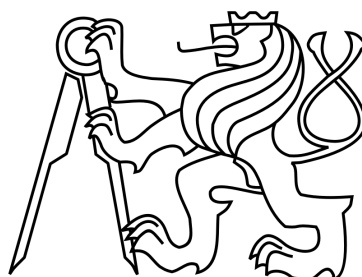


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technických zařízení budov**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
Vytápění bytového domu**

II. Výpočtová část

Vypracoval: Dominik Beneš

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Stanislav Frolík, Ph.D.

2020/2021

Obsah

1	Výpočet součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí	5
1.1	Předpoklady pro výpočet	5
1.2	Použité vzorce a jednotky.....	5
1.3	Porovnání navržených hodnot s požadavky normy.....	5
1.4	Navržené skladby konstrukcí	6
1.4.1	Skladby vodorovných konstrukcí	6
1.4.1.1	S1.1 – Strop 2. a 3. NP (ker. dlažba)	6
1.4.1.2	S1.2 – Strop 2. a 3. NP (laminátová podlaha).....	7
1.4.1.3	S2.1 – Strop 1. NP (ker. dlažba)	8
1.4.1.4	S2.2 – Strop 1. NP (laminátová podlaha)	9
1.4.1.5	S3 – Střecha	10
1.4.1.6	S4 – Podlaha ve styku se zeminou.....	11
1.4.2	Skladby svislých konstrukcí	12
1.4.2.1	S5.1 – Obvodová stěna v typickém podlaží.....	12
1.4.2.2	S5.2 - Obvodová stěna 1. NP	13
1.4.2.3	S6.1 – Vnitřní nosná stěna v typickém podlaží	14
1.4.2.4	S6.2 – Vnitřní nosná stěna 1.NP.....	15
1.4.2.5	S7 – Příčka 115 mm.....	16
1.4.3	Výplňové konstrukce	17
2	Výpočet tepelných ztrát	18
2.1	Výsledky.....	19
3	Výpočet přípravy TV	20
3.1	Předpoklady pro výpočet	20
3.2	Použité vzorce a jednotky.....	20
3.3	Výpočty	20
3.4	Graf znázorňující potřebu a dodávku tepla.....	21
3.5	Výsledky.....	21
4	Tepelná roční bilance	22
4.1	Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody.....	22
4.1.1	Předpoklady pro výpočet	22
4.1.2	Použité vzorce a jednotky	22
4.1.3	Výpočty.....	22
4.1.4	Výsledky	23
4.2	Roční potřeba tepla na vytápění – denostupňová metoda	23

4.2.1	Předpoklady pro výpočet	23
4.2.2	Použité vzorce a jednotky	23
4.2.3	Výpočty	23
4.2.4	Výsledky	23
4.3	Celková roční potřeba tepla	24
4.3.1	Použité vzorce a jednotky	24
4.3.2	Výpočty	24
4.3.3	Výsledky	24
4.4	Roční potřeba paliva	24
4.4.1	Použité vzorce a jednotky	24
4.4.2	Výpočty	24
4.4.3	Výsledky	24
5	Výkon pro ohřev TV a vytápění	24
5.1	Výsledek	24
6	Dimenzování otopné soustavy	25
6.1	Dimenzování trubních rozvodů otopné soustavy	25
7	Návrh prvků umístěných v kotelně	25
7.1	Vstupní parametry	25
8	Návrh expanzní nádoby	26
8.1	Použité vzorce a jednotky	26
8.2	Výpočet	26
8.3	Navržené řešení	27
9	Návrh třicestného směšovacího ventilu	28
9.1	Použité vzorce a jednotky	28
9.2	Výpočet	28
9.3	Výsledek	28
9.4	Navržené řešení	28
10	Návrh termohydraulického rozdělovače	29
10.1	Použité vzorce a jednotky	29
10.2	Výpočet	29
10.3	Navržené řešení	29
11	Dimenzování potrubí v kotelně	30
11.1	Použité vzorce a jednotky	30
11.2	Úsek kotel – THR a THR – R/S	30
11.2.1	Návrh	30

11.3	Úsek R/S – ZTV	31
11.3.1	Návrh	31
11.4	Expanzní potrubí	31
11.4.1	Návrh	31
12	Návrh oběhového čerpadla a reg. ventilu topného okruhu O1	32
12.1	Návrh čerpadla	32
12.1.1	Použité vzorce a jednotky	32
12.1.2	Výpočet	32
12.1.3	Navržené řešení.....	33
12.2	Návrh regulačního ventilu	33
12.2.1	Použité vzorce a jednotky	33
12.2.2	Výpočet	33
12.2.3	Navržené řešení.....	33
13	Návrh oběhového čerpadla okruhu ohřevu teplé vody O2	34
13.1	Návrh čerpadla	34
13.1.1	Použité vzorce a jednotky	34
13.1.2	Výpočet	34
13.1.3	Navržené řešení.....	34
14	Návrh izolace potrubí	35

1 Výpočet součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí

1.1 Předpoklady pro výpočet

Při výpočtu součinitele prostupu tepla byly ve skladbách konstrukcí uvažovány pouze vrstvy, který mají na jeho výslednou hodnotu výraznější vliv.

1.2 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek: U [W/m².K] – součinitel prostupu tepla
 R [m².K/W] – tepelný odpor
 λ [W/m.K] – součinitel tepelné vodivosti

Seznam vzorců: $R = \frac{d}{\lambda}$
 $U = \frac{1}{\Sigma R}$

1.3 Porovnání navržených hodnot s požadavky normy

Označení	Název	Požadovaná hodnota U dle normy [W/m ² .K]	Navržená hodnota U [W/m ² .K]
S1.1	Strop 2. a 3. NP (ker. dlažba)	1,05	0,62
S1.2	Strop 2. a 3. NP (laminátová podlaha)	1,05	0,61
S2.1	S2.1 – Strop 1. NP (ker. dlažba)	0,6	0,34
S2.2	Strop 1. NP (laminátová podlaha)	0,6	0,34
S3	Střecha	0,24	0,15
S4	Podlaha ve styku se zeminou	- ¹	3,07
S5.1	Obvodová stěna v typickém podlaží	0,3	0,17
S5.2	Obvodová stěna 1. NP	0,3	0,22
S6.1	Vnitřní nosná stěna v typickém podlaží	1,3	0,95
S6.2	Vnitřní nosná stěna 1. NP	- ¹	2,30
S7	Příčka 115 mm	1,3 (2,7)	1,36
O1 – O6	Okna	1,5	0,90
D4	Dveře vchodové	3,5	1,20
D5 – D8	Dveře vnitřní	2,0	2,00
DB1 – DB3	Dveře balkonové	1,5	0,90
V1	Garážová vrata	3,5	1,2

Tab. 1: Porovnání součinitele prostupu tepla navržených konstrukcí s normovými požadavky

¹ konstrukce mezi nevytápěnými prostory -> nevzniká požadavek na součinitel prostupu tepla

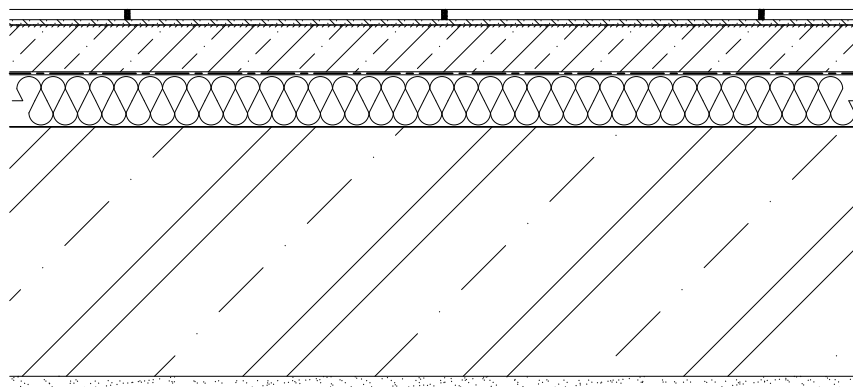
1.4 Navržené skladby konstrukcí

1.4.1 Skladby vodorovných konstrukcí

1.4.1.1 S1.1 – Strop 2. a 3. NP (ker. dlažba)

Označení	Název konstrukce
S1.1	Strop 2. a 3. NP – dlažba

Číslo vrstvy	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
		d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,17
1	keramická dlažba	0,01	1,01	0,01
2	betonová mazanina	0,045	1,23	0,04
3	polystyrenové desky	0,05	0,044	1,14
4	ŽB stropní deska	0,24	1,74	0,14
5	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,10
			$\Sigma R =$	1,61 m ² .K/W
			$U =$	0,62 W/m ² .K

