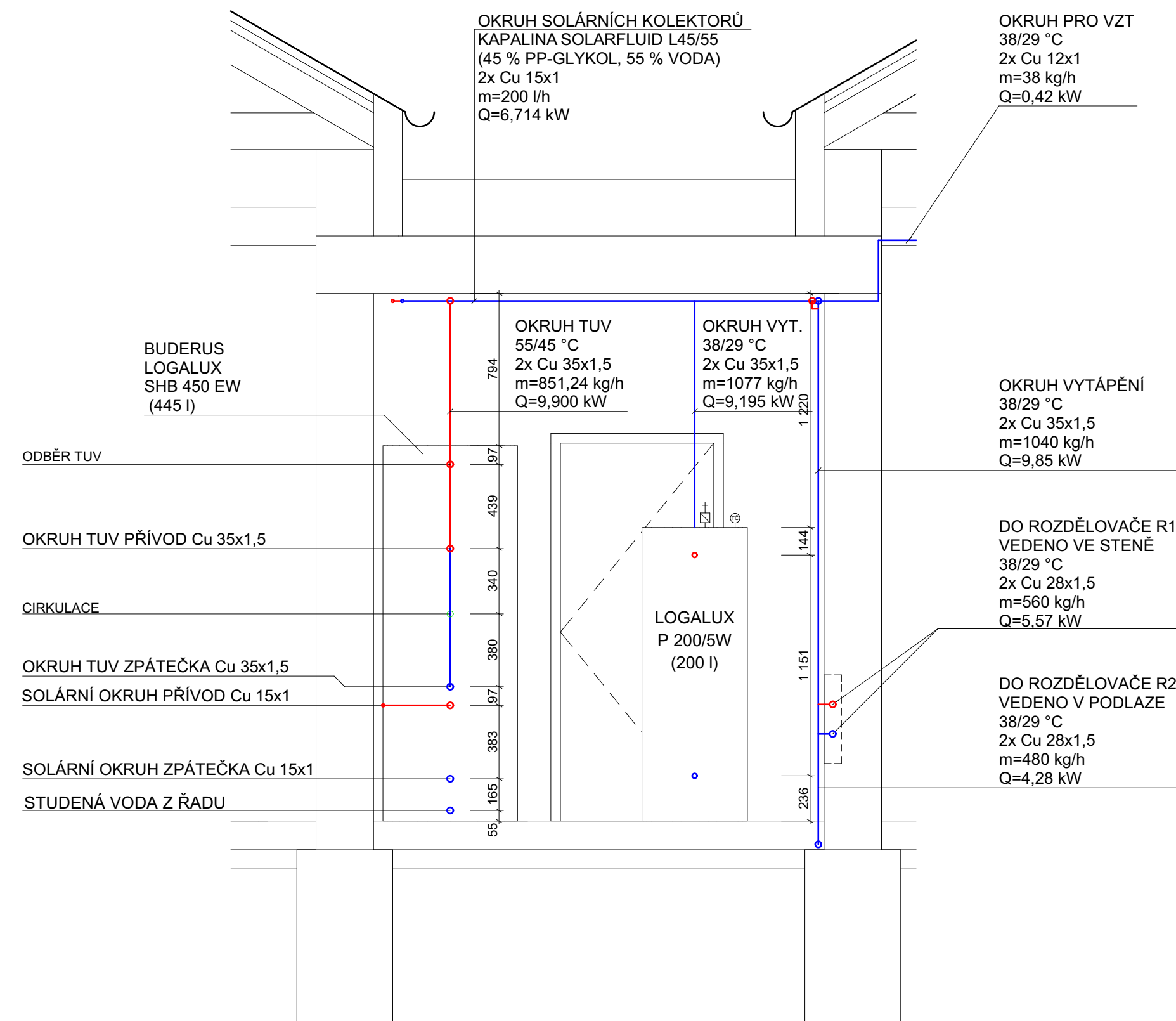
LEGENDA POTRUBÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ

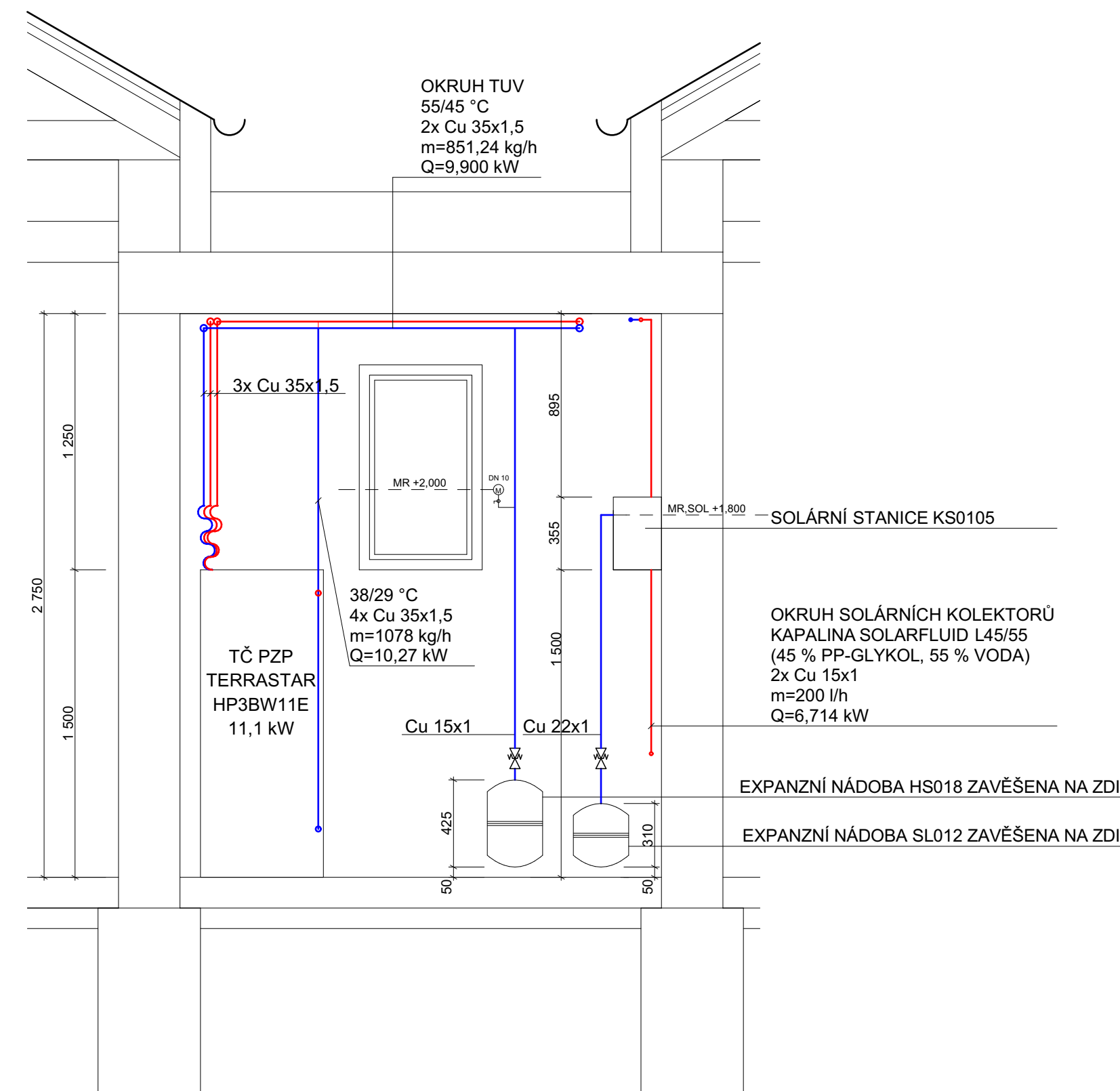
CELKOVÝ TEPLOTNÍ SPÁD 38/29 °C
 NADMOŘSKÁ VÝŠKA 588 m. n. m.
 CHARAKTERISTICKÝ PARAMETR BUDOVY B 6 Pa^{0,67}
 VENKOVNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA -16 °C

VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BÄRTL	
VEDOUČÍ DP	prof. Ing. KAREL KÄBELE, CSc.	
STUDIJNÍ OBOR	BUDOVY A PROSTŘEDÍ	
PŘEDMĚT	125DMP – DIPLOMOVÁ PRÁCE	
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLENÍ		FORMÁT 4A4
		DATUM 8.1.2017
		MĚŘÍTKO Č. VÝKRESU
ŘEZ T1, T2 TEPLOVODNÍHO ROZVODU		1:25 D.1.4.1. – 05

ŘEZ T3-T3'



ŘEZ T4-T4'



LEGENDA ARMATUR

- REGULÁTOR TEPLoty S ČIDLEM V JÍMCE
- MANOMETR
- TLAKOMĚROVÝ KOHOUT
- AUTOMATICKÝ ODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL
- PŘIPOJENÍ EXPANZNÍ NÁDOBY

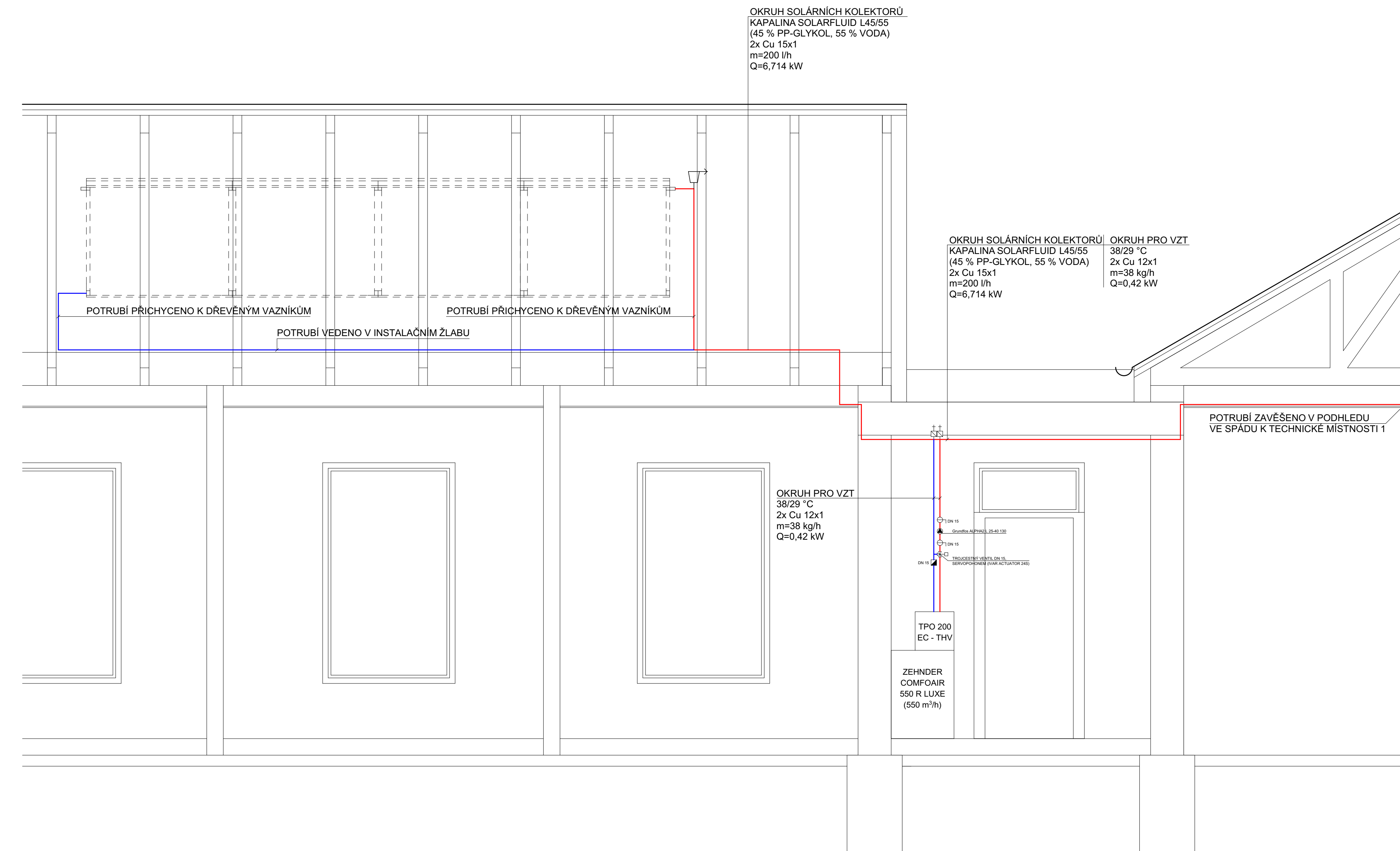
LEGENDA POTRUBÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ

