

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Diplomová práce

Rodinná vila s téměř nulovou spotřebou energie

ČÁST C: TECHNICKÁ ZPRÁVA-VYTÁPĚNÍ

Bc. Tereza Froňková

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Karel Kabele, CSc.
Školní rok: 2016/2017

Obsah:

C.1	Úvod	3
	C.1.1 Identifikační údaje	
	C.1.2 Popis objektu	
	C.1.3 Údaje potřebné k návrhu	
C.2	Základní technické údaje	5
	C.2.1 Venkovní klimatické podmínky	
	C.2.2 Podmínky vnitřního prostředí	
	C.2.3 Tepelně technické vlastnosti budovy	
	C.2.4 Výpočet tepelných ztrát	
C.3	Systém vytápění	7
	C.3.1 Zdroje tepla	
	Primární okruh tepelného čerpadla	
	Tepelné čerpadlo	
	Solární kolektory	
	C.3.2 Popis otopné soustavy	
	C.3.3 Otopná tělesa	
	C.3.4 Podlahové vytápění	
	C.3.5 Regulace	
C.4	Závěr	11
C.5	Příloha: Vlastní výpočty, tabulky	13
	C.5.1 Tepelné ztráty místností	
	C.5.2 Bilance solárních kolektorů	
	C.5.3 Návrh otopné soustavy	22
	Umístění jednotlivých těles a přepočet výkonu	
	Návrh dimenze potrubí	
	Hydraulické vyvážení soustavy	
	Návrh dimenze potrubí (podlahové vytápění)	
	C.5.4 Návrh pojistných a zabezpečovacích zařízení	38
	Návrh tlakové expanzní nádoby	
	Návrh pojistného ventilu	
	C.5.5 Návrh oběhového čerpadla	
C.6	Příloha: Podklady výrobců	41
	C.6.1 Tepelné čerpadlo	
	C.6.2 Solární kolektory KTU 6R	
	C.6.3 Zásobníkový ohřívač teplé vody R2BC 300	
	C.6.4 Akumulační zásobník otopné vody 800 N+	
	C.6.5 Druhy otopných ploch	
	C.6.6 Druhy regulačních armatur, charakteristiky	

C.1 Úvod

C.1.1 Identifikační údaje

Název:	Projekt vytápění rodinné vily
Adresa:	Ul. Šárecká, Praha 6, Dejvice 160 00
Číslo parcely:	Parcela určená k výstavbě-3083/133 Parcela chráněnná zelená plocha-3083/136
Katastr:	Dejvice 729272
Charakter stavby:	Novostavba rodinného domu
Zpracovatel:	Bc.Tereza Froňková
Zadavatel:	Fakulta stavební ČVUT v Praze Thákurova 7/2077, 166 29 Praha 6 Dejvice
Stupeň dokumentace:	Rozšířená dokumentace k žádosti o stavební povolení

C.1.2 Popis objektu

Jedná se o novostavbu rodinného domu, která má dvě nadzemní podlaží a je částečně podklepená. Stavební parcela je doposud nevyužívaná a má rozlohu 687 m². Druhá část pozemku není určena k výstavbě, je součástí chráněnného parku Kotlářka a bude využita jako zahrada. Pozemek sousedí po celé svojí západní délce s ulicí Šárecká, oproti které je cca o 2-3 m níže položený. Tento přechod bude řešen opěrnou zdí a svahem osázeným okrasnými dřevinami. Východně od domu je postavena rodinná vila, která má zahradu o další 3 m níže než řešený objekt (rozdíl také vyřešen opěrnou zdí a svahem). Z pohledu ze zahrady navrhované novostavby je viditelné pouze jedno patro sousedního domu.

Na sever od pozemku jsou tři malé bytové domy. V části přiléhající k hranici stavební parcely mají zahrádky. Jižní hranice pozemku určeného k realizaci zahrady přiléhá k parku Kotlářka. Pozemek se svažuje od severozápadního k jihovýchodnímu rohu.

Architektonická dispozice domu byla definována třemi základními požadavky investora. Za prvé-bydlení pro čtyřčlennou rodinu, za druhé-částečně nezávislý prostor pracovny, kde se dá přijmout návštěva, aniž by narušovala chod domácnosti a za třetí-byt pro syna/dceru, který se dá jednoduše připojit ke zbytku domu. Z těchto požadavků vyplývá, že dům funguje jako celek pro jednu rodinu. Žádný z těchto prostor se nebude nikomu pronajímat za peníze a tudíž není potřeba nikterak měřit/oddělovat energie přiváděné do prostor.

Z úrovně ulice Šárecká je viditelné pouze 2NP. Z této úrovně je přímo přístupný byt o dispozici 2+kk o výměře 76 m². V bytě nalezeneme vchod, chodbu, šatnu, koupelnu se záchodem, ložnici a hlavní obytnou místnost s kuchyňským koutem. Místnosti mají okna pouze na jih, tedy pouze z ložnice a obytné místnosti. Z ložnice je přístupný na balkón.

Podél severní hranice domu je pojízdná rampa a schodiště vedoucí k hlavnímu vchodu do objektu. Prostor u hlavního vchodu je cca o 3 metry níže než ulice Šárecká. V tomto prostoru se nachází i samostatná garáž, která ale není ani vytápěná, ani do ní nevede voda. Garáž je větraná přirozeně a tudíž není předmětem žádné studie v této diplomové práci.

Hlavním vchodem v 1NP vejde do zádveří, přes které se návštěvy mohou dostat do prostoru pracovny bez kontaktu s ostatními obyvateli domu. Na druhé straně od zádveří se nachází chodba se schodištěm, wc a vchod do hlavní obytné části domu. V hlavním obytném prostoru je kuchyňský kout a vchod do skladu na potraviny. Bude zde také jídelní stůl a vybavení obývacího pokoje. Jedná se o největší a nejprosklenější prostor celého domu, který má okna ze všech stran chráněné přesahy druhého patra. V zadní části obýváku je další sklad, vedle kterého se nachází schody do sklepa. V podzemním podlaží je relaxační zóna, wc, 2 sklady a technická místnost.

Soukromá klidová část domu je ve 2NP. Najdeme zde ložnici pro rodiče se samostatnou koupelnou a dva dětské pokoje, které sdílí druhou koupelnu. Z chodby ve druhém patře je přístupná ještě šatna a pracovní místnost, ve které se přepokládá např. umístění šicího stroje či pračky. V šatně je možnost provedení dveří do bytu 2KK.

V celém domě bude bydlet 6 osob. Provoz je uvažován jako v normálním rodinném domě. Objekt je zastřešen nepochozí plochou střechou. Hlavním nosným systémem je kombinace železobetonových monolitických stěn a sloupů. Jednotlivé skladby konstrukcí jsou navrženy na splnění požadavků na budovy s téměř nulovou spotřebou energie dle vyhlášky 78/2013 Sb. [2]

Hlavním zdrojem energie na vytápění a přípravu teplé vody je tepelné čerpadlo země-voda, které je doplněno geotermálními vrty v zahradě. Na střeše jsou vakuové trubicové kolektory. Detailní popis systému vytápění je předmětem této zprávy.

C.1.3 Potřebné údaje návrhu

- Klimatická data

[2] vyhláška č. 78/2013 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov

- Požadované parametry vnitřního prostředí
- Předpokládaný provoz budovy a obsazenost
- Dispoziční řešení objektu
- Materiálové a konstrukční řešení objektu (skladby jednotlivých konstrukcí)
- Tepelná ztráta jednotlivých místností podle ČSN 12 831 [1]

C.2 Základní technické údaje

C.2.1 Venkovní klimatické podmínky

Navrhovaná budova se nachází ve výšce 273 m.n.m na Praze 6, Dejvicích. Klimatická data jsou uvažována pro Praha-Karlov.

Venkovní výpočtová teplota:	$\theta_e = -12^{\circ}\text{C}$
Střední venkovní teplota pro otopné období: (teplota nižší než 13°C)	$\theta_{es} = 4,3^{\circ}\text{C}$
Délka otopného období:	$d=225$ dnů

C.2.2 Podmínky vnitřního prostředí

Vnitřní výpočtové teploty jsou uvažovány dle [1] pro trvale užívané obytné budovy. Ve všech obytných místnostech (kuchyň-obývací, ložnice, pracovna) a na WC je vnitřní výpočtová teplota 20°C . V koupelnách a v relaxační zóně uvažují teplotu 24°C . V ostatních místnostech (chodby, šatny, sklady, technická místnost) počítám s 15°C .

C.2.3 Tepelně technické vlastnosti budovy

Optimalizace obálky budovy proběhla v **části A** této diplomové práce s cílem splnění požadavků dle vyhlášky 78/2013 Sb. na budovy s téměř nulovou spotřebou energie. [2]

Svislá nosná konstrukce je železobetonový monolit s kontaktním zateplovacím systémem Baumit Open plus o celkovém součiniteli prostupu tepla konstrukce $U=0,16\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$. Plochá střecha je také železobetonová, jednoplášťová s tepelnou izolací Rockwool Monrock Max E v kombinaci se spádovým deskovým systémem

[1] ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách-výpočet tepelného výkonu. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha 2005.

[2] vyhláška č. 78/2013 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov

Rockfall o průměrném součiniteli prostupu tepla $U=0,13 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Části stavby v kontaktu se zemínou jsou provedeny jako tzv. bílá vana a jsou zvenku opatřeny deskami z extrudovaného polystyrenu XPS pro zlepšení jejich tepelně technických vlastností. Součinitel prostupu tepla konstrukcí v kontaktu se zemínou je $U=0,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Další konstrukcí je podlaha nad exteriérem v místě přesahu 2NP, $U=0,16 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Dům má velké plochy tvořené prosklenými konstrukcemi. Vzhledem k řádovému rozdílu v součinitelích prostupu tepla mezi stěnami a okny musí být při výběru oken kladen velký důraz na jejich tepelně technické vlastnosti. Architektonický návrh detailů napojení oken na nosné konstrukce musí být velmi dobře proveden pro zaručení dobrých tepelně technických vlastností obálky jako celku. Při výpočtu bylo uvažováno s hodnotou $U=0,8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Všechny tyto hodnoty součinitele prostupu tepla splňují požadavky na doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{\text{pas},20}$ podle [3].

C.2.4 Výpočet tepelných ztrát

Na základě navržených skladeb obvodových konstrukcí, výkazu výměr, vnitřních výpočtových teplot, vnitřních konstrukcí a násobnosti výměny vzduchu byly vypočteny tepelné ztráty všech místností dle ČSN 12 831 [1]. Pro jednotlivé místnosti jsou výsledné hodnoty uvedeny v následující tabulce Tab.1. Tyto hodnoty slouží k návrhu otopných ploch.

Celková tepelná ztráta objektu je 10,5 kW.

Přesné výpočty pro každou místnost zvlášť jsou v příloze C.5.1 Tepelné ztráty místností.

Tab.1- Přehled tepelných ztrát jednotlivých místností (2NP, 1NP, 1PP)

označení	místnost	plocha místnosti (m ²)	vnitřní výpočtová teplota (°C)	tep. ztráta místnosti Q (W)
2.01	chodba	21,0	15	152
2.02	ložnice 1	30,2	20	724
2.03	koupelna 1	11,1	24	644
2.04	ložnice 2	18,2	20	433
2.05	ložnice 3	18,2	20	485
2.06	koupelna 2,3	5,9	24	427
2.07	pracovní místnost	6,8	15	-215
2.08	šatna	7,0	15	-37
2.09	vchod (byt)	9,4	15	129
2.10	chodba (byt)	4,3	15	-186
2.11	ložnice (byt)	16,6	20	574
2.12	šatna (byt)	5,2	15	-13
2.13	koupelna (byt)	7,7	24	527
2.14	obývák (byt)	33,0	20	825

1.01	vchod	11,4	15	55
1.02	chodba	6,4	15	65
1.03	wc u schodu	2,4	20	169
1.04	obývací prostor	89,0	20	2188
1.05	sklad u kuchyně	7,9	15	-271
1.06	sklad u schodu	3,7	15	-69
1.07	wc u pracovny	2,4	20	61
1.08	pracovna	51,0	20	1570

0.01	chodba	11,2	15	-155
0.02	hlavní místnost	49,2	24	1369
0.03	sklad (V)	18,0	15	-155
0.04	sklad (Z)	23,4	15	-117
0.05	technická místnost	35,0	15	-528
0.06	wc	2,4	20	106

[3] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov-Část dva:Požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha 2011.

[1] ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách-výpočet tepelného výkonu. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha 2005.

C.2.4 Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody

Výpočet potřeby tepla na ohřev teplé vody byl stanoven na základě požadavků na denní množství teplé vody na osobu dle normy ČSN 06 0320 [4]. Celková denní potřeba tepla na přípravu teplé vody je 33,4 kWh/den.

Výpočet je popsán v příloze B.6.5 ve složce 2-Generel.

C.3 Systém vytápění

C.3.1 Zdroje tepla

Primárním zdrojem tepla na vytápění a přípravu teplé vody je tepelné čerpadlo země-voda doplněné geotermálními vrty.

Primární okruh tepelného čerpadla

Vrty musí být schváleny příslušnými úřady a před samotnou realizací by měl proběhnout hydrogeologický posudek vhodnosti umístění. Znalost podloží pomůže zamezit poddimenzování vrtů a jejich následné vymrznutí. V našem případě je vrt využíván celoročně, takže nemá přes léto takovou schopnost regenerace oproti vrtům používaným pouze pro vytápění v topné sezóně.

Vrt bude vyhlouben firmou V.H.S.H s.r.o. a vystrojen firmou Ge-tra. Při hrubém počátečním odhadu vydatnosti vrtu 50 W/m lze pro daný objekt uvažovat s dvěma vrty o hloubce 125 m. Systém vrtů je uzavřený okruh s potrubím z PE-HD (high density polyethylen). Každý vrt tvoří jedna smyčka s vratným U-kolenem na dně vrtu (možné jsou i dvě smyčky v jednom vrtu). V systému koluje nemrznoucí kapalina. Vrty jsou injektovány teplovodivou cementojílovitou směsí a jsou od sebe vzdáleny minimálně 10 m. Mají společnou sběrnou jímku s rozdělovačem a sběračem umístěnou v zahradě. Z této šachty je potrubí vedeno do tepelného čerpadla umístěného v technické místnosti v 1PP.

Vzhledem k vysokým investičním nákladům je zásadní otázkou zařídit si odpovědnou a technicky schopnou firmu na provedení posudků, vrtů i následného vystrojení.

[4] ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách- Příprava teplé vody- navrhování a projektování. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha 2006.

Tepelné čerpadlo

Primárním zdrojem energie na vytápění a přípravu teplé vody je tepelné čerpadlo EcoPart 12 od firmy Atrea. Při minimální teplotě primárního okruhu 5°C (nutnost nadimenzovat zemní vrty na tuto teplotu) a výstupní teplotě z tepelného čerpadla 55°C, je jeho výkon 12,57 kW a COP=3,35.

Technický list v příloze C.6.1 Tepelné čerpadlo.

Solární kolektory

Dalším zdrojem energie jsou vakuové trubicové kolektory umístěny na ploché střeše s jižní orientací. Jedná se o 7 kolektorů KTU 6R2 od firmy Regulus. Pro maximální využití kolektorů v zimním období je zvolen sklon 60°. Celková plocha apertury je 10 m². Jejich nejvyšší možný výkon v nejslunečnějších letních měsících je přizpůsoben velikosti zásobníku na teplou vodu, aby byl schopný vyrobenou energii pojmout. Zásobník na teplou vodu je od firmy Regulus, konkrétně R2BC o objemu 300 l s dvěma výměníky (solar, tepelné čerpadlo). V přechodném období je energie ze slunečních kolektorů posílána buď do zásobníkového ohříváče na teplou vodu nebo do akumulární nádrže na vytápění, podle toho, kde je nižší teplota a tím pádem vyšší potenciál pro předání energie. Tento zásobník je také od firmy Regulus, konkrétně PSWF 800 N+. Obě nádrže jsou opatřeny tepelnou izolací od výrobce.

Příloha C.5.2 Bilanční výpočet solárních kolektorů.

Příloha C.6.2 Solární kolektory KTU 6R, C.6.3 Zásobníkový ohříváč teplé vody R2BC 300, C.6.4 Akumulační zásobník otopné vody 800 N+

C.3.2 Popis otopné soustavy

Otopná soustava je teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem. V technické místnosti je na rozdělovači/sběrači rozdělena do třech samostatných okruhů. Jedním z okruhů je teplovodní ohříváč ve větrací jednotce. Další okruh je pro podlahové vytápění s teplotním spádem 35°/29°C a třetím okruhem je potrubí vedoucí k otopným tělesům (konvektory, žebříky, desková otopná tělesa). Tento okruh pracuje s teplotním spádem 55°/45°C.

Všechny okruhy jsou osazeny 3-cestným směšovacím ventilem, který v závislosti na venkovní teplotě směšuje přívod se zpátečkou na požadovanou teplotu. Okruh podlahového vytápění je navíc osazen trvalým zkratem, který snižuje teplotu 55°C

na 35°C. Tímto zkratem je maximalizovaná regulace 3-cestného směšovacího ventilu

Potrubí druhého a třetího okruhu je pod stropem 1PP vedeno do třech různých šachet a stoupačkou přivedeno do jednotlivých pater. Přívody k rozdělovačům (podlahové vytápění) a k otopným tělesům jsou vedeny v podlaze a v drážkách ve stěnách.

Potrubí je z mědi a jednotlivé části jsou spojeny pájením. Je dbáno na zabezpečení celé instalace proti trhlinám v důsledku tepelné roztažnosti potrubí (Při teplotě vody 55°C a teplotě okolí 20°C je teplotní roztažnost potrubí 0,6 mm/m. Kompenzace je provedena geometrickým tvarem a vhodným umístěním pevných a kluzných bodů.)

Všechna potrubí jsou opatřena návlekovou tepelnou izolací Mirelon PRO pro minimalizaci tepelných ztrát. Potrubí 12x1 a 15x1 vedoucí v obytných místnostech je izolováno návlekiem o tloušťce 13 mm. Hlavní potrubní rozvody umístěny ve sklepě pod stropem (28x1,5; 22x1; 18x1) jsou izolovány návleky tloušťky 25mm. Ostatní potrubí vedoucí ve sklepě a v šachtách je izolováno návlekiem o tloušťce 20 mm.

