



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU

HEATING OF FLAT HOUSE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marek Jára

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN TOPIČ, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Marek Jára
Název	Vytápění bytového domu
Vedoucí práce	Ing. Jan Topič, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

Obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
 - analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu, volba zdroje tepla,
 - výpočet tepelného výkonu, energetický štítek obálky budovy,
 - návrh otopných ploch, návrh zdroje tepla,
 - návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
 - dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel, návrh zabezpečovacího zařízení,
 - návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
 - roční potřeba tepla a paliva
 - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy – výkresy

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Jan Topič, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Téma této diplomové práce je návrh vytápění bytového domu. Teoretická část diplomové práce pojednává o spalinových cestách. Výpočtová část diplomové práce obsahuje návrh vytápění pomocí otopných deskových těles, podlahových konvektorů a systému podlahového vytápění. Zdroj tepla bude zhotoven pomocí kaskádově zapojených plynových kondenzačních kotlů. Součástí výpočtů je příprava teplé vody, návrh zásobníku teplé vody a dalších potřebných zařízení soustavy. Část Projekt obsahuje technickou zprávu a modelaci chování podlahového vytápění za různých okrajových podmínek.

KLÍČOVÁ SLOVA

Spalinová cesta, komín, vytápění, systém, podlahové vytápění, otopná desková tělesa, konvektor, zdroj tepla, plynový kondenzační kotel, příprava teplé vody, zabezpečovací prvky, bytový dům, simulace.

ABSTRACT

The theme of this diploma thesis is to design heating of the flat house. The theoretical part of this diploma thesis is about exhaust gases paths. The calculation part of this diploma thesis contains the design of the heating system by panel heaters, floor convectors and underfloor heating system. The heat source is the system of cascade-connected gas condensing boilers. The rest of this part are the calculations of the preparation of hot water, design of hot water storage tank and another necessary equipment of the system. The part Project is about technical report and simulation of behaviour of underfloor heating system in various marginal conditions.

KEYWORDS

Exhaust gases paths, chimney, heating, system, underfloor heating, panel heaters, convector, heat source, gas condensing boiler, preparation of hot water, safety equipment, flat house, simulation.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Marek Jára *Vytápění bytového domu*. Brno, 2020. 160 s., 173 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Jan Topič, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vytápění bytového domu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Marek Jára
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vytápění bytového domu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Marek Jára
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Janu Topičovi, Ph.D. za jeho čas, ochotu, vstřícnost a rady, které mi v průběhu vypracování diplomové práce byl ochoten věnovat. Dále bych chtěl poděkovat hlavně své rodině a mým blízkým, kteří mě celou dobu podporovali během celého studia.

OBSAH

Úvod	- 15 -
A. TEORETICKÁ ČÁST	- 16 -
A.1 Úvod o spalínových cestách aneb o komínech.....	- 17 -
A.2 Normy a právní předpisy	- 17 -
A.3 Historie komínů.....	- 18 -
A.3.1 Nejdřív dýmník	- 18 -
A.3.2 První komíny	- 19 -
A.3.2 Profesionální péče o komíny	- 20 -
A.4 Základní názvosloví.....	- 20 -
A.5 Rozdělení komínů.....	- 23 -
A.5.1 Spotřebiče paliv.....	- 23 -
A.5.1.1 Dělení spotřebičů podle použitého paliva, přívodu vzduchu pro spalování a tlaku spalin na kouřovém hrdle.....	- 23 -
A.5.1.2 Dělení spotřebičů podle teploty spalin v kouřovém hrdle.....	- 24 -
A.5.2 Třídění komínu dle normy ČSN EN 1443	- 25 -
A.5.3 Třídění komínu dle způsobu výroby a montáže	- 25 -
A.5.4 Třídění komínu dle počtu připojovaných spotřebičů paliv.....	- 26 -
A.5.5 Třídění dle uspořádání komínových průduchů	- 26 -
A.5.6 Třídění komínů podle konstrukčního uspořádání.....	- 27 -
A.5.7 Třídění komínů podle způsobu odvětrání komínových vložek.....	- 28 -
A.6 Zásady navrhování komínů a kouřovodů s přirozeným tahem.....	- 28 -
A.6.1 Základní požadavky	- 28 -
A.6.2 Materiál komínu a kouřovodů.....	- 29 -
A.6.3 Komínové průduchy	- 29 -
A.6.4 Komínový plášť.....	- 30 -
A.6.5 Vyústění komínu	- 31 -
A.6.6 Otvory v komínu.....	- 32 -
A.6.7 Jímání kondenzátu spalin.....	- 33 -
A.6.8 Přístup k ústí komínového průduchu.....	- 33 -
A.6.9 Hořlavé konstrukce v okolí komínu	- 34 -
A.7 Kouřovody	- 35 -
A.7.1 Kouřovody s připojením do komínu.....	- 35 -
A.7.2 Kouřovody s funkcí komínu	- 36 -
A.10 Přetlakové komíny a kouřovody	- 37 -
A.10.1 Všeobecné zásady.....	- 38 -
A.10.2 Komínový průduch a kouřovod	- 38 -
A.10.3 Vzduchový průduch.....	- 39 -

A.10.4 Vyústění komínu	- 39 -
A.10.5 Kontrolní otvory	- 39 -
A.11 Společné komíny	- 39 -
A.11.1 Společné komíny pro spotřebiče s uzavřeným spalovacím prostorem (v provedení C) připojeného do společného, podtlakového komínu pro více podlaží v tlakové třídě N1, N2	- 40 -
A.12 Přívod vzduchu ke spotřebičům paliv	- 41 -
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	- 42 -
B.1 Analýza objektu.....	- 43 -
B.2 Výpočet tepelného výkonu.....	- 44 -
B.2.1 Návrhové výpočtové hodnoty pro vnitřní a vnější prostředí	- 44 -
B.2.2 Součinitel prostupu tepla.....	- 44 -
B.2.2.1 Tepelný odpor konstrukce při prostupu tepla R_T [$m^2.K.W^{-1}$]	- 44 -
B.2.2.2 Součinitel prostupu tepla; U-hodnota [$W.m^{-2}.K^{-1}$]	- 45 -
B.2.2.3 Celkový součinitel prostupu tepla; celková U-hodnota [$W.m^{-2}.K^{-1}$].....	- 46 -
B.2.2.4 Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [$W.m^{-2}.K^{-1}$].....	- 46 -
B.2.2.5 Hodnocení součinitel prostupu tepla	- 47 -
B.2.2.6 Skladby konstrukcí a hodnocení součinitele prostupu tepla.....	- 48 -
1. SO – Stěny ochlazované	- 48 -
2. PDL – Podlahy	- 51 -
2.1 PDL (Z) – Podlahy na zemině	- 51 -
2.3 PDL (VYT) – Podlahy mezi vytápěnými prostory	- 52 -
2.3 PDL (TEMP) – Podlahy nad temperovanými prostory	- 54 -
3. SCH – Střechy.....	- 55 -
4. SN – Stěny neochlazované	- 57 -
5. Výplně otvorů.....	- 61 -
B.2.3 Výpočet návrhových tepelných ztrát	- 62 -
B.2.3.1 Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru	- 62 -
B.2.3.1.1 Návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru	- 62 -
B.2.3.1.2 Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ie}$	- 63 -
B.2.3.1.3 Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – součinitel tepelné ztráty $H_{T,iue}$	- 64 -
B.2.3.1.4 Tepelné ztráty do přilehlé zeminy – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ig..}$ -	- 65 -
B.2.3.1.5 Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů při různých teplotách – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ij}$	- 66 -
B.2.3.1.6 Návrhová tepelná ztráta větráním.....	- 67 -
B.2.3.1.7 Tepelná ztráta větráním – součinitel tepelné ztráty $H_{V,i}$	- 67 -
B.2.3.1.8 Tepelná ztráta větráním – Přirozené větrání V_i	- 68 -

B.2.3.1.9 Tepelná ztráta větráním – Nucené větrání V_i	68 -
B.2.3.1.10 Tepelná ztráta větráním – Hygienické množství vzduchu $V_{min,i}$	69 -
B.2.3.1.11 Tepelná ztráta větráním – Infiltrace obvodovým pláštěm budovy - množství vzduchu $V_{inf,i}$	70 -
B.2.3.1.12 Množství vzduchu při užití větracích soustav – Přiváděné množství vzduchu $V_{su,i}$	70 -
B.2.3.1.13 Množství vzduchu při užití větracích soustav – Rozdíl množství nuceně odváděného a přiváděného vzduchu $V_{mech,inf,i}$	71 -
B.2.3.1.14 Prostory s přerušovaným vytápěním.....	71 -
B.2.4 Návrhový tepelný výkon.....	74 -
B.2.4.1 Postup výpočtu tepelného výkonu pro vytápěný prostor	74 -
B.2.4.2 Postup výpočtu tepelného výkonu pro funkční část budovy nebo budovu	74 -
-	
B.2.5 Zjednodušená výpočtová metoda	75 -
B.2.5.1 Návrhové ztráty pro vytápěný prostor	75 -
B.2.5.1.1 Celková návrhová tepelná ztráta	75 -
B.2.5.1.2 Návrhová tepelná ztráta prostupem	76 -
B.2.5.1.3 Návrhová tepelná ztráta větráním.....	76 -
B.2.5.2 Návrhový tepelný výkon pro vytápěný prostor	77 -
B.2.5.2.1 Celkový návrhový tepelný výkon.....	77 -
B.2.5.2.2 Přerušovaně vytápěné prostory	77 -
B.2.5.3 Celkový tepelný výkon pro funkční část budovy nebo pro budovu	77 -
B.2.5 Výpočet požadovaného tepelného výkonu	78 -
B.3 Návrh otopných těles	80 -
B.3.1 Specifikace použitých výrobků	80 -
B.3.1.1 Otopná desková tělesa	80 -
KORADO RADIK KLASIK.....	80 -
KORADO RADIK VK	82 -
KORADO KORALUX LINEAR CLASSIC-M	83 -
ISAN TERMO-FRK	84 -
B.4 Návrh podlahového vytápění	85 -
B.4.1 Výpočet tepelného výkonu podlahového vytápění.....	86 -
B.4.1.1 Součinitel přestupu tepla na příslušné straně desky	86 -
B.4.1.2a Součinitel m – deska se zabudovanými trubkami.....	86 -
B.4.1.2b Součinitel m – deska se s tepelně vodivými lamelami	87 -
B.4.1.3a Předpoklad stejných teplotních podmínek na obou stranách desky.....	87 -
Střední teplota v rovině proložené osami zdrojů tepla.....	87 -
Průměrná povrchová teplota – na vytápěnou stranu (A).....	88 -
Průměrná povrchová teplota – na nevytápěnou stranu (B)	88 -

B.4.1.3b Rozdílné teplotní podmínky na obou stranách desky.....	88 -
Střední teplota v rovině proložené osami zdrojů tepla.....	88 -
Průměrná povrchová teplota – na vytápěnou stranu (A).....	88 -
Průměrná povrchová teplota – na nevytápěnou stranu (B)	89 -
B.4.1.4a Měrný tepelný tok z povrchu otopné plochy se zabudovanými zdroji tepla ..	89 -
B.4.1.4b V běžných stavbách, kde můžeme uvažovat přibližnou rovnost teploty výsledné a teploty vzduchu	89 -
B.4.1.4c Normová charakteristická křivka pro podlahové vytápění vycházející ze vztahu	89 -
B.4.1.5 Měrný tepelný výkon otopné plochy ve směru do plochou nevytápěných prostor, zeminy či exteriéru	91 -
B.4.1.6 Měrný tepelný výkon otopné plochy ve směru do plochou nevytápěných prostor, zeminy či exteriéru	91 -
B.4.1.7 Měrný tepelný příkon.....	91 -
B.4.1.8 Tepelný výkon	91 -
B.4.1.9 Tepelný příkon	91 -
B.4.2 Porovnání softwaru a ručního výpočtu.....	92 -
B.4.3 Specifikace použitých výrobků	92 -
B.4.3.1 Systém podlahového vytápění od IVAR CS spol. s r. o.	92 -
Vícevrstvé potrubí IVAR.ALPEX – DUO XS.....	92 -
Systémová izolační deska s ochrannou hydroizolační fólií IVAR.TH 30P	93 -
Obvodový dilatační pás se samolepící fólií IVAR.DP 50.....	94 -
Středový dilatační profil samolepící IVAR.SDP.....	95 -
Ochranná trubka IVAR.HK 1620	96 -
Univerzální sestava rozdělovače podlahového vytápění pro kombinaci podlahového vytápění s radiátorovým vytápěním – mísící soustava IVAR.UNIMIX ..	96 -
B.5 Návrh přípravy teplé vody	102 -
B.5.1 Výpočet dle ČSN 06 0230	102 -
B.5.1.1 Vstupní údaje	103 -
B.5.1.2 Potřebný výkon na ohřev teplé vody	103 -
a) Teoretické teplo odebrané z ohříváče během periody Q_{2t}	103 -
b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody Q_{2z}	103 -
c) Teplo dodané ohříváčem do vody během periody.....	104 -
Specifikace potřeby TV za den pro bytový dům:	104 -
Velikost zásobníku V_z	104 -
Jmenovitý tepelný výkon pro ohřev vody Q_z	104 -
Potřebná teplosměnná plocha (75/55).....	105 -

B.5.1.3 Návrh zásobníku teplé vody.....	- 105 -
B.5.2 Výpočet dle DIN 4708	- 107 -
B.5.2.1 Vstupní údaje	- 107 -
B.5.2.2 Potřebný výkon na ohřev teplé vody	- 107 -
B.5.2.3 Návrh ohřívače teplé vody	- 107 -
B.5.3 Porovnání výpočtů přípravy teplé vody	- 109 -
B.6 Návrh zdroje tepla	- 109 -
B.6.1 Vstupní údaje.....	- 109 -
B.6.2 Potřebný tepelný výkon	- 109 -
B.6.3 Návrh zdroje tepla	- 109 -
B.6.3.1 Odkouření kotlů	- 113 -
B.7 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí.....	- 113 -
B.8 Návrh tepelné izolace potrubí.....	- 114 -
B.9 Návrh oběhových čerpadel	- 115 -
B.9.1 Posouzení kotlových čerpadel.....	- 115 -
B.9.2 Větev A – Vytápění.....	- 115 -
B.9.3 Větev B – Ohřev teplé vody.....	- 116 -
B.10 Návrh zabezpečovacího zařízení	- 116 -
B.10.1 Expanzní nádoba	- 116 -
B.10.2 Pojistné ventily	- 117 -
B.10.2.1 Kotel	- 117 -
B.10.2.2 Zásobník teplé vody	- 117 -
B.11 Návrh výše nespecifikovaných zařízení	- 117 -
B.11.1 Rozdělovač a sběrač	- 117 -
B.11.2 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků HVDT.....	- 118 -
B.11.3 Směšovací armatury	- 118 -
B.11.4 Vyvažovací armatury	- 118 -
B.11.5 Měřiče tepla	- 120 -
B.12 Roční potřeba tepla a paliva	- 121 -
B.12.1 Vstupní údaje.....	- 121 -
B.12.2 Příprava teplé vody.....	- 121 -
B.12.3 Vytápění	- 122 -
B.12.4 Souhrn.....	- 123 -
C. PROJEKT	- 124 -
C.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA	- 125 -
C.1.1 Úvod.....	- 125 -
C.1.1.1 Umístění objektu	- 125 -
C.1.1.2 Majitel objektu	- 125 -