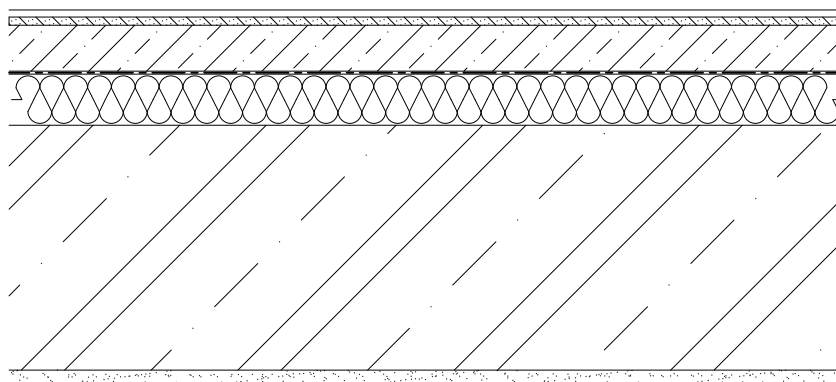


- ① keramická dlažba - 10 mm
- ② lepící tmel pro lepení keramických dlažeb a obkladů - 5 mm
- ③ penetrační nátěr
- ④ betonová mazanina - 45 mm
- ⑤ DEKSEPAR - fólie z nízkohustotního PE separační vrstva - 0,2 mm
- ⑥ RIGIFLOOR 4000, desky z elastifik. pěnového polystyrenu - 50 mm
- ⑦ ŽB stropní deska - 240 mm
- ⑧ vnitřní vápenocementová omítka - 15mm

1.4.1.2 S1.2 – Strop 2. a 3. NP (laminátová podlaha)

Označení	Název konstrukce
S1.2	Strop 2. a 3. NP – laminátová podlaha

Číslo vrstvy	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
č.		d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,17
1	laminátová podlaha	0,007	0,14	0,05
2	betonová mazanina	0,045	1,23	0,04
3	polystyrenové desky	0,05	0,044	1,14
4	ŽB stropní deska	0,24	1,74	0,14
5	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
I	odpor při přestupu tepla	-		0,10
			$\Sigma R =$	1,65 m ² .K/W
			$U =$	0,61 W/m ² .K

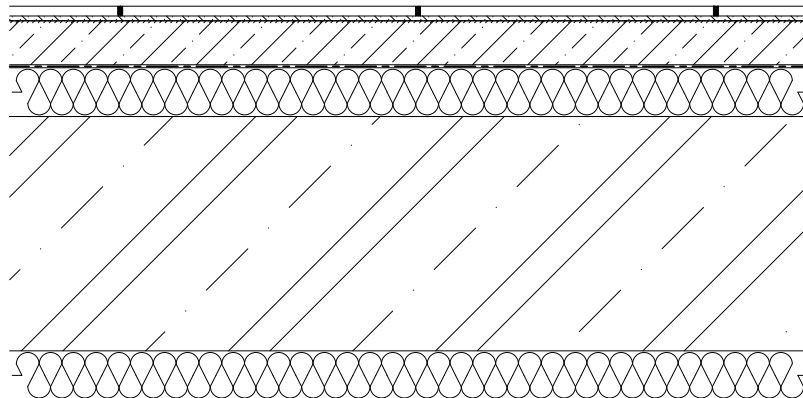


- ① laminátová plovoucí podlaha - 7 mm
- ② podložka pro plovoucí podlahy Mirelon - 8 mm
- ③ betonová mazanina - 45 mm
- ④ DEKSEPAR - fólie z nízkohustotního PE separační vrstva - 0,2 mm
- ⑤ RIGIFLOOR 4000, desky z elastifik. pěnového polystyrenu - 50 mm
- ⑥ ŽB stropní deska - 240 mm
- ⑦ vnitřní vápenocementová omítka - 15mm

1.4.1.3 S2.1 – Strop 1. NP (ker. dlažba)

Označení	Název konstrukce
S2.1	Strop 1.NP – ker. dlažba

Číslo vrstvy č.	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
		d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,17
1	keramická dlažba	0,01	1,01	0,01
2	betonová mazanina	0,045	1,23	0,04
3	polystyrenové desky	0,05	0,044	1,14
4	ŽB stropní deska	0,24	1,74	0,14
5	tepelná izolace Isover TOP V	0,05	0,04	1,25
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,17
$\Sigma R =$				2,91 m ² .K/W
$U =$				0,344 W/m ² .K

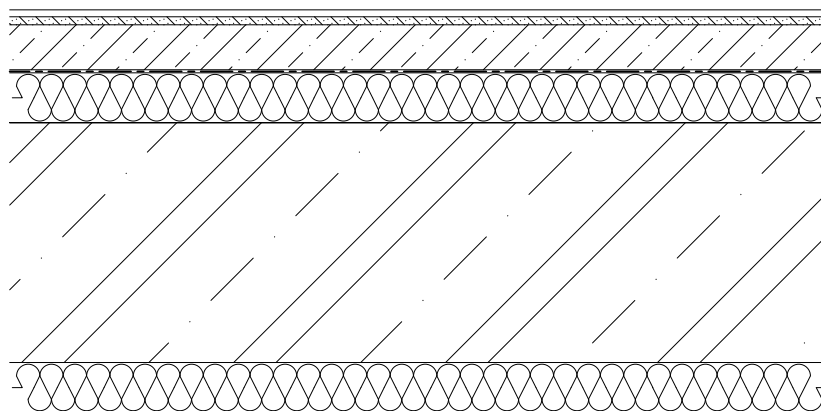


- ① keramická dlažba - 10 mm
- ② lepicí tmel pro lepení keramických dlažeb a obkladů - 5 mm
- ③ penetrační nátěr
- ④ betonová mazanina - 45 mm
- ⑤ DEKSEPAR - fólie z nízkohustotního PE separační vrstva - 0,2 mm
- ⑥ RIGIFLOOR 4000, desky z elastifik. pěnového polystyrenu - 50 mm
- ⑦ ŽB stropní deska - 240 mm
- ⑧ tepelná izolace Isover TOP V - 50 mm

1.4.1.4 S2.2 – Strop 1. NP (laminátová podlaha)

Označení	Název konstrukce
S2.2	Strop 1.NP – laminátová podlaha

Číslo vrstvy	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
č.		d	λ	R
		[m]	[W/m.K]	[m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,17
1	laminátová podlaha	0,007	0,14	0,05
2	betonová mazanina	0,045	1,23	0,04
3	polystyrenové desky	0,05	0,044	1,14
4	ŽB stropní deska	0,24	1,74	0,14
5	tepelná izolace Isover TOP V	0,05	0,04	1,25
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,17
				$\Sigma R = 2,95 \text{ m}^2.\text{K/W}$
				$U = 0,339 \text{ W/m}^2.\text{K}$