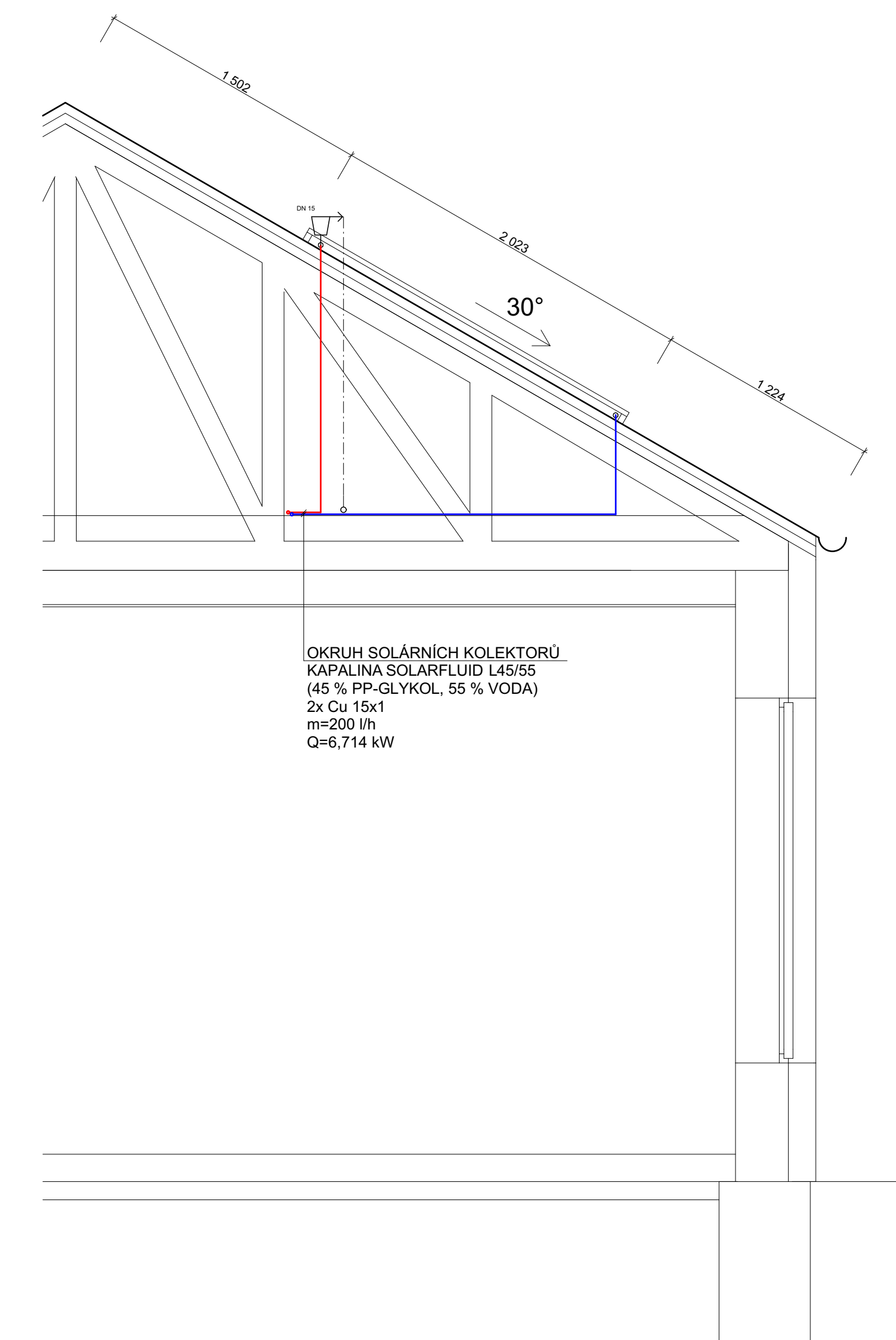
CELKOVÝ TEPLOTNÍ SPÁD 38/29 °C
 NADMOŘSKÁ VÝŠKA 588 m. n. m.
 CHARAKTERISTICKÝ PARAMETR BUDOVY B 6 Pa^{0,67}
 VENKOVNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLota -16 °C

VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BÁRTL		
VEDOUČÍ DP	prof. Ing. KAREL KABELA, CSc.		
STUDIJNÍ OBOR	BUDOVY A PROSTŘEDÍ		
PŘEDMĚT	125DMP – DIPLOMOVÁ PRÁCE		
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLENÍ		FORMÁT	4A4
		DATUM	8.1.2017
		MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
ŘEZ T3, T4 TEPLOVODNÍHO ROZVODU		1:25	D.1.4.1. – 06

ŘEZ T5–T5'



ŘEZ T6–T6'



LEGENDA ARMATUR

- ⊖ KULOVÝ UZÁVĚR
- ⊕ AUTOMATICKÝ ODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL
- ⊖ ZPĚTNÁ KLAPKA
- ⊕ MANUÁLNÍ ODVZDUŠŇOVACÍ VENTIL
- ⊕ ČERPADLO
- ⊕ TROJCESTNÝ SMĚŠOVACÍ VENTIL SE SERVOPOHONEM

LEGENDA POTRUBÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- ODVODNÍ POTRUBÍ

CELKOVÝ TEPLOTNÍ SPÁD 38/29 °C
NADMOŘSKÁ VÝŠKA 588 m. n. m.
CHARAKTERISTICKÝ PARAMETR BUDOVY B 6 Pa^{0,67}
VENKOVNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA -16 °C

VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BÁRTL	
VEDOUČÍ DP	prof. Ing. KAREL KÁBELE, CSc.	
STUDIJNÍ OBOR	BUDOVY A PROSTŘEDÍ	
PŘEDMĚT	12SDMP – DIPLOMOVÁ PRÁCE	
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLENÍ		FORMÁT 8A4
		DATUM 8.1.2017
		MĚŘÍTKO Č. VÝKRESU
ŘEZ T5, T6 TEPELOVODNÍHO ROZVODU		1:25 D.1.4.1. – 07

České vysoké učení technické v Praze
fakulta stavební
k125 katedra technických zařízení budov



D.1.4.2

VZDUCHOTECHNIKA

TECHNICKÁ ZPRÁVA PROJEKTOVÉ
DOKUMENTACE K PROVEDENÍ STAVBY

Vypracoval: Bc. Aleš Bártl

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

ZS: 2016/2017

OBSAH

1. Údaje o stavbě	4
2. Tepelné ztráty objektu	4
3. Navržené výměny vzduchu v jednotlivých místnostech.....	5
4. Navržený systém VZT	6
4.1. Koncepce řešení	6
4.2. VZT jednotka	6
4.3. Schéma jednotky Zehnder ComfoAir 550 R Luxe	6
5. Dohříváč.....	7
6. Akustické tlumiče	8
6.1. Schéma akustického tlumiče	8
7. Rozvaděče.....	8
7.1. Schéma rozvaděče	8
8. Návrh potrubí.....	9
9. Návrh větracích mřížek do technických místností, koupelen a WC.....	10
9.1. Technické místnosti	10
9.2. Koupelny	10
9.3. WC	10
10. Tlakové ztráty.....	11
10.1. Tlakové ztráty jednotlivých úseků	11
10.2. Regulace armatur a požadovaný výkon ventilátoru	12
11. Posouzení hluku	13
11.1. Výpočet útlumu a vlastního hluku jednotlivých elementů	13
12. Graf hladiny akustického tlaku po osazení tlumiče hluku	15
13. Výústky a napojení na potrubí.....	16
13.1. Schéma talířového ventilu	16
13.2. Schéma krytu vývodu vzduchu	16
14. Regulace VZT.....	16
14.1. Stupně výkonu regulátoru přírodního vzduchu Comfocontrol Ease.....	16

15. Výpis prvků	17
16. Požadavky na ostatní profese.....	17
16.1. Stavební profese	17
16.2. Elektroinstalace	17
16.3. Zdravotní technika	17
17. Ochrana proti šíření požáru.....	17
18. Ekologie	18
19. Závěr	18
20. Zdroje.....	19
20.1. Normy.....	19
20.2. Nařízení vlády	19
20.3. Internetové zdroje	19

1. Údaje o stavbě

Lokalita	Pelhřimov
Nadmořská výška	588 m
Výpočtová venkovní teplota	-16 °C
Nová stavba nebo změna dokončené stavby	nová stavba
Typ stavby	chráněné bydlení
Trvalá nebo dočasná stavba	trvalá stavba
Zastavěná plocha	228,65 m ²
Podlahová plocha	181,21 m ²
Obestavěný prostor	891,65 m ³
Počet uživatelů	6 osob

2. Tepelné ztráty objektu

ČÍSLO MÍST.	ÚČEL MÍST.	TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM [W]	TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM [W]	CELKOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA [W]
1.00	PŘEDSÍŇ	-78	46	0
1.01	OBÝVACÍ POKOJ S KUCHYŇÍ	1073	240	1313
1.02	PRACOVNA	274	64	338
1.03	POKOJ 1	727	88	815
1.04	POKOJ 2	342	70	412
1.05	POKOJ 3	867	132	999
1.06	POKOJ 4	529	67	596
1.07	POKOJ 5	352	72	424
1.08	POKOJ 6	1002	137	1139
1.09	WC 1	-9	25	16
1.10	KOUPELNA 1	456	44	500
1.11	WC 2	29	35	64
1.12	KOUPELNA 2	517	50	567
1.13	CHODBA 1	-238	22	0
1.14	CHODBA 2	-29	74	45
1.15	TECHNICKÁ MÍSTNOST 1	87	41	128
1.16	TECHNICKÁ MÍSTNOST 2	121	42	163
CELKEM		6022	1249	7519

3. Navržené výměny vzduchu v jednotlivých místnostech

ČÍSLO	NÁZEV	PLOCHA [m ²]	VÝŠKA MÍST. [m]	OBJEM MÍST. [m ³]	POČET OSOB	podle počtu osob [m ³ /h]	násobnost výměny vzduchu [h-1]
1.00	ZÁDVĚŘÍ	6,52	3,15	20,5	1	25	0,1
1.01	OBÝVACÍ POKOJ S KUCHYNÍ	31,43	3,15	98,9	6	150	0,5
1.02	PRACOVNA	5,72	3,15	18,0	2	50	0,5
1.03	POKOJ 1	17,36	3,15	54,6	1	25	0,5
1.04	POKOJ 2	12,74	3,15	40,1	1	25	0,5
1.05	POKOJ 3	19,31	3,15	60,7	1	25	0,5
1.06	POKOJ 4	12,09	3,15	38,0	1	25	0,5
1.07	POKOJ 5	13,20	3,15	41,5	1	25	0,5
1.08	POKOJ 6	20,06	3,15	63,1	1	25	0,5
1.09	WC 1	1,35	2,75	3,7	1	25	0,15
1.10	KOUPELNA 1	4,28	2,75	11,8	2	50	0,15
1.11	WC 2	2,52	3,15	7,9	1	25	0,15
1.12	KOUPELNA 2	5,76	2,75	15,8	2	50	0,15
1.13	CHODBA 1	6,45	2,90	18,7	0	0	0,15
1.14	CHODBA 2	11,12	2,98	33,1	0	0	0,15
1.15	TECHNICKÁ MÍSTNOST 1	6,46	2,75	17,8	0	0	0,15
1.16	TECHNICKÁ MÍSTNOST 2	4,85	2,75	13,3	0	0	0,15