C.1.1.3 Popis objektu.....	- 125 -
C.1.1.4 Popis provozu v objektu	- 125 -
C.1.1.5 Počet osob v objektu.....	- 126 -
C.1.2 Poklady	- 126 -
C.1.2.1 Výkresová dokumentace	- 126 -
C.1.2.2 Průzkum.....	- 127 -
C.1.3 Základní technické informace	- 127 -
C.1.3.1 Klimatické údaje.....	- 127 -
C.1.3.2 Tepelná bilance	- 127 -
C.1.4 Zdroj tepla.....	- 127 -
C.1.4.1 Popis zdroje a ostatních zařízení	- 127 -
C.1.4.1.1 Zdroj tepla	- 128 -
C.1.4.1.2 Ohřev teplé vody	- 128 -
C.1.4.1.3 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků HVDT	- 128 -
C.1.4.1.4 Kombinovaný rozdělovač a sběrač	- 128 -
C.1.4.1.5 Pojišťovací a zabezpečovací zařízení	- 129 -
C.1.4.2 Stavební úpravy	- 129 -
C.1.4.3 Větrání prostorů	- 129 -
C.1.4.4 Přívod vzduchu, odvod spalin.....	- 129 -
C.1.5 Otopná soustava	- 130 -
C.1.5.1 Typ soustavy.....	- 130 -
C.1.5.2 Vedení rozvodů	- 130 -
C.1.5.3 Materiál, spojování	- 131 -
C.1.5.4 Izolace, kotvení.....	- 131 -
C.1.5.5 Vypouštění, odvzdušnění soustavy	- 132 -
C.1.5.6 Použitá média a náplně	- 132 -
C.1.5.7 Oběhová čerpadla	- 133 -
C.1.6 Otopné plochy	- 134 -
C.1.6.1 Popis.....	- 134 -
C.1.6.2 Umístění.....	- 135 -
C.1.6.3 Uchycení.....	- 135 -
C.1.7 Armatury, regulace	- 136 -
C.1.7.1 Popis regulace soustavy	- 136 -
C.1.7.2 Použité regulační armatury.....	- 137 -
C.1.8 Závěr	- 137 -
C.1.8.1 Podmínky uvedení do provozu.....	- 137 -
C.1.8.2 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci.....	- 139 -

C.1.8.3 Předpisy a normy.....	- 139 -
C.1.8.4 Provoz a obsluha systému, provádění kontrol a revizí.....	- 140 -
C.1.8.5 Obecná ustanovení	- 141 -
C.1.8.6 Ochrana životního prostředí.....	- 141 -
C.1.8.7 Požadavky na ostatní profese	- 141 -
Stavební	- 141 -
Elektro a MaR	- 141 -
ZTI	- 141 -
C.2 MODELACE CHOVÁNÍ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ.....	- 142 -
C.2.1 Vstupní údaje.....	- 142 -
C.2.1.1 Výchozí stav	- 142 -
C.2.1.2 Okrajové podmínky	- 142 -
C.2.1.3 Tepelně technické vlastnosti materiálů	- 143 -
C.2.1.4 Tepelně technické vlastnosti vody při různých teplotách	- 143 -
C.2.2 Výsledky.....	- 143 -
C.2.2.1 Výchozí stav	- 144 -
C.2.2.2 Vrstva vody o teplotě 20 °C	- 145 -
C.2.2.3 Vrstva vody o teplotě 30 °C	- 146 -
C.2.2.4 Vrstva vody o teplotě 35 °C	- 147 -
C.2.2.5 Vrstva vody o teplotě 40 °C	- 148 -
C.2.3 Závěr	- 149 -
ZÁVĚR.....	- 151 -
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	- 152 -
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	- 154 -
SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	- 156 -
SEZNAM PŘÍLOH	- 159 -
PŘÍLOHY	- 159 -
VÝKRESY.....	- 159 -

Úvod

Cílem této diplomové práce je návrh systému vytápění a přípravy teplé vody pro novostavbu bytového domu a dvorního objektu k němu patřící v Brně v Jihomoravském kraji. Objekt se skládá z devíti nadzemních pater. Bytový dům disponuje společnými komunikačními prostory, 25 byty a patnácti garážovými stáními v 1. nadzemním podlaží.

Diplomová práce je rozdělena na tři ucelené části:

A. Teoretická část – Teoretická část diplomové práce se zabývá teorií spalinových cest.

B. Výpočtová část – Výpočtová část diplomové práce obsahuje návrh systému vytápění. Dále pak návrh zdroje, příprava teplé. Součástí výpočtové části je i návrh potřebných technických a zabezpečovacích zařízení.

C. Projekt – Tato část diplomové práce obsahuje zhotovenou technickou zprávu shrnující návrhy diplomové práce, požadované výkresy na úrovni prováděcího projektu a modelaci chování podlahového vytápění v odlišných interiérových podmínkách.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. TEORETICKÁ ČÁST

A. THEORETICAL PART

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marek Jára

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN TOPIČ, Ph.D.

BRNO 2020

A.1 Úvod o spalinových cestách aneb o komínech

Jedná se o samonosnou svislou konstrukci určenou k zabezpečení odvodu spalin z topeniště z vnitřního prostředí do venkovního prostředí. Konstrukce spalinové cesty mohou být samostatnou stavbou, částí stavby, konstrukce nebo systémem. Topeništěm rozumíme prostor, kde se spaluje palivo, které může mít podobu tuhé, plynné nebo kapalné.

A.2 Normy a právní předpisy

Základní normou je ČSN EN 1443 *Komíny-všeobecné požadavky*, která vytváří rámec pro normy výrobků komínu a kouřovodů, stanoví minimální požadavky na značení komínů, ale i základní provozní a bezpečnostní požadavky (například vzdálenost od hořlavých materiálů).

Současně platnou českou normou je ČSN 73 4201:2010 *Komíny a kouřovody – Navrhování, provádění a připojování spotřebičů paliv*. Tato norma platí pro navrhování a provádění komínu a kouřovodů a připojování spotřebičů do jejich průduchů. Platí pro komíny vedené uvnitř budovy i po její vnější stěně, po samostatné i společné komíny určené pro odvod spalin spotřebičů na tuhá, kapalná i plynná paliva. Platí pro komíny podtlakové, přetlakové i vysoko přetlakové, odvádějící spaliny při suchém i mokřém provozu. Norma stanoví i základní podmínky pro odvod spalin fasádní stěnou do volného ovzduší. Neplatí pro volně stojící průmyslové komíny.

Evropská komínová norma ČSN EN 15287-1 *Komín – Navrhování, provádění a přejímka komínů – Část 1: Komíny pro otevřené spotřebiče paliv*, která je platná od roku 2008, popisuje metodu specifikující navrhování a montážní zásady pro systémové komíny, provádění individuálních komínů a pro vložkování stávajících komínů a informuje o uvádění komínů do provozu. Zabývá se také kouřovody. V roce 2009 byla vydána druhá část 2: *Komíny pro uzavřené spotřebiče* jako ČSN EN 15287-2, která se zabývá stejnou problematikou odvodu spalin, ale od uzavřených spotřebičů paliv.

Kromě těchto citovaných norem existuje ještě celá řada norem výrobových, podle nichž se provádí certifikace komínů, byly vydány normy výpočtové a další, které ale přesahují rámec této publikace.

Normy jsou obecně nevázané, pokud není jejich závaznost podmíněna jiným způsobem, například normovou hodnotou uvedenou ve vyhlášce nebo v zákoně. Ve vyhlášce ke stavebnímu zákonu č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, je v **§ 24 Komíny a kouřovody** uvedeno:

- Komíny a kouřovody musejí být navrženy a provedeny tak, aby za všech provozních podmínek připojených spotřebičů paliv byl zajištěn bezpečný odvod a rozptyl spalin do volného ovzduší, aby nenastalo jejich hromadění, nebyly překročeny limity stanovené jiným právním předpisem vztažené k předmětnému zdroji znečištění i k okolní zástavbě a nedošlo k ohrožení bezpečnosti a zdraví osob nebo zvířat. Bezpečnost spalinové cesty

instalovaného spotřebiče musí být potvrzena revizní zprávou obsahující údaje o výsledku její kontroly vymezené normovými hodnotami.

- Spaliny spotřebičů paliv se odvádí nad střechu budovy. Vyústění odvodu spalin venkovní stěnou do volného ovzduší lze použít jen v technicky odůvodněných případech, při stavebních úpravách budov nebo u průmyslových staveb, při dodržení normových hodnot a emisních limitů podle odstavce 1.
- Materiály komínů, kouřovodů, komínových vložek a jejich izolací musejí odpovídat normovým hodnotám. Komíny musejí být opatřeny identifikačními štítky odpovídající normovým hodnotám.
- Výšku komínu nad střechou budovy i ve vztahu k nejbližšímu okolí je dána normovými hodnotami.
- Nejmenší dovolený rozměr světlého průřezu průduchu podtlakového a přetlakového komínu je dán normovými hodnotami.
- Na spalinové cestě musejí být kontrolní, popřípadě vybírací, vymetací nebo čistící otvory pro kontrolu a čištění komínů a kouřovodů. Umístění otvorů, jejich počet a provedení jsou dány normovými hodnotami.
- Ke komínům, které se kontrolují a čistí ústím průduchu komínu, musí být zabezpečen trvalý přístup budovou, otvorem na střeše, komínovou lávkou, popřípadě vnější přístupovou cestou, nebo střešními stupni. Požadavky na přístupové cesty a komínové lávky jsou dány normovými hodnotami.
- Požadavky na volně stojící průmyslové komíny jsou stanoveny normovými hodnotami.

Normové hodnoty citované odpovídajícími články vyhlášky ke stavebnímu zákonu nelze žádným způsobem obejít, protože by se tím porušil stavební zákon. [6]

Stanovisko k nezávaznosti norem Kriminalistického ústavu Praha, Policie ČR:

- norma je základem bezpečnostních požadavků jako důkaz pro splnění minima pro ochranu zdraví, života a majetku a je uplatňována v soudní praxi, i když je nezávazná;
- odchylka norem je možná, ale je třeba prokázat, že byla dodržena bezpečnost výrobku na úrovni stanovení normou;
- ten, kdo poruší normu, spáchá trestní čin a může být odsouzen pro nedbalost. [6]

A.3 Historie komínů

Komíny stavíme už přes 400 let. Co všechno za tu dobu zažili a jak to vypadalo, když komíny nebyly? [7]

A.3.1 Nejdřív dýmník

První komíny se začaly vyrábět v 15. století. Do té doby se kouř z místností odváděl pomocí tzv. dýmníků. Dýmník připomíná dnešní kuchyňský digestoř. Vypadal jako obrácený trychtýř a visel zavěšený ze stropu nad zdrojem ohně, kterým

v té době bylo většinou obyčejné ohniště. Místnosti s dýmníkem se říkalo polodymná jizba. Kouř z jizby nevycházel ven, ale do půdního prostoru, ze kterého se prodyšnou střechou pozvolna dostával do vzduchu. Dymník byl samozřejmě velmi primitivní vynález tzv. lidové architektury. Proutí a latě se pouze zevnitř zpevnili hlínou a dymník byl na světě. Využívaly se i v továrnách a výtopnách lokomotiv. [7]



Obrázek 1: Ukázka moderního dýmníku nad krbem [8]

A.3.2 První komíny

Od 15. století se začaly objevovat první skutečné komíny, které sahaly nad střechu, a vyváděly kouř přímo do ovzduší. I ty byly ale vyráběny jednoduše ze dřeva případně hlíny. V 17. století, když byly definovány první všeobecné protipožární předpisy, se začaly vyrábět první zděné komínové hlavice. Jelikož tyto komíny vedly od země až nad střechu, využívaly už také umělého tahu.

V 18. století, kdy už byly běžně používané komínové systémy relativně bezpečné, způsobovala řadu požárů špatná údržba. O komíny se zprvu starali biřici a nejrůznější pomahači, kteří komín čistili vždy před významnými svátky a každou „sazometnou středu“. Z těchto amatérských správců komínu se postupně stávali odborníci, až konečně v 16. století vlašští¹ mestkomínové², kteří v českých městech stavěli šlechtické domy, začaly pečovat o všechny městské komíny. Tyto odborníky si však tehdy nemohlo dovolit každé město, přestože byli za ochranu před požárem města placeni v naturáliích.

¹ Italové [9]

² Jednotlivci, kteří se čištění komínů zvláště věnovali, a tak vzniklo řemeslo kominické [9]

Zlaté saze Rudolfa II.

Asi nejvýznamnější mestkomín byl mistr u císařského dvora Matěj de Martini žijící za císaře Rudolfa II. Dodával smolné saze pro slavného alchymistu Kellyho rytíře z Imany. Kelly se ze sazí pokoušel vyrobit zlato. Když císař uviděl pozlacené saze, dal Matějovi de Martini i jeho tovaryšům povolení nosit zvláštní šat, který navrhl císařův osobní lékař. Mestkominíci dostali také část císařské vinice pod Petřínem. [7]



Obrázek 2: Svatý Florián – patron kominíků [9]

A.3.2 Profesionální péče o komíny

V roce 1626 vznikl v Třeboni první kominický cech. Zhruba o 100 let později dostal první pražský kominický cech i vlastní pečeti. Roku 1824 se začaly propůjčovat kominické činnosti. Od té doby se vývoj kominictví na dlouhou dobu zastavil. Kominictví byla společensky uznávaná profese až do příchodu komunistů, kteří z kominíků udělali druhořadé dělníky. Další významná změna proběhla až v roce 1950, kdy vyšla v platnost zásadní vyhláška ministerstva průmyslu. Práva a povinnosti majitelů komínů udržuje vyhláška z roku 1981. Časem ale byla natolik zastaralá, že ji prakticky nikdo nedodržel. Svévolné a nebezpečné spalování jedovatých zplodin a další neřesti spojené s využíváním komínů se snaží zastavit Nařízení vlády č. 91/2010 Sb.

V roce 1996 byly zrušeny kominické koncese a v mírném zmatku se stala z kominictví soukromá řemeslná živnost. Kominíci se sami sdružili do Společenstva kominíků ČR a šíří tak mezi sebou novinky z oboru, pořádají školení nejen samotného kominictví, ale i měření účinnosti spalování.

Potkat dnes na ulici kominíka v klasickém oblečení je čím dál větší vzácnost. Přesto je tato profese stále nezbytná stejně jako samotné komínové systémy. I moderní nerezové komíny potřebují odbornou údržbu. Komínové vložky jsou dnes samozřejmě nesrovnatelně bezpečnější než středověké dymníky. Přesto však můžou při špatném zacházení způsobit požár nejen vašeho domu. Kominíci tak budou komínové hlavice čistit a spravovat stále dál. [7]

A.4 Základní názvosloví

Základní názvosloví je uvedeno v ČSN EN 1443. V ČSN 73 4201 je pak uvedeno názvosloví doplňující.

Spalinová cesta je souhrnné označení pro vedení spalin od spalinového hrdla spotřebiče paliv do volného ovzduší. Spalinová cesta je zpravidla tvořena průduchem kouřovodu, sopouchem a komínovým průduchem, popřípadě komínovým nástavcem. Spalinovou cestu může vytvořit i svislý kouřovod s funkcí komínu.