C.3.3 Otopná tělesa

V objektu se nachází celkem tři různé druhy otopných těles. Na toaletě, kde tepelnou ztrátu nepokrylo podlahové vytápění nalezneme deskové otopné těleso. V koupelnách se nachází otopné žebříky. Ve zbytku budovy, kde jsou většinou celoprosklenné stěny jsou místnosti vytápěny podlahovými konvektory.

Veškerá otopná tělesa jsou navržena od firmy Korado. Jedná se o desková otopná tělesa Radik Klasik v provedení ventil kompaktní, otopné žebříky Koralux Rondo Max se spodním krajním připojením a podlahové konvektory Koraflex FK s přirozenou konvekcí. Konvektory jsou navrženy s jednotnou, nejnižší možnou hloubkou 9 cm a rozdílnými šířkami/délkami dle dispozice a potřebného výkonu.

Prostor kolem otopných těles by měl umožnit volnou cirkulaci vzduchu. Konvektory je nutné pravidelně čistit, aby se zde neusazoval prach a jiné částice, které mohou způsobit respirační potíže.

Místní napojení a regulace těles je podrobněji popsána ve výpočtu hydraulického vyvážení soustavy. Pouze pro přehlednost uvedu základní informace i zde:

Topné žebříky	- Regulační šroubení rohové Regulux
	- Radiátorový ventil Calypso exact (Imi Heimeier)
	osazený termostatickou hlavicí DX (Imi Heimeier)
Konvektory	- Regulační šroubení rohové/přímé Regulux (Imi Heimeier)

- Radiátorový ventil Calypso exact osazený termostatickou hlavicí F (s dálkovým nastavením) (Imi Heimeier)
- Těleso VK - Regulační šroubení rohové pro připojení otopných těles VK (Ivar cs)
- termostatická vložka pro otopná tělesa s integrovanými ventily osazený termostatickou hlavicí DX (Imi Heimeier)

Termostatická hlavice F s věstaveným čidlem a dálkovým ovládním radiátorového ventilu se vždy nachází na nejbližším možném místě (stěna/sloup) ve výšce 40 cm nad podlahou.

Příloha C.6.5 Druhy otopných ploch

V příloze C.5.3 Návrh otopné soustavy je celý postup detailně popsán.

Rozmístění jednotlivých těles, jejich připojení a výkony jsou uvedeny v přiložené výkresové dokumentaci.

C.3.4 Podlahové vytápění

Podlahové vytápění je navrženo pouze tam, kde je keramická dlažba. Nalezneme jej ve vchodové části domu (rychleji zde uschne podlaha, když venku prší), v chodbě, v koupelně (výskyt bosých nohou) a v kuchyňském koutě (možný výskyt bosých nohou). V domě se nachází celkem 4 rozdělovače podlahového vytápění Rehau HKV-D umístěných ve skříni pro rozdělovač z pozinkovaného ocelového plechu. Sada rozdělovače obsahuje automatický od vzdušňovací ventil.

Systém podlahového vytápění je proveden mokřím způsobem, kdy jsou jednotlivé otopné hady zality v betonové mazanině s přidanými plastifikátory. Pro montáž jsou zvoleny systémové desky Varionova 30-2 od firmy Rehau, která umožňuje dodržení požadované rozteče pokládky. Po okrajích místností musí být umístěny dilatační pásy. Potrubí hadů je Rautherm S 17x2,0mm z polyethylenu PE-Xa. Podlahové vytápění je nutno podrobit tlakové zkoušce těsně před zalitím betonovou mazaninou.

Návrh výkonů podlahového vytápění byl proveden pomocí výpočtového excel programu Ing. Romana Vavříčky, Ph.D z fakulty strojní [5]. Samotný výpočet není v plném souladu s ČSN 1264, avšak uvedený způsob splní její požadavky [6].

V příloze C.5.3 Návrh otopné soustavy je ukázka z programu pro výpočet výkonu podlahového vytápění, výkony podlahového vytápění v jednotlivých místnostech a další informace o jednotlivých hadech.

[5] Ing. Roman Vavříčka, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí. Výpočetní pomůcka- Model návrhu podlahové otopné plochy PV.1.1. Dostupnost: <http://users.fs.cvut.cz/~vavrirom/index.html>

[6] Doc. Ing. Jiří Bašta, Ph.D, ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí. Podlahové vytápění (III.) Projektování-Výpočet. Zdroj: Tzb-info [online] 7.8.2006. Dostupnost: <http://vytapani.tzb-info.cz/podlahove-vytapani/3449-podlahove-vytapani-iii>

C.3.5 Regulace

Pro efektivní a hospodárné řízení navrženého systému je klíčem regulovatelný provoz. Konkrétní výběr pro tento objekt je ve zkratce omezený požadavky na spolupráci tepelného čerpadla a solárních kolektorů, přípravy teplé vody a její cirkulace a směšováním přívodu-zpátečky jednotlivých okruhů vytápění.

Navržený regulátor IR12CTC 400 od firmy Regulus splňuje všechny tyto požadavky. Je doporučován pro tepelná čerpadla řady 400 (Ecopart 412). V základní konfiguraci umí pracovat se solárními panely a tepelným čerpadlem, kdy mohou být oba zdroje napojeny do 2 nezávislých nádrží. Dokáže ovládat směšovací ventily otopných okruhů a s přídatným modulem 12 360 také řízení cirkulace teplé vody. Ovládání a informace o systému jsou přístupné online kdykoliv a kdekoliv z počítače nebo z mobilu. Díky tomu může být například proveden vzdálený servisní zásah od technika v případě poruchy.

Regulátor používá řízení pomocí venkovní teploty vzduchu-ekvitermní řízení.

Venkovní čidlo je umístěno na severní straně fasády a předává informace regulátoru, který řídí otopnou soustavu podle zadané otopné křivky. Doladování topné křivky lze provést nastavením v internetovém rozhraní regulátoru. V hlavní obytné místnosti (1.NP-1.04) je na nosné zdi umístěno pokojové čidlo vnitřní teploty, které dává zpětnou vazbu regulátoru. Jedná se tedy o centrální regulaci ekvitermní se zpětnou vazbou na vnitřní teplotu.

C.4 Závěr

Požadavky

V technické místnosti je nutno zřídit výtokovou armaturu (vpust' v podlaze) a zajistit přívod pitné vody. Dále je nutná koordinace se stavebníkem při konstrukci jednotlivých šachet a montáži hlavních potrubí (prostupy stropem a nosnými zdmi).

Montáž

Instalace veškerých zařízení musí být provedena způsobilou osobou v souladu s montážními předpisy výrobce. Pokyny pro konečného uživatele jsou stanoveny dodavatelskou firmou, aby nedošlo k chybám při obsluze. Údržba a provoz veškerých zařízení musí probíhat dle předpisů výrobců jednotlivých zařízení. Osoba obsluhující zařízení musí být prokazatelně seznámena s bezpečnostními předpisy a provozními podmínkami zařízení.

Soustava musí být po instalaci opakovaně propláchnuta vodou a následně musí

být provedena tlaková zkouška těsnosti. Při kladném výsledku následuje zkouška dilatační a až potom finální topná zkouška. Při topné zkoušce bude systém zaregulován pověřenou způsobilou osobou (nastavení regulačního šroubení a armatur). Při topné zkoušce proběhne zaškolení obsluhy, o čemž se provede písemný záznam [7].

Závěr

Projekt byl zpracován podle platných norem a předpisů. Všechny tyto normy jsou pro stavbu závazné. Všechny instalace musí být provedeny odbornou firmou.

[7] ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha 2014.

C.5 Přílohy

Roční potřeba tepla na vytápění-denostupňová metoda

$$Q_{vyt,r} = \frac{24.3600 \cdot Q_c \cdot \epsilon \cdot d \cdot (t_{is} - t_{es})}{t_{is} - t_e}$$

$$Q_{vyt,r} = \frac{24.3600 \cdot 12500 \cdot 0,67 \cdot 225 \cdot (20 - 4,3)}{20 + 12}$$

$$Q_{vyt,r} = 79\,879 \text{ MJ za rok} \dots\dots\dots 22,2 \text{ MWh za rok}$$

Q_c tepelná ztráta objektu (W)
 t_{is} průměrná vnitřní výpočtová teplota (°C)
 t_e vnější výpočtová teplota (°C)
 t_{es} průměrná venkovní teplota v otopném období (°C)
 d počet dnů otopného období
 ϵ opravné součinitele (účinnost systému, topné přestávky, noční útlum, infiltrace)

C.5.1 Tepelné ztráty místností

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce			Plocha stěny				Součinitel prostupu tepla	Přírůžka za tepelné mosty	Čísel tepelní redukce	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K		
	SO - ochlazená stěna	OD - ochlazené okno	SN - vnitřní stěna	DN - vnitřní dveře	DO - dveře ochlazené	PDL - podlaha	STR - strop								Plocha otvorů	Plocha bez otvorů
	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů		m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/K	°C	°C	°C		
2.01 - CHODBA-schodiště	SO - ochlazená stěna	7,6	2,8	21,28	5,40	15,88	0,16	0,02	1,00	2,86						
	SN - pokoje	5,4	2,8	15,12	4,80	10,32	1,15	0,02	-0,19	-2,24						
	SN - koupelna	6,3	2,8	17,64	3,20	14,44	1,15	0,02	-0,33	-5,63						
	DN - do pokoje	2,4	2	4,80		4,80	2,20	0,02	-0,19	-1,97						
	DN - do koupelny	1,6	2	3,20		3,20	2,20	0,02	-0,33	-2,37						
	OD - ochlazené okno	9	0,6	5,40	5,40	0,80	0,02	1,00	4,43							
	STR			28,00		28,00	0,13	0,02	1,00	4,20						
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru											θ_i	θ_e	$\theta_i - \theta_e$			
Požadovaná výměna vzduchu											15	-12	27	$\phi_T = H_T \times (\theta_i - \theta_e) =$	-58,8	
Objem vzduchu v místnosti											$C_p =$		0,279	Wh/kg K		
Plocha místnosti											$\rho =$		1,188	kg/m ³		
Světelná výška místnosti											$H_v = V_i \times C_p \times \rho =$		7,796	W/K		
											$\phi_V = HV \times \Delta\theta =$				210,5	
																151,7

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce			Plocha stěny				Součinitel prostupu tepla	Přírůžka za tepelné mosty	Čísel tepelní redukce	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K		
	SO - ochlazená stěna	OD - ochlazené okno	SN - vnitřní stěna	DN - vnitřní dveře	DO - dveře ochlazené	PDL - podlaha	STR - strop								Plocha otvorů	Plocha bez otvorů
	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů		m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/K	°C	°C	°C		
2.02 - LOŽNICE1	SO	11,15	2,8	31,22	1	12,09	19,13	0,16	0,02	1,00	3,44					
	OD-okno stěna	4,65	2,6	12,09	0	12,09	0,80	0,02	1,00	9,91						
	SN-do ložnice	6,5	2,8	18,20	0	18,20	1,15	0,02	0,00	0,00						
	SN - do koupelny	3,75	2,8	10,50	0	10,50	1,15	0,02	-0,13	-1,54						
	SN - do chodby	0,9	2,8	2,52	1	1,60	0,92	1,15	0,02	0,16	0,17					
	PDL	4,65	6,5	30,23		30,23	1,80	0,02	0,00	0,00						
	SCH - střeška	4,65	6,5	30,23		30,23	0,13	0,02	1,00	4,53						
	DN-chodba	0,8	2	1,60		1,60	2,20	0,02	0,16	0,56						
											$HT =$		14,198			
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru											θ_i	θ_e	$\theta_i - \theta_e$			
Požadovaná výměna vzduchu											20	-12	32	$\phi_T = H_T \times (\theta_i - \theta_e) =$	454,3	
Objem vzduchu v místnosti											$C_p =$		0,279	Wh/kg K		
Plocha místnosti											$\rho =$		1,188	kg/m ³		
Světelná výška místnosti											$H_v = V_i \times C_p \times \rho =$		8,417	W/K		
											$\phi_V = HV \times \Delta\theta =$				269,3	
																723,7

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce			Plocha stěny				Součinitel prostupu tepla	Přírůžka za tepelné mosty	Čísel tepelní redukce	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K		
	SO - ochlazená stěna	OD - ochlazené okno	SN - vnitřní stěna	DN - vnitřní dveře	DO - dveře ochlazené	PDL - podlaha	STR - strop								Plocha otvorů	Plocha bez otvorů
	Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů		m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	W/K	°C	°C	°C		
2.04 - LOŽNICE2	SO	3,4	2,8	9,52	1	8,84	0,68	0,16	0,02	1,00	0,12					
	OD	3,4	2,6	8,84		8,84	0,80	0,02	1,00	7,25						
	SN - ke koupelně	3,85	2,8	10,78		10,78	1,15	0,02	-0,13	-1,58						
	SN - k chodbě	2,2	2,8	6,16	1	1,60	4,56	1,15	0,02	0,16	0,83					
	DN - k chodbě	0,8	2	1,60		1,60	2,20	0,02	0,16	0,56						
	PDL			18,20	0	0,00	18,20	0,13	0,02	1,00	2,73					
	STR															
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru											θ_i	θ_e	$\theta_i - \theta_e$			
Požadovaná výměna vzduchu											20	-12	32	$\phi_T = H_T \times (\theta_i - \theta_e) =$	270,6	
Objem vzduchu v místnosti											$C_p =$		0,279	Wh/kg K		
Plocha místnosti											$\rho =$		1,188	kg/m ³		
Světelná výška místnosti											$H_v = V_i \times C_p \times \rho =$		5,067	W/K		
											$\phi_V = HV \times \Delta\theta =$				162,2	
																432,7

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																			
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce	Plocha stěny						Součinitel prostupu tepla	Přírůstek za tepelné mosty	Číselný tepelný redukc	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K	Teplota prostoru vytápěného na jinou teplotu	Návrhová tepelná ztráta prostupem a větráním	Celková tepelná ztráta		
		Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů												
2.05 - LOŽNICE	SO - ochlazovaná stěna																		
	OD - ochlazované okno																		
	SN - vnitřní stěna																		
	DN - vnitřní dveře																		
	DO - dveře ochlazované																		
	PDL - podlaha																		
	STR - strop																		
	SCH - střeška	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	-	W/K	°C	°C	K	°C	W	W		
	SO	3,4	2,8	9,52	1	8,84	0,68	0,16	0,02	1,00	0,12								
	OD	3,4	2,6	8,84				8,84	0,80	0,02	1,00	7,25							
SN- ke koupelně	3,85	2,8	10,78				10,78	1,15	0,02	-0,13	-1,58								
SN-k chodbě	5,4	2,8	15,12	1	1,60	13,52	1,15	0,02	0,16	2,47									
DN-k chodbě	0,8	2	1,60				1,60	2,20	0,02	0,16	0,56								
PDL																			
STR			18,20	0	0,00	18,20	0,13	0,02	1,00	2,73									
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru		V _i = V _m x n =		15,29 m ³ /h															
Požadovaná výměna vzduchu		n =		0,3 1/h															
Objem vzduchu v místnosti		V _m =		50,96 m ³															
Plocha místnosti		S =		18,2 m ²															
Světelná výška místnosti		v =		2,8 m															
								Měrná tep. kapacita vzduchu		Hustota vzduchu									
								Měrný tepelný tok větráním		H _v = V _i x C _p x ρ =									
										HT =		10,094							
										θ _i		θ _e		θ _i -θ _e					
										20		-12		32					
										C _p =		0,279		Wh/kg K					
										ρ =		1,188		kg/m ³					
										H _v = V _i x C _p x ρ =		5,067		W/K					
														Φ _T = H _T x (θ _i -θ _e) =		323,0			
																162,2			
																485,2			

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																			
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce	Plocha stěny						Součinitel prostupu tepla	Přírůstek za tepelné mosty	Číselný tepelný redukc	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K	Teplota prostoru vytápěného na jinou teplotu	Návrhová tepelná ztráta prostupem a větráním	Celková tepelná ztráta		
		Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů												
2.06 - KOUPELNA (2+3)	SO - ochlazovaná stěna																		
	OD - ochlazované okno																		
	SN - vnitřní stěna																		
	DN - vnitřní dveře																		
	DO - dveře ochlazované																		
	PDL - podlaha																		
	STR - strop																		
	SCH - střeška	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	-	W/K	°C	°C	K	°C	W	W		
	SN-chodba	2,35	2,8	6,58				1,60	4,98	1,15	0,02	0,25	1,46						
	SN-ložnice	9,7	2,8	27,16				27,16	1,15	0,02	0,11	3,53							
DN-k chodbě	0,8	2	1,60	0	0,00	1,60	2,20	0,02	0,25	0,89									
PDL-k obyvaku			5,88	0	0,00	5,88	1,80	0,02	0,11	1,19									
SCH - střeška			5,88	0	0,00	5,88	0,13	0,02	1,00	0,88									
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru		V _i = V _m x n =		49,39 m ³ /h															
Požadovaná výměna vzduchu		n =		3,0 1/h															
Objem vzduchu v místnosti		V _m =		16,46 m ³															
Plocha místnosti		S =		5,88 m ²															
Světelná výška místnosti		v =		2,8 m															
								Měrná tep. kapacita vzduchu		Hustota vzduchu									
								Měrný tepelný tok větráním		H _v = V _i x C _p x ρ =									
										HT =		7,770							
										θ _i		θ _e		θ _i -θ _e					
										24		-12		36					
										C _p =		0,279		Wh/kg K					
										ρ =		1,188		kg/m ³					
										H _v = V _i x C _p x ρ =		16,371		W/K					
														Φ _T = H _T x (θ _i -θ _e) =		279,7			
																147,3			
																427,1			