ČÍSLO	podle objemu míst. [m ³ /h]	podle produkce CO ₂ [l/h ⁻¹ .os.]	produkce CO ₂ [l/h ⁻¹]	produkce CO ₂ [m ³ /h]	min. výměna vzduchu [m ³ /h]	navržený přívod [m ³ /h]	navržený odvod [m ³ /h]
1.00	2,05	13	13	15,3	25,0	–	25,0
1.01	49,43	13	78	91,8	150,0	150,0	150,0
1.02	8,99	13	26	30,6	50,0	50,0	–
1.03	27,30	13	13	15,3	27,3	27,3	–
1.04	20,03	13	13	15,3	25,0	25,0	–
1.05	30,36	13	13	15,3	30,4	30,4	–
1.06	19,00	13	13	15,3	25,0	25,0	–
1.07	20,75	13	13	15,3	25,0	25,0	–
1.08	31,54	13	13	15,3	31,5	31,5	–
1.09	0,56	13	13	15,3	25,0	–	25,0
1.10	1,76	13	26	30,6	50,0	–	50,0
1.11	1,19	13	13	15,3	25,0	–	25
1.12	2,38	13	26	30,6	50,0	–	50,0
1.13	2,81	13	0	0,0	2,8	–	–
1.14	4,97	13	0	0,0	5,0	–	–
1.15	2,67	13	0	0,0	2,7	–	19,6
1.16	2,00	13	0	0,0	2,0	–	19,6
					Σ	364,2	364,2

4. Navržený systém VZT

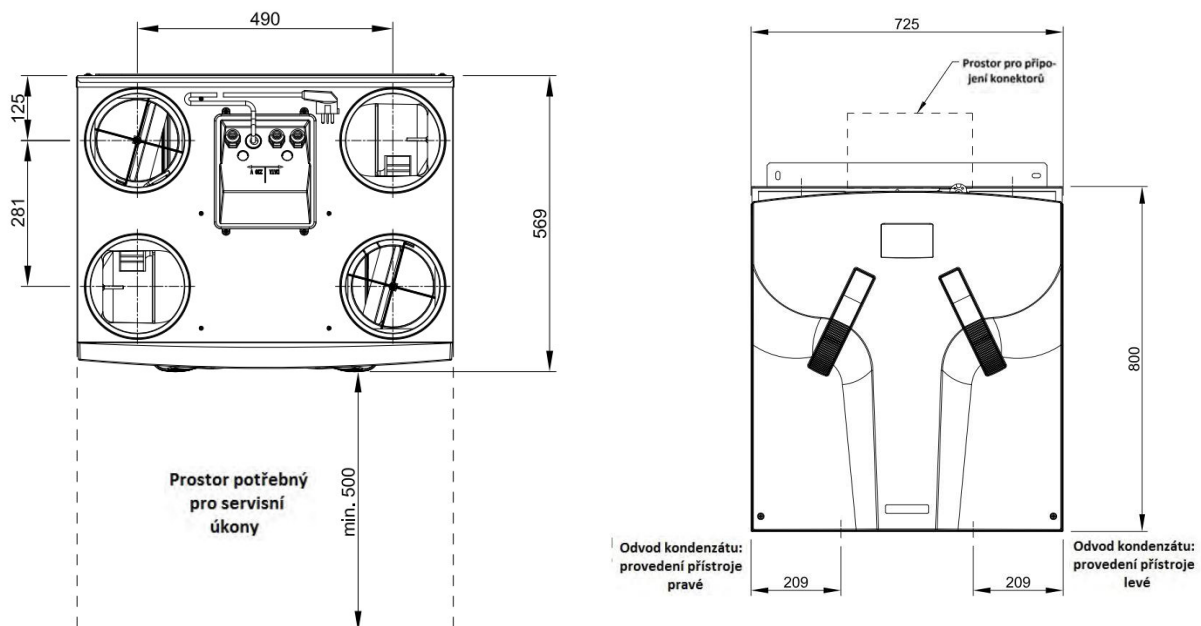
4.1. Koncepce řešení

Systém nuceného větrání je převážně navržen z komponentů firmy Zehnder. Na rekuperační VZT jednotku jsou napojeny dva rozvaděče vzduchu (jeden na přívod, druhý na odvod). Každý rozvaděč má 10 vývodů, které vedou do jednotlivých místností. Mezi VZT jednotkou a rozvaděčem přívodního vzduchu je nainstalován dohříváč vzduchu. Přívodní vzduch je přiváděn do obytných místností (obývací pokoj, pokoje) a odvodní je odsáván z hygienického zázemí, kuchyně a technických místností. Pro zlepšení komfortu v budově jsou mezi VZT jednotkou a rozvaděči přívodního i odvodního vzduchu nainstalovány akustické tlumiče hluku. Systém je navržen jako rovnotlaké větrání.

4.2. VZT jednotka

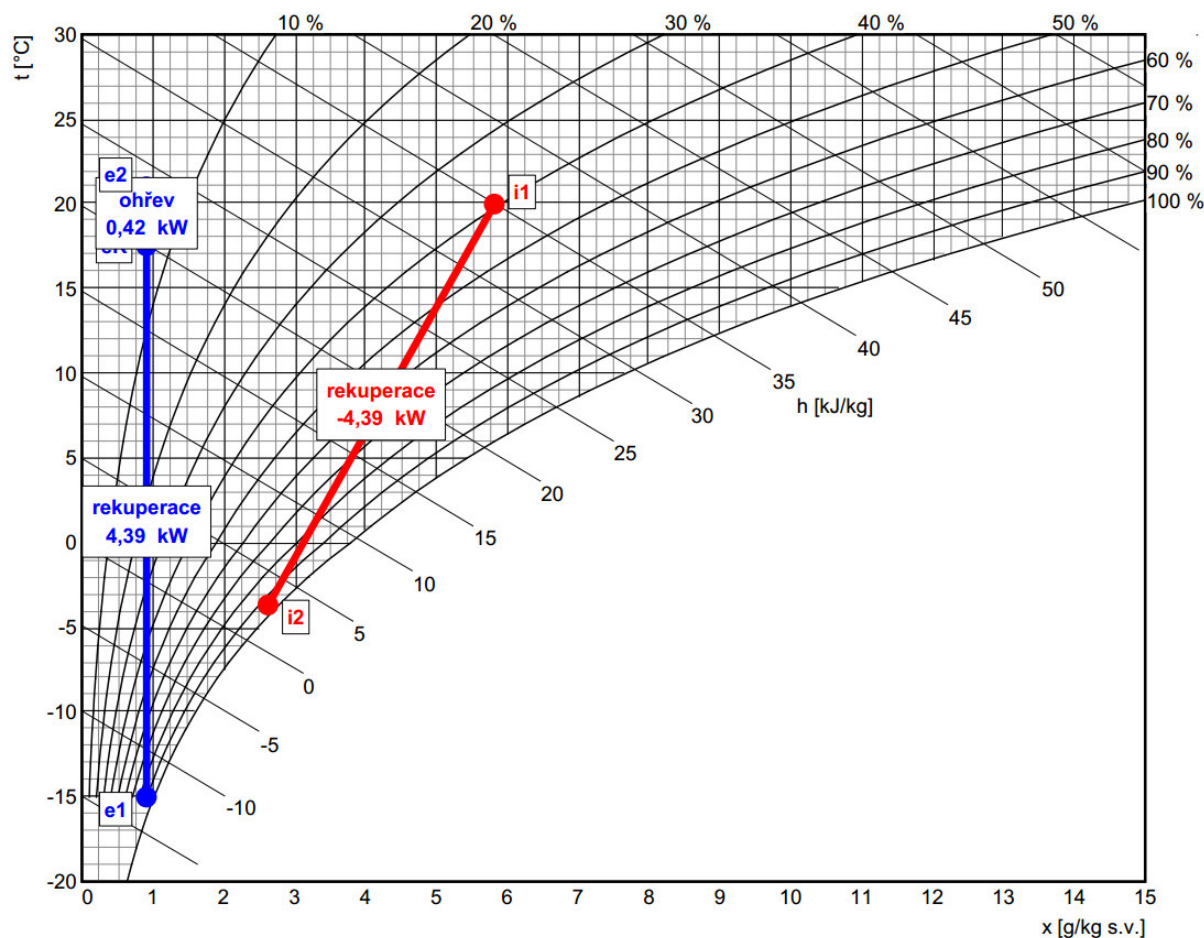
Je navržena vzduchotechnická rekuperační jednotka *Zehnder ComfoAir 550 R Luxe*. Je vybavena vysoce účinnými EC ventilátory s maximálním průtokem vzduchu 550 m³/h při tlakové rezervě 200 Pa. Uvnitř jednotky se nachází křížový protiproudý výměník tepla, který dosahuje účinnosti až 95 %. Větrací jednotka je rovněž vybavena filtry třídy G4 a na přívodním potrubí pylovým filtrem F7. Jednotka je rovněž vybavena automatickým bypassem.

4.3. Schéma jednotky Zehnder ComfoAir 550 R Luxe



5. Dohříváč

Na výstupu přívodního vzduchu z VZT jednotky bude umístěn teplovodní dohříváč vzduchu *TPO 200 EC – THV* o potřebném výkonu 420 W. Potrubí k ohřivači je navrženo z mědi v dimenzi 12x1, potřebný průtok pro dosažení 420 W je 38 kg/h. Měděné potrubí bude vedeno v podhledu pod stropem a bude zaizolováno min. tloušťkou izolace 22 mm ($\lambda=0,04$ W/m.K), vypočteno dle vyhlášky č. 193/2007. Dohříváč má připojovací dimenzi DN 200 a VZT jednotka DN 180, bude zde tedy použita redukce potrubí DN 200/180 před i za dohříváčem.



Přívod

	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	-15,0	90
eR	rekuperace	17,5	7
e2	ohřev	21,0	6

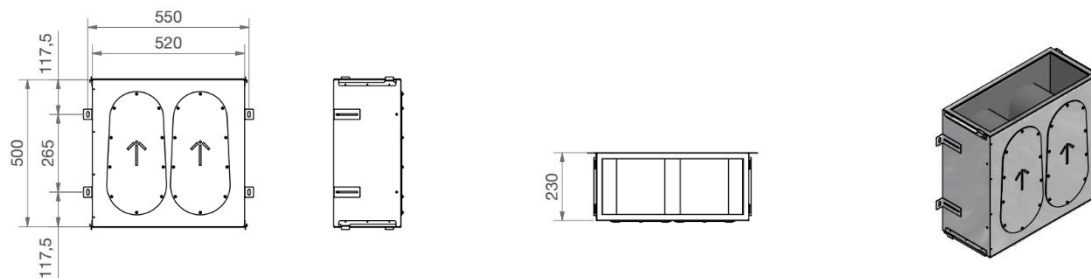
Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	20,0	40
i2	rekuperace	-3,7	95

6. Akustické tlumiče

Mezi VZT jednotkou a rozvaděčem se na přívodním i odvodním potrubí DN 180 nachází akustické tlumiče *Zehnder Comfowell CW-S 520*. Tento tlumič se vyznačuje vysokou účinností akustického útlumu a nízkou tlakovou ztrátou (pro navržený průtok 364 m³/h je tlaková ztráta 10 Pa).

6.1. Schéma akustického tlumiče

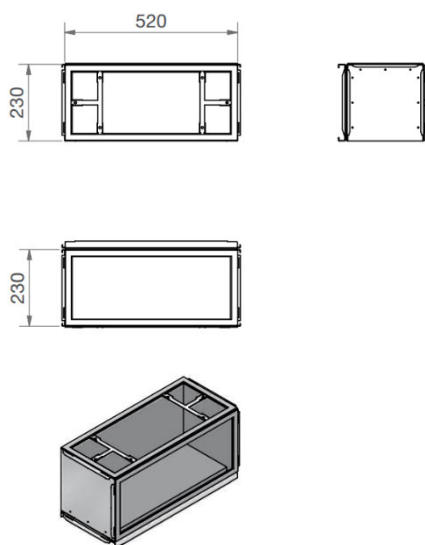


7. Rozvaděče

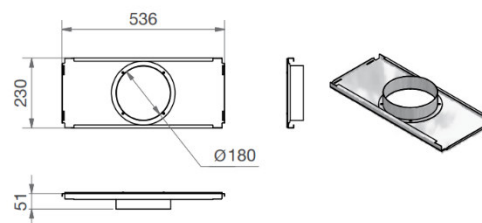
System je navržen tak, že má přívodní i odvodní vzduch vlastní rozvaděč, ze kterého vede přívodní/odvodní potrubí do jednotlivých místností. Každý z těchto rozdělovačů má připojovací dimenzi DN 180 a 10 připojovacích hrdel dimenze DN 90. Použité rozvaděče *Zehnder Comfowell CW-D 520* obsahují pylový filtr třídy F7 a filtr s aktivním uhlím neutralizujícím pachy.