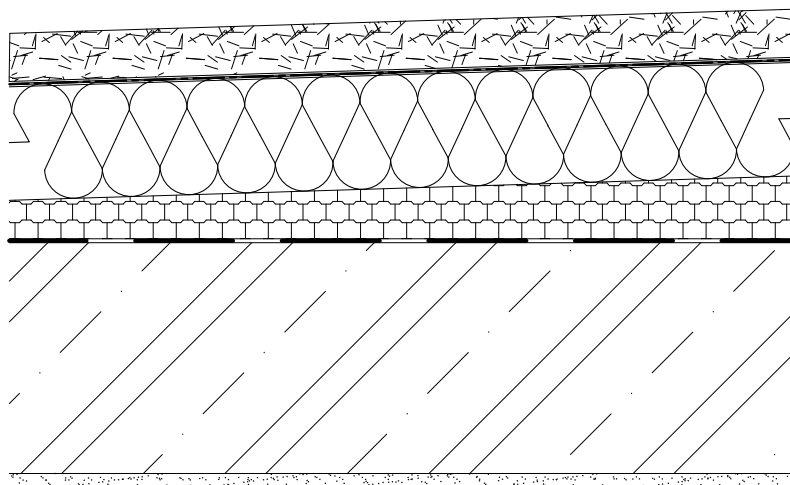


- ① laminátová plovoucí podlaha - 7 mm
- ② podložka pro plovoucí podlahy Mirelon - 8 mm
- ③ betonová mazanina - 45 mm
- ④ DEKSEPAR - fólie z nízkohustotního PE separační vrstva - 0,2 mm
- ⑤ RIGIFLOOR 4000, desky z elastifik. pěnového polystyrenu - 50 mm
- ⑥ ŽB stropní deska - 240 mm
- ⑦ tepelná izolace Isover TOP V - 50 mm

1.4.1.5 S3 – Střecha

Označení	Název konstrukce
S3	Střecha

Číslo vrstvy č.	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
		d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,10
1	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
2	ŽB stropní deska	0,2	1,74	0,11
3	Asf. pás Glastek 40 Special Mineral	0,004	0,21	0,02
4	Isover EPS 150	0,04	0,035	1,14
5	Kingspan Therma TR 26 FM	0,12	0,022	5,45
6	HI – PVC-P folie DEKPLAN 77	0,0015	0,16	0,01
E	odpor při přestupu tepla	-		0,04
			$\Sigma R =$	6,90 m ² .K/W
			$U =$	0,145 W/m².K

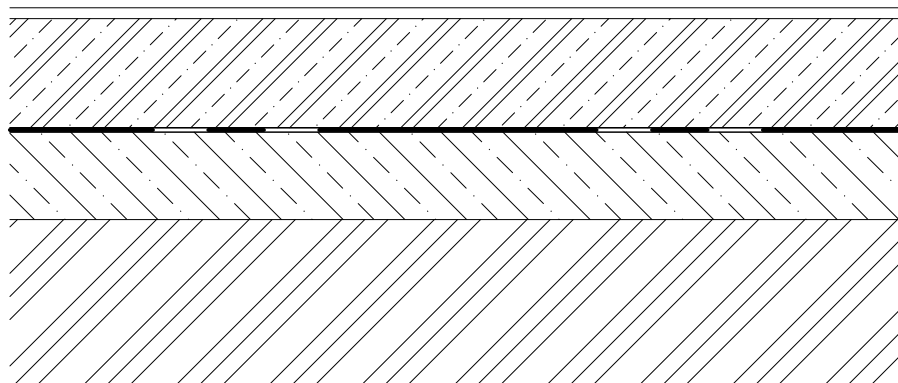


- ① kačírek, stabilizační a ochranná vrstva - 50 mm
- ② separační vrstva FILTEK
- ③ hydroizolační fólie z PVC-P DEKPLAN 77 - 1,5 mm
- ④ separační vrstva FILTEK
- ⑤ tepelně izolační deska KINGSPAN THERMA TR26 FM - 120 mm
- ⑥ spádové klíny EPS 150 - min. tl. 40 mm
- ⑦ SBS modifikovaný asf. pás GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL - 4,0 mm
- ⑧ DEKPRIMER (přípravný nátěr)
- ⑨ ŽB stropní deska - 240 mm
- ⑩ vnitřní vápenocementová omítka

1.4.1.6 S4 – Podlaha ve styku se zemínou

Označení	Název konstrukce
S4	Podlaha ve styku se zemínou

Číslo vrstvy	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
		d	λ	R
č.		[m]	[W/m.K]	[m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,17
1	nivelační vrstva MFC Final 410	0,01	1,2	0,01
2	beton vyztužený	0,1	1,58	0,06
3	Asf. pás Glastek 40 Special Mineral	0,004	0,21	0,02
4	podkladní beton	0,08	1,23	0,07
E	odpor při přestupu tepla	-		0,00
			$\Sigma R =$	0,33 m ² .K/W
			U =	3,070 W/m².K

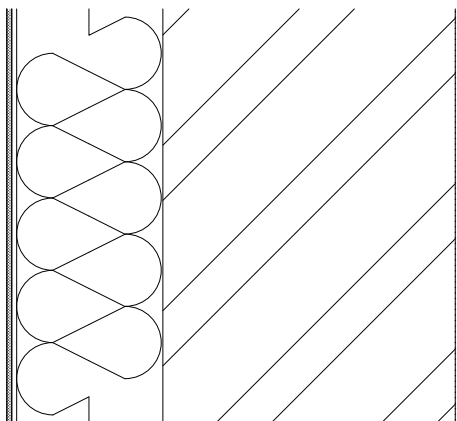


- ① nivelační vrstva MFC Final 410 - 10 mm
- ② beton vyztužený kari sítěmi - 100 mm
- ③ SBS modifikovaný asf. pás GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL - 4,0 mm
- ④ penetrační asfaltová emulze
- ⑤ podkladní beton - 80 mm
- ⑥ hutněný terén

1.4.2 Skladby svislých konstrukcí

1.4.2.1 S5.1 – Obvodová stěna v typickém podlaží

Označení	Název konstrukce			
S5.1	Obvodová stěna v typickém podlaží			
Číslo vrstvy	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
		d	λ	R
č.		[m]	[W/m.K]	[m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,13
1	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
2	broušená cihla Porotherm 30 Profi	0,3	0,18	1,67
3	tepelná izolace Isover TF Profi	0,15	0,036	4,17
4	vnější omítka Baumit SiliporTop	0,003	0,7	0,004
E	odpor při přestupu tepla	-		0,04
			$\Sigma R =$	6,02 m ² .K/W
			U =	0,166 W/m².K

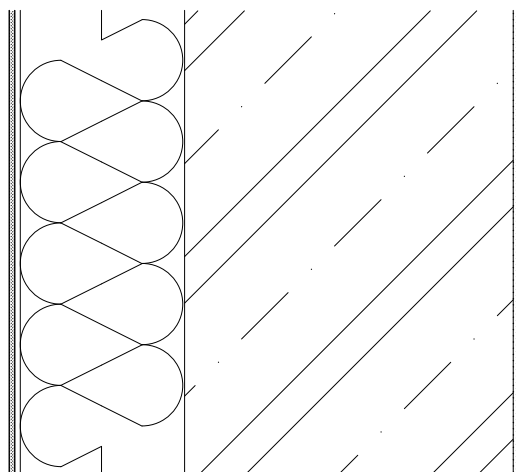


- ① vnější omítka Baumit SiliporTop - 3 mm
- ② základní nátěr Baumit Premium Primer
- ③ lepicí a stěrková hmota Baumit StarContact
- ④ výztužná sklotextilní síťovina Baumit StarTex
- ⑤ tepelná izolace Isover TF Profi - 150 mm
- ⑥ broušená cihla Porotherm 30 Profi - 300 mm
- ⑦ vnitřní vápenocementová omítka - 15 mm

1.4.2.2 S5.2 - Obvodová stěna 1. NP

Označení	Název konstrukce
S5.2	Obvodová stěna 1. NP

Číslo vrstvy	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
č.		d	λ	R
		[m]	[W/m.K]	[m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,13
1	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
2	ŽB stěna	0,3	1,74	0,17
3	tepelná izolace Isover TF Profi	0,15	0,036	4,17
4	vnější omítka Baumit SiliporTop	0,003	0,7	0,004
E	odpor při přestupu tepla	-		0,04
				$\Sigma R = 4,53 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
				$U = 0,221 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