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																			
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce	Plocha stěny						Součinitel prostupu tepla	Přírůstek za tepelné mosty	Číselný tepelný redukc	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K	Teplota prostoru vytápěného na jinou teplotu	Návrhová tepelná ztráta prostupem a větráním	Celková tepelná ztráta		
		Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů												
2.03 - KOUPELNA (1)	SO - ochlazovaná stěna																		
	OD - ochlazované okno																		
	SN - vnitřní stěna																		
	DN - vnitřní dveře																		
	DO - dveře ochlazované																		
	PDL - podlaha																		
	STR - strop																		
	SCH - střeška	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	-	W/K	°C	°C	K	°C	W	W		
	SO	7,35	2,8	20,58				0,84	19,74	1,15	0,02	1,00	3,55						
	OD	1,4	0,6	0,84				0,84	0,8	0,02	0,67	0,46							
SN-chodba	3,55	2,8	9,94				1,60	8,34	1,15	0,02	0,25	2,44							
SN-ložnice	3,75	2,8	10,50				10,50	1,15	0,02	0,11	1,37								
DN-k chodbě	0,8	2	1,60				1,60	2,20	0,02	0,25	0,89								
PDL-obyvaku			11,10				11,10	1,80	0,02	0,11	2,24								
SCH - střeška			11,10				11,10	0,13	0,02	1,00	1,67								
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru		V _i = V _m x n =		59,05 m ³ /h															
Požadovaná výměna vzduchu		n =		1,9 1/h															
Objem vzduchu v místnosti		V _m =		31,08 m ³															
Plocha místnosti		S =		11,1 m ²															
Světelná výška místnosti		v =		2,8 m															
								Měrná tep. kapacita vzduchu		Hustota vzduchu									
								Měrný tepelný tok větráním		H _v = V _i x C _p x ρ =									
										HT =		11,436							
										θ _i		θ _e		θ _i -θ _e					
										24		-12		36					
										C _p =		0,279		Wh/kg K					
										ρ =		1,188		kg/m ³					
										H _v = V _i x C _p x ρ =		19,573		W/K					
														Φ _T = H _T x (θ _i -θ _e) =		411,7			
																231,8			
																643,5			

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																			
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce	Plocha stěny						Součinitel prostupu tepla	Přírůstek za tepelné mosty	Číselný tepelný redukc	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K	Teplota prostoru vytápěného na jinou teplotu	Návrhová tepelná ztráta prostupem a větráním	Celková tepelná ztráta		
		Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů												
2.08 - šatna	SO - ochlazovaná stěna																		
	OD - ochlazované okno																		
	SN - vnitřní stěna																		
	DN - vnitřní dveře																		
	DO - dveře ochlazované																		
	PDL - podlaha																		
	STR - strop																		
	SCH - střeška	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	-	W/K	°C	°C	K	°C	W	W		
	SO	2,65	2,8	7,42	0	6,80	0,62	0,16	0,02	1,00	0,11								
	SCH - střeška			7,00				7,00	0,13	0,02	1,00	1,05							
SN - do koupelny	2,65	2,8	7,42	1	1,58	5,84	1,15	0,02	-0,33	-2,28									
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru		V _i = V _m x n =		5,88 m ³ /h															

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce															
	SO - ochlazovaná stěna															
	OD - ochlazované okno															
	SN - vnitřní stěna															
	DN - vnitřní dveře															
	DO - dveře ochlazované															
	PDL - podlaha															
	STR - strop															
	SCH - střeška															
	Plocha stěny															
Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů		Součinitel prostupu tepla	Přírůžka za tepelné mosy	Čísel tepelní redukce	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K	Teplota prostoru vytápěného na jinou teplotu			
				A	U									ΔU	f _{sp} , b _{sp}	
m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	-	W/K	°C	°C	K	°C			
2.1.3 - KOUPELNA (byt)	SN-chodba	8,6	2,8	24,08	1,60	22,48	1,15	0,02	0,25	6,58				Obytné místnosti: 20 WC: 20 Koupelna: 24 Chodba, předsíň: 15 Společná chodba: 10		
	SN-pokoje	3,2	2,8	8,96	1,60	8,96	1,15	0,02	0,11	1,16						
	DN-k chodbě	0,8	2	1,60	0,00	1,60	2,20	0,02	0,25	0,89						
	PDL-k pokoji			5,88	0	0,00	5,88	1,80	0,02	0,11	1,19					
	SCH - střeška			5,88	0	0,00	5,88	0,13	0,02	1,00	0,88					
											HT=	10,523				
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru				V _i = V _m x n =		49,59 m ³ /h										
Požadovaná výměna vzduchu				n =		2,3 1/h										
Objem vzduchu v místnosti				V _m =		21,56 m ³		Měrná tep. kapacita vzduchu								
Plocha místnosti				S =		7,7 m ²		Hustota vzduchu								
Světelná výška místnosti				v =		2,8 m		Měrný tepelný tok větráním								
				φV = HV x Δθ=												
										θ _i	θ _e	θ _i -θ _e	φ _T = H _T x (θ _i -θ _e) =		378,8	
										24	-12	36	C _p =		0,279	Wh/kg K
												ρ =		1,188	kg/m ³	
												H _v = V _i x C _p x ρ =		16,436	W/K	
														147,9	526,8	

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce															
	SO - ochlazovaná stěna															
	OD - ochlazované okno															
	SN - vnitřní stěna															
	DN - vnitřní dveře															
	DO - dveře ochlazované															
	PDL - podlaha															
	STR - strop															
	SCH - střeška															
	Plocha stěny															
Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů		Součinitel prostupu tepla	Přírůžka za tepelné mosy	Čísel tepelní redukce	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K	Teplota prostoru vytápěného na jinou teplotu			
				A	U									ΔU	f _{sp} , b _{sp}	
m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	-	W/K	°C	°C	K	°C			
2.1.0 - chodba (byt)	SN-koupelna	3,3	2,8	9,24	1,60	7,64	1,15	0,02	-0,33	-2,98				Obytné místnosti: 20 WC: 20 Koupelna: 24 Chodba, předsíň: 15 Společná chodba: 10		
	SN-pokoje	3	2,8	8,40	3,20	5,20	1,15	0,02	-0,19	-1,13						
	DN-koupelna	0,8	2	1,60	0,00	1,60	2,20	0,02	-0,33	-1,18						
	DN-k pokoji	0,8	2	1,60	0,00	1,60	2,20	0,02	-0,19	-0,66						
	PDL-k pokoji			4,30	0	0,00	4,30	1,80	0,02	-0,19	-1,45					
	SCH - střeška			4,30	0	0,00	4,30	0,13	0,02	1,00	0,65					
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru				V _i = V _m x n =		3,61 m ³ /h										
Požadovaná výměna vzduchu				n =		0,3 1/h										
Objem vzduchu v místnosti				V _m =		12,04 m ³		Měrná tep. kapacita vzduchu								
Plocha místnosti				S =		4,3 m ²		Hustota vzduchu								
Světelná výška místnosti				v =		2,8 m		Měrný tepelný tok větráním								
				φV = HV x Δθ=												
										θ _i	θ _e	θ _i -θ _e	φ _T = H _T x (θ _i -θ _e) =		-185,8	
										15	-12	27	C _p =		0,279	Wh/kg K
												ρ =		1,188	kg/m ³	
												H _v = V _i x C _p x ρ =		1,197	W/K	
														0,0	-185,8	

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce															
	SO - ochlazovaná stěna															
	OD - ochlazované okno															
	SN - vnitřní stěna															
	DN - vnitřní dveře															
	DO - dveře ochlazované															
	PDL - podlaha															
	STR - strop															
	SCH - střeška															
	Plocha stěny															
Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů		Součinitel prostupu tepla	Přírůžka za tepelné mosy	Čísel tepelní redukce	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K	Teplota prostoru vytápěného na jinou teplotu			
				A	U									ΔU	f _{sp} , b _{sp}	
m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	-	W/K	°C	°C	K	°C			
2.07 - pracovní místnost	SN-koupelna	2,7	2,8	7,56	1,60	7,56	1,15	0,02	-0,33	-2,95				Obytné místnosti: 20 WC: 20 Koupelna: 24 Chodba, předsíň: 15 Společná chodba: 10		
	SN-pokoje	5,85	2,8	16,38	1,60	16,38	1,15	0,02	-0,19	-3,55						
	PDL-k pokoji			6,88	0	0,00	6,88	1,80	0,02	-0,19	-2,32					
	SCH - střeška			6,88	0	0,00	6,88	0,13	0,02	1,00	1,03					
											HT=	-7,991				
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru				V _i = V _m x n =		40,45 m ³ /h										
Požadovaná výměna vzduchu				n =		2,1 1/h										
Objem vzduchu v místnosti				V _m =		19,26 m ³		Měrná tep. kapacita vzduchu								
Plocha místnosti				S =		6,88 m ²		Hustota vzduchu								
Světelná výška místnosti				v =		2,8 m		Měrný tepelný tok větráním								
				φV = HV x Δθ=												
										θ _i	θ _e	θ _i -θ _e	φ _T = H _T x (θ _i -θ _e) =		-215,8	
										15	-12	27	C _p =		0,279	Wh/kg K
												ρ =		1,188	kg/m ³	
												H _v = V _i x C _p x ρ =		13,409	W/K	
														0,0	-215,8	

1.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce															
	SO - ochlazovaná stěna															
	OD - ochlazované okno															
	SN - vnitřní stěna															
	DN - vnitřní dveře															
	DO - dveře ochlazované															
	PDL - podlaha															
	STR - strop															
	SCH - střeška															
	Plocha stěny															
Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů		Součinitel prostupu tepla	Přírůžka za tepelné mosy	Čísel tepelní redukce	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K	Teplota prostoru vytápěného na jinou teplotu			
				A	U									ΔU	f _{sp} , b _{sp}	
m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	-	W/K	°C	°C	K	°C			
1.0.8 - pracovna	SO (v zemi)	15,05	2,8	42,14	1	42,14	0,20	0,02	0,72	6,66				Obytné místnosti: 20 WC: 20 Koupelna: 24 Chodba, předsíň: 15 Společná chodba: 10 Garáže: 5 Zemina -3 Zemina 3		
	SO	5,85	2,8	16,38	1	15,21	1,17	0,16	0,02	0,63	0,13					
	OD-okno stěna	5,85	2,6	15,21	0	15,21	0,80	0,02	1,00	12,47						
	SN - do chodby	7,6	2,8	21,28	1	1,60	19,68	1,15	0,02	0,16	3,60					
	DN-chodba	0,8	2	1,60	0,00	1,60	2,20	0,02	0,16	0,56						
	PDL - chodba			51,00	0	0,00	51,00	1,80	0,02	0,16	14,50					
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru				V _i = V _m x n =		42,84 m ³ /h										
Požadovaná výměna vzduchu				n =		0,3 1/h										
Objem vzduchu v místnosti				V _m =		142,80 m ³		Měrná tep. kapacita vzduchu								
Plocha místnosti				S =		51 m ²		Hustota vzduchu								
Světelná výška místnosti				v =		2,8 m		Měrný tepelný tok větráním								
				φV = HV x Δθ=												
										θ _i	θ _e	θ _i -θ _e	φ _T = H _T x (θ _i -θ _e) =		1115,5	
										20	-12	32	C _p =		0,279	Wh/kg K
												ρ =		1,188	kg/m ³	
												H _v = V _i x C _p x ρ =		14,199	W/K	
														454,4	1569,8	

1NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																				
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce																			
	Plocha stěny				Počet otvorů	Plocha otvorů		Součinitel prostupu tepla	Přírůstek za tepelné mosty	Čísel tepelní redukce	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K						
Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Plocha bez otvorů	A		U	ΔU								$f_{R, b, u}$	°C	°C	K		
1.02 - CHODBA-schodiště	SO - ochlazená stěna	7,6	2,8	21,28		1,90	19,38	0,16	0,02	1,00	3,49									
	OD - ochlazené okno	1	1,9	1,90		1,90	0,80	0,02	1,00	1,56										
	SN - vnitřní stěna	7	2,8	19,60		5,20	14,40	1,15	0,02	-0,19	-3,12									
	DN - vnitřní dveře																			
	DO - dveře ochlazené																			
	PDL - podlaha																			
	STR - strop																			
	SCH - střeška	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	-	W/K	°C	°C	K						
	HT= -1,177																			
	Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru				$V_v = V_m \times n = 10,75 \text{ m}^3/\text{h}$															
Požadovaná výměna vzduchu				$n = 0,3 \text{ 1/h}$																
Objem vzduchu v místnosti				$V_m = 35,84 \text{ m}^3$				Měrná tep. kapacita vzduchu												
Plocha místnosti				$S = 12,8 \text{ m}^2$				Hustota vzduchu												
Světelná výška místnosti				$v = 2,8 \text{ m}$				Měrný tepelný tok větráním												
$\phi V = HV \times \Delta\theta =$																				
											15		-12		27		$\phi_T = H_T \times (\theta_i - \theta_e) = -31,8$			
															$C_p = 0,279$		Wh/kg K			
															$\rho = 1,188$		kg/m ³			
															$H_v = V_v \times C_p \times \rho = 3,564$		W/K			
																			$\phi = \phi_T + \phi_v$	
																			96,2	
																			64,4	

1NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																				
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce																			
	Plocha stěny				Počet otvorů	Plocha otvorů		Součinitel prostupu tepla	Přírůstek za tepelné mosty	Čísel tepelní redukce	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K						
Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Plocha bez otvorů	A		U	ΔU								$f_{R, b, u}$	°C	°C	K		
1.01 - VCHOD	SO - ochlazená stěna	4,3	2,8	12,04		2,94	9,10	0,16	0,02	1,00	1,64									
	DO - ochlazené dveře	1,4	2,1	2,94		2,94	0,80	0,02	1,00	2,41										
	SN - pokoje	6,95	2,8	19,46		1,60	17,86	1,15	0,02	-0,19	-3,87									
	DN - vnitřní dveře																			
	DO - dveře ochlazené																			
	PDL - podlaha																			
	STR - strop																			
	SCH - střeška	m	m	m ²		m ²	m ²	W/m ² K	W/m ² K	-	W/K	°C <td>°C</td> <td>K</td> <td></td>	°C	K						
	HT= -1,137																			
	Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru				$V_v = V_m \times n = 9,58 \text{ m}^3/\text{h}$															
Požadovaná výměna vzduchu				$n = 0,3 \text{ 1/h}$																
Objem vzduchu v místnosti				$V_m = 31,92 \text{ m}^3$				Měrná tep. kapacita vzduchu												
Plocha místnosti				$S = 11,4 \text{ m}^2$				Hustota vzduchu												
Světelná výška místnosti				$v = 2,8 \text{ m}$				Měrný tepelný tok větráním												
$\phi V = HV \times \Delta\theta =$																				
											15		-12		27		$\phi_T = H_T \times (\theta_i - \theta_e) = -30,7$			
															$C_p = 0,279$		Wh/kg K			
															$\rho = 1,188$		kg/m ³			
															$H_v = V_v \times C_p \times \rho = 3,174$		W/K			
																			$\phi = \phi_T + \phi_v$	
																			85,7	
																			55,0	

1NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																				
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce																			
	Plocha stěny				Počet otvorů	Plocha otvorů		Součinitel prostupu tepla	Přírůstek za tepelné mosty	Čísel tepelní redukce	Měrný tepelný tok prostupem	Vnitřní výpočtová teplota	Vnější výpočtová teplota	K						
Délka	Šířka nebo výška	Plocha	Plocha bez otvorů	A		U	ΔU								$f_{R, b, u}$	°C	°C	K		
1.04 - obytná místnost	SO - ochlazená stěna	26,45	2,8	74,06		45,04	29,02	0,16	0,02	1,00	5,22									
	OD - okno	17	2,6	44,20		44,20	0,80	0,02	1,00	36,24										
	OD-okno	1,4	0,6	0,84		0,84	0,80	0,02	1,00	0,69										
	SN-do chodby	10,75	2,8	30,09		6,80	23,29	1,15	0,02	0,16	4,18									
	DN-do chodby	3,4	2	6,80		6,80	2,20	0,02	0,16	2,36										
	STR-ke koupelně	2,35	2,5	5,88		5,88	2,00	0,02	-0,13	-1,48										
	PDL na zemi			41		41,00	0,20	0,02	0,72	6,48										
	PDL na koupelně			38,00		38,00	1,80	0,02	-0,13	-8,65										
	PDL na skladi			10,00		10,00	1,80	0,02	0,31	5,69										
	HT= 43,603																			
	Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru				$V_v = V_m \times n = 74,76 \text{ m}^3/\text{h}$															
	Požadovaná výměna vzduchu				$n = 0,3 \text{ 1/h}$															
	Objem vzduchu v místnosti				$V_m = 249,20 \text{ m}^3$				Měrná tep. kapacita vzduchu											
	Plocha místnosti				$S = 89 \text{ m}^2$				Hustota vzduchu											
	Světelná výška místnosti				$v = 2,8 \text{ m}$				Měrný tepelný tok větráním											
$\phi V = HV \times \Delta\theta =$																				
											20		-12		32		$\phi_T = H_T \times (\theta_i - \theta_e) = 1395,3$			
															$C_p = 0,279$		Wh/kg K			
															$\rho = 1,188$		kg/m ³			
															$H_v = V_v \times C_p \times \rho = 24,779$		W/K			
																			$\phi = \phi_T + \phi_v$	
																			792,9	
																			2188,2	