7.1. Schéma rozvaděče

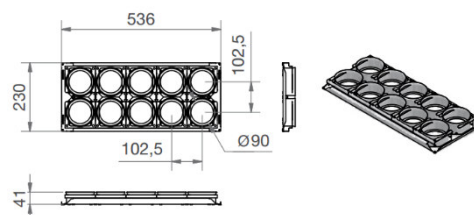
Rozvaděč



Koncová deska



Montážní deska



8. Návrh potrubí

Výrobce doporučuje návrhovou rychlost v potrubí 0-3 m/s.

PŘÍVODNÍ POTRUBÍ

	Větve	Průtok [m ³ /h]	Délka [mm]	d _{min} [m]	DN [mm]	Tl. Potrubí [mm]	Vnitřní rozměr [mm]	Plocha potrubí [m ²]	Rychlost proudění [m/s]
PRACOVNA	1-2	50	11300	0,077	90	8	74	0,004	3,2
POKOJ 1	1-3	27	21750	0,057	90	8	74	0,004	1,8
POKOJ 2	1-4	25	20250	0,054	90	8	74	0,004	1,6
POKOJ 3	1-5	30	22650	0,060	90	8	74	0,004	2,0
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 1	1-6	50	10000	0,077	90	8	74	0,004	3,2
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 2	1-7	50	10200	0,077	90	8	74	0,004	3,2
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 3	1-8	50	10500	0,077	90	8	74	0,004	3,2
POKOJ 4	1-9	25	10300	0,054	90	8	74	0,004	1,6
POKOJ 5	1-10	25	12700	0,054	90	8	74	0,004	1,6
POKOJ 6	1-11	32	16200	0,061	90	8	74	0,004	2,0

ODVODNÍ POTRUBÍ

ZÁDVEŘÍ	1'-2'	25	11500	0,054	90	8	74	0,004	1,6
KOUPELNA 1	1'-3'	50	14100	0,077	90	8	74	0,004	3,2
WC 1	1'-4'	25	14600	0,054	90	8	74	0,004	1,6
TECH. MÍST. 1	1'-5'	20	14500	0,048	90	8	74	0,004	1,3
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 1	1'-6'	50	4200	0,077	90	8	74	0,004	3,2
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 2	1'-7'	50	4200	0,077	90	8	74	0,004	3,2
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 3	1'-8'	50	4800	0,077	90	8	74	0,004	3,2
WC 2	1'-9'	25	8200	0,054	90	8	74	0,004	1,6
KOUPELNA 2	1'-10'	50	5100	0,077	90	8	74	0,004	3,2
TECH. MÍST. 2	1'-11'	20	1700	0,048	90	8	74	0,004	1,3

Je navrženo potrubí *Zehnder Comfortube DN 90*. Jedná se o flexibilní potrubí čistého HDPE s hladkou vnitřní stěnou. Navržené potrubí má minimální poloměr ohybu 1D a je schopné odolávat teplotám od -25 do 60 °C. Potrubí je třeba chránit ve smyslu příslušných norem proti tepelným ztrátám. Stálý ohyb potrubí v příslušných místech je bude zajištěn vázacím páskem (min. 7,5 x 360 mm), kterým je možné rovněž potrubí zavěsit pod strop. Během stavebních prací je nutné uzavření trubek speciální prachotěsnou krytkou, dodávanou k potrubí.

Přívodní a odvodní potrubí k VZT jednotce a potrubí mezi jednotkou a rozvaděči bude klasické spiro potrubí DN 180.

9. Návrh větracích mřížek do technických místností, koupelen a WC

9.1. Technické místnosti

Přívod vzduchu do technických místností je řešen mřížkou ve dveřích. Vypočtený objem vzduchu pro odvod, je kvůli zachování rovnotlakého větrání budovy 19,6 m³/h.

$$S = \frac{m}{w \cdot 3600} = \frac{19,6}{0,3 \cdot 3600} = 0,0181 \text{ m}^2$$

Je navržena mřížka o rozměrech 452x90 mm ($A_{ef} = 0,02 \text{ m}^2$). Rychlost proudění vzduchu mřížkou bude $w=0,27 \text{ m/s}$.

9.2. Koupelny

Přívod vzduchu do koupelen je řešen mřížkami ve dveřích. Potřebný přiváděný objem vzduchu do koupelen je kvůli nárazovému větrání 50 m³/h.

$$S = \frac{m}{w \cdot 3600} = \frac{50}{0,4 \cdot 3600} = 0,0347 \text{ m}^2$$

Jsou navrženy dvě mřížky o rozměrech 452x90 mm ($A_{ef} = 0,04 \text{ m}^2$). Rychlost proudění vzduchu mřížkou bude $w=0,35 \text{ m/s}$.

9.3. WC

Přívod vzduchu na WC je řešen mřížkou ve dveřích. Potřebný přiváděný objem vzduchu na WC je kvůli nárazovému větrání 25 m³/h.

$$S = \frac{m}{w \cdot 3600} = \frac{25}{0,4 \cdot 3600} = 0,0174 \text{ m}^2$$

Je navržena mřížka o rozměrech 452x90 mm ($A_{ef} = 0,02 \text{ m}^2$). Rychlost proudění vzduchu mřížkou bude $w=0,35 \text{ m/s}$.

10. Tlakové ztráty

10.1. Tlakové ztráty jednotlivých úseků

PŘÍVODNÍ POTRUBÍ

	Větve	Průtok [m ³ /h]	Délka [mm]	DN [mm]	Plocha potrubí [m ²]	Rychlost proudění [m/s]	Tlakové ztráty dle výrobce [Pa/10 m]	Tlakové ztráty třením [Pa]	Tlakové ztráty míst- ními odpory [Pa]	Celková tlak. ztráta úseku [Pa]
PRACOVNA	1-2	50	11300	90	0,004	3,5	35,00	39,55	57,91	97,46
POKOJ 1	1-3	27	21750	90	0,004	1,9	9,50	20,66	24,56	45,22
POKOJ 2	1-4	25	20250	90	0,004	1,7	7,75	15,69	20,25	35,94
POKOJ 3	1-5	30	22650	90	0,004	2,1	11,75	26,61	27,46	54,07
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 1	1-6	50	10000	90	0,004	3,5	35,00	35,00	54,52	89,52
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 2	1-7	50	10200	90	0,004	3,5	35,00	35,70	54,52	90,22
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 3	1-8	50	10500	90	0,004	3,5	35,00	36,75	54,52	91,27
POKOJ 4	1-9	25	10300	90	0,004	1,7	7,75	7,98	19,97	27,95
POKOJ 5	1-10	25	12700	90	0,004	1,7	7,75	9,84	20,25	30,09
POKOJ 6	1-11	32	16200	90	0,004	2,2	11,75	19,04	29,08	48,12
VZT – ROZVADĚČ	0-1	364	955	180	0,025	4,0	12,00	1,15	64,82	65,97

ODVODNÍ POTRUBÍ

ZÁDVEŘÍ	1'-2'	25	11500	90	0,004	1,7	7,75	8,91	13,26	22,18
KOUPELNA 1	1'-3'	50	14100	90	0,004	3,5	35,00	49,35	42,91	92,26
WC 1	1'-4'	25	14600	90	0,004	1,7	7,75	11,32	13,83	25,14
TECH. MÍST. 1	1'-5'	20	14500	90	0,004	1,4	5,25	7,61	9,67	17,29
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 1	1'-6'	50	4200	90	0,004	3,5	35,00	14,70	40,65	55,35
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 2	1'-7'	50	4200	90	0,004	3,5	35,00	14,70	40,65	55,35
OBÝVACÍ POKOJ S KUCH. 3	1'-8'	50	4800	90	0,004	3,5	35,00	16,80	39,52	56,32
WC 2	1'-9'	25	8200	90	0,004	1,7	7,75	6,36	13,26	19,62
KOUPELNA 2	1'-10'	50	5100	90	0,004	3,5	35,00	17,85	35,73	53,58
TECH. MÍST. 2	1'-11'	20	1700	90	0,004	1,4	5,25	0,89	8,19	9,08
VZT – ROZVADĚČ	0'-1'	364	1560	180	0,025	4,0	12,00	1,87	42,60	44,47

Tlakové ztráty potrubím a místními odpory byly vypočteny dle grafů od výrobců jednotlivých prvků.

10.2. Regulace armatur a požadovaný výkon ventilátoru

PŘÍVODNÍ POTRUBÍ – TALÍŘOVÝ VENTIL PLASTOVÝ VST DN125						
	Ztráta úseku [Pa]	Ztráta od ventilu [Pa]	Regulace pomocí ComfoSet 90 [Ø,mm]	Vlastní regulace armatury [mm]	Suma úseku [Pa]	Výkon přívodního ventilátoru [Pa]
ÚSEK 1-2	97,5	10,0	–	+13	107	173
ÚSEK 1-3	45,2	62,2	57	+6	107	
ÚSEK 1-4	35,9	71,5	57	+3	107	
ÚSEK 1-5	54,1	53,4	39	+4	107	
ÚSEK 1-6	89,5	17,9	–	+10	107	
ÚSEK 1-7	90,2	17,2	–	+10	107	
ÚSEK 1-8	91,3	16,2	–	+10	107	
ÚSEK 1-9	27,9	79,5	57	+3	107	
ÚSEK 1-10	30,1	77,4	57	+3	107	
ÚSEK 1-11	48,1	59,3	50	+6	107	
ÚSEK 0-1	66,0	–		–	–	

ODVODNÍ POTRUBÍ – TALÍŘOVÝ VENTIL PLASTOVÝ VEF DN125						
	Ztráta úseku [Pa]	Ztráta od ventilu [Pa]	Regulace pomocí ComfoSet 90 [Ø,mm]	Vlastní regulace armatury [mm]	Suma úseku [Pa]	Výkon odvodního ventilátoru [Pa]
ÚSEK 1'-2'	22,2	80,1	57	-6	102	147
ÚSEK 1'-3'	92,3	10,0	–	+4	102	
ÚSEK 1'-4'	25,1	77,1	57	-5	102	
ÚSEK 1'-5'	17,3	85,0	63	-3	102	
ÚSEK 1'-6'	55,4	46,9	–	+2,5	102	
ÚSEK 1'-7'	55,4	46,9	–	+2,5	102	
ÚSEK 1'-8'	56,3	45,9	–	+2,5	102	
ÚSEK 1'-9'	19,6	82,6	57	-6,5	102	
ÚSEK 1'-10'	53,6	48,7	–	+2	102	
ÚSEK 1'-11'	9,1	93,2	63	-5	102	
ÚSEK 0'-1'	44,5	–	–	–	–	

Tlakové ztráty a regulace jednotlivých talířových ventilů a škrtkící vsuvky ComfoSet 90 byly odečteny z grafů od výrobců.

Pro navržený průtok vzduchu 364 m³/h dosahují ventilátory jednotky výkonu, který je schopen zvládnout tlakovou ztrátu 285 Pa, tudíž vyhoví spočteným hodnotám minimálních výkonů ventilátorů.

11. Posouzení hluku

Byla posouzena místnost s nemenší vzdáleností mezi výústkou a VZT jednotkou. Jedná se o úsek 1–6 přívodního potrubí vedoucího do obývacího pokoje s kuchyní. Bylo posuzováno přívodní potrubí, jelikož má ve všech frekvencích o cca 10 dB hlučnější ventilátor oproti ventilátoru odvodního vzduchu.