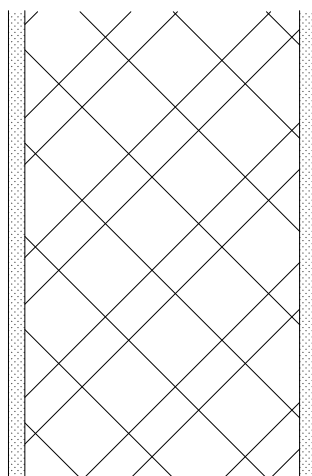


- ① vnější omítka Baumit SiliporTop - 3 mm
- ② základní nátěr Baumit Premium Primer
- ③ lepicí a stěrková hmota Baumit StarContact
- ④ výztužná sklotextilní síťovina Baumit StarTex
- ⑤ tepelná izolace Isover TF Profi - 150 mm
- ⑥ ŽB stěna - 300 mm
- ⑦ vnitřní vápenocementová omítka - 15 mm

1.4.2.3 S6.1 – Vnitřní nosná stěna v typickém podlaží

Označení	Název konstrukce
S6.1	Vnitřní nosná stěna v typickém podlaží

Číslo vrstvy	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
		d [m]	λ [W/m.K]	R [m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,13
1	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
2	cihla Porotherm 25 AKU SYM	0,25	0,33	0,76
3	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
E	odpor při přestupu tepla	-		0,13
		$\Sigma R =$		1,05 m ² .K/W
		$U =$		0,954 W/m ² .K

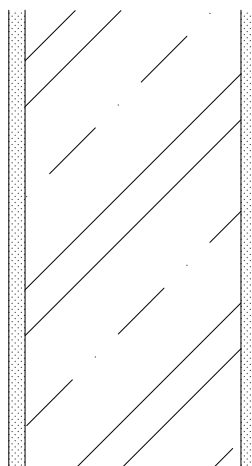


- ① vnitřní vápenocementová omítka - 15 mm
- ② cihla Porotherm 25 AKU SYM - 250 mm
- ③ vnitřní vápenocementová omítka - 15 mm

1.4.2.4 S6.2 – Vnitřní nosná stěna 1.NP

Označení	Název konstrukce
S6.2	Vnitřní nosná stěna 1. NP

Číslo vrstvy	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
č.		d	λ	R
		[m]	[W/m.K]	[m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,13
1	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
2	ŽB stěna	0,25	1,74	0,14
3	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
E	odpor při přestupu tepla	-		0,13
				$\Sigma R = 0,43 \text{ m}^2.\text{K/W}$
				$U = 2,304 \text{ W/m}^2.\text{K}$

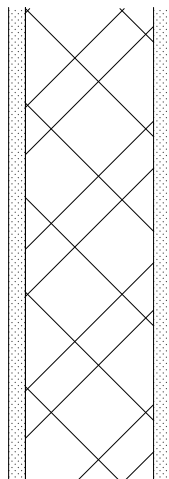


- ① vnitřní vápenocementová omítka - 15 mm
- ② ŽB stěna - 200 mm
- ③ vnitřní vápenocementová omítka - 15 mm

1.4.2.5 S7 – Příčka 115 mm

Označení	Název konstrukce
S7	Příčka 115 mm

Číslo vrstvy	Materiál	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor
č.		d	λ	R
		[m]	[W/m.K]	[m ² .K/W]
I	odpor při přestupu tepla	-	-	0,13
1	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
2	příčka Porotherm 11,5 Profi	0,115	0,26	0,44
3	vápenocementová omítka	0,015	0,99	0,02
E	odpor při přestupu tepla	-		0,13
				$\Sigma R = 0,73 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
				$U = 1,365 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$



- ① vnitřní vápenocementová omítka - 15 mm
- ② cihla Porotherm 11,5 Profi - 115 mm
- ③ vnitřní vápenocementová omítka - 15 mm

1.4.3 Výplňové konstrukce

Název konstrukce					
Okna					

Označení	Název	Šířka [m]	Výška [m]	Plocha [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² .K]
O1	Okno plastové	1,5	1,45	2,18	0,9
O2	Okno plastové	0,95	1,45	1,38	0,9
O3	Okno plastové	1,45	1,45	2,10	0,9
O4	Okno plastové – rohové	1,5	1,45	2,18	0,9
O5	Okno plastové – garáž	2,2	0,6	1,32	0,9
O6	Okno plastové – garáž	0,9	0,6	0,54	0,9

Název konstrukce					
Dveře a vrata					

Označení	Název	Šířka [m]	Výška [m]	Plocha [m ²]	Součinitel prostupu tepla U [W/m ² .K]
DB1	Dveře balkonové – malá lodžie	1,5	2,33	3,50	0,9
DB2	Dveře balkonové – velká lodžie	0,9	2,33	2,10	0,9
DB3	Dveře balkonové + okno	2,35	2,21	5,19	0,9
D4	Dveře vchodové	1,4	2,02	2,83	1,2
D5	Dveře vnitřní 600 mm	0,7	2,02	1,41	2,0
D6	Dveře vnitřní 800 mm	0,9	2,02	1,82	2,0
D7	Dveře vnitřní 900 mm	1,0	2,02	2,02	2,0
D8	Dveře vnitřní 1200 mm	1,3	2,02	2,63	2,0
V1	Garážová vrata	3,1	2,1	6,51	1,2

2.1 Výsledky

Tepelná ztráta větráním: **17830 W**
Tepelná ztráta prostupem: **20114 W**
Výsledná tepelná ztráta objektu: **37944 W**

Podrobný výpočet a ztráty jednotlivých místností viz přílohy.

3 Výpočet přípravy TV

3.1 Předpoklady pro výpočet

Výpočet byl proveden na základě podkladů z předmětu 125TZ01. V rámci výpočtu je potřeba teplé vody uvažována hodnotou 60 litrů teplé vody na osobu a den. Počet osob v bytovém domě je stanoven na 51. Ztráta tepla při ohřevu je stanovena bezpečnou hodnotou 0,5. Maximální rozdíl mezi dodanou a potřebnou energií pro výpočet velikosti zásobníku teplé vody byl odečten z níže uvedeného grafu.

3.2 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek:	V_{2p} [m ³ /den] – potřeba TV za den
	n [osoba] – počet osob
	ρ [kg/m ³] – hustota
	c [Wh/kg.K] – měrná tepelná kapacita
	t_1 [°C] – teplota studené vody
	t_2 [°C] – teplota teplé vody
	z [-] – ztráta tepla při ohřevu
	E_{2p} [Wh/den] – potřeba tepla odebraného z ohříváče
	E_{2t} [Wh/den] – teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p}
	E_{2z} [Wh/den] – teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV
	ΔE_{max} [Wh] – max. rozdíl mezi dodanou a potřebnou energií
	V_z [m ³] – velikost zásobníku

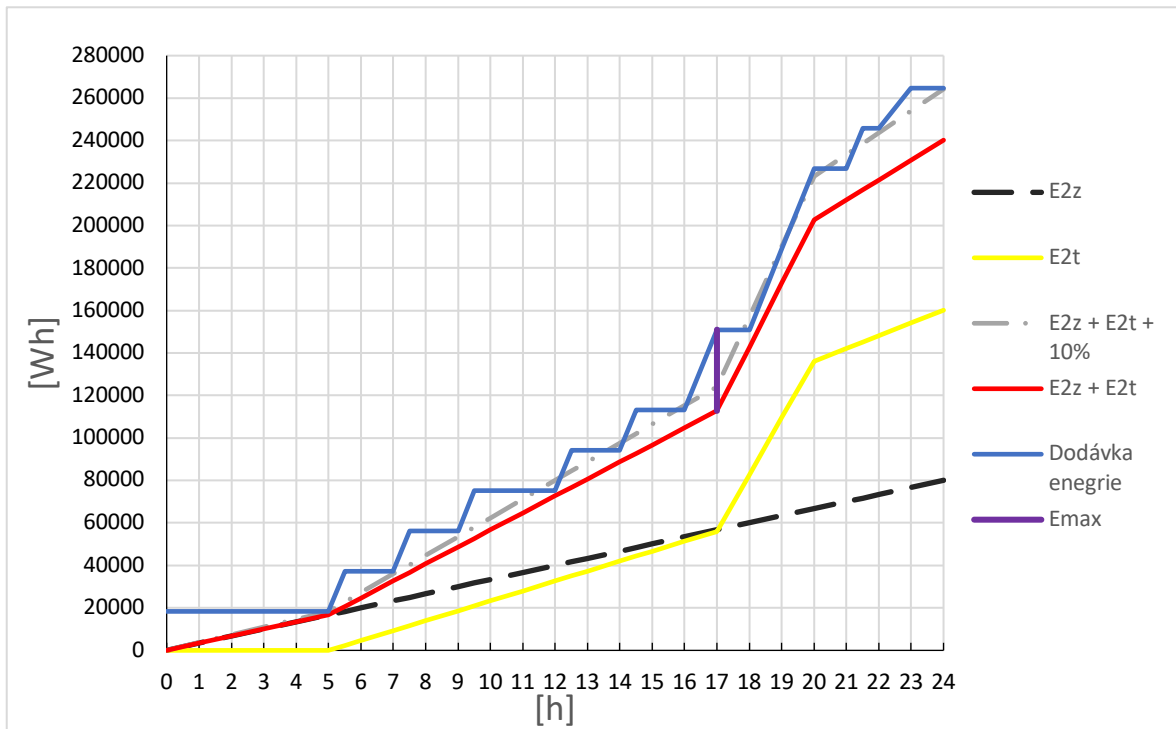
Seznam vzorců:

$$V_{2p} = 0,06 \cdot n$$
$$E_{2t} = V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$
$$E_{2z} = E_{2t} \cdot z$$
$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z}$$
$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}$$

3.3 Výpočty

$$V_{2p} = 0,06 \cdot n = 0,06 \cdot 51 = 3,06 \text{ m}^3$$
$$E_{2t} = V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 3,06 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 160145 \text{ Wh/den}$$
$$E_{2z} = E_{2t} \cdot z = 160145 \cdot 0,5 = 80072,5 \text{ Wh/den}$$
$$E_{2p} = E_{2t} + E_{2z} = 160145 + 80072,5 = 240217,5 \text{ Wh/den}$$
$$V_z = \frac{\Delta E_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{38385,12}{1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,733 \text{ m}^3$$

3.4 Graf znázorňující potřebu a dodávku tepla



3.5 Výsledky

Potřeba TV za den: **3,06 m³/den**
Teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p} : **160,15 kWh/den**
Teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV: **80,07 kWh/den**
Potřeba tepla odebraného z ohříváče: **240,22 kWh/den**
Minimální velikost zásobníku TV: **0,733 m³**

4 Tepelná roční bilance

4.1 Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody

4.1.1 Předpoklady pro výpočet

Výpočet byl proveden na základě podkladů z předmětu 125TZ01. Potřeba teplé vody byla uvažována hodnotou 40 litrů teplé vody na osobu a den. Počet osob v bytovém domě byl stanoven na 51. Teplota studené vody v zimě je 5°C, v létě 15°C. Počet dnů za rok s teplotou < 13°C byl stanoven pro lokalitu, kde je řešený objekt umístěn, hodnotou 254 dnů. Předpokládá se, že soustava bude pracovat 365 dní v roce.

4.1.2 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek: V_{2p}' [m³/osoba.den] – potřeba TV za čas. periodu na osobu
 n [osoba] – počet osob
 d [den] – počet dnů za rok s teplotou <13 °C
 t_{svl} [°C] – teplota studené vody v létě
 t_{svz} [°C] – teplota studené vody v zimě
 N [den] – počet pracovních dní soustavy v roce
0,8 [-] - součinitel zohledňující snížení potřeby TV v létě
 ρ [kg/m³] – hustota
 c [Wh/kg.K] – měrná tepelná kapacita
 t_1 [°C] – teplota studené vody
 t_2 [°C] – teplota teplé vody
 z [-] – ztráta tepla při ohřevu
 $Q_{TV,d}$ [Wh/den] – potřeba tepla odebraného z ohřivače
 E_{2p}' [Wh/den] – potřeba tepla odebraného z ohřivače
 E_{2t}' [Wh/den] – teoretické teplo pro ohřátí množství V_{2p}'
 E_{2z}' [Wh/den] – teplo ztracené při ohřevu a dopravě TV
 $Q_{TV,r}$ [Wh/den] – roční potřeba tepla na přípravu teplé vody

Seznam vzorců: $V_{2p}' = 0,04 \cdot n$
 $E_{2t}' = V_{2p}' \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$
 $E_{2z}' = E_{2t}' \cdot z$
 $Q_{TV,d} = E_{2p}' = E_{2t}' + E_{2z}'$
 $Q_{TV,r} = Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} \cdot (N - d)$

4.1.3 Výpočty

$V_{2p}' = 0,04 \cdot n = 0,04 \cdot 51 = 2,04 \text{ m}^3$
 $E_{2t}' = V_{2p}' \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 2,04 \cdot 1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 106763,4 \text{ Wh/den}$
 $E_{2z}' = E_{2t}' \cdot z = 106763,4 \cdot 0,5 = 53381,7 \text{ Wh/den}$
 $Q_{TV,d} = E_{2p}' = E_{2t}' + E_{2z}' = 106763,4 + 53381,7 = 160145,1 \text{ Wh/den}$

$$\begin{aligned}
Q_{TV,r} &= Q_{TV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TV,d} \cdot \frac{55 - t_{svl}}{55 - t_{svz}} \cdot (N - d) = \\
&= 160145,1 \cdot 254 + 0,8 \cdot 160145,1 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot (365 - 254) \\
&= 52053563 \text{ Wh/rok} = 52,05 \text{ MWh/rok}
\end{aligned}$$

4.1.4 Výsledky

Roční potřeba tepla na přípravu teplé vody: **52,05 MWh/rok**

4.2 Roční potřeba tepla na vytápění – denostupňová metoda

4.2.1 Předpoklady pro výpočet

Průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{i,s}$ byla stanovena výpočtem v programu TechCon X. Vnější výpočtová teplota byla uvažována hodnotou -15°C .

4.2.2 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek: $Q_{VYT,r}$ [Wh/rok] – roční potřeba tepla na vytápění
 D [K.den] – počet denostupňů
 Q_c [W] – tepelná ztráta objektu
 ε [-] – opravný součinitel na snížení teploty, zkrácení doby vytápění, nesoučasnost, tepelné ztráty infiltrací
 d [den] – počet dnů za rok s teplotou $<13^\circ\text{C}$
 $t_{i,s}$ [$^\circ\text{C}$] – průměrná vnitřní výpočtová teplota
 $t_{e,s}$ [$^\circ\text{C}$] – vnější výpočtová teplota
 e_i [-] - nesoučasnost tep. ztráty infiltrací a prostupem
 e_t [-] – snížení teploty v místnosti během dne, resp. noci
 e_d [-] – zkrácení doby vyt. u objektu s přestávkami v provozu
 η_o [-] – účinnost obsluhy, resp. možnosti regulace soustavy
 η_r [-] – účinnost rozvodu vytápění

Seznam vzorců:
$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot D}{t_{i,s} - t_{e,s}}$$

$$D = (t_{i,s} - t_{e,s}) \cdot d$$

$$\varepsilon = \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_r}$$

4.2.3 Výpočty

$$\varepsilon = \frac{e_i \cdot e_t \cdot e_d}{\eta_o \cdot \eta_r} = \frac{0,85 \cdot 0,91}{0,95 \cdot 0,96} = 0,834$$

$$D = (t_{i,s} - t_{e,s}) \cdot d = (20,3 - (-15)) \cdot 254 = 4267,2 \text{ K.den}$$

$$Q_{VYT,r} = \frac{24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot D}{t_{i,s} - t_{e,s}} = \frac{24 \cdot 37944,0 \cdot 0,843 \cdot 4267,2}{20,3 - (-15)} = 92339918 \text{ Wh/rok}$$

4.2.4 Výsledky

Roční potřeba tepla na vytápění: **92,34 MWh/rok**

4.3 Celková roční potřeba tepla

4.3.1 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek: $Q_{VYT,r}$ [Wh/rok] – roční potřeba tepla na vytápění
 $Q_{TV,r}$ [Wh/rok] – roční potřeba tepla na přípravu TV
 Q_R [Wh/rok] – celk. roční potřeba tepla na vyt. a přípravu TV