1.PP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																						
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce												Teplota prostoru vytápěného na jinou teplotu			Návrhová tepelná ztráta prostupem a větráním			Celková tepelná ztráta			
	SO - ochlazovaná stěna	OD - ochlazované okno	SN - vnitřní stěna	DN - vnitřní dveře	DO - dveře ochlazované	PDL - podlaha	STR - strop	Plocha stěny					Součinitel prostupu tepla U	Přirážka za tepelné mosty ΔU	Čísel tepelná redukce f_{r, b_j}	Měrný tepelný tok prostupem W/K	Vnitřní výpočtová teplota $^{\circ}C$	Vnější výpočtová teplota $^{\circ}C$	K	$^{\circ}C$	W	W
Délka								Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů										
0.05 - technická místnost	SCH - střeška	m	m	m^2		m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	-	W/K	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	K	$^{\circ}C$							
	SO - suterenní stěna	11,55	2,8	32,34		32,34	0,20	0,02	0,44	3,16	Obytné místnosti: 20 WC: 20 Koupelna: 24 Chodba, předsíň: 15 Společná chodba: 10 Garáže: 5 zemina 3			HT=	-16,318							
	SN k 24°	7,1	2,8	19,88		1,60	18,28	1,15	0,02	-0,33												-7,13
	DN-k 24°	0,8	2	1,60			1,60	2,2	0,02	-0,33												-1,18
	STR-k 20°			35,00			35,00	2,00	0,02	-0,19												-13,09
	PDL - k zemině			35						0,44												3,42
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru		$V_i = V_m \times n =$		29,40 m^3/h								θ_i	θ_e	$\theta_i - \theta_e$								
Požadovaná výměna vzduchu		n =		0,3 1/h								15	-12	27	$\phi_T = H_T \times (\theta_i - \theta_e) = -440,6$							
Objem vzduchu v místnosti		$V_m =$		98,00 m^3				Měrná tep. kapacita vzduchu		Hustota vzduchu		$C_p =$		0,279		Wh/kg K						
Plocha místnosti		S =		35 m^2								$\rho =$		1,188		kg/ m^3						
Světlá výška místnosti		v =		2,8 m				Měrný tepelný tok větráním				$H_v = V_i \times C_p \times \rho =$		9,745		W/K						
																	$\phi V = HV \times \Delta\theta =$	-87,7	-528,3			

2.NP Tabulka pro výpočet tepelné ztráty dle ČSN EN 12831																					
MÍSTNOST	Označení a popis konstrukce												Teplota prostoru vytápěného na jinou teplotu			Návrhová tepelná ztráta prostupem a větráním			Celková tepelná ztráta		
	SO - ochlazovaná stěna	OD - ochlazované okno	SN - vnitřní stěna	DN - vnitřní dveře	DO - dveře ochlazované	PDL - podlaha	STR - strop	Plocha stěny					Součinitel prostupu tepla U	Přirážka za tepelné mosty ΔU	Čísel tepelná redukce f_{r, b_j}	Měrný tepelný tok prostupem W/K	Vnitřní výpočtová teplota $^{\circ}C$	Vnější výpočtová teplota $^{\circ}C$	K	$^{\circ}C$	W
Délka								Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů									
0.06 - WC	SCH - střeška	m	m	m^2		m^2	m^2	W/m^2K	W/m^2K	-	W/K	$^{\circ}C$	$^{\circ}C$	K	$^{\circ}C$						
	SN-k chodbě	4,25	2,8	11,90		1,60	10,30	1,15	0,02	0,16	1,88	Obytné místnosti: 20 WC: 20 Koupelna: 24 Chodba, předsíň: 15 Společná chodba: 10 zemina 3			HT=	2,028					
	DN-k chodbě	0,8	2	1,60			1,60	2,20	0,02	0,16	0,56										
	SN-ke koupelně	1,45	2,8	4,06			4,06	1,15	0,02	-0,13	-0,59										
	PDL-na zemině			2,03			2,03	0,20	0,02	0,53	0,24										
	STR-k chodbě			0,00				2,00	0,02	0,16	0,00										
Výměna vzduchu ve vytápěném prostoru		$V_i = V_m \times n =$		25,01 m^3/h								θ_i	θ_e	$\theta_i - \theta_e$							
Požadovaná výměna vzduchu		n =		4,4 1/h								20	-12	32	$\phi_T = H_T \times (\theta_i - \theta_e) = 64,9$						
Objem vzduchu v místnosti		$V_m =$		5,68 m^3				Měrná tep. kapacita vzduchu		Hustota vzduchu		$C_p =$		0,279		Wh/kg K					
Plocha místnosti		S =		2,03 m^2								$\rho =$		1,188		kg/ m^3					
Světlá výška místnosti		v =		2,8 m				Měrný tepelný tok větráním				$H_v = V_i \times C_p \times \rho =$		8,289		W/K					
																	$\phi V = HV \times \Delta\theta =$	41,4	106,3		

C.5.2 Bilance solárních kolektorů

K optimalizaci návrhu solárních kolektorů byla využita online kalkulačka na webu tzb.info of autora Zdeňka Reinberka. Tento zjednodušený výpočet se opírá o TNI 73 0302. Dostupnost: <http://oze.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/131-zjednodusena-bilance-solarniho-kolektoru>

Maximální denní zisk je uvažován tak, aby bylo možné jej naakumulovat do zásobníku teplé vody (zásobník 300 l pojme 15,675 kWh denně, část se ztratí při cirkulaci teplé vody, viz.graf odběru TV)

Doporučený průtok jedním solárním kolektorem KTU6R je 60-120 l/h. Kolektory jsou zapojeny paralelně, tudíž je celkový doporučený průtok 420-840 l/h. Kolektorové potrubí je navrženo z mědi 28x1,5. Uvnitř budovy je opatřeno izolací Mirelon PRO tloušťky 25mm. V exteriéru se jedná o návlekovou izolaci Aeroflex SSH na bázi EPDM.

Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.) jednotek ???

Měrná spotřeba teplé vody na jednotku l/jedn.den ???

Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$ l/den ???

Snižená spotřeba tepla v letních měsících Ano ??? Ne

Teplota studené vody t_{SV} (5 až 18 °C) °C ???

Teplota teplé vody t_{TV} (19 až 95 °C) °C ???

Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody z: ???

Zadat profil odběru teplé vody ???

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$Q_{p,TV}$ [kWh/měs.]	1038	937	1038	1004	1038	1004	1038	1038	1004	1038	1004	1038

PARAMETRY SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ - KŘIVKA ÚČINNOSTI JE VZTAŽENA K PLOŠE APERTURY

Optická účinnost η_0 (0 až 1) ???

Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1 W/m².K ???

Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2 W/m².K² ???

Počet kolektorů ks ???

Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1} m² ???

Celková plocha apertury kolektorů m²

Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$???

Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p ???

Sklon kolektoru β ° ???

Azimut kolektoru γ (jih = 0°) ° ???

Teoretické zisky solární soustavy v daném měsíci-> denní zisk musí pojmout zásobník teplé vody

616 kWh za 30dní...20,5 kWh denně, z čehož 300 litrový zásobník pojme 15,675 a zbytek je vypořebován ještě během dne+ztráty cirkulací (viz.graf odběru TV)

měsíc	n	t_{ep}	t_{es}	$G_{T,m}$	η_k	$H_{T,den}$	$H_{T,měs}$	$Q_{k,a}$	$Q_{p,TV}$	$Q_{p,VYT}$	$Q_{p,BV}$	$Q_{p,S}$	$Q_{ss,a}$
	dní	°C	°C	W/m ²	-	kWh/m ² .den	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
leden	31	-1.5	2.2	454	0.51	1.15	35.7	130	1038	0	0	1038	130
únor	28	0	3.4	514	0.54	2.04	57.1	221	937	0	0	937	221
březen	31	3.2	6.5	533	0.56	3.18	98.6	394	1038	0	0	1038	394
duben	30	8.8	12.1	496	0.57	3.76	112.8	462	1004	0	0	1004	462
květen	31	13.6	16.6	470	0.58	4.44	137.6	575	1038	0	0	1038	575
červen	30	17.3	20.6	460	0.59	4.79	143.7	616	1004	0	0	1004	616
červenec	31	19.2	22.5	459	0.6	4.71	146	634	1038	0	0	1038	634
srpen	31	18.6	22.6	476	0.61	4.39	136.1	595	1038	0	0	1038	595
září	30	14.9	19.4	503	0.6	3.84	115.2	498	1004	0	0	1004	498
říjen	31	9.4	13.8	502	0.58	2.45	76	316	1038	0	0	1038	316
listopad	30	3.2	7.3	458	0.53	1.26	37.8	145	1004	0	0	1004	145
prosinec	31	-0.2	3.5	424	0.5	0.8	24.8	89	1038	0	0	1038	89
							1121	4675	12218	0	0	12218	4675

C.5.3 Návrh otopné soustavy

Umístění otopných těles a přepočít výkonu

Teplotní spád otopná tělesa 55/45°C

$Q_{sk} = Q_n \cdot f_{\Delta T,fp} \cdot f_d$ (součinitele, u kterých nebyla hodnota 1)
 $f_{\Delta T,fp}$ opravny součinitel rozdílu teplot
 f_d opravny součinitel umístění tělesa
 n teplotní exponent

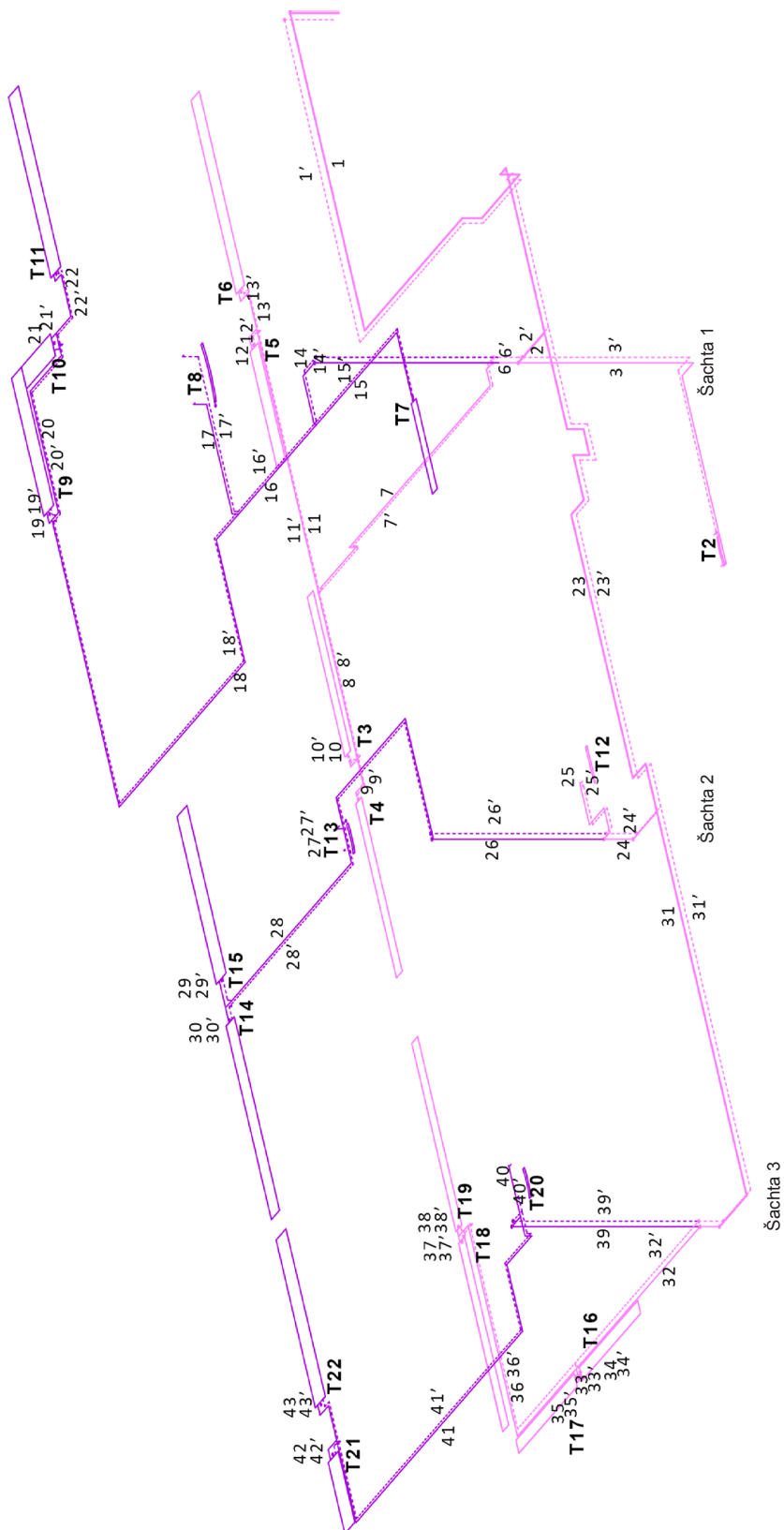
označení	místnost	plocha místnosti (m ²)	vnitřní výpočtová teplota (°C)	otopné těleso deskové/rubkové	podlahový konvektor	podlahové vytápění	sloupáček/rozdělovač	podl.vyt. skutenia plocha hada S _h (m ²)	skut. výkon pod. vyt. v místnosti Q _{sp}	n	f _{fu}	f _{sp}	navržené těleso (HxL)	navržený podlahový konvektor Koraflex hloubka 0,09	imenovitý výkon navrženého tělesa Q _n (W)	skutečné instal. výkon tělesopodlah Q _{sk} (W)	výkony těles+podlah ΣQ _{sk}	tep. ztráta místnosti Q (W)
2.01	chodba	21,0	15		X					1,300	0,56	1		1,60*0,20	285	158	158	152
2.02	ložnice 1	30,2	20		X		T3			1,300	0,51	1		1,20*0,34	406	207	738	724
2.03	koupelna 1	11,1	24	X		X	T3	4,69	300	1,240	0,49	0,9	Rondo MAX, 1,82x0,45		879	386	686	644
2.04	ložnice 2	18,2	20		X		T2			1,300	0,51	1		3,00*0,28	870	444	444	433
2.05	ložnice 3	18,2	20		X		T2			1,300	0,51	1		2,60*0,34	1039	531	531	485
2.06	koupelna 2,3	5,9	24	X		X	T2			1,234	0,49	1	Rondo MAX, 0,9x0,6m		574	281	474	427
2.07	pracovní místnost	6,6	15			X	P2-R4	1,95	193							193	-	-215
2.08	šatna	7,0	15															-37
2.09	vchod (byt)	9,4	15			X	P1-R3	3,65	303							303	303	129
2.10	chodba (byt)	4,3	15			X		1,3	143							143	143	-186
2.11	ložnice (byt)	16,6	20		X		T1			1,300	0,51	1		2,80*0,34	1129	577	577	574
2.12	šatna (byt)	5,2	15															-13
2.13	koupelna (byt)	7,7	24	X			T1			1,224	0,49	1	Rondo MAX, 0,7x0,75m		553	272	531	527
2.14	obývací (byt)	33,0	20		X		P1-R3	4,06	259					1,20*0,20	197	101	166	825
						X	T1			1,300	0,51	1		1,80*0,20	329	166	843	
						X	P1-R3	7,58	574							574		

1.01	vchod	11,4	15			X	P1-R1	5,76	405							405	405	55
1.02	chodba	6,4	15			X	P1-R1	3,75	282							282	282	65
1.03	wc u schodu	2,4	20	X			T2			1,307	0,51	1	Radik Klasik, typ 10 VK, 0,5x0,8m		308	157	232	169
						X	P1-R1	0,84	75					2,60*0,20	505	258		
						X	T1+T3			1,300	0,51			2,80*0,20	549	280		
						X	T1+T3			1,300	0,51			3,00*0,20	592	302		
1.04	obývací prostor	89,0	20		X		T1+T3			1,300	0,51			3,00*0,20	592	302	2206	2188
						X	T1+T3			1,300	0,51			2,00*0,20	373	191		
						X	T1+T3			1,300	0,51			2,00*0,20	373	191		
1.05	sklad u kuchyně	7,9	15			X	P2-R2	8,68	682							682		-271
1.06	sklad u schodu	3,7	15															-69
1.07	wc u pracovní	2,4	20			X	P1-R1	0,94	88							88	88	61
1.08	pracovna	51,0	20		X		T1			1,300	0,51	1	3,00*0,28	870	444			
					X		T1			1,300	0,51	1	1,80*0,28	484	247			
					X		P1-R1	14,23	905							905	1597	1570

0.01	chodba	11,2	15															-155
0.02	hlavní místnost	49,2	24	X			T1			1,234	0,49	1	Rondo MAX, 0,9x0,45m		432	211	1375	1369
0.03	sklad (V)	18,0	15			X	P1-R0	25,6	1164							1164		-155
0.04	sklad (Z)	23,4	15															-117
0.05	technická místnost	35,0	15															-528
0.06	wc	2,4	20		X		P1-R0	0,92	110							110	110	106

Návrh dimenzí potrubí: Potrubí k otopným žebříkům, konvektorům a deskovým tělesům

K návrhu jednotlivých dimenzí potrubí mi pomohl tento zjednodušený 3D model. (pozn. Každé přípojovací potrubí k tělesu je označeno zvlášť jako odbočka.)



Návrh dimenzí potrubí: Sumarizace topných těles

V této tabulce jsou uvedeny pouze otopné žebříky, desková otopná tělesa a podlahové konvektory (poslední sloupec-výpočet ztráty okruhu k tělesu na následujících stránkách). Barevné rozlišení značí rozdílné šachty vertikálního potrubí.

označení	místnost	otopné těleso deskové/ trubkové	podlahový konvektor	stoupačka	navržené těleso (HXL)	navržený podlahový konvektor Koraflex hloubka 0,09	označení tělesa	imenovitý výkon tělesa Q_n (W)	skutečný výkon tělesa Q_{sk} (W)	hmotnostní průtok (kg/h)	délka tělesa (m)	ztráta okruhu (ztráta těles zanedbatelná)
2.01	chodba		X	ST1		1,60*0,20	T7	285	158	14	1,6	10 335
2.02	ložnice 1		X	ST3		1,20*0,34	T21	406	207	18	1,2	21 941
			X	ST3		2,60*0,34	T22	1039	531	46	2,6	22 097
2.03	koupelna 1	X		ST3	Rondo MAX, 1,82x0,45		T20	879	386	33		19 440
2.04	ložnice 2		X	ST2		3,0*0,28	T14	870	444	38	3,0	16 905
2.05	ložnice 3		X	ST2		2,60*0,34	T15	1039	531	46	2,6	17 068
2.06	koupelna 2,3	X		ST2	Rondo MAX, 0,9x0,6m		T13	574	281	24		16 345
2.11	ložnice (byť)		X	ST1		2,80*0,34	T11	1129	577	50	2,8	13 159
2.13	koupelna (byť)	X		ST1	Rondo MAX, 0,7x0,75m		T8	553	272	23		10 924
2.14	obytvak (byť)		X	ST1		1,20*0,20	T10	154	101	9	1,0	12 740
			X	ST1		1,80*0,20	T9	373	168	14	2,0	11 814
1.03	wc u schodu	X		ST2	Radik Klasik, typ10 VK, 0,5x0,6m		T12	165	157	13	0,5	14 826
			X	ST1		2,60*0,20	T3	505	258	22	2,6	11 557
			X	ST1		2,80*0,20	T4	549	280	24	2,8	11 540
1.04	obytvací prostor		X	ST3		3,00*0,20	T19	592	302	26	3,0	20 202
			X	ST3		3,00*0,20	T18	592	302	26	3,0	20 202
			X	ST3		2,00*0,20	T17	373	191	16	2,0	19 735
			X	ST3		2,00*0,20	T16	373	191	16	2,0	19 735
1.08	pracovna		X	ST1		3,00*0,28	T6	870	444	38	2,8	12 091
			X	ST1		1,80*0,28	T5	484	247	21	2,0	12 021
0.02	hlavní místnost	X		ST1	Rondo MAX, 0,9x0,45m		T2	432	211	18		9 071

Návrh dimenze potrubí

V následující tabulce se nachází návrh dimenze potrubí v závislosti na hmotnostním průtoku daného úseku. Při dimenzování byla dodržena zásada přiměřené tlakové ztráty a rychlosti proudění. Dále byly změřeny délky potrubí pro následný výpočet tlakových ztrát.