11.1. Výpočet útlumu a vlastního hluku jednotlivých elementů

ÚSEK 1-6, PŘÍMÉ POTRUBÍ DO OBÝVACÍHO POKOJE S KUCHYNÍ								
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L _{rel} [dB]	4	5,4	6,5	7,7	9,2	10	13,8	21
D _{1m} [dB]	0,40	0,40	0,50	0,30	0,30	0,30	0,70	0,70
D ₁ [dB]	6,48	6,48	8,1	4,86	4,86	4,86	11,34	11,34
L _{p1} [dB]	-6,61	-8,01	-9,11	-10,31	-11,81	-12,61	-16,41	-23,61

ÚSEK 0-1, PŘÍMÉ POTRUBÍ OD VZT DO ROZVADĚČE								
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L _{rel} [dB]	4	5,4	6,5	7,7	9,2	10	13,8	21
D _{2m} [dB]	0,10	0,10	0,15	0,15	0,30	0,30	0,30	0,30
D ₂ [dB]	0,0955	0,0955	0,14325	0,14325	0,2865	0,2865	0,2865	0,2865
L _{p2} [dB]	16,08	14,68	13,58	12,38	10,88	10,08	6,28	-0,92

ÚSEK 1-6, KOLENO DN 90								
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
D _{fi} [dB]	45	90	180	355	700	1400	2800	5600
D ₃ [dB]	-3,42	-2,43	-1,43	-0,43	0,57	1,57	2,57	3,57
L _{psp} [dB]	-4,98	-6,77	-8,57	-11,58	-19,10	-26,63	-34,15	-41,68
L _{rel} [dB]	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
L _{p3} [dB]	4,89	6,11	7,32	7,26	2,68	-1,83	-6,35	-10,86

ÚSEK 0-1, KOLENO DN 180								
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
D _{fi} [dB]	45	90	180	355	700	1400	2800	5600
D ₄ [dB]	-2,27	-1,28	-0,28	0,72	1,72	2,72	3,72	4,72
L _{psp} [dB]	-6,70	-8,49	-11,22	-18,74	-26,27	-33,80	-41,32	-48,85
L _{rel} [dB]	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
L _{p4} [dB]	19,52	20,74	21,02	16,45	11,87	7,35	2,84	-1,68

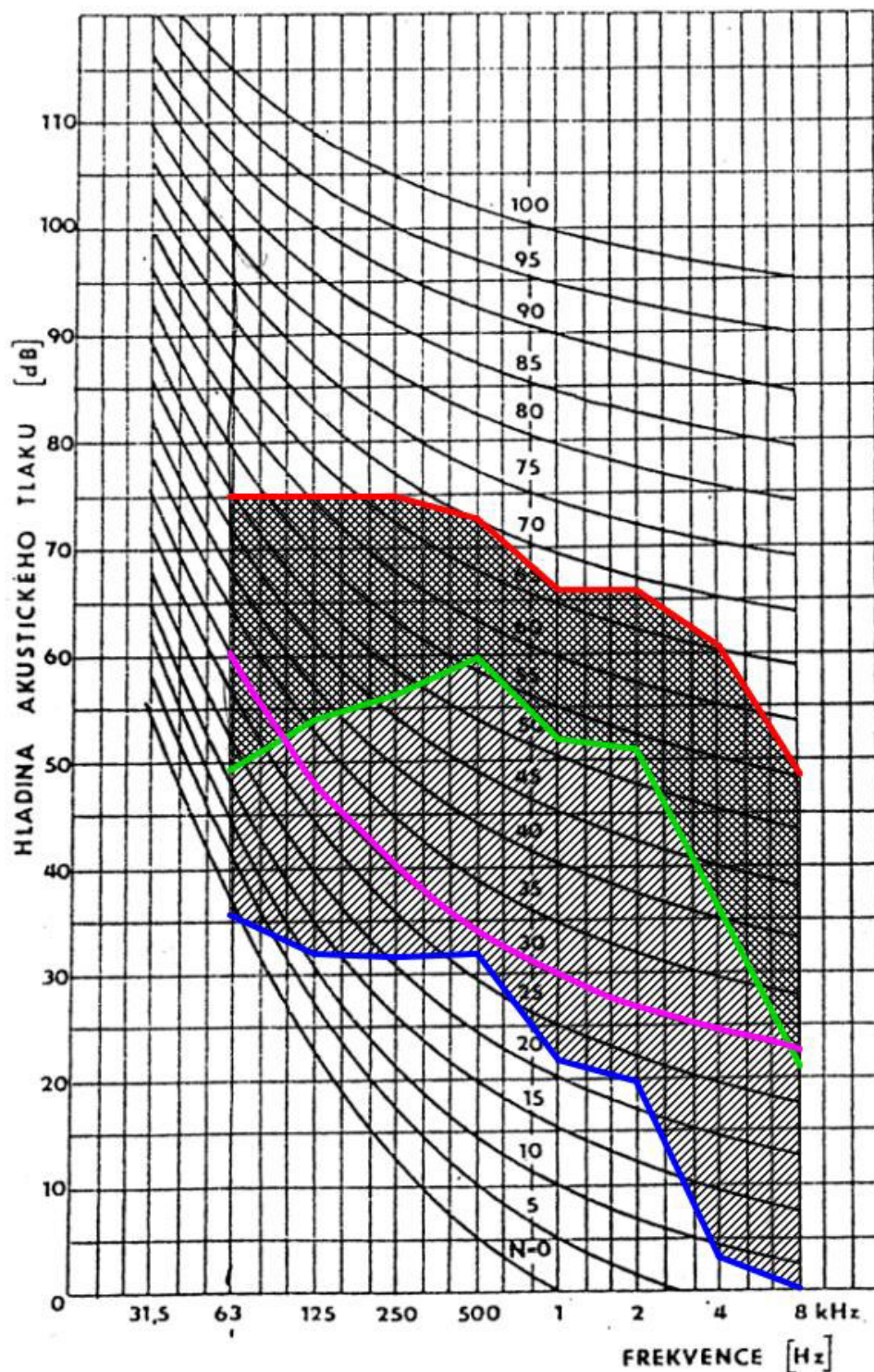
TALÍŘOVÝ VENTIL DN 125								
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
D _s [dB]	22,31	17,90	13,43	8,95	4,48	0,01	-4,46	-8,93
p	8,10	16,08	32,16	64,32	128,64	257,28	514,55	1029,10
L _{p5} [dB]	22,85	22,85	22,85	21,78	17,70	9,56	-5,15	-5,15
L _{rel}	-7,00	-7,00	-7,00	-8,07	-12,14	-20,29	-35,00	-35,00

HLADINA AKUSTICKÉHO TLAKU VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY								
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L _p [dB]	75,00	75,00	75,00	73,00	66,00	66,00	61,00	52,00

ÚTLUM SESTAVY ROZVADĚČE A AKUSTICKÉHO TLUMIČE DLE VÝROBCE								
f [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
D [dB]	12,40	19,60	22,70	25,20	29,90	31,60	33,30	29,40

Výpočet hladiny zvuku pro nejkratší potrubí vedoucí do obytné místnosti (úsek 1-6)									
f [Hz]		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
korekce K _{Ai} [dB]		-26,20	-16,10	-8,90	-3,20	0,00	1,20	1,00	-1,10
hl. aku. tl. L _{wvent} [dB]		75,00	75,00	75,00	73,00	66,00	66,00	61,00	52,00
útlum	D1	4,00	4,00	5,00	3,00	3,00	3,00	7,00	7,00
	D2	0,10	0,10	0,14	0,14	0,29	0,29	0,29	0,29
	D3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	1,57	2,57	3,57
	D3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	1,57	2,57	3,57
	D3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	1,57	2,57	3,57
	D3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	1,57	2,57	3,57
	D4	0,00	0,00	0,00	0,72	1,72	2,72	3,72	4,72
	D4	0,00	0,00	0,00	0,72	1,72	2,72	3,72	4,72
	D5	22,31	17,90	13,43	8,95	4,48	0,01	0,00	0,00
vl. Hluk	L1	3,59	2,19	1,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	L2	16,08	14,68	13,58	12,38	10,88	10,08	6,28	0,00
	L3	4,89	6,11	7,32	7,26	2,68	0,00	0,00	0,00
	L3	4,89	6,11	7,32	7,26	2,68	0,00	0,00	0,00
	L3	4,89	6,11	7,32	7,26	2,68	0,00	0,00	0,00
	L3	4,89	6,11	7,32	7,26	2,68	0,00	0,00	0,00
	L4	19,52	20,74	21,02	16,45	11,87	7,35	2,84	0,00
	L4	19,52	20,74	21,02	16,45	11,87	7,35	2,84	0,00
	L5	22,85	22,85	22,85	21,78	17,70	9,56	0,00	0,00
celkový útlum D		26,41	21,99	18,57	13,54	13,48	15,01	24,99	30,98
hl. ak. výk. L _w d=L _{wvent} -ΣD		48,59	53,01	56,43	59,46	52,52	50,99	36,01	21,02
výsledná hl. aku. výk. L _w		48,62	53,02	56,44	59,46	52,52	51,00	36,03	21,31
výsledná hladina zvuku L _a		59,22							

12. Graf hladiny akustického tlaku po osazení tlumiče hluku

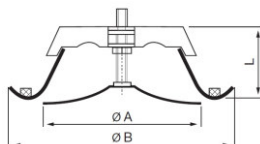


- VÝSLEDNÁ KŘIVKA HLADINY AKUSTICKÉHO TLAKU VENTILÁTORU VTZ JEDNOTKY L_{wvent} [dB]
- KŘIVKA N30
- VÝSLEDNÁ KŘIVKA AKUSTICKÉHO TLAKU HLUKU BEZ AKUSTICKÉHO TLUMIČE HLUKU L_w [dB]
- VÝSLEDNÁ KŘIVKA AKUSTICKÉHO TLAKU HLUKU S AKUSTICKÝM TLUMIČEM HLUKU L_w [dB]
- ÚTLUM POTRUBNÍ SÍTĚ
- ÚTLUMY NA KTERÉ JE NAVRŽEN AKUSTICKÝ TLUMIČ HLUKU ZEHNDER COMFOWELL 520

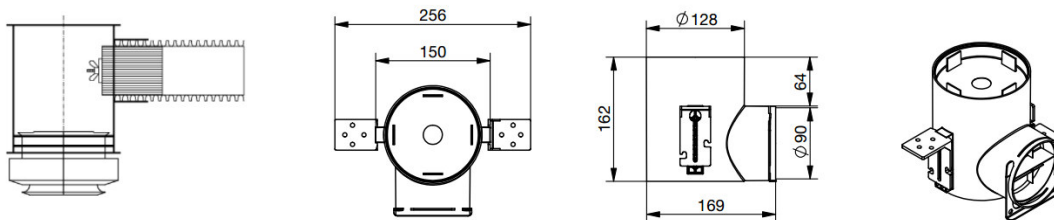
13. Výústky a napojení na potrubí

Jako přívodní i odvodní výústky potrubí jsou navrženy plastové talířové ventily DN 125. Pro napojení ventilů na bude použit kryt vývodu vzduchu *Zehnder TVA-P DN 90/125* délky 64 mm. Tento kryt bude upevněn ke stropní konstrukci pomocí integrovaných úhelníků. Regulace tlakových ztrát budou kromě ventilů zajišťovat i škrtkící vsuvky *ComfoSet 90*, které jsou umístěny přímo v krytu vývodu vzduchu *Zehnder TVA-P*.

13.1. Schéma talířového ventilu



13.2. Schéma krytu vývodu vzduchu



TVA-P + ComfoSet 90

14. Regulace VZT

V obývacím pokoji bude umístěn regulátor teploty přívodního vzduchu ze VZT potrubí. Tento regulátor bude propojen se servopohonem připojeným k trojcestnému ventilu. Na základně požadované teploty vzduchu na výstupu ze vzduchotechnického zařízení, bude směšovač ovlivňovat teplotu topné vody na přívodu do teplovodního dohříváče. V letním období bude dohříváč vypnut a venkovní vzduch bude veden přes bypass. Vedle regulátoru teploty přívodního vzduchu bude rovněž umístěn regulátor množství přívodního vzduchu *Zehnder Comfocontrol Ease*.