Seznam vzorců: $Q_R = Q_{VYT,t} + Q_{TV,r}$

4.3.2 Výpočty

$$Q_R = Q_{VYT,t} + Q_{TV,r} = 92339918 + 52053563 = 144393481 \text{ Wh/rok}$$

4.3.3 Výsledky

Celková roční potřeba tepla na vytápění a přípravu TV: **144,39 MWh/rok**

4.4 Roční potřeba paliva

4.4.1 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek: B_r [m³/rok] – roční potřeba paliva
 H [MJ/m³] – výhřevnost paliva
 η [-] – roční účinnost kotle
 Q_R [MWh/rok] – celk. roční potřeba tepla na vyt. a příp. TV

Seznam vzorců: $B_R = \frac{Q_R \cdot 3600}{\eta \cdot H}$

4.4.2 Výpočty

$$B_R = \frac{Q_R \cdot 3600}{\eta \cdot H} = \frac{144,39 \cdot 3600}{1,095 \cdot 34} = 13962,3 \text{ m}^3$$

4.4.3 Výsledky

Roční potřeba paliva: **13962,3 m³**

5 Výkon pro ohřev TV a vytápění

Minimální výkon pro ohřev TV a vytápění je určen na základě tepelné ztráty objektu, přičemž se předpokládá, že navržený zdroj tepla bude pracovat buď v režimu ohřevu vody pro otopnou soustavu nebo pouze v režimu ohřevu teplé vody.

5.1 Výsledek

Minimální výkon pro ohřev TV a vytápění: **37,94 kW**

6 Dimenzování otopné soustavy

6.1 Dimenzování trubních rozvodů otopné soustavy

Dimenze trubních rozvodů byly stanoveny na základě výpočtu v programu TechCon X. Při výpočtu program zohledňuje rychlost v potrubí, tlakové ztráty třením a místními odpory, vliv vyregulování soustavy (tlakové ztráty v regulačních armaturách) a průtoky potrubím. V příloze je uveden výstup z výpočetního programu pro dimenzování kritického úseku. Dimenze veškerých potrubí jsou patrné z výkresové dokumentace.

Program vypočítal dimenze po rozdělovač/směšovač. Dimenzování rozvodů v kotelně je uvedeno v bodě „11. Dimenzování potrubí v kotelně“.

7 Návrh prvků umístěných v kotelně

Pro návrh dále uvedených prvků je nutná znalost vstupních parametrů. Tyto parametry byly stanoveny výpočtovým programem.

7.1 Vstupní parametry

Tlaková ztráta topného okruhu:	$\Delta p = 23360 \text{ Pa}$
Hmotnostní průtok:	$m = 9446 \text{ kg/h}$
Průtok:	$Q_v = 2,623 \text{ l/s} = 2,623 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$

8 Návrh expanzní nádoby

Návrh je proveden podle normy ČSN EN12828+A1. Množství vody uvažované pro výpočet je 800 l, kde 764 l je objem vody v otopné soustavě až po oběhové čerpadlo a 36 litrů je rezerva na objem vody v kotli, potrubí v kotelně, v THR a rozdělovači/směšovači. Nejvyšší bod soustavy je ve výšce 9,7 m. Otevírací tlak pojistného ventilu umístěného v kotli je 400 kPa.

8.1 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek: $V_{N,min}$ [l] – minimální objem tlakové expanzní nádoby
 V_{system} [l] – celkový objem vody v soustavě
 V_{ex} [l] – expanzní objem
 V_{wr} [l] – vodní rezerva
 e [-] – součinitel zvětšení objemu
 p_0 [kPa/bar] – nejnižší pracovní přetlak soustavy
 p_{fin} [kPa/bar] – konečný přetlak
 p_{sv} [kPa/bar] – otevírací tlak pojistného ventilu
 h [m] – výška nejvyššího bodu otopné soustavy
 ρ [kg/m³] – hustota
 g [m/s²] – gravitační zrychlení

Seznam vzorců: $V_{N,min} = (V_{ex} + V_{wr}) \cdot \frac{p_{fin}+1}{p_{fin}-p_0}$
 $p_0 = 1,1 \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot 10^{-3}$
 $p_{fin} = p_{sv} - 50$
 $V_{wr} = 0,005 \cdot V_{system}$
 $V_{ex} = V_{system} \cdot e$

8.2 Výpočet

$$V_{ex} = V_{system} \cdot e = 800 \cdot 0,01 = 8 \text{ l}$$



Graf 1: Graf závislosti poměrného zvětšení objemu vody (zdroj: www.regulus.cz)

Vodní rezerva se vypočítá jako 0,5 % z objemu vody v systému.

$$V_{wr} = 0,005 \cdot V_{system} = 0,005 \cdot 800 = 4 \text{ l}$$

Nejnižší pracovní přetlak soustavy je hydrostatický tlak navýšený o 10% rezervu.

$$p_0 = 1,1 \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 9,7 \cdot 10^{-3} = 104,7 \approx 105 \text{ kPa} = 1,05 \text{ bar}$$

Konečný přetlak je otevírací tlak pojistného ventilu ponížený o 50 kPa.

$$p_{fin} = p_{sv} - 50 = 400 - 50 = 350 \text{ kPa} = 3,5 \text{ bar}$$

Minimální objem tlakové expanzní nádoby se poté vypočítá podle následujícího vzorce.

$$V_{N,min} = (V_{ex} + V_{wr}) \cdot \frac{p_{fin} + 1}{p_{fin} - p_0} = (8 + 4) \cdot \frac{3,5 + 1}{3,5 - 1,05} = 22 \text{ l}$$

8.3 Navržené řešení

Tlaková expanzní nádoba Regulus HS025, 25 l, 6 bar, 3/4", průměr 290 mm

9 Návrh třicestného směšovacího ventilu

Návrh třicestného ventilu byl převzat od výrobce IMI Hydronic Engineering. Při návrhu třicestného ventilu je nutné určit předběžnou požadovanou tlakovou ztrátu ventilu. Ta by se měla blížit tlakové ztrátě celého topného okruhu, v tomto konkrétním případě cca 23,4 kPa.

9.1 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek: m [kg/h] – hmotnostní průtok
 Δp_v [kPa] – tlaková ztráta třicestného ventilu
 K_v [m³/h] – součinitel K_v ²
 K_{vs} [m³/h] – hodnota K_{vs} ³

Seznam vzorců: $K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_v}}$
 $\Delta p_v = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{vs}}\right)^2$

9.2 Výpočet

Nejprve je třeba vypočítat hodnotu K_v na základě které vybereme vhodný ventil. Při výběru ventilu hledáme nejbližší vyšší hodnotu K_{vs} .

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_v}} = 0,01 \cdot \frac{9446}{\sqrt{23,4}} = 19,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

Z technického listu výrobce byl vybrán ventil s $K_{vs} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$. Pro tuto hodnotu dopočítáme reálnou tlakovou ztrátu ventilu.

$$\Delta p_v = \left(0,01 \cdot \frac{m}{K_{vs}}\right)^2 = \left(0,01 \cdot \frac{9446}{25}\right)^2 = 14,28 \text{ kPa}$$

9.3 Výsledek

Na základě výpočtu je zvolen třicestný směšovací ventil s hodnotou $K_{vs} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$, vykazující tlakovou ztrátu 14,28 kPa. Ventil je navržen včetně servopohonu.

9.4 Navržené řešení

Směšovací 3 -cestný ventil ARV 386 ProClick + servopohon ARM 343 ProClick

² součinitel K_v vyjadřuje průtočné množství za hodinu při definovaném zdvihu regulační kuželky a definované tlak. ztrátě ventilu

³ hodnota K_{vs} udává jaké množství průtoku za hodinu proteče plně otevřenou armaturou při tlak. ztrátě 100 kPa a teplotě vody 15°C

10 Návrh termohydraulického rozdělovače

Termohydraulický rozdělovač (THR) je zařízení, které slouží k hydraulickému oddělení primárního (kotlového) okruhu a okruhu topného tak, aby nedocházelo k vzájemnému ovlivňování tlakových poměrů v jednotlivých okruzích.