Kouřovod je konstrukční díl nebo díly určené pro spojení mezi spalínovým hrdlem spotřebiče paliv a sopouchem. Samotným kouřovodem se připojuje pouze jeden spotřebič na spalínovou cestu, do společného kouřovodu může být připojeno více spotřebičů. Svislý kouřovod s funkcí komínu osazený na spalínovém hrdle je určen k odvodu spalin do volného ovzduší.

Komínový plášť představuje vnější část konstrukce komínu s funkcí nosnou, která přichází do styku s přilehlým nebo vnějším okolím nebo se nachází pod vnějším obkladem či opláštěním.



Vzduchový průduch je samostatný nebo společný průduch pro přívod vzduchu k uzavřeným spotřebičům vedený od místa nasávání až do uzavřeného spotřebiče.

- 21 -

Vícevrstvý komín je komín, jehož konstrukce se skládá z komínové vložky a alespoň jedné další vrstvy.

Komínová vložka je konstrukční prvek komínu složený ze stavebních dílů, jehož vnitřní povrch přichází do styku se zplodinami.

Půdice se nazývá nejnižší místo průduchu nebo společného sběrače v komíně nebo otvoru (vybírací, vymetací, sopouch) v komínovém plášti a komínové vložce.

Sopouch je otvor v komínovém plášti a komínové vložce sloužící k propojení průduchu kouřovodu s průduchem komínu.

Kontrolní otvor je otvor v komínovém plášti a komínové vložce nebo kouřovodu určený ke kontrole, popřípadě čištění komínového průduchu, kondenzátní jímky a průduchu kouřovodu u spotřebiče na plynná paliva.

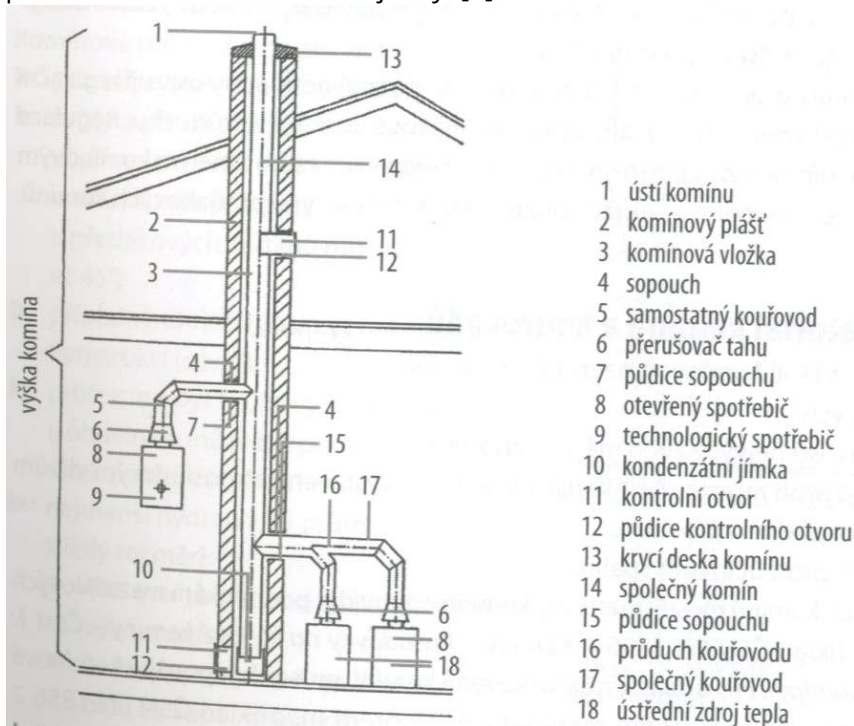
Vybírací otvor je otvor v komínovém plášti, popřípadě i komínové vložce, sloužící k vybírání tuhých částí zplodin z půdice komínového průduchu spotřebičů na tuhá a kapalná paliva.

Vymetací otvor je otvor v komínovém plášti, popřípadě i v komínové vložce sloužící k vymetání, čištění a kontrole komínového průduchu spotřebičů na tuhá paliva a kapalná paliva z půdního prostoru nebo ze střechy.

Kondenzátní jímka je vodotěsný prostor v půdici komínového průduchu určený pro jímání kondenzátu ze spalín.

Účinná výška průduchu komínu je svislá vzdálenost od osy sopouchu po ústí průduchu komínu.

Neúčinná výška průduchu komínu je svislá vzdálenost od osy sopouchu k půdici průduchu nebo kondenzátní jímky. [6]



Obrázek 4: Vícevrstvý společný komín pro jedno podlaží, do kterého jsou připojeny v jednom podlaží samostatným kouřovodem průtokový ohřívač vody a společným kouřovodem dva kotle ústředního vytápění [6]

A.5 Rozdělení komínů

Existuje velké množství rozdělení komínů přes druhy napojených spotřebičů paliv, konstrukční řešení spotřebičů paliv a komínů, přívodem a odvodem spalin, pod tlakem či přetlakem v kouřové cestě, teplotou spalin a dalšími znaky.

Jelikož toto teoretické téma není hlavním cílem diplomové práce, tak v následujících kapitolách nastíním jen základní stručné rozdělení komínu.

A.5.1 Spotřebiče paliv

Spotřebič paliv je zařízení, v němž se spalováním přeměňuje energie pevného, kapalného nebo plynného paliva na teplo. Návrh a provedení komínů jsou závislé na konstrukci spotřebiče paliv a na jeho požadavcích na odvod spalin do volného ovzduší. [6]

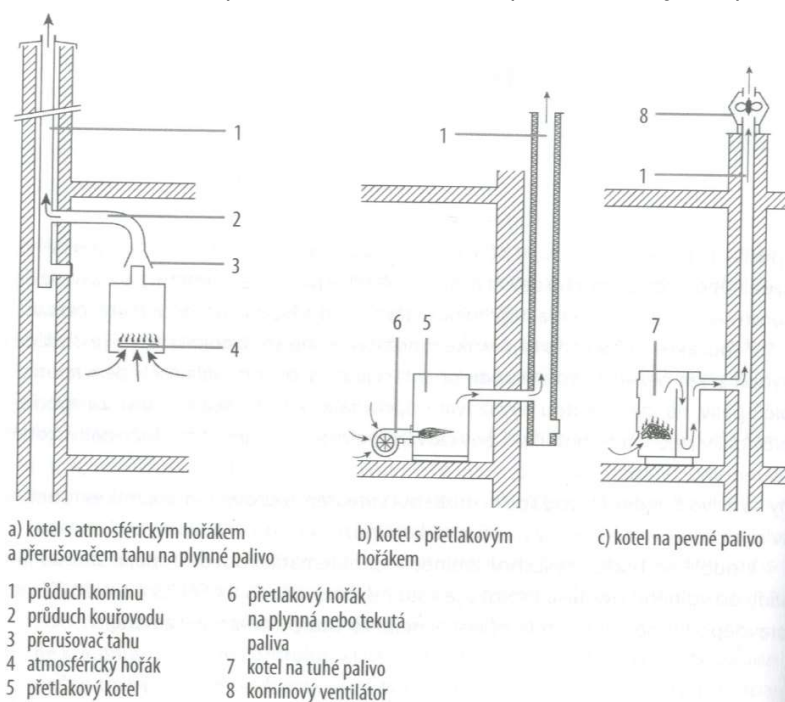
A.5.1.1 Dělení spotřebičů podle použitého paliva, přívodu vzduchu pro spalování a tlaku spalin na kouřovém hrdle

Podle použitého paliva:

- spotřebiče na pevná paliva;
- spotřebiče na kapalná paliva;
- spotřebiče na plynná paliva.

Podle přívodu vzduchu:

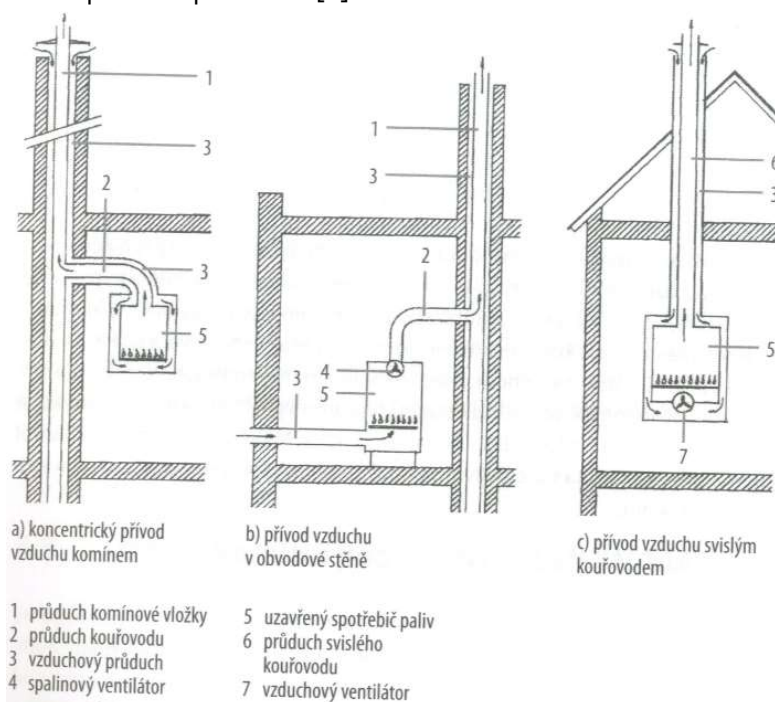
- spotřebiče otevřené, s přívodem vzduchu z místnosti a odvodem spalin do vnějšího prostoru;
- spotřebiče uzavřené, s přívodem vzduchu z vnějšího prostoru a odvodem spalin do vnějšího prostoru. [6]



Obrázek 5: Spotřebiče otevřené, přívod vzduchu z místnosti [6]

Podle tlakových podmínek při spalování ve spotřebiči a způsobu nasávání vzduchu:

- podtlakové, kde jsou spalování ve spotřebiči a nasávání spalovacího vzduchu řízeny komínovým tahem (přirozeným, umělým) – patří k nim většina spotřebičů na pevná paliva. Tah v kouřovém hrdle se zajišťuje zejména konstrukcí komínu nebo podtlakovým ventilátorem v ústí komínového průduchu;
- přetlakové, kde jsou spalování ve spotřebiči a přívod spalovacího vzduchu řízeny tlakem spalovacího média nebo ventilátorem spalovacího vzduchu nebo palivové směsi – jsou to většinou plynové spotřebiče s přetlakovým hořákem, který vytváří ještě dostatečný přetlak i na kouřovém hrdle spotřebiče nebo s přetlakem vytvořeným spalínovým ventilátorem;
- atmosférické, kde je tah komínu redukován přerušovačem tahu tak, aby neovlivňoval proces spalování. [6]



Obrázek 6: Uzavřené spotřebiče, přívod vzduchu z vnějšího prostředí [6]

A.5.1.2 Dělení spotřebičů podle teploty spalin v kouřovém hrdle

Podle teploty spalin, zejména kotle ústředního vytápění:

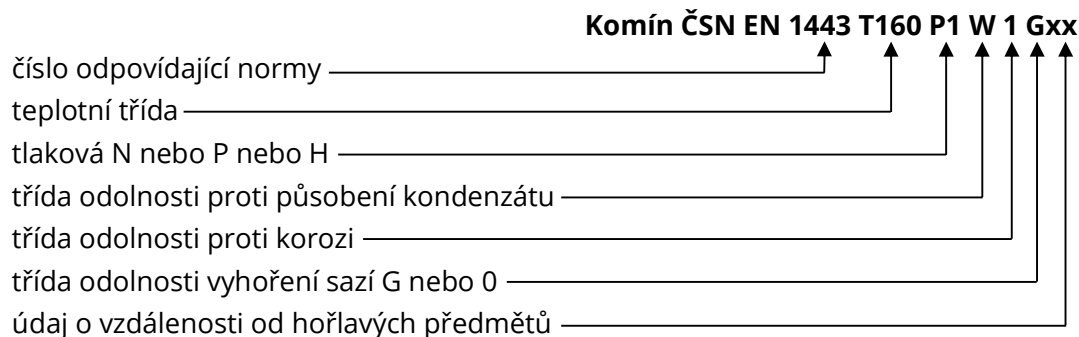
- Kotle s vysokou teplotou spalin – nad 160 °C;
 - většina kotlu na pevná paliva, ale i některé na plynná a kapalná;
 - střední teplota otopné vody okolo 80 °C;
 - vyšší komínová ztráta (=teplo odváděné ve spalinách z kotle; nižší účinnost spotřebiče).
- Kotle s nízkou teplotou spalin – více než 80 °C a méně než 160 °C;
 - teplovodní soustava s nižší výpočtovou teplotou otopné vody;
 - nižší komínová ztráta (= ochlazování spalin se sníží komínová ztráta; vyšší účinnost spotřebiče).

- Kotle s kondenzací spalin (kondenzační kotle).
 - ochlazováním spalin pod rosný bod dochází ke kondenzaci spalin a uvolnění skupenského tepla výparného, které je využito ke zvýšení účinnosti spotřebiče;
 - čím nižší teplota spalin, tím větší účinnost spotřebiče (praktický význam má ochlazování spalin na teplotu asi 40 °C – pod touto hranicí lze získat jen malé množství tepla a je velmi obtížné využít teplo s tak nízkou teplotou. [6])

A.5.2 Třídění komínu dle normy ČSN EN 1443

Evropská norma ČSN EN 1443 *Komíny – Všeobecné požadavky*, novelizované v březnu 2004, stanovila schématickou klasifikaci komínů, která umožňuje vytvořit libovolnou kombinaci spojení tepelného spotřebiče a komínu. Dělí a zkouší komíny podle odolnosti proti působení kondenzátu spalin, odolnost vůči korozi u kovových komínů a odolnost proti vyhoření sazí s údajem o nutné vzdálenosti komínové konstrukce od hořlavých stavebních materiálů. [6]

Na základě těchto parametrů musí značení komínů odpovídat těmto symbolům:



A.5.3 Třídění komínu dle způsobu výroby a montáže

Podle způsobu výroby a montáže komínů rozlišujeme:

- systémový komín – komín, který je sestaven s použitím kompatibilních dílů, nakoupených nebo zajištěných jedním výrobcem, který přebírá odpovědnost za systémový komín jako celek;
- individuální komín – komín, který je sestaven nebo postaven na staveništi s použitím kompatibilních dílů, které mohou pocházet od jednoho nebo více výrobců. Odpovědnost za komín přebírá ten, kdo individuálních komín postavil;
- dodatečně vložkový komín – individuální komín, kde je do stávajícího komínu namontována komínová vložka od stejného výrobce. Odpovědnost za komín přebírá ten, kdo dodatečně vložkoval komín komínovou vložkou. [6]