14.1. Stupně výkonu regulátoru přívodního vzduchu *Comfocontrol Ease*

Stupeň výkonu	Otáčky [%]	Mn. vzduchu [m ³ /h]	Tlak [Pa]	Spotřeba energie [W]	Hl. ak. výk. odtah [dB]	Hl. ak. výk. přívod [dB]
1	40	180	60	41	44	58
2	50	225	100	69	48	63
3	60	280	150	110	52	67
4	70	330	215	160	55	71
5	80	380	285	220	59	74
6	90	430	360	310	63	78
7	100	460	410	350	63	79

15. Výpis prvků

Spiro potrubí DN 180	5,7 m
Koleno lisované DN 180, 90°	8 ks
Redukce DN 200/180	2 ks
Zehnder Comfotube DN 90	229 m
Rozvaděč Zehnder Comfowell CW-D 520	2 ks
Kryt vývodu vzduchu Zehnder TVA-P DN 90/125, 64 mm	20 ks
Škrticí vsuvka ComfoSet 90	11 ks
Přívodní talířový ventil VST DN 125	10 ks
Odvodní talířový ventil VEF DN 125	10 ks
VZT jednotka Zehnder Comfoair 550	1 ks
Dohříváč TPO 200 EC-THV	1 ks
Akustický tlumič Zehnder Comfowell CW-S 520	2 ks
Střešní výfuková hlavice VH 180	1 ks
Přechod z čtyřhranného na kruhové potrubí DN 200/180	1 ks
Protidešťová žaluzie TWG 200 x 200 mm	1 ks

16. Požadavky na ostatní profese

16.1. Stavební profese

Provedení průchodů rozvodů jednotlivými stěnami a stropy. Dozdění a začištění otvorů po montáži vzduchovodů.

16.2. Elektroinstalace

Napojení všech potřebných zařízení vzduchotechnické soustavy na rozvod elektrické energie. Zajištění ochrany proti zásahu obyvatel elektrickým proudem. Profese elektro zajistí osazení jednotlivých elementů a propojení čidel. Termostat bude spolu s regulátorem průtoku umístěn v obývacím pokoji.

16.3. Zdravotní technika

Provede odvod zkondenzované vody od klimatizační jednotky do kanalizačního potrubí.

17. Ochrana proti šíření požáru

Celý objekt je navržen jako jeden požární úsek, nejsou tedy nutné žádné požární klapky, ani protipožární izolace (dle ČSN 73 0872).

18. Ekologie

Odváděné škodliviny VZT zařízením do volné atmosféry nebudou obsahovat žádné látky, které by ohrožovaly ovzduší ve smyslu „Zákona o ochraně životního prostředí“.

19. Závěr

Projekt byl zpracován podle současně platných norem. Při návrhu byly dodrženy minimální požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15665/Z1: Nárazové větrání pro kuchyně (100 m³/h), koupelny (50 m³/h) a WC (25 m³/h). Minimální intenzita větrání 0,3 h⁻¹ v obytných prostorech. Minimální dávka venkovního vzduchu na osobu 15 m³/h/os. Na provozovaném zařízení musí být prováděna pravidelná údržba a servis odborně způsobilou firmou.

20. Zdroje

20.1. Normy

ČSN 73 0872. *Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1996.

ČSN EN 15 665/Z1. *Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

20.2. Nařízení vlády

Nařízení č. 272/2011 Sb. *O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací*, 2011.

20.3. Internetové zdroje

ZMRHAL, Vladimír, 2012. *Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15 665/Z1* [online]. [cit. 18.12.2016]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/8239-pozadavky-na-vetrani-obytnych-budov-dle-csn-en-15-665-z1>

DVOŘÁK, Josef, 2002. *Hluk ve vzduchotechnice (III) - výpočty hluku šířeného potrubím do místnosti* [online]. [cit. 18.12.2016]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/948-hluk-ve-vzduchotechnice-iii-vypocty-hluku-sireneho-potrubim-do-mistnosti>

Zehnder Comfoair 550, 2016 [online]. [cit. 18.12.2016]. Dostupné z: <http://www.zehnder.cz/download/16895/28378.pdf>

Zehnder Comfotube, 2016 [online]. [cit. 18.12.2016]. Dostupné z: <http://www.zehnder.cz/download/16916/28433.pdf>

Zehnder TVA-P, 2016 [online]. [cit. 18.12.2016]. Dostupné z: <http://www.zehnder.cz/download/16919/28436.pdf>

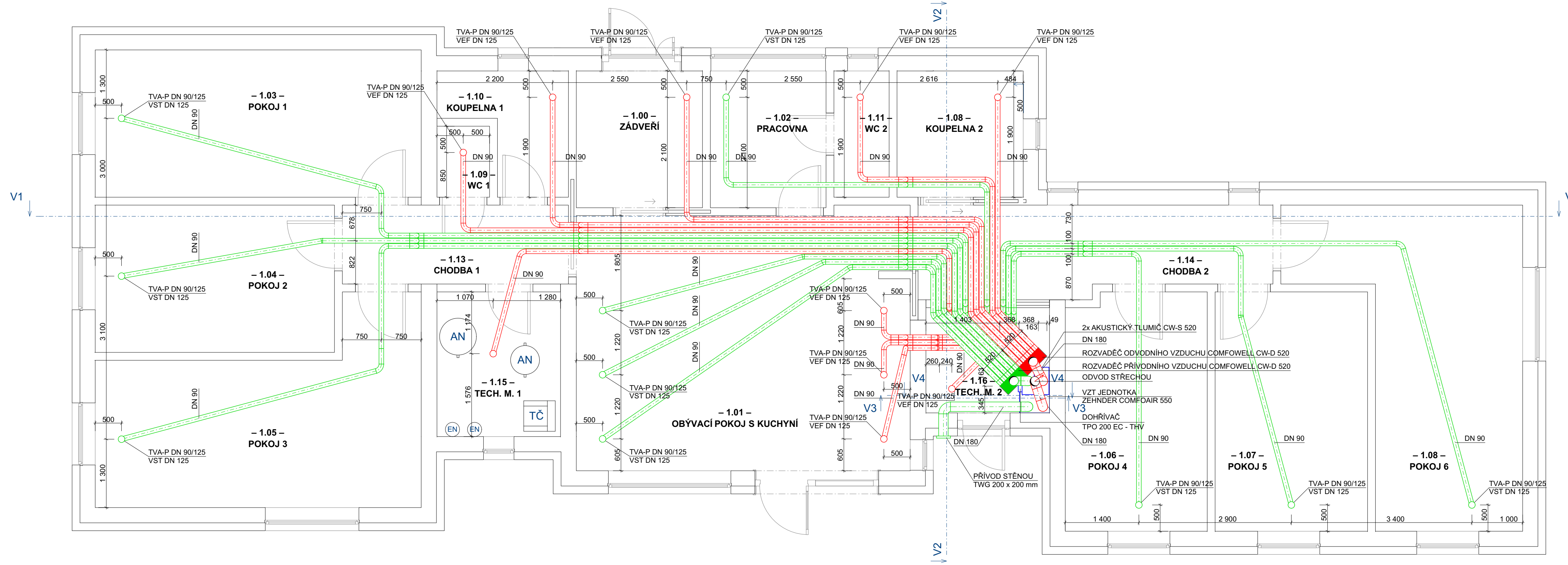
Zehnder ComfoWell 520, 2016 [online]. [cit. 18.12.2016]. Dostupné z: <http://www.zehnder.cz/download/16903/28386.pdf>

Teplovodní ohříváč TPO EC THV, 2016 [online]. [cit. 18.12.2016]. Dostupné z: <http://www.koupelny-venta.cz/43085,teplovodni-ohrivac-tpo-ec-thv.html?id=53543>

Talířový ventil přívodní Eletrodesign, 2016 [online]. [cit. 18.12.2016]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/vst-12-1-plastovy-talirovy-ventil-privodni-s-deflektorem>

Talířový ventil odvodní Eletrodesign, 2016 [online]. [cit. 18.12.2016]. Dostupné z: <http://www.elektrodesign.cz/web/cs/product/vef-125-plastovy-talirovy-ventil-odvodni>

PŮDORYS ROZVODU POTRUBÍ VZT



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

ČÍSLO	MÍSTNOST	PLOCHA [m ²]	OBJEM [m ³]	PŘÍVOD [m ³ /h]	ODVOD [m ³ /h]
1.00	ZÁDVEŘÍ	6,52	20,5	-	25,0
1.01	OBYVACÍ POKOJ S KUCHYNÍ	31,43	98,9	150,0	150,0
1.02	PRACOVNA	5,72	18,0	50,0	-
1.03	POKOJ 1	17,36	54,6	27,3	-
1.04	POKOJ 2	12,74	40,1	25,0	-
1.05	POKOJ 3	19,31	60,7	30,4	-
1.06	POKOJ 4	12,09	38,0	25,0	-
1.07	POKOJ 5	13,20	41,5	25,0	-
1.08	POKOJ 6	20,06	63,1	31,5	-
1.09	WC 1	1,35	3,7	-	25,0
1.10	KOUPELNA 1	4,28	11,8	-	50,0
1.11	WC 2	2,52	7,9	-	25
1.12	KOUPELNA 2	5,76	15,8	-	50,0
1.13	CHODBA 1	6,45	18,7	-	-
1.14	CHODBA 2	11,12	33,1	-	-
1.15	TECHNICKÁ MÍSTNOST 1	6,46	17,8	-	19,6
1.16	TECHNICKÁ MÍSTNOST 2	4,85	13,3	-	19,6
				Σ	364,2
					364,2

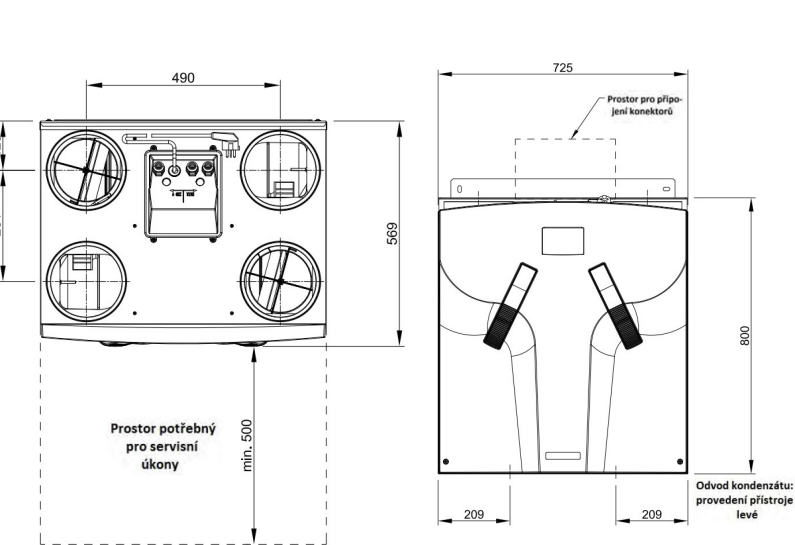
LEGENDA POTRUBÍ

- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ ZEHNDER COMFOTUBE DN 90
- ODVODNÍ POTRUBÍ ZEHNDER COMFOTUBE DN 90
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ SPIRO DN 180
- - - ODVODNÍ POTRUBÍ SPIRO DN 180