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

m hmotnostní průtok (kg/h)
 Δt teplotní rozdíl (55/45°C) -> 10K
 c měrná tepelná kapacita vody
 4186 J/kg.K -> 3600 -> 1,16 Wh/kg.K

úsek	přenášený výkon (W)	hmotnostní průtok (kg/h)	délka úseku (m)	měrná tlaková ztráta (Pa/m)	rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí
23'	3523	303	8,8			
24'	1413	121	1,26	87,6	0,26	15x1
24'	1413	121	1,3			
25'	157	13	1,8	3,8	0,03	12x1
25'	157	13	1,66			
26'	1256	108	7,37	76,1	0,24	15x1
26'	1256	108	7,5			
27'	281	24	0,18	18,4	0,11	12x1
27'	281	24	0,14			
28'	975	84	4,86	45,8	0,18	15x1
28'	975	84	4,48			
29'	531	46	0,41	58,4	0,17	12x1
29'	531	46	0,52			
30'	444	38	0,23	35,8	0,14	12x1
30'	444	38	0,19			
31'	2110	181	7,18	180,7	0,39	15x1
31'	2110	181	7,26			
32'	986	85	4,25	167,9	0,31	12x1
32'	986	85	4,25			
33'	381	33	0,18	23,4	0,12	12x1
33'	381	33	0,2			
34'	191	16	0,09	7,6	0,06	12x1
34'	191	16	0,13			
35'	191	16	0,09	7,6	0,06	12x1
35'	191	16	0,13			
36'	605	52	5,61	70,9	0,19	12x1
36'	605	52	5,45			
37'	302	26	0,09	11,3	0,09	12x1
37'	302	26	0,13			
38'	302	26	0,09	11,3	0,09	12x1
38'	302	26	0,13			
39'	1124	97	3,2	208,5	0,35	12x1
39'	1124	97	3,16			
40'	386	33	0,85	23,4	0,12	12x1
40'	386	33	0,27			
41'	738	63	9,28	99,1	0,23	12x1
41'	738	63	9,17			
42'	207	18	0,45	8,8	0,07	12x1
42'	207	18	0,33			
43'	531	46	0,98	58,4	0,17	12x1
43'	531	46	0,88			

úsek	přenášený výkon (W)	hmotnostní průtok (kg/h)	délka úseku (m)	měrná tlaková ztráta (Pa/m)	rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí
1	6240	537	15,29	158,1	0,49	22x1
1'	6240	537	15,08			
2	2717	234	0,9	108,4	0,34	18x1
2'	2717	234	0,9			
3	211	18	6,13	11,3	0,08	12x1
3'	211	18	5,56			
6	2506	216	0,4	91,9	0,31	18x1
6'	2506	216	0,44			
7	1230	106	6,77	70,5	0,23	15x1
7'	1230	106	6,74			
8	538	46	2,61	58,4	0,17	12x1
8'	538	46	2,52			
9	280	24	0,7	11,3	0,09	12x1
9'	280	24	0,73			
10	258	22	0,33	10,1	0,08	12x1
10'	258	22	0,36			
11	692	59	4,06	84,4	0,21	12x1
11'	692	59	4,06			
12	247	21	0,44	10,1	0,08	12x1
12'	247	21	0,41			
13	444	38	0,97	35,8	0,14	12x1
13'	444	38	0,9			
14	1276	110	3,92	76,1	0,24	15x1
14'	1276	110	3,93			
15	158	14	3,76	6,3	0,05	12x1
15'	158	14	3,85			
16	1118	96	2,68	60,1	0,21	15x1
16'	1118	96	2,68			
17	272	23	2,04	11,3	0,09	12x1
17'	272	23	2,74			
18	845	73	11,44	37,3	0,16	15x1
18'	845	73	11,32			
19	168	14	0,26	6,3	0,05	12x1
19'	168	14	0,28			
20	677	58	3,52	80,4	0,21	12x1
20'	677	58	3,37			
21	101	9	0,16	3,8	0,03	12x1
21'	101	9	0,28			
22	577	50	1,46	64,5	0,17	12x1
22'	577	50	1,55			
23	3523	303	8,75	165,4	0,43	18x1

Hydraulické vyvážení soustavy

V následujících tabulkách se nachází tlakové ztráty třením a místními odpory na okruzích k jednotlivým tělesům. Výsledné tlakové ztráty jsou podkladem pro hydraulické vyvážení soustavy.

OKRUH K TĚLESU Č.22

č.úseku	hmotnost ní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	0,2	1 498	1 447
31	181	7,18	180,7	0,39	15x1	4	0,2	319	1 297
39	97	3,20	208,5	0,35	12x1	2	3	306	667
41	63	9,28	99,1	0,23	12x1	10	0,2	270	920
43	46	0,98	58,4	0,17	12x1	4	0	58	57
T22								0	
43'	46	0,88	58,4	0,17	12x1	4	1	72	51
41'	63	9,17	99,1	0,23	12x1	10	8	476	909
39'	97	3,16	208,5	0,35	12x1	2	1	184	659
31'	181	7,26	180,7	0,39	15x1	4	1	380	1 312
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384
								8 520	13 577

22 097 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.21

č.úseku	hmotnost ní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	0,2	1 498	1 447
31	181	7,18	180,7	0,39	15x1	4	0,2	319	1 297
39	97	3,20	208,5	0,35	12x1	2	3	306	667
41	63	9,28	99,1	0,23	12x1	10	2	317	920
42	18	0,45	8,8	0,07	12x1	2	0	5	4
T21									
42'	18	0,33	8,8	0,07	12x1	8	1,5	23	3
41'	63	9,17	99,1	0,23	12x1	10	8	476	909
39'	97	3,16	208,5	0,35	12x1	2	1	184	659
31'	181	7,26	180,7	0,39	15x1	4	1	380	1 312
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384
								8 466	13 475

21 941 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.20

č.úseku	hmotnost ní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	0,2	1 498	1 447
31	181	7,18	180,7	0,39	15x1	4	0,2	319	1 297
39	97	3,20	208,5	0,35	12x1	2	3	306	667
40	33	0,85	23,4	0,12	12x1	4	2	43	20
T20									
40'	63	0,27	23,4	0,12	12x1	4	8	86	6
39'	97	3,16	208,5	0,35	12x1	2	1	184	659
31'	181	7,26	180,7	0,39	15x1	4	1	380	1 312
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384
								7 774	11 666

19 440 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.19

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	0,2	1 498	1 447
31	181	7,18	180,7	0,39	15x1	4	2	456	1 297
32	85	4,25	167,9	0,31	12x1	0	0,2	10	714
36	52	5,61	70,9	0,19	12x1	4	3	126	398
38	26	0,09	11,3	0,09	12x1	0	0	0	1
T19									
38'	26	0,13	11,3	0,09	12x1	4	8	49	1
36'	63	5,45	70,9	0,19	12x1	6	1	126	386
32'	97	4,25	167,9	0,31	12x1	0	1,5	72	714
31'	181	7,26	180,7	0,39	15x1	4	1	380	1 312
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384
								7 674	12 527

20 202 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.18

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	0,2	1 498	1 447
31	181	7,18	180,7	0,39	15x1	4	2	456	1 297
32	85	4,25	167,9	0,31	12x1	0	0,2	10	714
36	52	5,61	70,9	0,19	12x1	4	3	126	398
37	26	0,09	11,3	0,09	12x1	0	0	0	1
T18									
37'	26	0,13	11,3	0,09	12x1	4	8	49	1
36'	63	5,45	70,9	0,19	12x1	6	1	126	386
32'	97	4,25	167,9	0,31	12x1	0	1,5	72	714
31'	181	7,26	180,7	0,39	15x1	4	1	380	1 312
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384
								7 674	12 527

20 202 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.17

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	0,2	1 498	1 447
31	181	7,18	180,7	0,39	15x1	4	2	456	1 297
32	85	4,25	167,9	0,31	12x1	0	2	96	714
33	33	0,18	23,4	0,12	12x1	0	3	22	4
35	16	0,09	7,6	0,06	12x1	0	0	0	1
T17									
35'	16	0,13	7,6	0,06	12x1	4	8	22	1
33'	63	5,45	70,9	0,19	12x1	4	1,5	99	386
32'	97	4,25	167,9	0,31	12x1	0	1,5	72	714
31'	181	7,26	180,7	0,39	15x1	4	1	380	1 312
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384
								7 602	12 133

19 735 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.16

č.úseku	hmotnost ní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)	
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417	
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	0,2	1 498	1 447	
31	181	7,18	180,7	0,39	15x1	4	2	456	1 297	
32	85	4,25	167,9	0,31	12x1	0	2	96	714	
33	33	0,18	23,4	0,12	12x1	0	3	22	4	
34	16	0,09	7,6	0,06	12x1	0	0	0	1	
T16										
34'	16	0,13	7,6	0,06	12x1	4	8	22	1	
33'	63	5,45	70,9	0,19	12x1	4	1,5	99	386	
32'	97	4,25	167,9	0,31	12x1	0	1,5	72	714	
31'	181	7,26	180,7	0,39	15x1	4	1	380	1 312	
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456	
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384	
								7 602	12 133	19 735 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.15

č.úseku	hmotnost ní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)	
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417	
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	2	1 664	1 447	
24	121	1,26	87,6	0,26	15x1	2	0,2	74	110	
26	108	7,37	76,1	0,24	15x1	6	0,2	179	561	
28	84	4,86	45,8	0,18	15x1	2	3	81	223	
29	46	0,41	58,4	0,17	12x1	0	0	0	24	
OT15										
29'	46	0,52	58,4	0,17	12x1	6	8	202	30	
28'	84	4,48	45,8	0,18	15x1	2	1	49	205	
26'	108	7,50	76,1	0,24	15x1	6	1	202	571	
24'	121	1,30	87,6	0,26	15x1	2	1,5	118	114	
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456	
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384	
								7 526	9 542	17 068 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.14

č.úseku	hmotnost ní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)	
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417	
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	2	1 664	1 447	
24	121	1,26	87,6	0,26	15x1	2	0,2	74	110	
26	108	7,37	76,1	0,24	15x1	6	0,2	179	561	
28	84	4,86	45,8	0,18	15x1	2	3	81	223	
30	38	0,23	35,8	0,14	12x1	0	0	0	8	
OT14										
30'	38	0,19	35,8	0,14	12x1	0	8	78	7	
28'	84	4,48	45,8	0,18	15x1	2	1	49	205	
26'	108	7,50	76,1	0,24	15x1	6	1	202	571	
24'	121	1,30	87,6	0,26	15x1	2	1,5	118	114	
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456	
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384	
								7 402	9 503	16 905 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.13

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)	
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417	
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	2	1 664	1 447	
24	121	1,26	87,6	0,26	15x1	2	0,2	74	110	
26	108	7,37	76,1	0,24	15x1	6	2	230	561	
27	24	0,18	18,4	0,11	12x1	2	0	12	3	
OT13										
27'	303	0,14	18,4	0,11	12x1	2	1,5	21	3	
26'	108	7,50	76,1	0,24	15x1	6	1	202	571	
24'	121	1,30	87,6	0,26	15x1	2	1,5	118	114	
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456	
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384	
								7 279	9 066	
										16 345 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.12

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)	
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	0,2	1 705	2 417	
23	303	8,75	165,4	0,43	18x1	16	2	1 664	1 447	
24	121	1,26	87,6	0,26	15x1	2	2	135	110	
25	13	1,80	3,8	0,03	12x1	10	0	5	7	
OT12										
25'	13	1,66	3,8	0,03	12x1	10	1,5	5	6	
24'	121	1,30	87,6	0,26	15x1	2	1,5	118	114	
23'	303	8,80	165,4	0,43	18x1	16	1	1 572	1 456	
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384	
								6 884	7 942	
										14 826 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.11

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)	
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	2	1 921	2 417	
2	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	3	173	98	
6	216	0,40	91,9	0,31	18x1	0	0,2	10	37	
14	110	3,92	76,1	0,24	15x1	4	3	202	298	
16	96	2,68	60,1	0,21	15x1	0	0,2	4	161	
18	73	11,44	37,3	0,16	15x1	6	2	102	427	
20	58	3,52	80,4	0,21	12x1	6	3	198	283	
22	50	1,46	64,5	0,17	12x1	2	0	29	94	
T11										
22'	50	1,55	64,5	0,17	12x1	6	8	202	100	
20'	58	3,37	80,4	0,21	12x1	6	1,5	165	271	
18'	73	11,32	37,3	0,16	15x1	6	1	90	422	
16'	96	2,68	60,1	0,21	15x1	0	8	176	161	
14'	110	3,93	76,1	0,24	15x1	4	1	144	299	
6'	216	0,44	91,9	0,31	18x1	0	8	384	40	
2'	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	1,5	87	98	
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384	
								5 569	7 590	
										13 159 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.10

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)		
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	2	1 921	2 417		
2	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	3	173	98		
6	216	0,40	91,9	0,31	18x1	0	0,2	10	37		
14	110	3,92	76,1	0,24	15x1	4	3	202	298		
16	96	2,68	60,1	0,21	15x1	0	0,2	4	161		
18	73	11,44	37,3	0,16	15x1	6	2	102	427		
20	58	3,52	80,4	0,21	12x1	6	3	198	283		
21	9	0,16	3,8	0,03	12x1	2	0	1	1		
T10											
21'	9	0,28	3,8	0,03	12x1	6	1,5	3	1		
20'	58	3,37	80,4	0,21	12x1	6	1,5	165	271		
18'	73	11,32	37,3	0,16	15x1	6	1	90	422		
16'	96	2,68	60,1	0,21	15x1	0	8	176	161		
14'	110	3,93	76,1	0,24	15x1	4	1	144	299		
6'	216	0,44	91,9	0,31	18x1	0	8	384	40		
2'	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	1,5	87	98		
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384		
								5 342	7 398	12 740	Pa

OKRUH K TĚLESU Č.9

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)		
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	2	1 921	2 417		
2	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	3	173	98		
6	216	0,40	91,9	0,31	18x1	0	0,2	10	37		
14	110	3,92	76,1	0,24	15x1	4	3	202	298		
16	96	2,68	60,1	0,21	15x1	0	0,2	4	161		
18	73	11,44	37,3	0,16	15x1	6	0,2	79	427		
19	14	0,26	6,3	0,05	12x1	0	0	0	2		
T9											
19'	14	0,28	6,3	0,05	12x1	6	8	18	2		
18'	73	11,32	37,3	0,16	15x1	6	1	90	422		
16'	96	2,68	60,1	0,21	15x1	0	8	176	161		
14'	110	3,93	76,1	0,24	15x1	4	1	144	299		
6'	216	0,44	91,9	0,31	18x1	0	8	384	40		
2'	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	1,5	87	98		
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384		
								4 968	6 846	11 814	Pa

OKRUH K TĚLESU Č.8

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)		
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	2	1 921	2 417		
2	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	3	173	98		
6	216	0,40	91,9	0,31	18x1	0	0,2	10	37		
14	110	3,92	76,1	0,24	15x1	4	3	202	298		
16	96	2,68	60,1	0,21	15x1	0	2	44	161		
17	23	2,04	11,3	0,09	12x1	6	0	24	23		
T8											
17'	23	2,74	11,3	0,09	12x1	6	1,5	30	31		
16'	96	2,68	60,1	0,21	15x1	0	8	176	161		
14'	110	3,93	76,1	0,24	15x1	4	1	144	299		
6'	216	0,44	91,9	0,31	18x1	0	8	384	40		
2'	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	1,5	87	98		
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384		
								4 876	6 047	10 924	Pa

OKRUH K TĚLESU Č.7

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	2	1 921	2 417
2	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	3	173	98
6	216	0,40	91,9	0,31	18x1	0	0,2	10	37
14	110	3,92	76,1	0,24	15x1	4	3	202	298
15	14	3,76	6,3	0,05	12x1	2	0	3	24
T7									
15'	14	3,85	6,3	0,05	12x1	2	8	13	24
14'	110	3,93	76,1	0,24	15x1	4	1	144	299
6'	216	0,44	91,9	0,31	18x1	0	8	384	40
2'	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	1,5	87	98
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384
								4 616	5 719

10 335 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.6

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	2	1 921	2 417
2	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	3	173	98
6	216	0,40	91,9	0,31	18x1	0	2	96	37
7	106	6,77	70,5	0,23	15x1	14	3	450	477
11	59	4,06	84,4	0,21	12x1	0	0,2	4	343
13	38	0,97	35,8	0,14	12x1	4	0	39	35
T6									
13'	38	0,90	35,8	0,14	12x1	4	1	49	32
11'	59	4,06	84,4	0,21	12x1	0	8	176	343
7'	106	6,74	70,5	0,23	15x1	8	1,5	251	475
6'	216	0,44	91,9	0,31	18x1	0	8	384	40
2'	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	1,5	87	98
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384
								5 312	6 779