Návrh je proveden na základě odborného článku⁴, kde se vychází z předpokladu, že rychlost v THR by se měla pohybovat mezi 0,1 – 0,25 m/s. Pro výpočet volím rychlost **0,1 m/s**.

Lze tedy jednoduše, na základě rovnice kontinuity a znalosti objemového průtoku a rychlosti proudění v THR, spočítat požadovaný průměr THR.

10.1 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek: d [m] – vnitřní průměr THR
 v [m/s] – rychlost proudění teplotnosné látky v THR
 Q_V [m³/s] – objemový průtok

Seznam vzorců: $d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_V}{\pi \cdot v}}$

10.2 Výpočet

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_V}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,623 \cdot 10^{-3}}{\pi \cdot 0,1}} = 0,183 \text{ m} = 183 \text{ mm}$$

10.3 Navržené řešení

Termohydraulický rozdělovač Giacomini R146LY106 – přírubová verze DN 65

⁴ Matematická simulace termohydraulického rozdělovače, prof. Ing. Jiří BAŠTA, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí

11 Dimenzování potrubí v kotelně

11.1 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek:	Q_v [m^3/s] – objemový průtok
	Q [W] – přenášený výkon
	c [J/kg.K] – měrná tepelná kapacita
	m [kg/s] – hmotnostní průtok
	Δt [K] – teplotní spád
	v [m/s] – rychlost
	S [m^2] – plocha průřezu
	d [m] – průměr potrubí
	Q_p [kW] – výkon zdroje tepla
	d_v [mm] – průměr expanzního potrubí

Seznam vzorců:	$S = \frac{Q_v}{v}$
	$d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p}$
	$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$

11.2 Úsek kotel – THR a THR – R/S

Dimenze potrubí od zdroje tepla k rozdělovači/směšovači jsou vypočítány na základě předpokladu rychlosti proudění v potrubí v kotelně, která by se měla pohybovat v rozmezí mezi 1,0 až 1,5 m/s. Pro výpočet je zvolena rychlost **1,0 m/s**. Podle známého průtoku lze pomocí rovnice kontinuity spočítat potřebnou plochu průřezu, respektive průměr potrubí. Tlakové ztráty jsou v těchto krátkých úsecích zanedbány.

V těchto dvou úsecích bude stejný průtok, lze jim tedy navrhnout stejnou dimenzi.

$$S = \frac{Q_v}{v} = \frac{2,623 \cdot 10^{-3}}{1,0} = 2,623 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$
$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,623 \cdot 10^{-3}}{\pi}} = 0,058 \text{ m} = 58 \text{ mm}$$

Z výpočtu vychází minimální vnitřní průměr potrubí 58 mm. Nejbližší vyšší dimenze měděného potrubí je 64x2.

11.2.1 Návrh

Měděné potrubí 64x2 iz.

11.3 Úsek R/S – ZTV

Dimenze potrubí od rozdělovače/směšovače k zásobníku teplé vody je určena na základě znalosti výkonu výměníku v ZTV, teplotního spádu, rychlosti proudění a hmotnostního průtoku.

Výkon výměníku je dle výrobce 24 kW. Rychlost proudění je uvažována hodnotou 1 m/s. Teplotní spád je určen odhadem na 10K, ačkoliv se ve skutečnosti bude neustále měnit podle aktuální teploty vody v zásobníku.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \rightarrow m = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{24000}{4180 \cdot 10} = 0,57 \text{ kg/s}$$

$$S = \frac{Q_v}{v} = \frac{0,57 \cdot 10^{-3}}{1} = 0,57 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,57 \cdot 10^{-3}}{\pi}} = 0,027 \text{ m} = 27 \text{ mm}$$

Z výpočtu vychází minimální vnitřní průměr potrubí 27 mm. Nejbližší vyšší dimenze měděného potrubí je 35x1,5.

11.3.1 Návrh

Měděné potrubí 35x1,5 iz.

11.4 Expanzní potrubí

Minimální dimenze pro potrubí pro větev vedoucí do expanzní nádoby je vypočítána podle následujícího vzorce.

$$d_v = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{Q_p} = 10 + 0,6 \cdot \sqrt{48} = 14 \text{ mm}$$

Vypočítaná hodnota je min. dimenze. Navržená dimenze odpovídá připojení na expanzní nádrž, které je 3/4“.

11.4.1 Návrh

Měděné potrubí 22x1 iz.

12 Návrh oběhového čerpadla a reg. ventilu topného okruhu O1

12.1 Návrh čerpadla

Čerpadlo musí pokrýt tlakovou ztrátu v třicestném ventilu a ztráty v topném okruhu při daném hmotnostním průtoku. Tlaková ztráty v rozdělovači/sběrači a armaturách za THR budou vzhledem k velikosti celkové ztráty zanedbány, jelikož se budou pohybovat v řádech desetin kPa, respektive jednotek procent z celkové ztráty.

12.1.1 Použité vzorce a jednotky

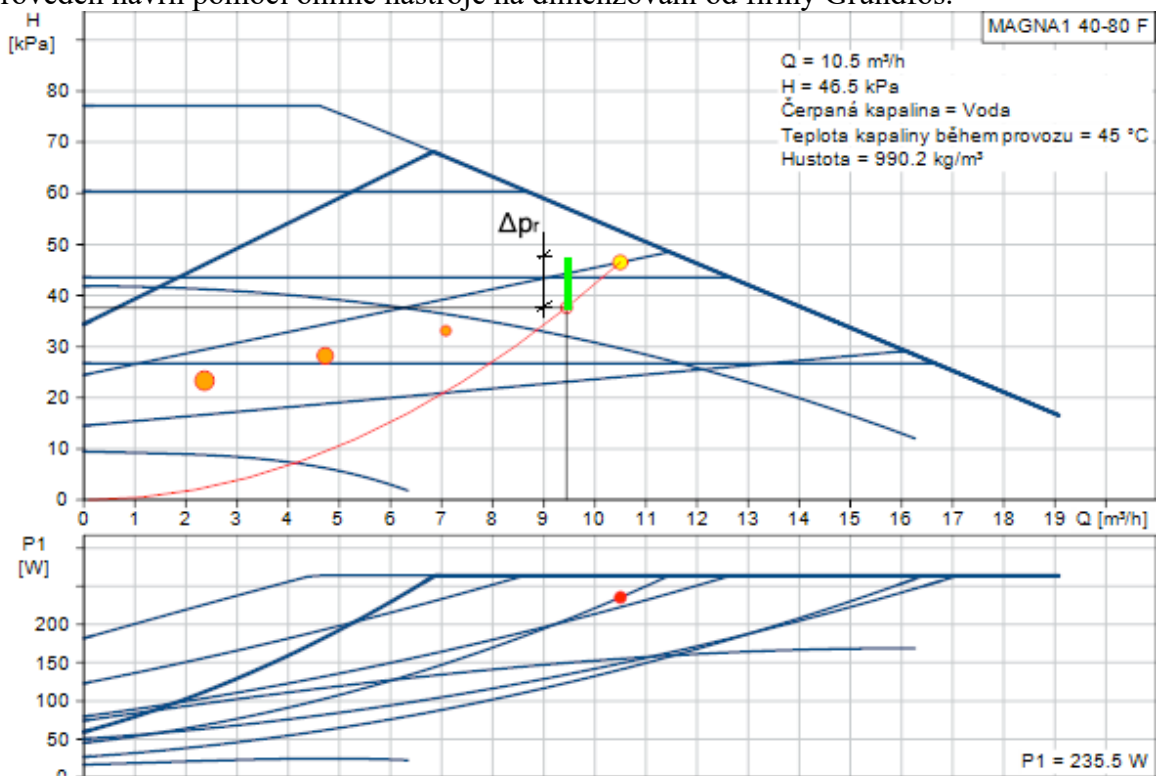
Seznam jednotek: Δp_v [kPa] – tlaková ztráta třicestného ventilu
 Δp [kPa] – tlaková ztráta topného okruhu
 Δp_ζ [kPa] – celková tlaková ztráta pro návrh čerpadla
 Δp_r [kPa] – rozdíl tlaků pro vyregulování reg. ventilem

Seznam vzorců: $\Delta p_\zeta = \Delta p_v + \Delta p$

12.1.2 Výpočet

$$\Delta p_\zeta = \Delta p_v + \Delta p = 14,28 + 23,36 = 37,64 \text{ kPa}$$

Na základě celkové tlakové ztráty pro návrh čerpadla a hmotnostního průtoku byl proveden návrh pomocí online nástroje na dimenzování od firmy Grundfos.