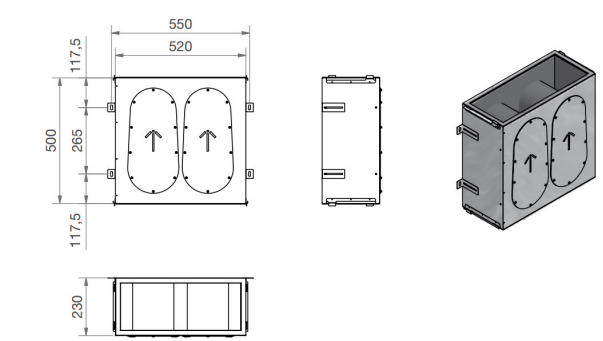
VÝPIS PRVKŮ VZT SOUSTAVY

SPIRO DN 180	5,7 m
KOLENO LISOVANÉ DN 180 90°	8 ks
REDUKCE 200/180	2 ks
ZEHNDER COMFOTUBE DN 90	229 m
ROZVADĚČ ZEHNDER COMFOWELL CW-D 520	2 ks
KRYT VÝVODU VZDUCHU ZEHNDER TVA-P DN 90/125, 64	20 ks
ŠKRTÍČÍ VSUVKA COMFOSET 90	11 ks
PŘÍVODNÍ TALÍŘOVÝ VENTIL VTS DN 125	10 ks
ODVODNÍ TALÍŘOVÝ VENTIL VEF DN 125	10 ks
VZT JEDNOTKA ZEHNDER COMFOAIR 550	1 ks
DOHŘÍVAČ TPO 200 EC-THV	1 ks
AKUSTICKÝ TLUMIČ ZEHNDER COMFOWELL CW-S 520	2 ks
STŘEŠNÍ VÝFUKOVÁ HLAVICE VH 180	1 ks
PŘECHOD ČTYŘHRANNĚ NA KRUHOVÉ POTRUBÍ DN 200/180	1 ks
PROTIDEŠŤOVÁ ŽALUZIE TWG 200 x 200 mm	1 ks

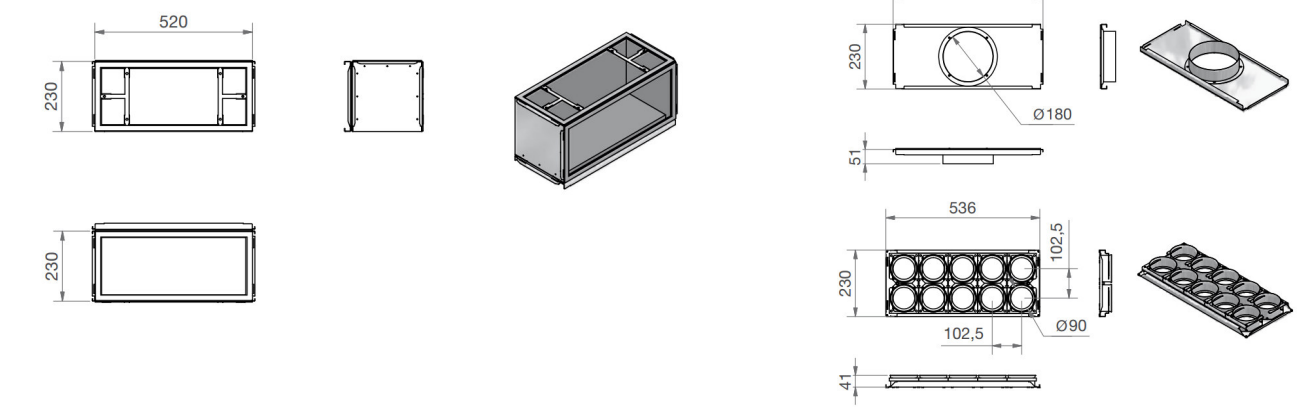
VZT JEDNOTKA ZEHNDER COMFOAIR 550 R LUXE



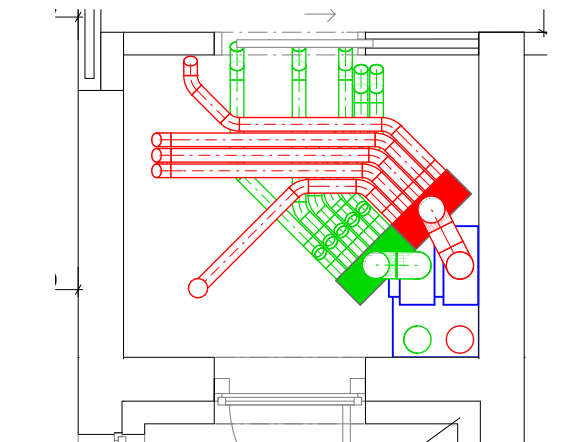
AKU. TLUMIČ ZEHNDER COMFOWELL CW-S 520



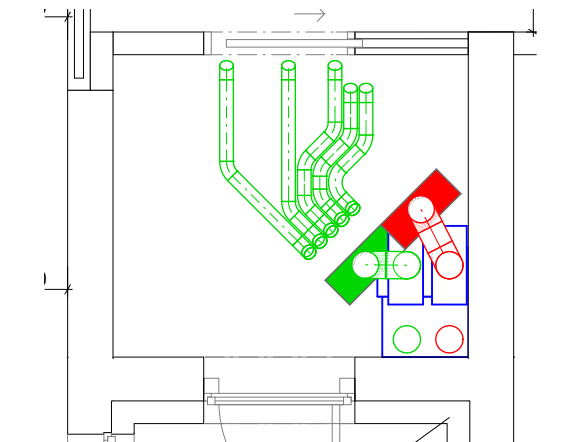
ROZVADĚČ ZEHNDER COMFOWELL CW-D 520



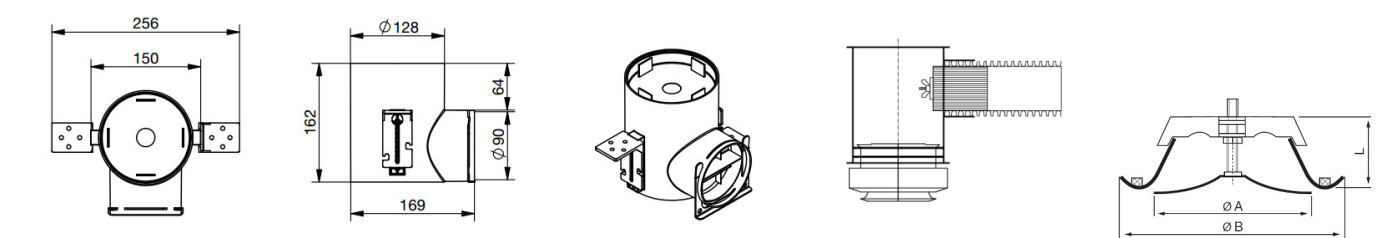
ROVINA ŘEZU POSUNUTÁ O 100 mm SMĚREM DOLŮ



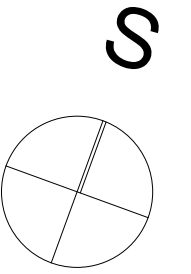
ROVINA ŘEZU POSUNUTÁ O 200 mm SMĚREM DOLŮ



KRYT VÝVODU VZDUCHU ZEHNDER TVA-P DN90/125, ŠKRTÍČÍ VSUVKA COMFOSET 90 A TALÍŘOVÝ VENTIL DN 125

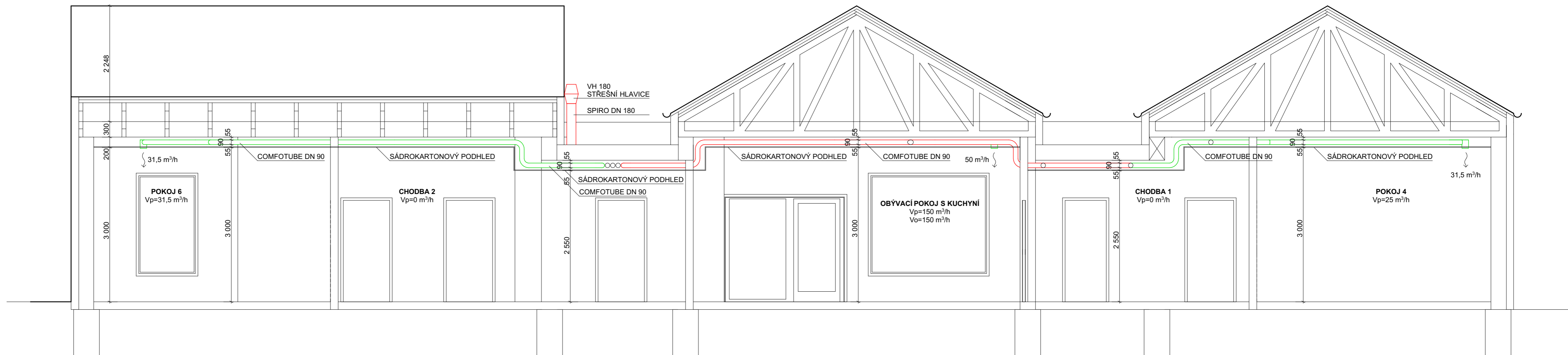



NADMOŘSKÁ VÝŠKA 588 m. n. m.
 CHARAKTERISTICKÝ PARAMETR BUDOVY B 6 Pa^{0.67}
 VENKOVNÍ VÝPOČTOVÁ TEPLOTA -16 °C



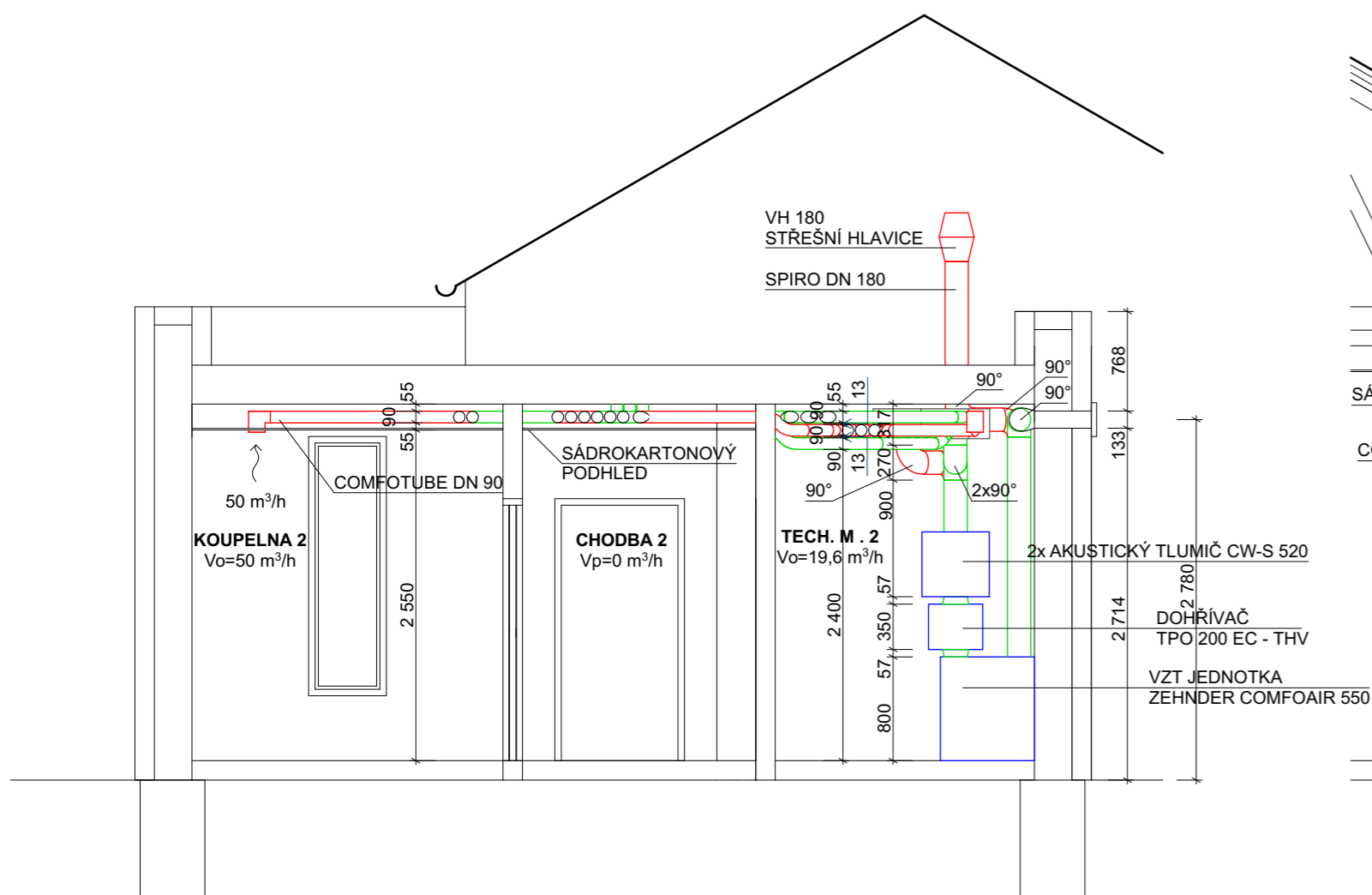
VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BÁRTL		
VEDOUČÍ DP	prof. Ing. KAREL KABELA, CSc.		
STUDIJNÍ OBOR	BUDOVY A PROSTŘEDÍ		
PŘEDMĚT	125DMP – DIPLOMOVÁ PRÁCE		
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLENÍ		FORMÁT	8A4
		DATUM	8.1.2017
		MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
PŮDORYS ROZVODU POTRUBÍ VZT		1:50	D.1.4.2. – 01