12 091 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.5

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	2	1 921	2 417
2	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	3	173	98
6	216	0,40	91,9	0,31	18x1	0	2	96	37
7	106	6,77	70,5	0,23	15x1	14	3	450	477
11	59	4,06	84,4	0,21	12x1	0	2	44	343
12	21	0,44	10,1	0,08	12x1	2	0	6	4
T5									
12'	21	0,41	10,1	0,08	12x1	8	1,5	30	4
11'	59	4,06	84,4	0,21	12x1	0	8	176	343
7'	106	6,74	70,5	0,23	15x1	8	1,5	251	475
6'	216	0,44	91,9	0,31	18x1	0	8	384	40
2'	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	1,5	87	98
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384
								5 300	6 720

12 021 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.4

č.úseku	hmotnost ní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)	
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	2	1 921	2 417	
2	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	3	173	98	
6	216	0,40	91,9	0,31	18x1	0	2	96	37	
7	106	6,77	70,5	0,23	15x1	14	3	450	477	
8	46	2,61	58,4	0,17	12x1	0	0,2	3	152	
9	24	0,70	11,3	0,09	12x1	4	0	16	8	
T4										
9'	24	0,73	11,3	0,09	12x1	4	1	20	8	
8'	46	2,52	58,4	0,17	12x1	0	8	116	147	
7'	106	6,74	70,5	0,23	15x1	8	1,5	251	475	
6'	216	0,44	91,9	0,31	18x1	0	8	384	40	
2'	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	1,5	87	98	
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384	
								5 198	6 342	11 540 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.3

č.úseku	hmotnost ní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)	
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	2	1 921	2 417	
2	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	3	173	98	
6	216	0,40	91,9	0,31	18x1	0	2	96	37	
7	106	6,77	70,5	0,23	15x1	14	3	450	477	
8	46	2,61	58,4	0,17	12x1	0	2	29	152	
10	22	0,33	10,1	0,08	12x1	2	0	6	3	
T4										
10'	22	0,36	10,1	0,08	12x1	8	1,5	30	4	
8'	46	2,52	58,4	0,17	12x1	0	8	116	147	
7'	106	6,74	70,5	0,23	15x1	8	1,5	251	475	
6'	216	0,44	91,9	0,31	18x1	0	8	384	40	
2'	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	1,5	87	98	
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384	
								5 224	6 333	11 557 Pa

OKRUH K TĚLESU Č.2

č.úseku	hmotnost ní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)	
1	546	15,29	158,1	0,49	22x1	14	2	1 921	2 417	
2	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	3	173	98	
3	28	5,40	11,3	0,08	12x1	8	0	26	61	
T2										
3'	28	5,36	11,3	0,09	12x1	6	8	57	61	
2'	243	0,90	108,4	0,34	18x1	0	1,5	87	98	
1'	546	15,08	158,1	0,49	22x1	14	0	1 681	2 384	
								3 944	5 118	9 062 Pa

Hydraulické vyvážení soustavy

V následujících tabulkách se nachází nastavení regulačních šroubení a radiátorových ventilů osazených termostatickými hlavice.

K návrhu byly použity podklady od jednotlivých výrobců. V diagramu hydraulických vlastností byly nalezeny příslušné hodnoty hmotnostního průtoku a odpovídající tlakové ztráty pro vybrané přednastavení. Jako první proběhl návrh škrcení na regulačním šroubení a až následně na radiátorovém ventilu, aby byl co nejméně omezen jeho regulační rozsah. Na potrubí vedoucí v 2NP k otopným tělesům T7-T11 byl instalován regulační ventil pro přiškrcení celé větve o 7,5 kPa.

Pozn. Tlakové ztráty jednotlivých těles jsou naprosto zanedbatelné (1-15 Pa). Regulační šroubení a radiátorový ventil pro konvektory a otopné žebříky jsou totožné. Těleso VK je připojeno přes rozdílné armatury. Příslušné technické listy jsou v příloze C.6.6 Druhy regulačních armatur.

T22- hydraulicky nejvzdálenější těleso

označení místnosti	místnost	označení tělesa	stoupačka	otopné těleso deskové/trubkové	podlahový konvektor	skutečný výkon tělesa Q_{th} (W)	hmotnostní průtok (kg/h)	tlaková ztráta okružní tření+místní ztráty (Pa)	zbyvá doregulovat (T22-Txx)	v případě další regulace zbývá doregulovat (Pa)	tlaková ztráta regulačního šroubení	příslušný stupeň přednastavení	tlaková ztráta radiátorového ventilu	příslušný stupeň přednastavení
2.02	ložnice 1	T22	ST3		X	531	46	22 097			110	4	400	8
		T21	ST3		X	207	18	21 941	666		360	1	306	6
		T20	ST3	rondo		386	33	19 440	3167		1450	1	1717	4
		T15	ST2		X	531	46	17 068	5539		2600	1	2939	5
		T14	ST2		X	444	38	16 905	5702		3900	0,5	1802	5
		T13	ST2	rondo		281	24	16 345	6262		1800	0,5	4462	3
1.04	obývací prostor	T19	ST3		X	302	26	20 202	2405		1900	0,5	505	6
		T18	ST3		X	302	26	20 202	2405		1900	0,5	505	6
		T17	ST3		X	191	16	19 735	2872		750	0,5	2122	3
		T16	ST3		X	191	16	19 735	2872		750	0,5	2122	3
		T13	ST1		X	258	22	11 557	11050		6000	0	5050	3
		T14	ST1		X	280	24	11 540	11067		6300	0	4767	3
1.08	pracovna	T16	ST1		X	444	38	12 091	10516		4200	0,5	6316	3
		T15	ST1		X	247	21	12 021	10586		5800	0	4786	3
0.02	hlavní místnost	T2	ST1	rondo		211	18	9 062	13545		4800	0	8745	2

2NP, stoupačka č. 1, přenášený výkon T11, T10, T9, T8, T7

Q 1276 W hmotnostní průtok

regulační ventily škrtilcí celou větev

110 kg/h

6 nastavení: 7500 Pa

tlaková ztráta

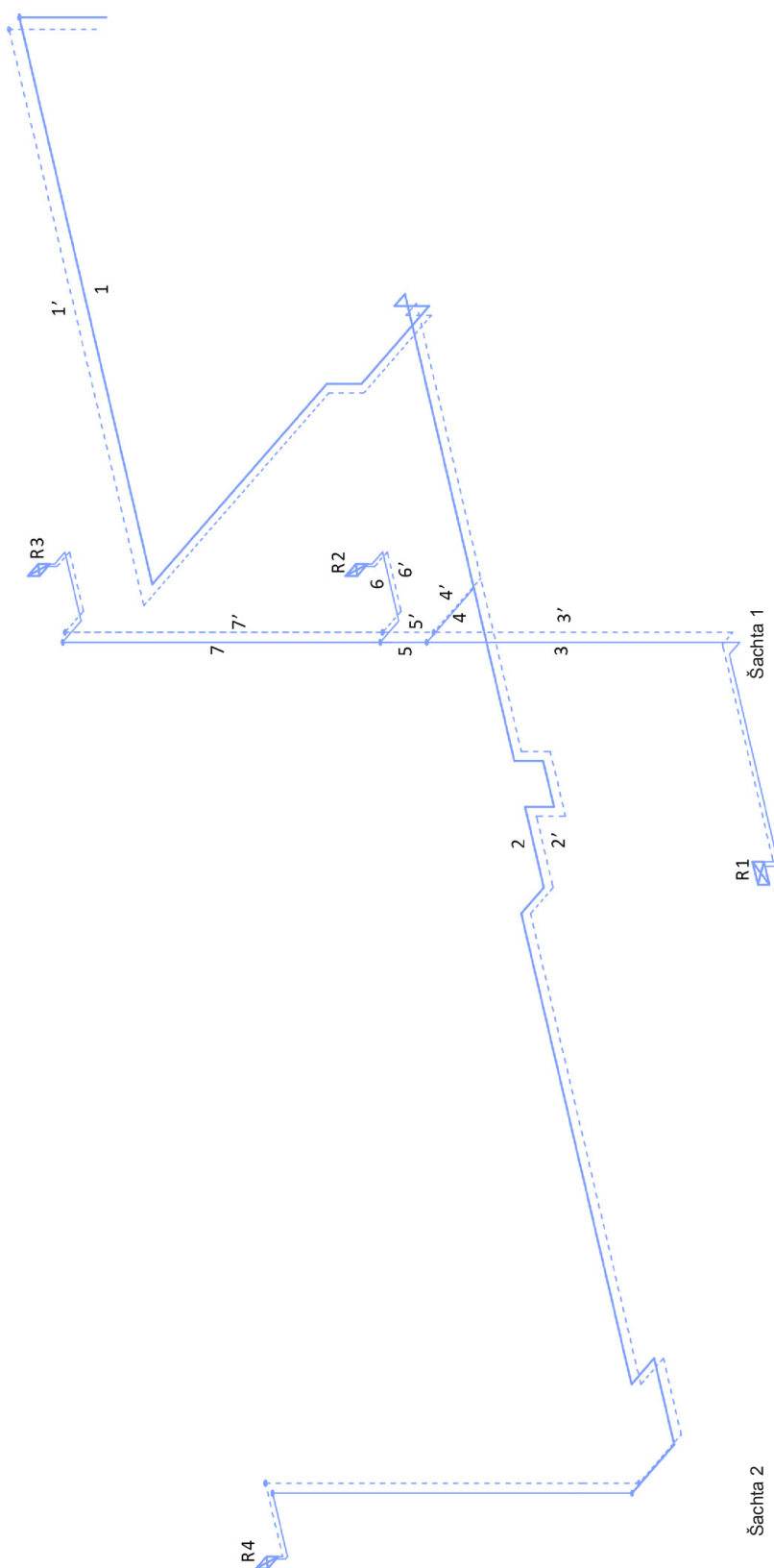
2.01	chodba	T7	ST1		X	158	14	10 335	12272	4772	2800	0	1972	3
2.11	ložnice (byt)	T11	ST1		X	577	50	13 159	9448	1948	600	2	1348	6
2.13	koupelna (byt)	T8	ST1	rondo		272	23	10 924	11683	4183	1400	0,5	2783	3
2.14	obývací (byt)	T10	ST1		X	101	9	12 740	9867	2367	1100	0	1267	2
		T9	ST1		X	168	14	11 814	10793	3293	2800	0	493	2

Jediné těleso typu ventil kompaktní, rozdílné armatury

1.03	wc u.schodu	T12	ST2	VK		157	13	14 826	7781		1000	1	6781	2
------	-------------	-----	-----	----	--	-----	----	--------	------	--	------	---	------	---

Návrh dimenzí potrubí: Potrubí k jednotlivým rozdělovačům podlahového vytápění

K návrhu jednotlivých dimenzí potrubí mi pomohl tento zjednodušený 3D model



Návrh dimenzí potrubí: Sumarizace podlahového vytápění

V této tabulce jsou uvedeny informace o jednotlivých rozvedech podlahového vytápění v rozdělovačích R1, R2, R3 a R4.

Pozn. Označení hada se odvíjí od podlaží, ve kterém je umístěn.

označení hada	označení místnosti	místnosti	plocha místnosti (m ²)	vnitřní výpočtová teplota (°C)	stoupačka-rozdělovač	plocha hada v místnosti (m ²)	vypočtená rozteč trubek (m)	rozteč trubek při pokládce (mm)	teplota povrchu podlahy tp(°C)	celková délka otopného hada (m)	skut. výkon podl. vyt. v místnosti Qpc
2.A	2.03	koupelna1	11,1	24	P2-R4	4,69	0,109	100	29	62,24	300
2.B	2.06	koupelna2,3	5,9	24	P2-R4	1,95	0,109	100	29	25,56	193
2.C	2.09+2.10	vchod_B, chodba_B	9,4+4,3	15	P1-R3	3,65+1,3	0,304	300	24,3	32,43	302+143
2.D	2.13	koupelna_B	7,7	24	P1-R3	4,06	0,109	100	29	41,75	259
2.E	2.14	obytvak_B	33	20	P1-R3	7,58	0,248	250	26	49,31	574

1.A	1.01+1.02+1.03	vchod, chodba, WC u schodu	11,4+6,4+2,4	15;15;20	P1-R2	5,76+3,75+0,84	0,297;0,297;0,202	300;300;200	25,5;25,5;26,5	50,89	405+282+75
1.B	1.04	obytvací prostor	89	20	P1-R2	8,68	0,202	200	26,5	60,71	682
1.C	1.07+1.08	wc pracovna, pracovna	2,4+51	20	P1-R2	0,94+14,23	0,297	300	25,5	60,73	88+905

0.A	0.02	hlavní místnost	49,2	24	P1-R1	14	0,262	250; 300	28	59,29	615
0.B	0.02+0.06	hlavní místnost, wc	2,4+49,2	20	P1-R1	8,94+0,79	0,262; 0,1	250, 300, 100	28	63,45	654

Výpočet výkonu podlahového vytápění byl proveden pomocí výpočtového excelu Ing. Romana Vavříčky, Ph.D dostupného na jeho školních webových stránkách fakulty strojní.

Postup: Zadání skladby podlahy, obvodu a plochy topného hada. Dále pak teploty vzduchu v dané místnosti, pod podlahou a požadované teploty podlahy.

Pro zadanou střední teplotu otopné vody dokáže program dopočítat rozteč potrubí (a naopak-pro rozteč potrubí vypočte požadovanou teplotu topné vody, aby se dosáhlo žádané teploty podlahy. Program také vypočítá okrajovou zónu místnosti.

Složení podlahy:

Vrstvy nad trubkami	s_j [m]	λ_j [W/m·K]
keramická dlažba	0,01	1,01
stavební lepidlo	0,002	0,8
cementový potěr	0,05	1,2
-	0	1

Vrstvy pod trubkami	s_j [m]	λ_j [W/m·K]
kroč+tep izolace	0,08	0,04
omítka	0,002	0,2
-	0	1
-	0	1

Výpočty:

A_o [W/m ² ·K]	6,14
A_b [W/m ² ·K]	0,47
m [m ³]	8,10
q [W/m ²]	46,00
q' [W/m ²]	4,92

Výpočty:

r [m]	0,28
S_p [m ²] - skutečná plocha otopného hada	4,69
O_p [m ²] - skutečný obvod plochy otopného hada	10,24
Q_p [m ²]	239
Q_o [m ²]	61
Q_{pc} [W]	300

Okrajové podmínky:

Teplota vzduchu t_i [°C]	24
Teplota vzduchu pod podlahou t_j [°C]	20
Teplota povrchu podlahy t_p [°C]	29
Součinitel přestupu tepla na povrchu podlahy α_p [W/m ² ·K]	9,20
Poloha podlahové otopné plochy v domě, tj. v podlahové nebo stropní konstrukci domu.	
Strop v patře budovy, podlaha nad podsklepenou částí domu	
Součinitel přestupu tepla pod povrchem podlahy α_p' [W/m ² ·K]	8,00
Vnější průměr potrubí d [m]	0,017
Součinitel tepelné vodivosti vrstvy, kde jsou trubky zalaty λ_{vr} [W/m·K]	1,2

Rozteč potrubí l [m]	0,109
Střední teplota otopné vody t_m [°C]	32,00

MAXIMÁLNÍ POVRCHOVÉ TEPLoty PRO NÁVRH PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

$t_p = 27$ až 28 °C	u místnosti pro trvalý pobyt (obytné místnosti, kanceláře, ...)
$t_p = 30$ až 32 °C	u pomocných místností, kde člověk jen příležitostně přechází (předsíně, chodby, schodiště)
$t_p = 32$ až 34 °C	u místností, kde člověk převážně chodí bos (plovárny, lázně, koupelny)

Žlutá pole vyplň => Modrá se dopočítají

Výpočet proběhl správně

Návrh dimenzí potrubí

V následující tabulce se nachází přehled výkonů podlahového vytápění pro určení hmotnostních průtoků a měrných tlakových ztrát třením v jednotlivých okruzích topných hadů. potrubí: Rautherm S 17x2
teplotní spád: 35/29°C

označení hada	vytápěné místnosti	stoupačka-rozdělovač	výkon podl. vyt. v místnosti Q_{pc}	odhad celkového výkonu (místnost+přívod) W	celková délka otopného hada (m)	hmotnostní průtok v hadu (kg/h)	hmotnostní průtok okruhu v rozdělovači (kg/h)	rychlost proudění vody (m/s)	měrná tlaková ztráta třením R (Pa/m)	tlaková ztráta třením (Pa)
2.A	koupelna1	P2-R4	300	320	62,2	45,9	76,0	0,10	13,0	809
2.B	koupelna2,3	P2-R4	193	210	25,6	30,1		0,06	4,5	115
2.C	vchod_B, chodba_B	P1-R3	302+143	455	32,4	65,2	186,3	0,14	29,0	940
2.D	koupelna_B	P1-R3	259	265	41,8	38,0		0,08	7,1	296
2.E	obytvak_B	P1-R3	574	580	49,3	83,1		0,18	44,8	2209
1.A	vchod, chodba, WC u schodu	P1-R2	405+282+75	775	50,9	111,1	351,9	0,24	73,9	3761
1.B	obytvací prostor	P1-R2	682	685	60,7	98,2		0,21	58,5	3552
1.C	wc pracovní, pracovní	P1-R2	88+905	995	60,7	142,6		0,31	115,8	7033
0.A	hlavní místnost	P1-R1	615	615	59,3	88,2	181,9	0,19	49,2	2917
0.B	hlavní místnost, wc	P1-R1	654	654	63,5	93,7		0,2	53,8	3414

V následující tabulce se nachází návrh dimenze přívodního měděného potrubí k jednotlivým rozdělovačům v závislosti na hmotnostním průtoku. Při dimenzování byla dodržena zásada přiměřené tlakové ztráty a rychlosti proudění. Dále byly změřeny délky potrubí pro výpočet tlakových ztrát. Označení potrubí viz. zjednodušený 3D model.