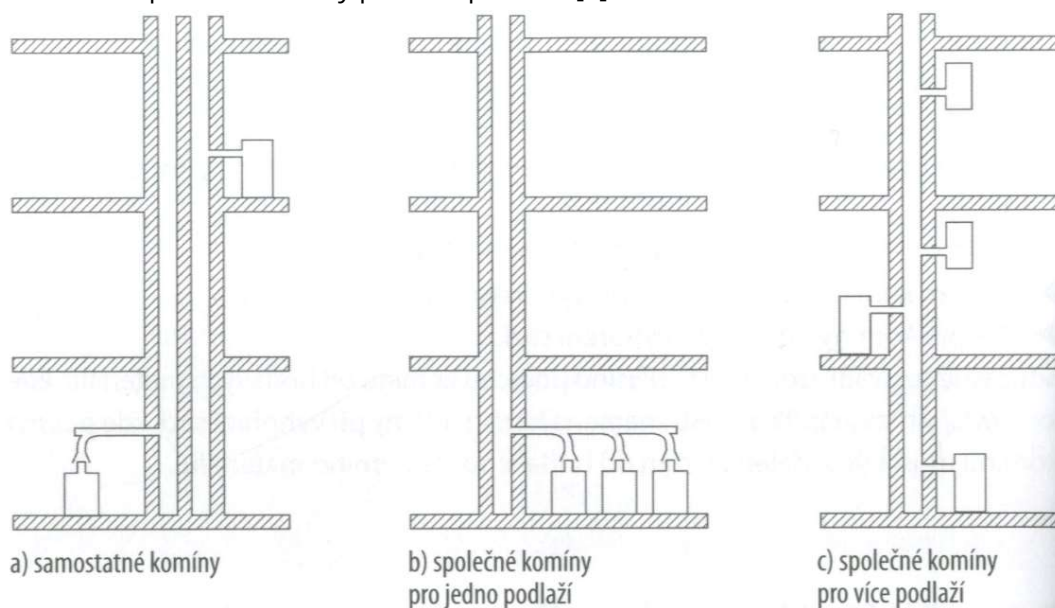
A.5.4 Třídění komínu dle počtu připojovaných spotřebičů paliv

Podle počtu připojovaných spotřebičů ke komínu se komíny třídy na:

- samostatné komíny, které odvádějí spaliny od jednoho spotřebiče z jednoho podlaží samostatným kouřovodem a jedním komínovým průduchem;
- společné komíny, které odvádějí spaliny jedním komínovým průduchem od více spotřebičů. [6]

Společné komíny se podle umístění spotřebičů a způsobu jejich připojení dále dělí na:

- společné komíny pro jedno podlaží, kterými se odvádějí spaliny společným kouřovodem nebo samostatnými kouřovody od spotřebičů umístěných v jednom podlaží;
- společné komíny pro více podlaží, do kterých se připojuje jeden nebo více spotřebičů z několika podlaží na sebou;
- samostatné komíny;
- společné komíny pro jedno podlaží;
- společné komíny pro více podlaží. [6]



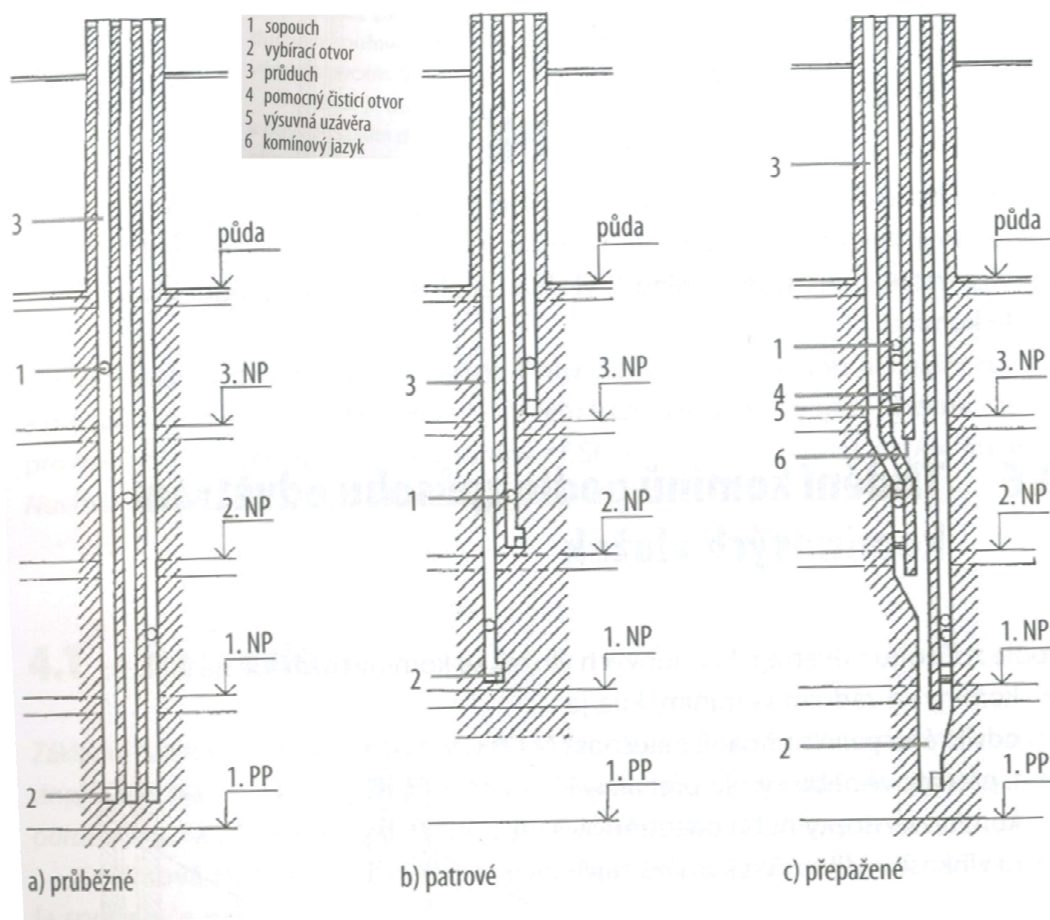
Obrázek 7: Komíny podle počtu připojovaných spotřebičů paliv [6]

A.5.5 Třídění dle uspořádání komínových průduchů

Podle svislého uspořádání a způsobu vedení se komínové průduchy dělí na:

- průběžné, pokud jsou všechny komínové průduchy vedeny od nejnižšího podlaží;
- podlažní – komíny s průduchy vedenými od připojených spotřebičů z jednotlivých podlaží;
- přepažené – se společným sběračem spojujícím neúčinné výšky komínu do společného průduchu; každý komín je pod sopouchem přepažený vyjímatelným

uzávěrem. Tyto komíny se však již nesmějí navrhovat ani stavět, setkáme se s nimi pouze ve staré domovní zástavbě, například při rekonstrukci komínů vložkováním. [6]



Obrázek 8: Třídění podle uspořádání komínových průduchů [6]

A.5.6 Třídění komínů podle konstrukčního uspořádání

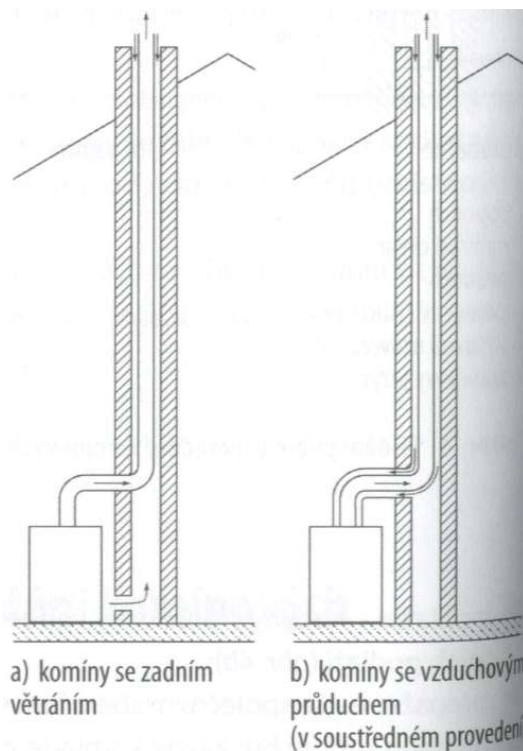
Podle konstrukčního uspořádání dělíme komíny na:

- jednovrstvé, kde komínový plášť tvoří komínový průduch – u komínů zděných;
- vícevrstvé, u nichž je komínová vložka tepelně a dilatačně oddělena od pláště komínu. [6]

A.5.7 Třídění komínů podle způsobu odvětrání komínových vložek

Podle způsobu odvětrání komínových vložek se komíny rozdělují na:

- komíny se zadním větráním, kde je odvětrání spalin v případě netěsnosti přetlakové nebo vysokopřetlakové komínové vložky nebo odstraňování vlhkosti u difúzních komínů zajištěno odvětrávanou vzduchovou mezerou mezi komínovou vložkou a komínovým pláštěm s větráním souhlasném směru s proudícími spalinami (soproud);
- komíny se vzduchovým průduchem, kde je odvětrání spalin v případě netěsnosti přetlakové komínové vložky zajištěno soustředným vzduchovým průduchem, přivádějícím vzduch pro spalování v opačném směru s proudícími spalinami komínovým průduchem (protiproud) – toto uspořádání se používá pro přívod spalovacího vzduchu a odvodu spalin u spotřebičů v provedení C. [6]



Obrázek 9: Způsob odvětrání přetlakových a vysokopřetlakových komínových vložek [6]

A.6 Zásady navrhování komínů a kouřovodů s přirozeným tahem

A.6.1 Základní požadavky

Spalinová cesta musí být navržena a provedena tak, aby byl za každých provozních podmínek připojených spotřebičů paliv a místně obvyklých povětrnostních podmínek zajištěn bezpečný odvod spalin komínek nebo svislým kouřovodem ve funkci komínu nad střechu budovy a jejich rozptyl do volného ovzduší tak, aby nedošlo k jejich hromadění a nebyly překročeny přípustné koncentrace škodlivin v ovzduší ani v nejbližším okolí.

Musí být zajištěna požární bezpečnost všech prostorů, kterými spalinová cesta prochází. spalinová cesta nesmí snižovat účinnost spotřebičů. K zajištění bezpečného a bezporuchového odvodu spalin od spotřebičů je potřeba provést výpočty dle ČSN EN 13384-1 *Komíny – Tepelně technické a hydraulické výpočtové metody – Část 1: Samostatné komíny* nebo dle ČSN EN 13384-1 *Komíny – Tepelně technické a hydraulické výpočtové metody – Část 2: Společné komíny v závislosti, zda se*

bude jednat o spalínovou cestu od jednoho spotřebiče nebo o spalínové cesty pro více připojených spotřebičů v jednom podlaží nebo ve více podlažích nad sebou.

Pro dosažení požadovaného průtoku spalin se do spalínové cesty osazují regulační prvky pro škrcení, směšování, upravující tlakové poměry. [6]

A.6.2 Materiál komínu a kouřovodů

Jednovrstvé zděné komíny se navrhují z materiálů nehořlavých, s nasákavostí nejvýše 20 % měrné hmotnosti, odolných proti mrazu (části konstrukce komínů vystavené atmosférickým vlivům/v půdním prostoru), odolný proti účinkům spalin.

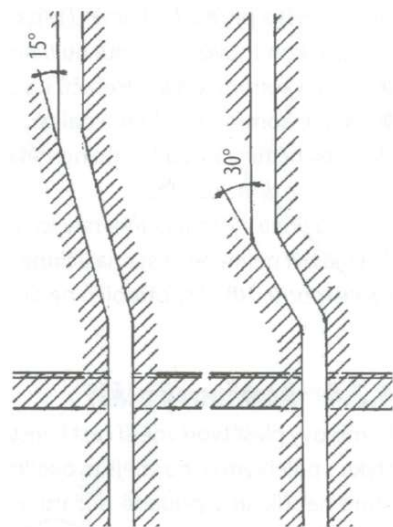
U vícevrstvých komínů musejí materiály odpovídat podmínkám materiálových norem (například ČSN EN 1856-1 *Komíny – Požadavky na kovové komíny – Část 1: Systémové komíny*). Stejně tak to platí pro dodatečně vložkované komíny (například ČSN EN 1856-2 *Komíny – Požadavky na kovové komíny – Část 2: Kovové vložky a kouřovody*) a pro individuálně stavěné komíny, kde lze použít komínové vložky a ostatní materiály certifikované pro komíny.

Izolační vrstvy vícevrstvých komínů je možné použít i materiály s nasákavostí větší než 20 % měrné hmotnosti, pokud budou chráněny proti navlhnutí. U komínů odolných proti vyhoření sazí musí mít izolační materiál bod tání vyšší než 1 000 °C. Doporučená tloušťka izolace je 40 mm. [6]

A.6.3 Komínové průduchy

Komínové průduchy musejí mít:

- po celé výšce neměnný průřez;
- svislý a přímý průběh – s maximální odchylkou od svislice 15°, u rekonstrukcí v odůvodněných případech 30°; u přetlakových komínů může být odklon až 45°;
- případně uhnutí musí být mimo stropní konstrukci;
- průřez má být kruhový nebo čtvercový, u obdélníku může být poměr stran 1:1,3, u rekonstrukcí 1:1,5;
- nejmenší hydraulický průměr (nejmenší světlý rozměr):
 - 100 mm pro odvod spalin od plynových spotřebičů,
 - 110 mm pro odvod spalin od spotřebičů na kapalná paliva,
 - 120 mm pro odvod spalin od spotřebičů na tuhá paliva, ale minimální plocha průduchu musí být 0,015 m² (u kruhového průřezu je to nejmenší průměr 140 mm).

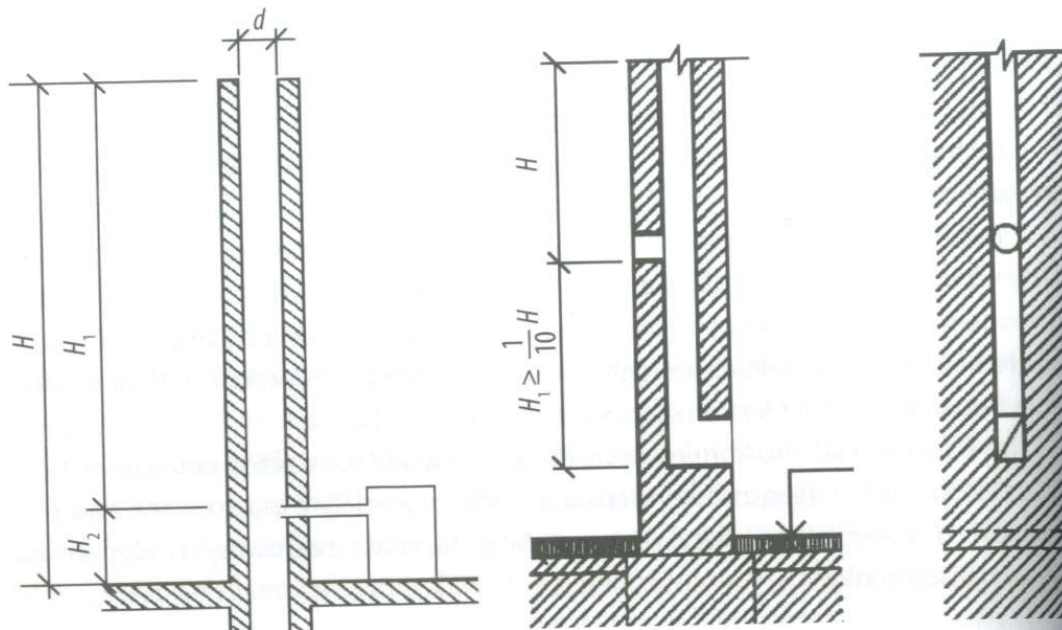


Obrázek 10: Uhýbání komínového průduchu [6]

Účinná výška průduchu komínu je dána tahovým nárokem spotřebiče paliv a velikostí průřezu komínového průduchu, ale musí být nejméně:

- 5 m u komínů od spotřebičů na pevná nebo kapalná paliva;
- 4 m u komínů na plynná paliva.