ŘEZ V1-V1'

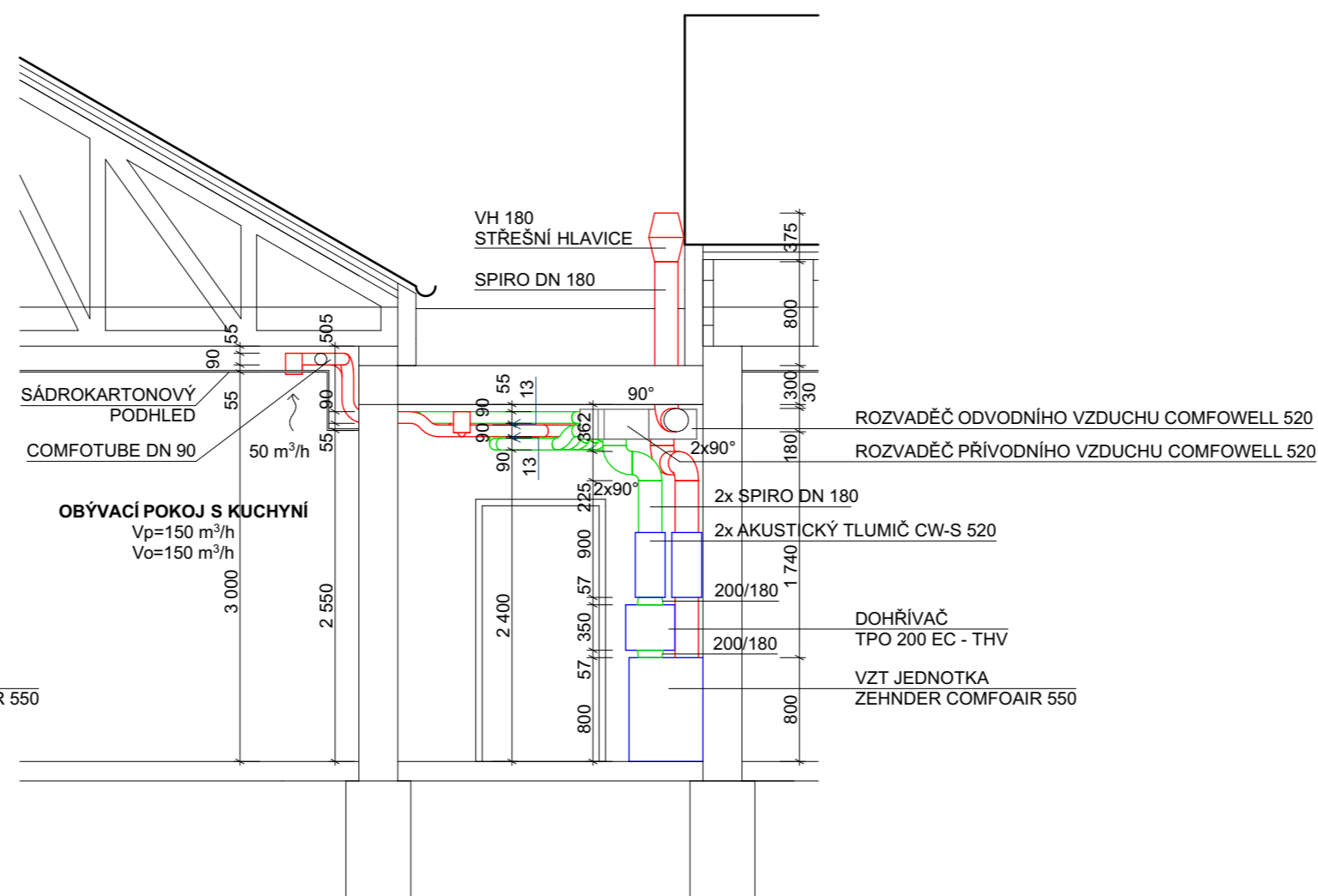


VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BÁRTL		
VEDOUcí DP	prof. Ing. KAREL KABELA, CSc.		
STUDIJNÍ OBOR	BUDOVY A PROSTŘEDÍ		
PŘEDMĚT	125DMP – DIPLOMOVÁ PRÁCE		
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLNÍ		FORMÁT	3A4
ŘEZ V1 ROZVODU VZT		DATUM	8.1.2017
		MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
		1:50	D.1.4.2. – 02

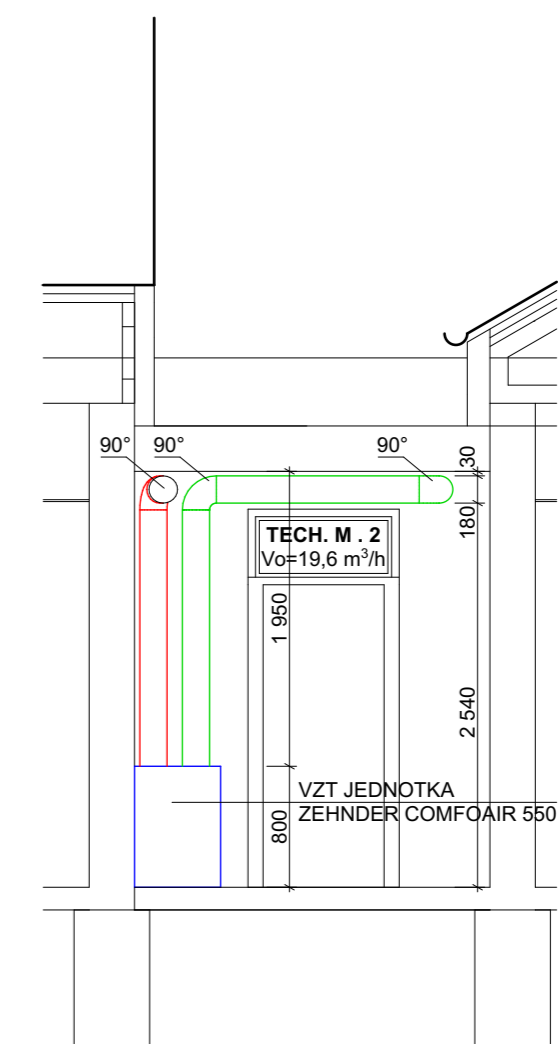
ŘEZ V2-V2'



ŘEZ V3-V3'

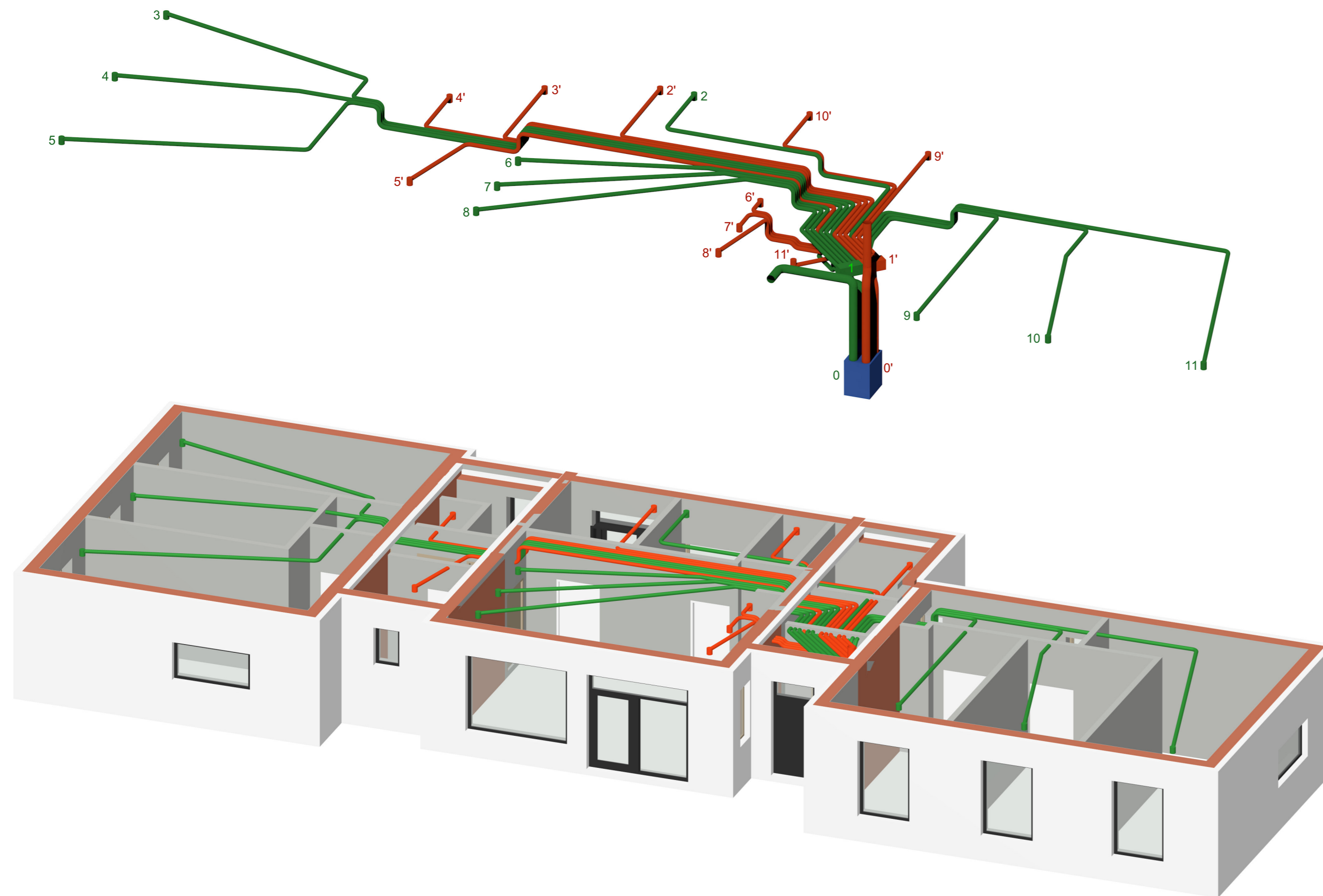


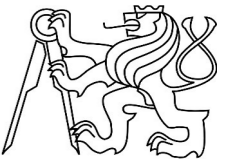
ŘEZ V4-V4'



VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BÁRTL		
VEDOUČÍ DP	prof. Ing. KAREL KABELA, CSc.		
STUDIJNÍ OBOR	BUDOVOVY A PROSTŘEDÍ		
PŘEDMĚT	125DMP – DIPLOMOVÁ PRÁCE		
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLNÍ		FORMÁT	3A4
		DATUM	8.1.2017
		MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
ŘEZY V2, V3, V4 ROZVODU VZT		1:50	D.1.4.2. – 03

AXONOMETRIE ROZVODU VZT



VYPRACOVAL	Bc. ALEŠ BÁRTL		
VEDOUČÍ DP	prof. Ing. KAREL KABELE, CSc.		
STUDIJNÍ OBOR	BUDOVOY A PROSTŘEDÍ		
PŘEDMĚT	125DMP – DIPLOMOVÁ PRÁCE		
VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ OBJEKTU CHRÁNĚNÉHO BYDLNÍ		FORMÁT	3A4
		DATUM	4.1.2017
		MĚŘÍTKO	Č. VÝKRESU
AXONOMETRIE ROZVODU VZT		-	D.1.4.2. – 04