číslo úseku	přenášený výkon (W)	hmotnostní průtok (kg/h)	délka úseku (m)	měrná tlaková ztráta (Pa/m)	rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí
1	5554	796	15,2	106,5	0,46	28x1,5
1'	5554	796	15,1			
2	530	76	9,6	14,9	0,16	15x1
2'	530	76	9,6			
3	1269	182	4,8	67,2	0,26	15x1
3'	1269	182	4,9			
4	5024	720	0,9	90,3	0,42	28x1,5
4'	5024	720	0,9			
5	3755	538	0,4	52,5	0,31	28x1,5
5'	3755	538	0,4			
6	2455	352	1,3	73,5	0,32	22x1
6'	2455	352	1,2			
7	1300	186	3,9	23,8	0,17	22x1
7'	1300	186	3,8			

Informace z předcházející stránky byly použity pro zjištění tlakových ztrát třením a místními odpory v měděném potrubí vedoucí k jednotlivým rozdělovačům.

Pozn. Přesné zaregulování celé soustavy probíhá nastavením vestavěné termostatické vložky na zpátečce a nastavením průtokoměru (každý okruh zvlášť) v rozdělovači podlahového vytápění. Příslušné hodnoty nastavení jsou předmětem dalšího stupně projektové dokumentace.

okruh k rozdělovači R1

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	796	15,2	106,5	0,46	28x1,5	10,5	2	1323	1619
4	720	0,9	90,3	0,42	28x1,5	0	3	265	81
3	182	4,8	67,2	0,26	15x1	6	0	203	329
R1									
3'	182	4,9	67,2	0,26	15x1	6	0	203	329
4'	720	0,9	90,3	0,42	28x1,5	0	1,5	132	81
1'	796	15,1	106,5	0,46	28x1,5	10,5	0	1111	1608
								3236	4041
									7277

okruh k rozdělovači R2

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	796	15,2	106,5	0,46	28x1,5	10,5	2	1323	1619
4	720	0,9	90,3	0,42	28x1,5	0	3	265	81
5	538	0,4	52,5	0,31	28x1,5	0	2	96	21
6	352	1,3	73,5	0,32	22x1	6	0	307	96
R2									
6'	352	1,2	73,5	0,32	22x1	6	1,5	384	88
5'	538	0,4	52,5	0,31	28x1,5	0	8	384	21
4'	720	0,9	90,3	0,42	28x1,5	0	1,5	132	81
1'	796	15,1	106,5	0,46	28x1,5	10,5	0	1111	1608
								4002	3615
									7617

okruh k rozdělovači R3

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	796	15,2	106,5	0,46	28x1,5	10,5	2	1323	1619
4	720	0,9	90,3	0,42	28x1,5	0	3	265	81
5	538	0,4	52,5	0,31	28x1,5	0	0,2	10	21
7	186	3,9	23,8	0,17	22x1	8	0	116	93
R3									
7'	186	3,8	23,8	0,17	22x1	8	1	130	90
5'	538	0,4	52,5	0,31	28x1,5	0	8	384	21
4'	720	0,9	90,3	0,42	28x1,5	0	1,5	132	81
1'	796	15,1	106,5	0,46	28x1,5	10,5	0	1111	1608
								3470	3615
									7085

okruh k rozdělovači R4

č.úseku	hmotnostní průtok (kg/h)	l-délka úseku (m)	R-měrná tlaková ztráta (Pa/m)	w-rychlost proudění (m/s)	rozměr potrubí	ζ součinitel místní ztráty (kolena)	ζ součinitel místní ztráty T-kusy	Z-tlaková ztráta místními odpory (Pa)	R.l-tlaková ztráta třením (Pa)
1	796	15,2	106,5	0,46	28x1,5	10,5	0,2	1132	1619
2	76	9,6	14,9	0,16	15x1	24	0	307	143
R4									
2'	76	9,6	14,9	0,16	15x1	24	1	320	143
1'	796	15,1	106,5	0,46	28x1,5	10,5	0	1111	1608
								2870	3513
									6383

C.5.4 Návrh pojistných a zabezpečovacích zařízení

Návrh tlakové expanzní nádoby

Celkový vodní objem soustavy:

Tělesa	40 l
všechna potrubí	70 l
Akumulační nádrž	792 l
Tepelné čerpadlo	3,4 l
Celkový vodní objem soustavy:	906 l

Prvek s nejnižším konstrukčním přetlakem

Tepelné čerpadlo 3 bar...300 kPa

Nejnižší dovolený přetlak:

$$p_{d,dov} = 1,1 \cdot \left(\frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} + \Delta p_z \right)$$

h převýšení k nejvyššímu prvku od E.N. (m)
g tížové zrychlení (m/s²)
 Δp_z tlakový rozdíl mezi neutrálním bodem a nejvyšším bodem OS (Pa)

$$p_{d,dov} = 1,1 \cdot \left(\frac{6,5 \cdot 985 \cdot 9,81}{1000} + 0 \right)$$
$$p_{d,dov} = 69 \text{ kPa}$$

Nejnižší pracovní přetlak soustavy:

$$p_d = 80 \text{ kPa}$$

zvolená hodnota $p_d > p_{d,dov}$

Expanzní objem:

$$V_e = 1,3 \cdot V \cdot \Delta v$$
$$V_e = 1,3 \cdot 906 \cdot 0,0141 = 16,06 \text{ l}$$

Δv součinitel zvětšení objemu
V vodní objem soustavy (l)

Převedení nejslabšího prvku s minimálním konstrukčním přetlakem do manometrické roviny:

$$p_k = 295 \text{ kPa}$$

nejnižší prvek 300 kPa -0,5m pod hladinou

Předběžný nejvyšší pracovní přetlak soustavy:

$$p_{h,dov} = 250 \text{ kPa}$$

zvolená hodnota $p_k > p_{h,dov}$

Předběžný objem uzavřené expanzní nádoby s membránou:

$$V_{exp} = \frac{V_e \cdot (p_{h,dov} + 100)}{(p_{h,dov} - p_d)} = \frac{16,06 \cdot (250 + 100)}{250 - 80} = 33,1 \text{ l}$$

Průměr expanzního potrubí:

$$d_v = 10 + 0,6 \cdot (\sqrt{Q_p}) = 10 + 0,6 \cdot (\sqrt{12,5}) = 12,12 \text{ mm}$$

volím potrubí 15x1 (vnitřní průměr 13mm)

Je instalována expanzní nádoba HS035 od firmy Regulus o objemu 35 l.

Návrh pojistného zařízení

Pojistný výkon

$$Q_p = Q_n = 12,5 \text{ kW}$$

otevírací přetlak 250 kPa pro směs vody a páry

$$m_p = \frac{Q_p}{r}$$

r výparné teplo páry při otvíracím přetlaku pojistného ventilu (kWh/kg)
pro $p_{otv} = 250 \text{ kPa}$ je $r = 0,596 \text{ kWh/kg}$

$$m_p = \frac{12,5}{0,596} = 20,97 \text{ kg/h}$$

Průřez sedla pojistného ventilu:

$$S_o = \frac{Q_p}{\alpha_w \cdot K}$$

K určí se podle tabulky v závislosti na maximálním otvíracím přetlaku
 α_w výtokový součinitel v tabulce od výrobce pro ventil Honeywell SM120-1/2"

$$S_o = \frac{12,5}{0,289 \cdot 1,12}$$

$$\alpha_w = 0,289$$

$$S_o = 38,6 \text{ mm}^2$$

Nejmenší průtočný průřez vybraného ventilu je $S_v = 201 \text{ mm}^2$

Ventil Honeywell SM102-1/2" splňuje podmínku $S_o < S_v$

-> Návrh vyhovuje

Průměr pojistného potrubí:

$$d_v = 15 + 1,4 \cdot (\sqrt{Q_p}) = 15 + 1,4 \cdot (\sqrt{12,5}) = 19,9 \text{ mm}$$

volím potrubí 22x1 (vnitřní průměr 20mm)

Návrh pojistného zařízení solárního systému

Otvírací přetlak pojistného ventilu je zvolen 500 kPa pro ochranu solárního kolektoru. $p_e = 500 \text{ kPa} \dots 5 \text{ bar}$

Návrh expanzní nádoby solárního systému

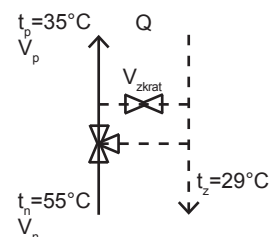
Návrh byl proveden na základě kapalinového objemu soustavy (21,5 l), otvíracího přetlaku pojistného ventilu a velikosti kolektorového pole. Jedná se o nádobu Regulus SLO25 od firmy Regulus.

Průtok pevným zkratem v okruhu podlahového vytápění

$$V_n = Q / (c_w \cdot \rho_w \cdot (t_n - t_z)) = 5550 / (4187 \cdot 1000 \cdot (55 - 29)) = 0,0005098 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_p = Q / (c_w \cdot \rho_w \cdot (t_p - t_z)) = 5550 / (4187 \cdot 1000 \cdot (35 - 29)) = 0,00022092 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{zkrat} = V_p - V_n = 0,0001699 \text{ m}^3/\text{s} \dots 0,612 \text{ m}^3/\text{h} \dots 612 \text{ kg/h}$$



Pevný zkrat je proveden vyvažovacím ventilem od firmy Imi Heimeier.

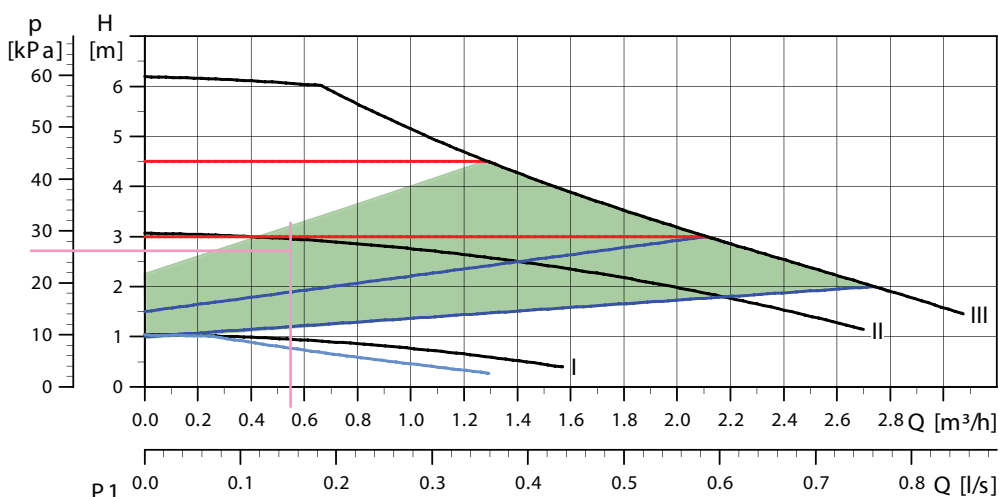
C.5.5 Návrh čerpadla

Návrh čerpadla okruhu s otopnými tělesy byl proveden na základě výpočtu tlakové ztráty třením a místními odpory k hydraulicky nejvzdálenějšímu tělesu.

Hydraulicky nejvzdálenější těleso	T22
Ztráta okruhu k tělesu T22:	22 097 Pa
Tlaková rezerva na zaregulování a úsek od akumulční nádrže:	4 000 Pa
Návrhová hodnota pro tlak čerpadla:	26 000 Pa
Celkový přenášený výkon:	Q=6 323 W
Odpovídající hmotnostní průtok:	m=544 kg/h

Je navrženo oběhové čerpadlo Grundos Alpha2 25-60 180mm.

Charakteristická křivka čerpadla ALPHA2 XX-60:




Návrh čerpadla okruhu podlahového vytápění:

Hydraulicky nejvzdálenější „had“	1.C
Ztráta okruhu:	7 617+7 033 Pa
Tlaková rezerva na zaregulování a úsek od akumulční nádrže:	4 000 Pa
Návrhová hodnota pro tlak čerpadla:	18 650 Pa
Celkový přenášený výkon:	Q=5 550 W
Odpovídající hmotnostní průtok:	m=796 kg/h

Je navrženo oběhové čerpadlo Grundos Alpha2 32-40 180mm.

C.6 Přílohy-Podklady výrobců

C.6.1 Tepelné čerpadlo

	Základní charakteristika	
	Použití	vytápění a příprava teplé vody
	Popis	Tepelné čerpadlo využívá energetický potenciál země, energii získanou pomocí hlubinných vrtů nebo povrchových zemních kolektorů přečerpává na vyšší teplotu a předává ji do otopné vody, jejíž teplota může dosáhnout na výstupu z čerpadla až 65 °C.
	Pracovní kapalina	R407C (chladičový okruh) / voda (otopný okruh)
Objednávací kód		12 650

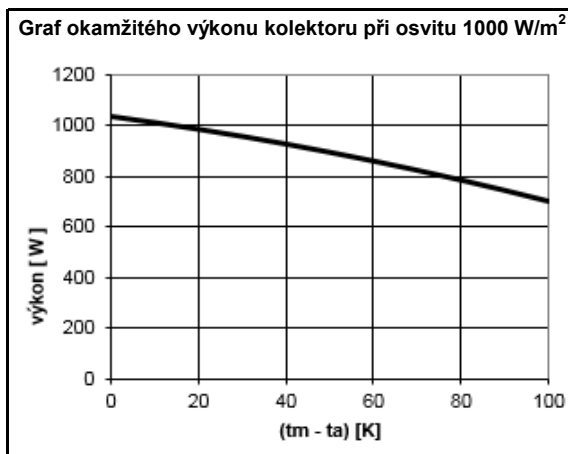
Technické údaje	
Jmenovitý výkon	11,75 kW
Jmenovitý příkon	2,55 kW
Jmenovitý (ustálený) proud	9,6 A
Rozběhový proud	23,5 A
Napájení	3/PE~400 V 50 Hz
Min. jistič včetně charakteristiky B10A 3f	
Typ kompresoru	Scroll
Chladivo	R 407C (GWP 1774)
Množství chladiva	2,5 kg
Ekvivalent CO ₂ *	4,435 t
Olej v kompresoru	Polyoester (POE)
Max. provozní tlak chladiva	31 bar
Hladina akustického výkonu dle ČSN EN 12 102	50,3 dB(A)
Hmotnost	164 kg

Parametry zemního okruhu	
Min./max. teplota nemrzoucí směsi v zemním okruhu	-5 °C / 20 °C
Min./max. tlak nemrzoucí směsi v zemním okruhu	0,2 bar / 3,0 bar
Objem nemrzoucí směsi v TČ	3,4 l
Minimální průtok TČ (Δt = 5 K)	0,44 l/s
Nominální průtok TČ (Δt = 3 K)	0,73 l/s
Připojení	2 x Cu 28x1,5

Parametry otopného systému	
Max. výstupní teplota TČ	65 °C
Max. teplota otopné vody v systému	110 °C
Max. pracovní tlak otopné vody	3 bar
Objem otopné vody v TČ	3,4 l
Min. průtok TČ (Δt = 10 K při 0/35 °C)	0,28 l/s
Nom. průtok TČ (Δt = 5 K při 0/35 °C)	0,56 l/s
Připojení	2 x Cu 22x1

Výkonové parametry*				
Teplota primárního okruhu	Výstupní teplota	Výkon [kW]	Příkon [kW]	Topný faktor
5 °C	35 °C	13,53	2,65	5,11
	45 °C	12,95	3,15	4,11
	55 °C	12,57	3,75	3,35
0 °C	25 °C	12,30	2,23	5,51
	35 °C	11,75	2,55	4,60
	45 °C	11,24	3,07	3,66
	55 °C	10,97	3,71	2,96
-5 °C	35 °C	x	x	x
	45 °C	9,88	2,99	3,30
	55 °C	x	x	x

Příloha C.6.2 Solární kolektory KTU 6R



Objednací kód	7 343
---------------	-------

Rozměry a váhy	
výška x šířka x tloušťka	1970 x 920 x 141 mm
stavební šířka	1000 mm
celková plocha	1,81 m ²
plocha apertury	1,43 m ²
plocha absorberu	0,49 m ²
hmotnost bez kapaliny	32 kg

Zasklení	
materiál	borosilikátové sklo
tloušťka	1,8 mm

Absorbér	
materiál	borosilikátové sklo
povrchová úprava	AIN/AI-N/AI-N/AI-N/AI-N
konstrukční typ	trubicový, vakuový s reflektorem
materiál přípojovacích trubek	měď
rozměr přípojovacích trubek	4 x Ø 22 mm x 1 mm
materiál trubek absorberu	měď
rozměr trubek absorberu	6 x Ø 8 mm x 0,5 mm
maximální pracovní tlak	6 bar
maximální pracovní teplota	120 °C
stagnační teplota	255 °C
teplonosná kapalina	vodní roztok propylenglykolu (0,92 l)
doporučený průtok	60 – 120 l/h

Tepelná izolace	
materiál izolace	minerální vlna
tloušťka izolace	20 mm

Rám	
materiál rámu	hliníková slitina + ocel AISI 304 SS
barva rámu	stříbrná
materiál skříně	ocel AISI 304 SS, tl. 0,8 mm

Okamžitá účinnost na absorber / aperturu / celk. plochu			
η_{0a} [-]	2,085	0,708	0,572
a_{1a} [W/m ² K]	4,620	1,570	1,260
a_{2a} [W/m ² K ²]	0,019	0,007	0,0057