Největší účinná výška by ale neměla být větší než 185násobek světlosti průduchu ($H = 185 \times d$). Neúčinná výška u jednovrstvých i více vrstevných komínů pro spotřebiče na tuhá paliva má být nejméně desetina účinné výšky nebo desetina objemu průduchu v účinné výšce. U spotřebičů na dřevo se výška snižuje na dvacetinu účinné výšky. [6]



Obrázek 11: Výšky komínového průduchu [6]

A.6.4 Komínový plášť

Komínový plášť tvoří vnější část konstrukce komínu s funkcí nosnou, která přichází do styku s přilehlým nebo vnějším okolím. Komínový plášť může být opatřen opláštěním, které například zvýší požární odolnost nebo tepelný odpor komínu. Komínový plášť lze i opatřit obkladem.

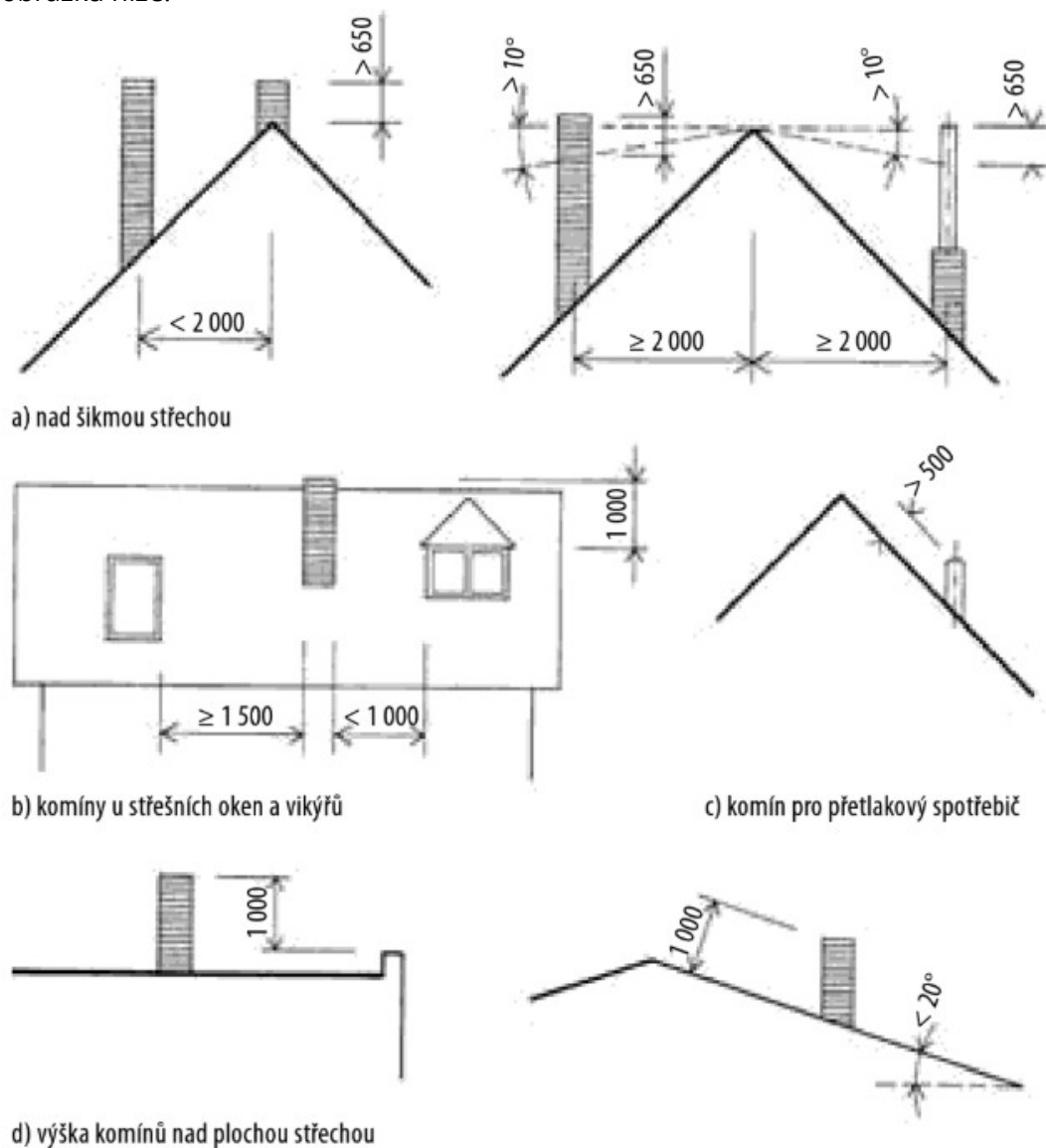
Materiál pláště komínu může být zděný, z keramických tvarovek, z prefabrikovaných dílců, z plechových trub.

Komín procházející vnitřním prostorem nebo konstrukcí budovy má být navržen tak, aby při běžném provozu byla nejvyšší povrchová teplota pláště maximálně 52 °C, u venkovních komínů tato podmínka platí do výšky 2,5 m komínu nad terénem. [6]

A.6.5 Vyústění komínu

Komíny vyústují tak vysoko nad nejbližší okolí, aby nenarušovaly životní prostředí, neznečisťovaly a neobtěžovaly okolí spaliny. Při provozu komínu má být vyloučen rušivý vliv okolních objektů na funkci komínu.

Nejmenší výšky a odstupy komínů od okolních objektů jsou uvedeny na obrázku níže.



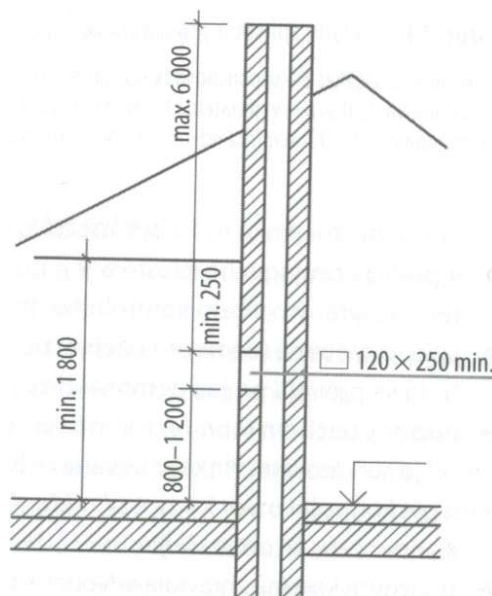
Obrázek 12: Výška vyústění komínu nad úroveň rovinou střechy [6]

Na ústí komínu lze montovat lapač jisker, jestliže lze předpokládat jejich úlet z komínu a mohly by způsobit požár v nejbližším okolí. Lapač jisker musí být přípustný pro kontrolu a čištění. Na ústí komínu se také montují regulátory účinku větru. Vliv větru na ústí komínu v jeho proměnnosti, rychlosti a směru je dlouhodobě znám a existuje celá řada úprav komínových hlavic. [6]

A.6.6 Otvory v komínu

Do komínového průduchu komínu mohou být provedeny pouze tyto otvory:

- Sopouchy pro připojení kouřovodů;
 - co nejkratší a přímé;
 - vzájemná vzdálenost mezi sopouchy nejméně 300 mm, pokud je úhel mezi sopouchy menší než 90°, jinak nejméně 900 mm;
- Vybírací otvory u komínů pro spotřebiče na tuhá paliva;
 - zřizují se v půdici komínových průduchů, obvykle v suterénu budovy,
 - velikost otvoru nejméně 120 x 180 mm;
 - nesmí být v místnostech, kde se manipuluje s hořlavinami nebo v bytových prostorech;
 - podlaha okolo otvoru do vzdálenosti nejméně 600 mm nehořlavá;
 - uzavíratelné těsnými dvojitými betonovými nebo kovovými dvířky;
- Vymetací otvory;
 - pro vymetání komínových průduchů na tuhá paliva;
 - zřizují se v půdních prostorech budovy, není-li přístup k ústí komínových průduchů z komínové lávky nebo z otvoru ve střeše komínu;
 - prostor musí být dobře přístupný (minimální přístupová výška 1 700 mm) a osvětlený;
 - velikost otvor nejméně 120 x 180 mm;
 - výška nad podlahou půdy 600 mm až 1 200 mm;
 - podlaha u otvoru musí být nehořlavá;
- Kontrolní otvory;
 - určeny pro kontrolu průduchů vícevrstevných komínů pro odvod spalin spotřebičů na kapalná a plynná paliva a pro kontrolu kondenzátních jímek;
 - kruhový průřez velikosti komínového průduchu do světlosti 200 mm, u větších rozměrů nejméně 200 mm;
 - umístění v půdním prostoru jako vymetací otvory nebo u kondenzátních jímek. [6]

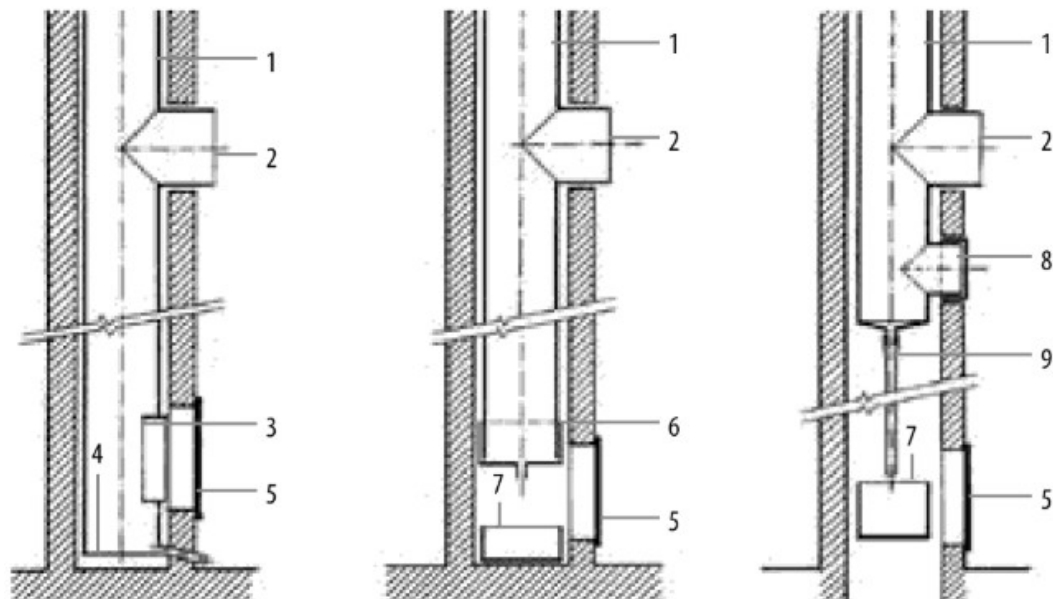


Obrázek 13: Vymetací otvor a přístupová cesta

A.6.7 Jímání kondenzátu spalin

Kondenzátní jímka se provádí u komínů pro spotřebiče na plynná paliva. Musí mít výšku nejméně 150 mm u průduchu do světlosti 150 mm a 250 mm u komínů větší velikosti. [6]

Kondenzátní jímka musí být kontrolovatelná a umísťuje se zpravidla takto:



a) kondenzátní jímka v půdici průduchu a její přímá kontrola kontrolním otvorem

b) odnímatelná kondenzátní jímka, kontrolovatelná za komínovými dvířky

c) kontrolní otvor kondenzátní jímky pod sopouchem

1 – komínová vložka; 2 – sopouchová tvarovka; 3 – kontrolní otvor; 4 – dno kondenzátní jímky; 5 – komínová dvířka; 6 – vyjímatelná kondenzátní jímka; 7 – nádobka na kondenzát; 8 – víčko kontrolního otvoru; 9 – hadička odvodu kondenzátů spalin

Obrázek 14: Způsoby provedení kondenzátních jímek [6]

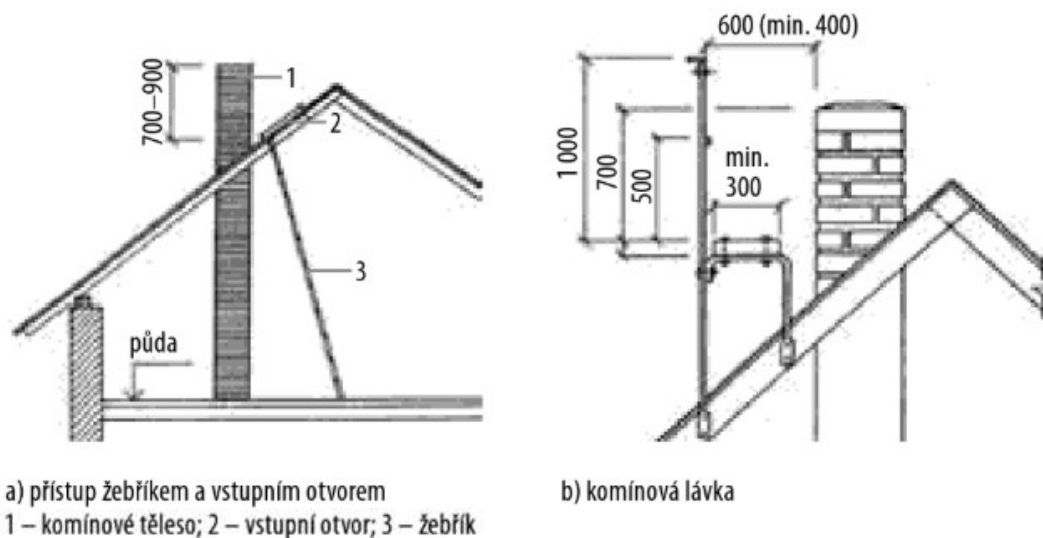
Kondenzáty se odstraňují:

- u suchých komínů zpravidla odvodem hadičkou do nádoby na shromažďování kondenzátu; volné vypouštění kondenzátu do půdice kombinovaného pláště se nepovoluje;
- u mokrých komínů přímo nebo přes neutralizační box do kondenzační nádoby nebo do kanalizace.

Výpustný otvor v kondenzátní jímce a hadičky pro odvodnění kondenzátů spalin musí mít průměr 15 až 40 mm (dle velikosti komínové vložky). [6]

A.6.8 Přístup k ústí komínového průduchu

Přístup pro kontrolu a čištění je zajištěn žebříkem a vstupním otvorem na střeše nebo komínovou lávkou. Provedení komínové lávky musí odpovídat ČSN 73 4201. [6]



Obrázek 15: Přístup k ústí komínového průduchu ke kontrole a čištění [6]

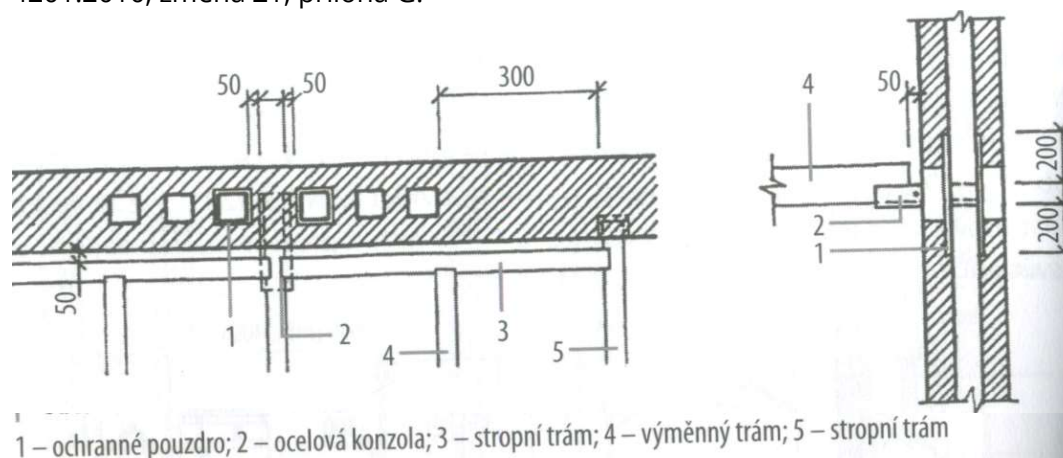
A.6.9 Hořlavé konstrukce v okolí komínu

V ČSN EN 1443 je stanoveno, že teplota hořlavých stavebních materiálů vyskytující se u komínu smí při teplotě prostředí $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ dosáhnout nejvýše $85\text{ }^{\circ}\text{C}$. To znamená, že například komínová vložka odvádějící spaliny od kondenzačních kotlů s nejvyšší teplotou $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ může být upevněna těsně na dřevěném obložení bytu.