Graf 2: Graf pro návrh oběhového čerpadla okruhu O1

V grafu je vyznačen rozdíl tlaků $\Delta p_r = 8,86 \text{ kPa}$ mezi pracovním bodem otopné soustavy a pracovní křivkou oběhového čerpadla. Tento rozdíl bude třeba vyregulovat regulačním ventilem STAF, který je navržen dále.

12.1.3 Navržené řešení

Oběhové čerpadlo Grundfos MAGNA1 40-80 F

12.2 Návrh regulačního ventilu

Regulační ventil je navržen dle hodnoty K_v , která je stanoví na základě průtoku a rozdílu tlaků pro vyregulování regulačním ventilem Δp_r .

12.2.1 Použité vzorce a jednotky

Seznam jednotek: K_v [m^3/h] – součinitel K_v
 m [kg/h] – hmotnostní průtok
 Δp_r [kPa] – rozdíl tlaků pro vyregulování reg. ventilem

Seznam vzorců: $K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_v}}$

12.2.2 Výpočet

$$K_v = 0,01 \cdot \frac{m}{\sqrt{\Delta p_r}} = 0,01 \cdot \frac{9446}{\sqrt{8,86}} = 31,7 \text{ m}^3/\text{h}$$

Interpolací vybereme nastavení otáček pro vypočítanou hodnotu K_v .

DN 65-150

Otáčky	DN 65-2	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150
0,5	1,8	2	2,5	5,5	6,5
1	3,4	4	6	10,5	12
1,5	4,9	6	9	15,5	22
2	6,5	8	11,5	21,5	40
2,5	9,3	11	16	27	65
3	16,3	14	26	36	100
3,5	25,6	19,5	44	55	135
4	35,3	29	63	83	169
4,5	44,5	41	80	114	207
5	52	55	98	141	242
5,5	60,5	68	115	167	279
6	68	80	132	197	312
6,5	73	92	145	220	340
7	77	103	159	249	367
7,5	80,5	113	175	276	391
8	85	120	190	300	420

Tab. 2: Tabulka pro návrh regulačního ventilu STAF

12.2.3 Navržené řešení

Regulační ventil STAF DN 65-2, nastavení 3,8 otáčky.

13 Návrh oběhového čerpadla okruhu ohřevu teplé vody O2

13.1 Návrh čerpadla

Čerpadlo musí pokrýt tlakovou ztrátu třením v potrubí, tlakovou ztrátu vřazenými odpory a ztrátu ve výměníku v ZTV. Ztráta třením v potrubí pro navrženou dimenzi a průtok je 172 Pa/m. Délka posuzovaného okruhu je cca 12 m. Celková ztráta třením v potrubí je tedy 2064 Pa. Ztráta vřazenými odpory je zanedbána. Tlakovou ztrátu ve výměníku výrobce nespécifikuje, je teda stanovena přibližným odhadem na 500 Pa. Průtok je vypočten v bodě „11.3“ a činí 0,57 kg/s, respektive 2052 kg/h.

13.1.1 Použité vzorce a jednotky

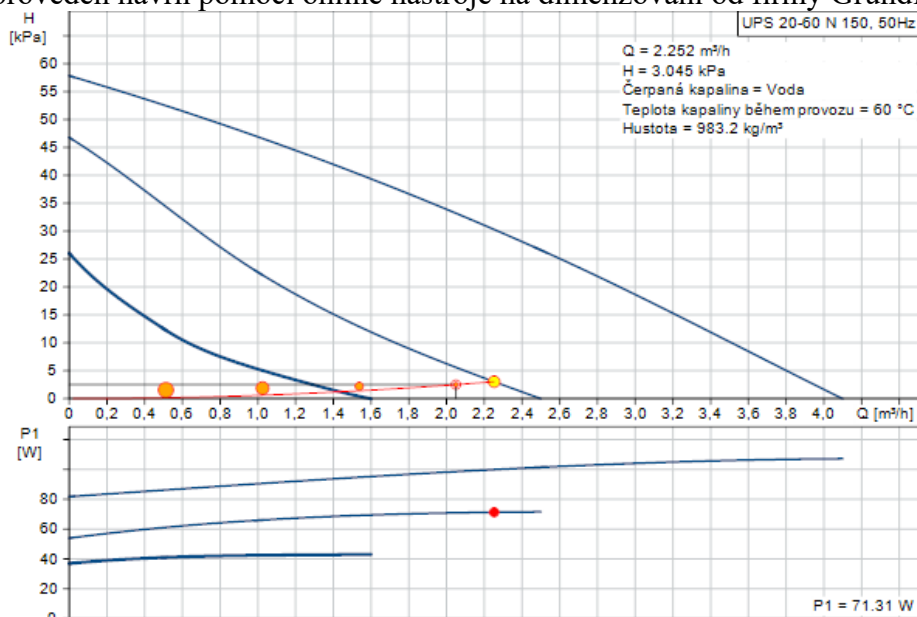
Seznam jednotek: Δp_{potr} [kPa] – tlaková ztráta třením v potrubí
 $\Delta p_{\text{vým.}}$ [kPa] – tlaková ztráta výměníku
 $\Delta p_{\text{č}}$ [kPa] – celková tlaková ztráta pro návrh čerpadla
 l [m] – délka úseku

Seznam vzorců: $\Delta p_{\text{č}} = \Delta p_{\text{potr}} + \Delta p_{\text{vým.}}$

13.1.2 Výpočet

$$\Delta p_{\text{č}} = \Delta p_{\text{potr}} + \Delta p_{\text{vým.}} = 2,06 + 0,5 = 2,56 \text{ kPa}$$

Na základě celkové tlakové ztráty pro návrh čerpadla a hmotnostního průtoku byl proveden návrh pomocí online nástroje na dimenzování od firmy Grundfos.



Graf 3: Graf pro návrh oběhového čerpadla okruhu O2

13.1.3 Navržené řešení

Oběhové čerpadlo Grundfos UPS 20-60 N 150

14 Návrh izolace potrubí

Pro návrh izolace potrubí byl použit online nástroj dostupný na stránkách vytapeni.tzb-info.cz.

Pro měděné potrubí byl výpočet proveden dle požadavku na součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí.

Měděné potrubí		
Dimenze	Typ izolace	Tloušťka izolace
22x1,0	ROCKWOOL 800	40 mm
28x1,0	ROCKWOOL 800	40 mm
35x1,5	ROCKWOOL 800	50 mm
42x1,5	ROCKWOOL 800	50 mm
54x2,0	ROCKWOOL 800	40 mm
64x2,0	ROCKWOOL 800	40 mm
76,1x2,0	ROCKWOOL 800	50 mm

Tabulka 1: Tabulka izolace měděného potrubí

Pro plastové potrubí, které bude vedeno vrstvou kročejové izolace k otopným tělesům byla navržena tloušťka izolace tak, aby celkový průměr izolovaného potrubí nepřekročil 50 mm, což je právě tloušťka vrstvy kročejové izolace, ačkoliv požadavku na součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí nevyhoví.

Plastové potrubí – rozvody k otopným tělesům		
Dimenze	Typ izolace	Tloušťka izolace
16,2x2,6	Mirelon Pro	13 mm
20x2,9	Mirelon Pro	13 mm
25x3,7	Mirelon Pro	9 mm
32x4,7	Mirelon Pro	9 mm

Tabulka 2: Tabulka izolace plastového potrubí