Maximální výkon kolektoru při osvětlení 1000 W/m ²	
Q_{max}	1033 W

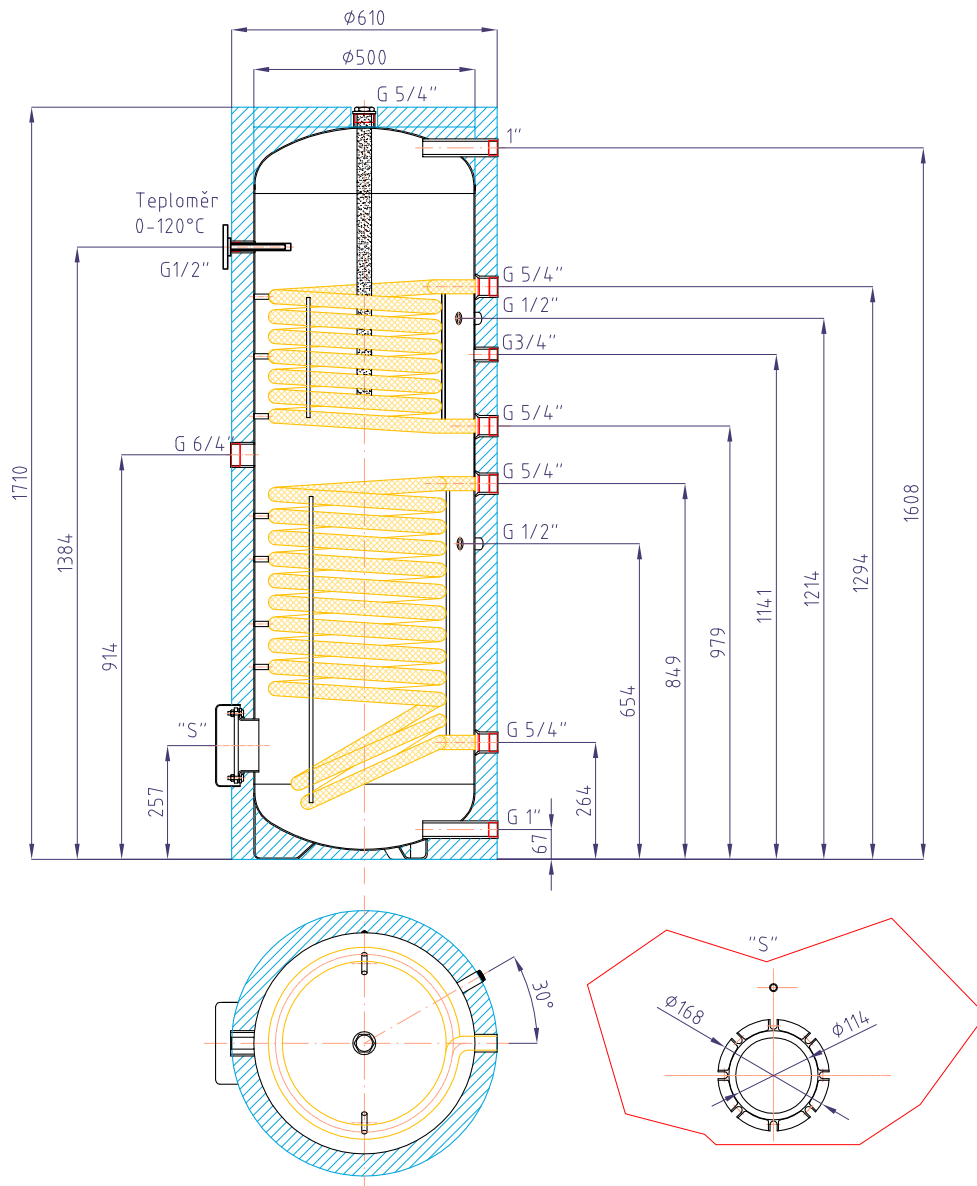
Modifikátor úhlu dopadu	
$K_{E,50^\circ}$	0,92

Tepelná kapacita	
C	27,4 J/kg

Testováno podle ČSN EN ISO 9806

C.6.3 Zásobníkový ohřivač teplé vody R2BC 300

kód: 6482



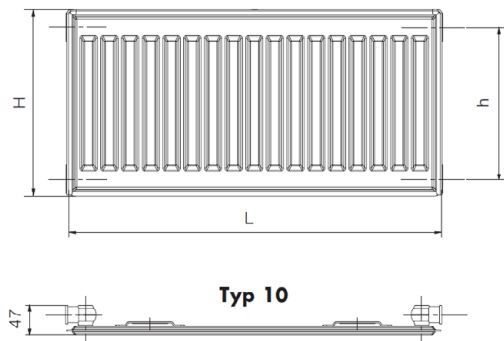
Celkový objem zásobníku:.....	300 l
Objem horního topného hada:.....	5,6 l
Objem dolního topného hada:.....	9,5 l
Plocha horního topného hada:.....	0,9 m ²
Plocha dolního topného hada:.....	1,5 m ²
Maximální provozní teplota zásobníku:.....	95 °C
Maximální provozní teplota topných hadů:.....	110 °C
Maximální provozní tlak zásobníku:.....	6-10 bar
Maximální provozní tlak topných hadů:.....	10 bar
Příprava TV $\Delta t=35^{\circ}\text{C}$ (80/60 - 10/45) -horní had:	760 (31,1) l/h (kW)
Příprava TV $\Delta t=35^{\circ}\text{C}$ (80/60 - 10/45) -dolní had:	1280 (51,9) l/h (kW)
Hmotnost prázdné nádrže:.....	124 kg

C.6.4 Akumulační zásobník otopné vody 800 N+

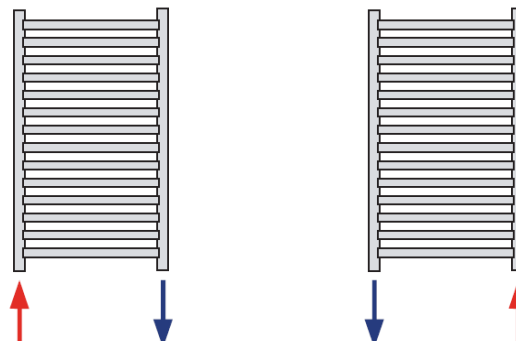
<p>PSWF 800 N+</p>  <p>PSWF 800 N+ s izolací</p> 	<p>Základní charakteristika</p> <p>Použití Akumulace a následná distribuce tepelné energie z kotlů na pevná paliva, <u>tepelných čerpadel</u> případně jiných zdrojů tepla. Nádrž je opatřena výměníkem pro připojení solárního systému a přírubovým hrdlem, které lze osadit trubkovým výměníkem pro přípravu TV nebo připojení solárního systému.</p> <p>Popis ocelová, svařovaná nádrž</p> <p>Pracovní kapalina voda, směs voda-glykol (max. 1:1), teplotonosný olej</p>
	<p>Objednací kód</p> <p>Nádrž 15 230</p> <p>Izolace 15 231</p>
	<p>Energetické parametry (dle Nařízení Komise (EU) č. 813/2013)</p> <p>Třída energetické účinnosti PSWF 800 N+ s izolací neudává se</p> <p>Statická ztráta 143 W</p> <p>Užitný objem 792 l</p>
	<p>Technické údaje</p> <p>Celkový objem nádrže 807 l</p> <p><u>Objem kapaliny v nádrži</u> 792 l</p> <p>Objem kapaliny ve výměníku 15 l</p> <p>Plocha výměníku 2,7 m²</p> <p>Max. provozní teplota v nádrži 95 °C</p> <p>Max. provozní teplota ve výměníku 110 °C</p> <p><u>Max. provozní tlak v nádrži</u> 4 bar</p> <p>Max. provozní tlak ve výměníku 10 bar</p>
	<p>Materiál</p> <p>Nádrž S235JR</p> <p>Solární výměník S235JR+N</p> <p>Izolace pláště nádrže PUR pěna (měkká)</p> <p>Vnější povrch izolace pláště koženka</p> <p>Izolace dna a vrchní části nádrže flís</p>
	<p>Rozměry, klopná výška, tloušťky izolací a hmotnost</p> <p>Průměr nádrže 800 mm</p> <p>Průměr nádrže s izolací 1000 mm</p> <p>Celková výška nádrže 1845 mm</p> <p>Klopná výška bez izolace 1895 mm</p> <p>Tloušťka izolace pláště nádrže 100 mm</p> <p>Tloušťka izolace dna nádrže 50 mm</p> <p>Tloušťka izolace vrchní části nádrže 120 mm</p> <p>Hmotnost prázdné nádrže bez izolace 160 kg</p>
	<p>Příslušenství</p> <p>Elektrické topné těleso (typy) ETT-A,C, D, F, G, L, M</p> <p>Max. délka / výkon topného tělesa 755 mm / 9 kW</p> <p>Příruba zaslepovací objednávací kód 6230</p> <p>Příruba připojovací pro výměník objednávací kód 6 231 / 6 232</p> <p>Trubkový výměník max. plocha 4,5 m²</p>

C.6.5 Druhy otopných ploch

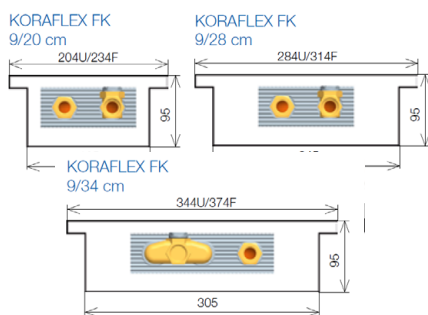
Deskové otopné těleso Korado
Klasik Ventil kompaktní typ 10



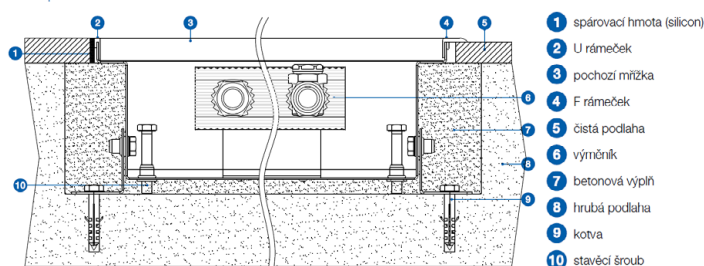
Trubkové otopné těleso Korado Rondo
Max se spodním připojením



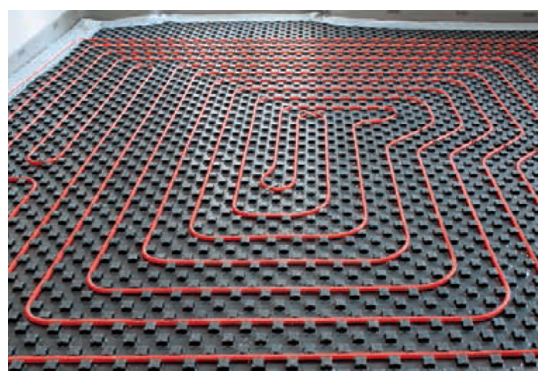
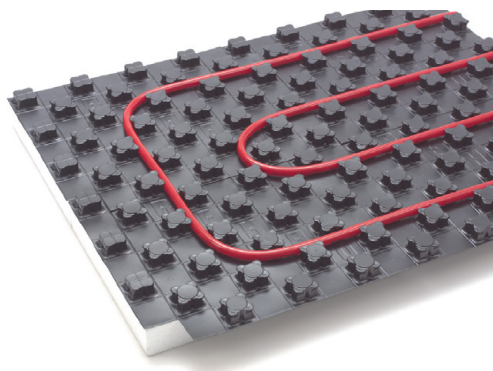
Podlahový konvektor Korado typ FK, hloubka 9 cm



Řez správného zabudování a umístění konvektoru



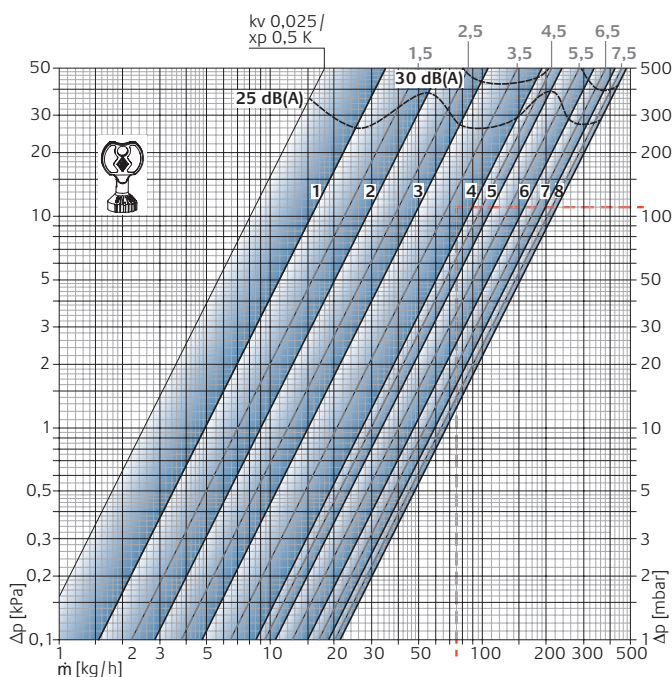
Podlahové vytápění, systémová deska Varionova, Rehau



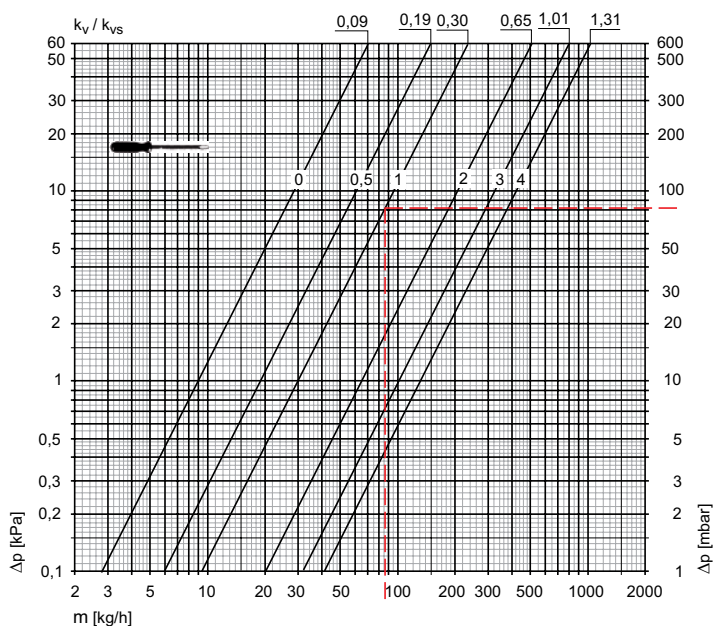
C.6.6 Druhy regulačních armatur, diagramy hydraulických vlastností

- Topné žebříky - Regulační šroubení rohové Regulux
 - Radiátorový ventil Calypso exact (Imi Heimeier) osazený termostatickou hlavicí DX (Imi Heimeier)
- Konvektory - Regulační šroubení rohové/přímé Regulux (Imi Heimeier)
 - Radiátorový ventil Calypso exact osazený termostatickou hlavicí F (s dálkovým nastavením) (Imi Heimeier)
- Těleso VK - Regulační šroubení rohové pro připojení otopných těles VK (Ivar cs)
 - termostatická vložka pro otopná tělesa s integrovanými ventily osazený termostatickou hlavicí DX (Imi Heimeier)

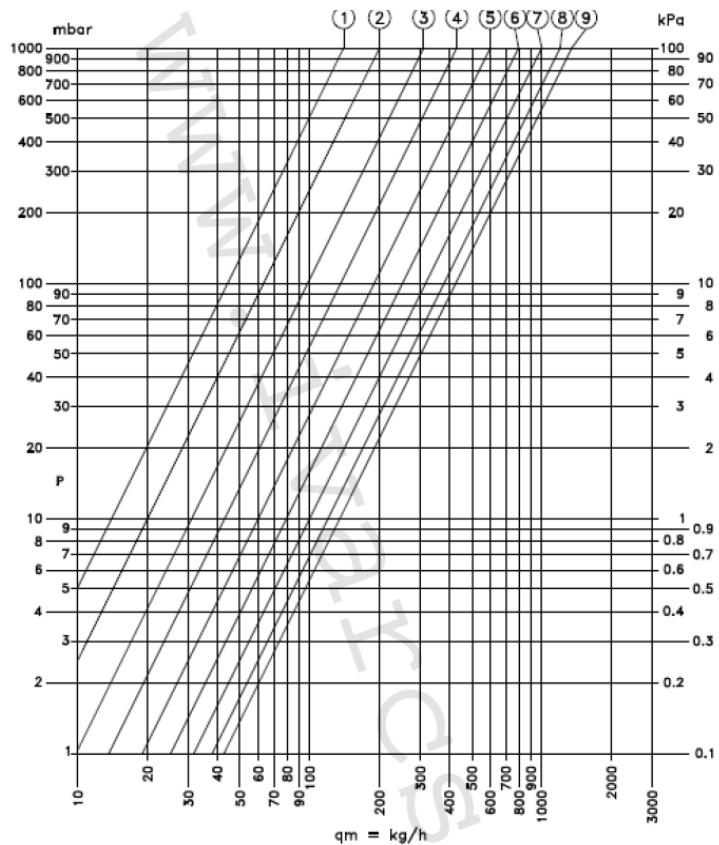
Radiátorový ventil Calypso exact (Imi Heimeier)



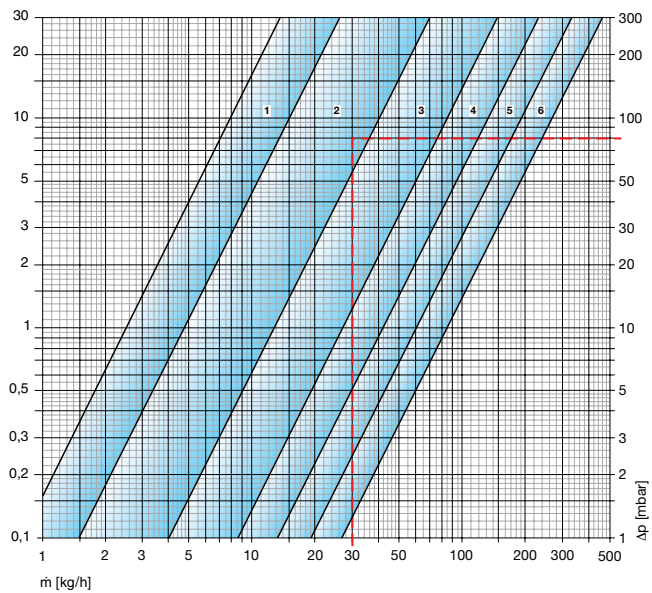
Regulační šroubení Regulux rohové/přímé (Imi Heimeier)



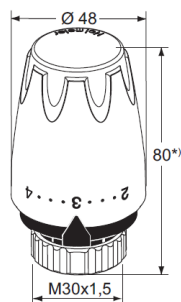
Regulační šroubení rohové pro připojení otopných těles VK (Ivar cs)



Termostatická vložka pro otopná tělesa s integrovanými ventily (Imi Heimeier)



Termostatická hlavice DX (Imi Heimeier)



Termostatická hlavice F (Imi Heimeier)