U komínů odolných proti vyhoření sazí se tato vzdálenost prokazuje zkouškou při zkušební teplotě $1\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$, která je udržována po dobu 30 minut a teplota smí dosáhnout nejvýše $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

U systémových komínů se minimální vzdálenost stanoví zkouškou, u individuálních a vložkových komínů se tyto vzdálenosti obvykle stanoví výpočtem.

U jednovrstvých zděných komínů je možné použít ustanovení ČSN 73 4201:2010, změna Z1, příloha G.



Obrázek 16: Dřevěné konstrukce u komínů [6]

Norma ČSN EN 1443 stanoví podmínky na konstrukci komínu při průchodu komínové konstrukce požárními úseky z hlediska požadavků na odpovídající požární odolnost. [6]

A.7 Kouřovody

A.7.1 Kouřovody s připojením do komínu

Samostatné kouřovody odvádějí spaliny od jednoho spotřebiče. Obvykle se navrhují a provádějí z plechových trub kruhového průřezu. Materiály kouřovodů jsou uvedeny v *tabulkách A.3 a A.4* ČSN 73 4201:2010. Běžně se používá nerezová ocel. Lokální spotřebiče na pevná paliva se mohou připojovat kouřovodem z černého nebo smaltovaného plechu. Kouřovod musí být kontrolovatelný a čistitelný. Kouřovod má mít stoupání k sopouchu alespoň 5 % (3°) a má být co nejprímější, s malými pozvolnými změnami směru. Svislá část kouřovodu spotřebiče na plynná paliva v provedení B musí mít nad přerušovačem tahu délku nejméně 400 mm pod spodní líc vodorovné části kouřovodu.

Samostatné kouřovody od otevřených spotřebičů na plynná paliva s atmosférickými hořáky a přerušovači tahu (nejvýše čtyřmi) lze připojit do společného kouřovodu a do společného komínového průduchu.

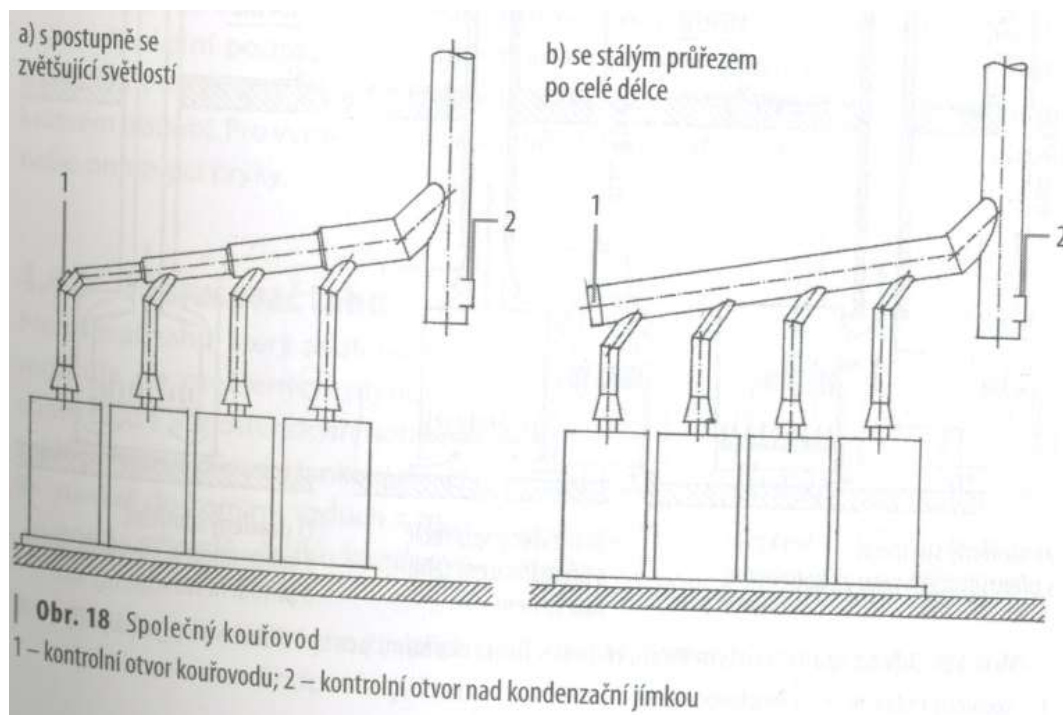
Kouřovody musejí být dobře kontrolovatelné a čistitelné. Nerozebíratelný kouřovod musí být opatřen dostatečným počtem čistících otvorů. Kouřovod delší než 3 m mají být tepelně izolovány.



Obrázek 17: Samostatný kouřovod. Svislá část nad přerušovačem tahu musí mít délku nejméně 400 mm [6]

Spotřebiče na plynná paliva v provedení B do 30 kW se mohou připojovat kouřovodem z pružné kovové hadice maximální délky 1,5 m. Kouřovod musí být zajištěn proti samovolnému uvolnění a nesmí být zakrytý.

Kouřovod pro teplotní třídu T100 až T160 musejí mít od hořlavých materiálů odstup nejméně 50 mm. U teplotní třídy T200 a vyšší musí tato vzdálenost odpovídat trojnásobku průměru kouřovodu, ale ne menší než 375 mm. Mezera musí být větraná vzduchem. U izolovaných kouřovodů se vzdálenost odvozuje výpočtem. [6]



Obrázek 18: Společný kouřovod [6]

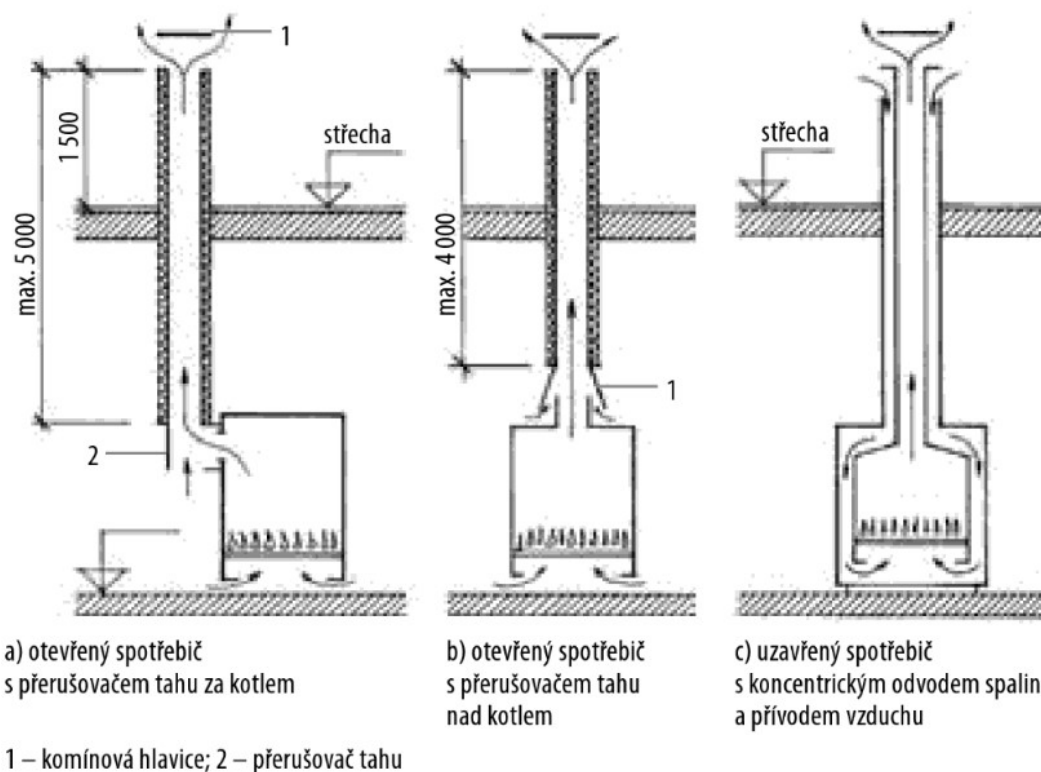
A.7.2 Kouřovody s funkcí komínu

V některých případech může být spalínová cesta nahrazena svislým kouřovodem, který plní funkci komínu. Svislý kouřovod nemá být odkloněný od svislice. Kouřovody s funkcí komínu se používají zejména pro odvod spalin od spotřebičů na plynná paliva v nejvyšších podlažích budovy (střešní kotelny). Podle provozu tlaku v kouřovodu je lze rozdělit na:

- kouřovody s funkcí komínu s přirozeným tahem, pro spotřebiče s atmosférickým hořákem a přerušovačem tahu;
- kouřovody s funkcí komínu s přetlakem, pro uzavřené spotřebiče v provedení turbo.

Pro výšku vyústění kouřovodu nad střechu platí shodné zásady jako pro vyústění komínů. U přetlakových spotřebičů může být výška nad střešní rovinou 500 mm (podrobněji ČSN 73 4201:2010). Z hlediska hydraulického je kouřovod s funkcí komínu výhodný tím, že odpadají místní tlakové ztráty v sopouchu a kouřovodu, které nejsou zanedbatelné u komínů s malou účinnou výškou.

V technický odůvodněných případech může být na svislý kouřovod napojen také uzavíratelný krb, který je konstrukčně přizpůsoben pro výběr popela a sazí. Svislý kouřovod nesmí být vyšší než 8 m, musí být vícevrstvý a kontrolovatelný a čistitelný vymetacím otvorem nebo ústím z komínové lávky. [6]



Obrázek 19: Odvod spalín svislým kouřovodem s funkcí komínu pro spotřebiče na plynná paliva [6]

A.10 Přetlakové komíny a kouřovody

Přetlakové komíny a kouřovody se navrhují a provádějí jako přetlakové v tlakové třídě P1 a P2 (označení 1 platí pro vnitřní komíny, označení 2 pro venkovní komíny), zkoušené na zkušební tlak 200 Pa, a vysokopřetlakové v tlakové třídě H1 a H2, zkoušené na zkušební přetlak 5 000 Pa. Přetlakové komíny P1 a P2 jsou navrhovány ke spotřebičům, které vytvářejí na spalínové cestě přetlak od přetlakových hořáků nebo spalínových ventilátorů. Tlakové komíny H1 a H2 jsou určeny většinou pro kogenerační jednotky.

Přetlak v komínu a kouřovodu vytváříme například proto, aby byl odvod spalín zajištěn i při nízkých teplotách spalín, a tím při nedostatečném komínovém tahu.

Přetlakový komín může být provozován při mokrému provozu (W) – při odvodu spalín od kondenzačních a některých nízkoteplotních spotřebičů -, nebo při suchém provozu (D), kdy teplota spalín je vyšší, než je teplota kondenzace spalín.

Většinou se používá přetlakový komín pro mokrý provoz (W). Komínová vložka, která vytváří komínový průduch u přetlakových komínů, musí být těsná z hlediska požadovaného přetlaku, odolná proti působení kondenzátu spalín a musí mít zařízení na jímání, popřípadě odvodu kondenzátů spalín. [6]

A.10.1 Všeobecné zásady

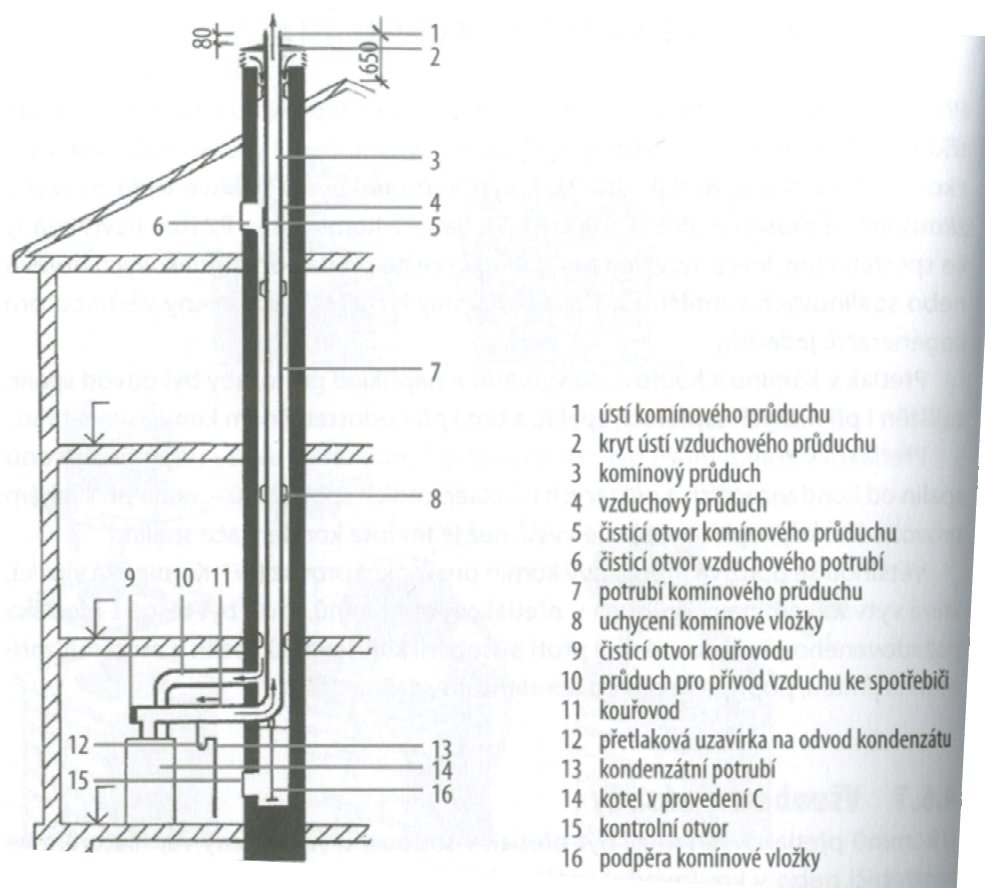
U komínů přetlakových musí být přetlak v sopouchu (vytvořený ventilátorem ve spotřebiči nebo v kouřovodu) větší než tlakové ztráty v komínovém průduchu a menší, než je mezní přetlak, pro který je komín zkoušen.

Na kouřovod a komínový průduch smí být připojen pevným a těsným spojem pouze jeden spotřebič. Spalinová cesta včetně spalinového hrdla spotřebiče, sopouchu a kontrolních otvorů musí být v provozním stavu těsná, aby nedocházelo k pronikání spalin pláštěm kouřové cesty.

Při odvodu spalin s přetlakem ve spalinovém hrdle a při použití přirozeného tahu i v části komínu musejí mít spaliny v kouřovém hrdle spotřebiče nejnižší teplotu 40 °C. V zimním období nesmí povrchová teplota průduchu v ústí komínu klesnout pod +1 °C. [6]

A.10.2 Komínový průduch a kouřovod

Komínový průduch musí mít po celé výšce komínu stejný průřez. Nejmenší dovolený rozměr komínového průduchu přetlakového komínu je 80 mm. Výrobce může v odůvodněných případech doporučit i menší rozměr, který ale nesmí klesnout pod 60 mm. [6]



Obrázek 20: Příklad přetlakového komínu vedeného vnitřkem budovy od spotřebiče v provedení C [6]

A.10.3 Vzduchový průduch

Vzduchový průduch slouží pro přívod vzduchu ke spotřebiči. Výjimečně zajišťuje případný odvod spalin do ovzduší při vzniklé netěsnosti přetlakové části komínového průduchu. Vzduchový průduch má mít průřez nejméně 100 cm² a vzdálenost mezi vnitřním povrchem komínového pláště a vnějším lícem potrubí komínového průduchu nebo tepelné izolace má být 30 mm. [6]

A.10.4 Vyústění komínu

Pro vyústění průduchů komínů nad střechu platí stejné podmínky, jaké uvádí kapitola A.6.5. U přetlakových komínů, kde je doloženo, že spaliny v ústí komínu jsou odváděny přetlakem, může být výška nad rovinou střechy snížena až na 500 mm. V oblastech s výskytem sněhu v zimním období musí být výška vyústění upravena podle místních podmínek. Vzduchový průduch musí být vyústěn pod ústím komínového průduchu, nejlépe do stran, aby nedocházelo k pronikání spalin do vzduchového průduchu. [6]

A.10.5 Kontrolní otvory

Komínový průduch, vzduchový průduch a kouřovod se musejí kontrolovat a čistit. Čištění a kontrola se provádějí z kontrolních otvorů. Veškeré otvory do komínového průduchu sloužící ke kontrole a čištění musejí být těsné a zajištěné proti přetlaku. [6]

A.11 Společné komíny

Společné komíny se navrhují a provádějí v bytových domech, kde jsou vytápění bytů nebo ohřev teplé vody zajišťovány samostatně v každé bytové jednotce. Společné komíny umožňují napojení většího počtu spotřebičů na plynné palivo z několika podlaží nad sebou do společného komínu pro více podlaží. Tím se snižují náklady na vybudování spalinové cesty a omezuje se prostor pro konstrukci komínů.

Společné komíny se používají pro připojování spotřebičů na plynná paliva s jmenovitým výkonem do 30 kW. V ČSN 73 4201:2010 jsou uvedeny čtyři možné způsoby řešení společných komínů pro více podlaží:

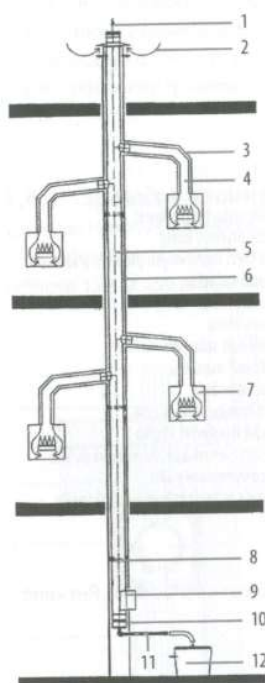
- otevřené spotřebiče na plynná paliva připojené do společného komínu pro více podlaží s přirozeným tahem v tlakové třídě N1, N2;
- otevřené spotřebiče na plynná paliva připojené do společného komínu pro více podlaží s umělým komínovým tahem – komín v tlakové třídě N1, N2;
- uzavřené spotřebiče na plynná paliva připojené do společného komínu pro více podlaží s přirozeným tahem v tlakové třídě N1, N2;
- uzavřené spotřebiče na plynná paliva připojené do společného komínu pro více podlaží s umělým komínovým tahem – komín v tlakové třídě N1, N2. [6]

A.11.1 Společné komíny pro spotřebiče s uzavřeným spalovacím prostorem (v provedení C) připojeného do společného, podtlakového komínu pro více podlaží v tlakové třídě N1, N2

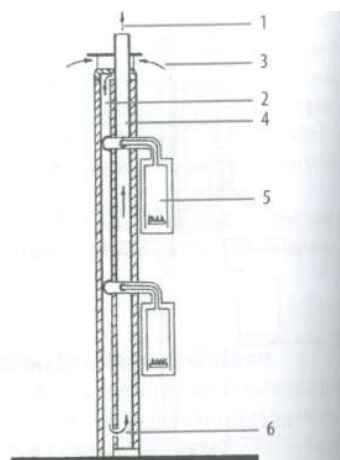
Tato varianta řešení je nejpoužívanější. Uzavřené spotřebiče nasávají vzduch pro spalování mimo prostor svého umístění. To je výhodné tam, kde se ve snaze o snížení ztráty tepla větráním používají utěsněná okna a dveře. Přívod vzduchu a odvod spalin může být v koncentrickém uspořádání nebo s paralelním přívodem vzduchu a odvodem spalin nebo se samotným přívodem vzduchu do spotřebičů z fasády či ze světlíku.

Do společného komínu může být připojeno nejvýše deset spotřebičů v podlažích nad sebou tak, že v jednom podlaží mohou být připojeny nejvýše čtyři spotřebiče. Jmenovitý výkon nesmí překročit 30 kW, současně nesmí být největší jmenovitý výkon spotřebiče vyšší než dvojnásobek výkonu nejmenšího spotřebiče. Kouřovody a vzduchová potrubí musejí být v sopouchu a ve spalinovém hrdle spotřebiče upevněny vzduchotěsně. [6]

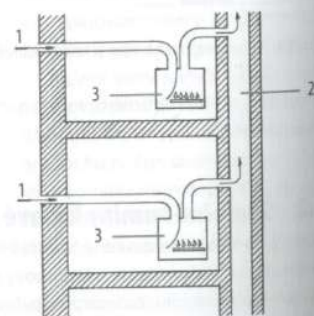
Společné kovové komíny mohou mít vzduchový průduch oddělený (obr. 66), nebo může být vzduch pro uzavřené spotřebiče přisáván z fasády budovy (obr. 67).



Obr. 65 Společné kovové komíny s koncentrickým přívodem vzduchu
1 – vývod spalin; 2 – přívod vzduchu; 3 – přívod vzduchu v kouřovodu; 4 – průduch kouřovodu; 5 – průduch komínu; 6 – vzduchový průduch; 7 – uzavřený spotřebič paliv; 8 – kotvení spona; 9 – kontrolní otvor; 10 – kondenzátní jímka; 11 – odvod kondenzátů spalin; 12 – neutralizační box



Obr. 66 Společný komín s odděleným vzduchovým průduchem
1 – odvod spalin; 2 – vzduchový průduch; 3 – otvory pro nasávání vzduchu; 4 – průduch komínu; 5 – uzavřený spotřebič paliv; 6 – propojovací otvor vzduchového a komínového průduchu



Obr. 67 Samostatný přívod vzduchu z venkovního prostoru
1 – samostatný přívod vzduchu; 2 – uzavřený spotřebič paliv; 3 – průduch společného komínu

Obrázek 21: Společné komíny [6]

A.12 Přívod vzduchu ke spotřebičům paliv

Otevřené spotřebiče paliv potřebují ke svému provozu dostatek vzduchu pro spalování. Podmínka dostatečného přívodu vzduchu pro spalování je splněna, jestliže je do místnosti zajištěn objemový průtok vzduchu alespoň $1,6 \text{ m}^3/\text{h}$ na 1 kW jmenovitého tepelného příkonu. Tato skutečnost se mnohdy nedoceňuje a nedostatečný přívod vzduchu do prostoru s kotlem bývá příčinou toho, že kotel zhasíná. Problém s nedostatečným přívodem vzduchu bývá obvykle v rodinných domech a bytech s utěsněnými okny a dveřmi. Platí to i pro utěsněné otvory v koupelnách s plynovým průtokovým ohřívačem vody. U kotlů, které nemají pojistku proti zpětnému tahu, může způsobit nedostatečný přívod vzduchu ke spotřebiči i smrt uživatele spotřebiče, například při koupání poté, co trvale zapnutý průtokový ohřívač vody zcela spotřebuje kyslík. Nezanedbatelným problémem je nucené větrání jiných místností, například odtahovým ventilátorem na WC nebo digestoří nad kuchyňským sporákem. Nuceným odvětráváním jiných místností může dojít k obrácenému tahu komínu a spaliny mohou být přetaženy do prostoru bytu.

Z hlediska polohy přívodu vzduchu pro spalování můžeme otevřené spotřebiče zjednodušeně rozdělit následovně:

Spotřebiče s atmosférickým hořákem (spalováním)

Spotřebiče jsou konstruovány pro přirozený přívod vzduchu, který si pro spalování přisávají vzlakem spalin a následně tahem komínu. Plynové spotřebiče s atmosférickým hořákem mají přerušovač tahu, kterým se vyrovná komínový tah.

Atmosférické spotřebiče na tuhá paliva nemají přerušovač tahu a jejich výkon se reguluje přivíráním vzduchu do spotřebiče nebo spalinovou klapkou nejčastěji na spalinovém hrdle spotřebiče.

Nasávání vzduchu pro spotřebiče s atmosférickým hořákem je zajišťováno komínovým tahem. Pro spalování je třeba, aby byl přívod vzduchu vyústěn pod spotřebičem (například nad podlahou) nebo v úrovni hořáku.

Výhodným řešením přívodu vzduchu například pro uzavíratelné krby jsou vodorovné vzduchové kanály vedené z fasády budovy pod rošt kotle. Podobným řešením mohou být ventilační šachty univerzálních keramických komínů s vertikálním přívodem vzduchu z vnějšího prostředí.

Spotřebiče s přetlakovým hořákem (spalováním)

Pro spotřebiče s přetlakovým hořákem je nasávání spalovacího vzduchu zajištěno ventilátorem hořáku. Proto je nutné zajistit pouze přívod vzduchu do místnosti. Poloha přívodu vzduchu může být libovolná, třeba pod stropem místnosti. [6]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B. CALCULATION PART

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marek Jára

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN TOPIČ, Ph.D.

BRNO 2020

B.1 Analýza objektu

Zadaným objektem je novostavba bytového domu a rekonstrukce dvorního objektu. Bytový dům se nachází ve městě Brně v Jihomoravském kraji. Bytový dům se skládá ze devíti nadzemních podlaží a dvorní objekt ze dvou nadzemních pater. Střešní konstrukce bytového domu je plochá vegetační a střešní konstrukce dvorního objektu je šikmá a plochá. Venkovní výpočtová teplota je stanovena s ohledem na nadmořskou výšku (0,000 = 208,350 m n.m.) a klimatickou oblast 2 dle ČSN EN 12 831 a ČSN 06 0210 na $\theta_e = -12^{\circ}\text{C}$.

Bytový dům poskytuje 23 bytů, přičemž byt v 8. nadzemním podlaží je mezonetový a zabírá cele 8. a 9. nadzemní podlaží, dvorní objekt obsahuje 2 byty, dohromady tedy 25 bytů. Součástí bytového domu jsou parkovací stání pro 15 osobních vozidel v 1. nadzemním podlaží a osobní výtah. Novostavba bytového domu a stávající dvorní objekt jsou spolu propojeny v 1. nadzemním podlaží, kde se nacházejí parkovací stání a vstup do objektu.

Z tepelně technického hlediska je bytový dům tvořen kombinací broušených keramických bloků, betonových tvarovek a ztužujících železobetonových jader a stěn. Svislé obvodové konstrukce jsou tvořeny převážně z broušených keramických bloků značky HELUZ s dodatečným kontaktním zateplovacím systémem. Svislé obvodové konstrukce stávajícího dvorního objektu jsou z cihel plných pálených s dodatečným kontaktním zateplovacím systémem. Střešní konstrukce bytového domu je vegetační plochá s klasickou skladbou pro tyto střešní konstrukce. Střešní konstrukce stávajícího dvorního objektu je nad částí objektu šikmá se zateplením v šikmé ploše a nad částí objektu je střešní konstrukce plochá se spádovými klíny z tepelné izolace. Vnější výplně otvorů jsou hliníkové s izolačním trojsklem. Navrhované konstrukce splňují minimálně požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dané normou ČSN 74 0540-2 *Tepelná ochrana budov*. Jednotlivé skladby a hodnoty součinitele prostupu tepla U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$] viz kapitola B.2.2.6 *Sklady konstrukcí a hodnocení součinitele prostupu tepla*.

V objektu je navržena teplovodní dvoutrubková soustava s nuceným oběhem topné vody a měřiči tepla pro každý byt s dálkovým odečtem a uzavíracím elektroventilem. Otopné plochy budou tvořeny ocelovými deskovými tělesy a otopnými koupelnovými trubkovými tělesy značky KORADO, podlahovými konvektory značky ISAN. Otopnou plochu mezonetu bude tvořit teplovodní podlahové vytápění a koupelny budou doplněny o koupelnová otopná tělesa. Větrání místností je přirozené s potřebnou minimální hygienickou výměnou vzduchu nebo v případě hygienických zázemí bez okenních otvorů nuceným podtlakovým větráním. Zdrojem tepla budou kaskádově zapojené plynové kondenzační kotle pro pokrytí tepelného výkonu na vytápění a ohřev teplé vody.

B.2 Výpočet tepelného výkonu

B.2.1 Návrhové výpočtové hodnoty pro vnitřní a vnější prostředí

Vnitřní návrhové teploty jsou zvoleny dle normy ČSN EN 12831, doporučené hodnoty vlhkosti vzduchu vnitřních prostor dle ČSN 06 0210.

Prostory	t_i [°C]	φ_i [%]
Obytné prostory	21	60
(Poznámka: Obytné prostory jsou navýšeny o 1K z důvodu zajištění komfortu v prostoru)		
Koupelny	24	90
Kuchyně	21	60
(Poznámka: Kuchyňské prostory jsou navýšeny o 1K z důvodu zajištění komfortu v prostoru)		
Hlavní schodiště	15	60
Vytápěné vedlejší místnosti	15–18	60

- Venkovní výpočtová teplota t_e [°C] je stanovena na -12 °C

B.2.2 Součinitel prostupu tepla

K vypočítání celkového součinitele prostupu tepla U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] postupujeme dle normy ČSN 73 0540. Tento výpočet se skládá z postupného vyčíslení a stanovení hodnoty celkového odporu prostupu tepla R_T [m².K.W⁻¹], součinitele prostupu tepla; U -hodnota [W.m⁻².K⁻¹], průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi budovy s důsledně optimalizovanými tepelnými vazbami dle ČSN 730540-4 $\Delta U_{tbk,j}$ [W.m⁻².K⁻¹].

B.2.2.1 Tepelný odpor konstrukce při prostupu tepla R_T [m².K.W⁻¹]

Odpor konstrukce při prostupu tepla (*heat transfer resistance of the structure*) R_T [m².K.W⁻¹] je úhrnný tepelný odpor bránící výměně tepla mezi prostředími oddělenými od sebe stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, je definován vztahem:

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} \quad [\text{m}^2.\text{K}.\text{W}^{-1}]$$

kde	R_{si} je	odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	[m ² .K.W ⁻¹];
	R	odpor konstrukce	[m ² .K.W ⁻¹];
	R_{se}	odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce	[m ² .K.W ⁻¹].
			[1][4]

Tabulka 1: Tepelné odpory při přestupu tepla na vnitřní a vnější straně konstrukce [3]

Tepelné odpory při přestupu tepla dle ČSN 73 0540-3			
Povrch	Účel výpočtu	Konstrukce / povrch	Tepelný odpor při přestupu tepla R_{se} a R_{si} [$m^2.K.W^{-1}$]
vnější zemina	součtové prostupy tepla, povrchové teploty	jednoplášťová	0,04
		dvouplášťová	0,04
		styk se zeminou	0,00
vnitřní	součinitel prostupu tepla, tepelné toky	stěna (horizontální tepelná tok)	0,13
		střeška (tepelný tok vzhůru)	0,10
		podlaha (tepelná tok dolů)	0,17

Tepelný odpor vrstvy; tepelný odpor konstrukce R [$m^2.K.W^{-1}$] je tepelně izolační vlastnost vrstvy materiálu, popř. nestejnorodé vrstvy materiálu, popř. stavební konstrukce dané tloušťky, je definován vztahem:

$$R = \frac{1}{L} \quad [m^2.K.W^{-1}]$$

kde L je plošná tepelná propustnost.

Je-li známá hodnota součinitele tepelné vodivosti vrstvy materiálu a je-li konstantní, povrchy kolmé na tepelný směr tepelného toku jsou vzájemně rovnoběžné (planparalelní vrstva) a vrstvou tak proudí rovnoměrný tepelný tok, je tepelný odpor definován vztahem:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad [m^2.K.W^{-1}]$$

kde d je tloušťka vrstvy; tloušťka vrstvy v konstrukci [$m^2.K.W^{-1}$];
 λ součinitel tepelné vodivosti [$W.m^{-1}.K^{-1}$].
 [1]

B.2.2.2 Součinitel prostupu tepla; U-hodnota [$W.m^{-2}.K^{-1}$]

Součinitel prostupu tepla; U-hodnota (transmission heat loss coefficient; heat thermal stransmittance value; U-value) U_T ; U [$W.m^{-2}.K^{-1}$] je celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, zahrnuje vliv všech tepelných mostů včetně vlivu prostupujících hmoždinek a kotev, které jsou součástí konstrukce, je definováno vztahem:

$$U_T = \frac{1}{R_T} = \frac{\Phi}{(\theta_1 - \theta_2) \cdot A} \quad [m^2.K.W^{-1}]$$

kde R_T je odpor konstrukce při prostupu tepla (z prostředí do prostředí) [$m^2.K.W^{-1}$].
 [1]

B.2.2.3 Celkový součinitel prostupu tepla; celková U-hodnota [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]

Celkový součinitel prostupu tepla; celková U -hodnota (total transmission heat loss coefficient; total heat thermal transmittance value; total U -value) U_c [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$] je součinitel prostupu tepla konstrukce zahrnující vlivy pod 4.3.30 (viz ČSN 73 0540-1) a dále vlivy vzduchové vrstvy, popř. vliv přímého styku tepelné izolace se srážkovou vodou. Součinitel prostupu tepla takové konstrukce se musí stanovit způsobem zahrnujícím uvedené vlivy, je definován vztahem:

$$U_c = U_T + \Delta U \quad [\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}]$$

kde U_T je součinitel prostupu tepla, bez vlivu tepelných vazeb [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$];
 ΔU celkové zvýšení součinitele prostupu vlivem vzduchové mezery a netěsnosti a mezery v tepelných izolacích, vlivem srážkové vody zatékající do vrstvy tepelné izolace ve střeších s obráceným pořadím vrstev [1]

B.2.2.4 Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce U_{kc} [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]

Součinitel prostupu tepla zabudované konstrukce (transmission heat loss inbuld coefficient) U_{kc} [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$] je součinitel prostupu tepla podle 4.3.31 a 4.3.32 (viz ČSN 73 0540-1), zvýšený o vliv tepelných vazeb mezi hodnocenou konstrukcí a jednotlivými konstrukcemi navazujícími, je definován vztahem:

$$U_{kc} = U_c + \Delta U_{tb} \quad [\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}]$$

kde U_c je celkový součinitel prostupu tepla [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$];
 ΔU_{tb} celkové zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem tepelných vazeb mezi hodnocenou konstrukcí a jednotlivými navazujícími konstrukcemi [$\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$].
[1]

Pro konstrukce se shodným počtem zastoupením tepelných mostů lze obdobně zpracovat katalog hodnot $\sum \Delta U_{tbk, j}$, který lze využívat pro přibližné výpočty ze vztahu (B.1). Obvykle platí [4]:

Tabulka 2: Zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem tepelných mostů dle ČSN 73 0540-4 [4]

Zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem tepelných mostů dle ČSN 73 0540-4	
– konstrukce téměř bez tepelných mostů (úspěšně optimalizované řešení)	$\sum \Delta U_{tbk, j} \approx 0,02 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
– konstrukce s mírnými tepelnými mosty (typové či opakované řešení)	$\sum \Delta U_{tbk, j} \approx 0,05 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
– konstrukce s běžnými tepelnými mosty (dříve standardní řešení)	$\sum \Delta U_{tbk, j} \approx 0,10 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
– konstrukce s výraznými tepelnými mosty (zanedbané řešení)	$\sum \Delta U_{tbk, j} \approx 0,15 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ a více

B.2.2.5 Hodnocení součinitel prostupu tepla

Pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_m v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty platí, že konstrukce vytápěných budov musí být součinitel prostupu tepla U , ve $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_{N,20} \quad [\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}]$$

kde $U_{N,20}$ je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla $[\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}]$.

Přičemž konstrukce vytápěných budov mohou splňovat lepší podmínky hodnoty součinitele přestupu tepla a mít tím lepší tepelně technické vlastnosti. Musí splňovat podmínku:

$$U \leq U_{rec,20} \quad [\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}]$$

$$U \leq U_{pas,20} \quad [\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}]$$

kde $U_{rec,20}$ je doporučená hodnota součinitele prostupu tepla $[\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}]$;
 $U_{pas,20}$ doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní domy $[\text{m}^2.\text{K.W}^{-1}]$.
 [2]

B.2.2.6 Skladby konstrukcí a hodnocení součinitele prostupu tepla

1. SO – Stěny ochlazované

$$R_i = d / \lambda \text{ [m}^2\text{.K.W}^{-1}\text{]}$$

$$R = \sum R_i \text{ [m}^2\text{.K.W}^{-1}\text{]}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\text{.K.W}^{-1}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\text{.K.W}^{-1}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} \text{ [m}^2\text{.K.W}^{-1}\text{]}$$

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

$\Delta U_{tbk,j} \approx 0,02 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1} \Rightarrow$ průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi budovy s důsledně optimalizovanými teplenými vazbami dle ČSN 730540-4

NORMOVÉ HODNOTY

Požadované $\rightarrow U_{N,20} = 0,30 \geq U \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$

Doporučené $\rightarrow U_{rec,20} = 0,25 \geq U \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$

Pasivní $\rightarrow U_{pas,20} = 0,18 \geq U \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

$$U_{kc} = U_T + \Delta U_{tbk,j} \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

SO 01 - Obvodové svislé zdivo			
Název vrstvy	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W.m}^{-1}\text{.K}^{-1}\text{]}$	$R_i \text{ [m}^2\text{.K.W}^{-1}\text{]}$
Kontaktní zateplovací systém na bázi minerálních vláken	0,15	0,036	4,167
Lepidlo nebo lepicí pěna	-	-	-
Zdivo z broušených cihel Heluz AKU	0,2	1,120	0,179
Vnitřní omítka	-	-	-
SUMA			4,345

$$R_T \text{ [m}^2\text{.K.W}^{-1}\text{]}$$

4,515

$$U_T \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

0,22

$$U_{kc} \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

0,24

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
VYHOVÍ

$U_{rec,20}$
VYHOVÍ

$U_{pas,20}$
NEVYHOVÍ

SO 02 - Obvodové svislé zdivo			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Kontaktní zateplovací systém na bázi minerálních vláken	0,15	0,036	4,167
Lepidlo nebo lepicí pěna	-	-	-
Zdivo z broušených cihel Heluz UNI	0,3	0,620	0,484
Vnitřní omítka	-	-	-
SUMA			4,651

R_T [m².K.W⁻¹] 4,821

U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,21

U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,23**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
VYHOVÍ

$U_{rec,20}$
VYHOVÍ

$U_{pas,20}$
NEVYHOVÍ

SO 03 - Obvodové svislé zdivo			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Kontaktní zateplovací systém na bázi minerálních vláken	0,15	0,036	4,167
Lepidlo nebo lepicí pěna	-	-	-
Zdivo z cihel plných pálených	0,3	0,800	0,375
Vnitřní omítka	-	-	-
SUMA			4,542

R_T [m².K.W⁻¹] 4,712

U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,21

U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,23**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
VYHOVÍ

$U_{rec,20}$
VYHOVÍ

$U_{pas,20}$
NEVYHOVÍ

SO 04 - Obvodové svislé zdivo			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Kontaktní zateplovací systém na bázi minerálních vláken	0,15	0,036	4,167
Lepidlo nebo lepicí pěna	-	-	-
Železobeton	0,2	1,580	0,127
SUMA			4,293

R_T [m².K.W⁻¹] 4,463

U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,22

U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,24**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
VYHOVÍ

$U_{rec,20}$
VYHOVÍ

$U_{pas,20}$
NEVYHOVÍ

SO 05 - Obvodové svislé zdivo			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Železobeton	0,3	1,580	0,190
Vnitřní omítka	-	-	-
SUMA			0,190

R_T [m².K.W⁻¹] 0,360
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 2,78
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **2,80**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ NEVYHOVÍ $U_{rec,20}$ NEVYHOVÍ $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

SO 06 - Obvodové svislé zdivo W			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Kontaktní zateplovací systém na bázi minerálních vláken	0,15	0,036	4,167
Lepidlo nebo lepicí pěna	-	-	-
Betonové tvarovky zalité betonem a vyztužené	0,2	1,580	0,127
SUMA			4,293

R_T [m².K.W⁻¹] 4,423
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,23
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,25**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ VYHOVÍ $U_{rec,20}$ VYHOVÍ $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

2. PDL – Podlahy

2.1 PDL (Z) – Podlahy na zemině

$$R_i = d / \lambda \text{ [m}^2\text{.K.W}^{-1}\text{]}$$

$$R = \sum R_i \text{ [m}^2\text{.K.W}^{-1}\text{]}$$

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{.K.W}^{-1}$$

$$R_{se} = 0,00 \text{ m}^2\text{.K.W}^{-1}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} \text{ [m}^2\text{.K.W}^{-1}\text{]}$$

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

$\Delta U_{tbk,j} \approx 0,02 \text{ W.m}^{-2}\text{.K}^{-1} \Rightarrow$ průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi budovy s důsledně optimalizovanými tepelnými vazbami dle ČSN 730540-4

NORMOVÉ HODNOTY

Požadované $\rightarrow U_{N,20} = 0,45 \geq U \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$

Doporučené $\rightarrow U_{rec,20} = 0,30 \geq U \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$

Pasivní $\rightarrow U_{pas,20} = 0,22 \geq U \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

$$U_{kc} = U_T + \Delta U_{tbk,j} \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

PDL 01 - Podlaha na zemině F 21			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Vodotěsný polyuretanový nátěr	-	-	-
Penetrační a vyrovnávací vrstva	0,04	1,200	0,033
Hydroizolace A400 H	-	-	-
Izolační desky EPS 1005	0,1	0,036	2,778
Hydroizolace 2x + ALP	-	-	-
Litá základová deska z železobetonu B 30	0,3	1,580	0,190
Rostlý terén	-	-	-
SUMA			3,001

$$R_T \text{ [m}^2\text{.K.W}^{-1}\text{]}$$

3,171

$$U_T \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

0,32

$$U_{kc} \text{ [W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{]}$$

0,34

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
VYHOVÍ

$U_{rec,20}$
NEVYHOVÍ

$U_{pas,20}$
NEVYHOVÍ

2.3 PDL (VYT) - Podlahy mezi vytápěnými prostory

$$R_i = d / \lambda \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$R = \sum R_i \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

$$R_{se} = 0,10 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

$\Delta U_{tbk,j} \approx 0,02 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} \Rightarrow$ průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi budovy s důsledně optimalizovanými teplenými vazbami dle ČSN 730540-4

NORMOVÉ HODNOTY

Požadované $\rightarrow U_{N,20} = 0,45 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

Doporučené $\rightarrow U_{rec,20} = 0,3 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

Pasivní $\rightarrow U_{pas,20} = 0,22 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

$$U_{kc} = U_T + \Delta U_{tbk,j} \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

PDL 02 - Podlaha mezi patry F 3			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	R_i [m ² ·K·W ⁻¹]
Plovoucí laminátová skládaná podlaha	0,008	0,090	0,089
Lepidlo	0,001	1,200	0,001
Samonivelační cementová stěrková vrstva pevnosti 30 MPa	0,002	1,200	0,002
Penetrace	-	-	-
Cementový potěr tř. F5 podle ČSN EN 13813, vyztužený armovací sítí 100/100/6 mm	0,044	1,200	0,037
PE fólie	-	-	-
Izolace proti kročejovému hluku (Isover T-N 2,5)	0,025	0,039	0,641
ŽB deska	0,22	1,580	0,139
Omítka	0,02	0,340	0,059
SUMA			0,967

$$R_T \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

1,237

$$U_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

0,81

$$U_{kc} \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

0,83

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
NEVYHOVÍ

$U_{rec,20}$
NEVYHOVÍ

$U_{pas,20}$
NEVYHOVÍ

PDL 03 - Podlaha mezi patry F 4			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Keramická dlažba	0,009	1,010	0,009
Flexibilní lepidlo	0,002	1,200	0,002
Hydroizolační stěrková pružná hmota	0,002	0,035	0,057
Penetrace	-	-	-
Cementový potěr tř. F5 podle ČSN EN 13813, vyztužený armovací sítí 100/100/6 mm	0,044	1,200	0,037
PE fólie	-	-	-
Izolace proti kročejovému hluku (Isover T-N 2,5)	0,025	0,039	0,641
ŽB deska	0,22	1,580	0,139
Omítka	0,02	0,340	0,059
SUMA			0,943

R_T [m².K.W⁻¹] 1,213
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,82
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,84**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
 NEVYHOVÍ

$U_{rec,20}$
 NEVYHOVÍ

$U_{pas,20}$
 NEVYHOVÍ

PDL 04 - Podlaha mezi patry F 5			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Vinylový povlak	0,003	0,190	0,016
Lepidlo	0,045	1,200	0,038
Samonivelační cementová stěrková vrstva pevnosti 30 MPa	0,002	1,200	0,002
Penetrace	-	-	-
Cementový potěr tř. F5 podle ČSN EN 13813, vyztužený armovací sítí 100/100/6 mm	0,044	1,200	0,037
PE fólie	-	-	-
Izolace proti kročejovému hluku (Isover T-N 2,5)	0,025	0,039	0,641
ŽB deska	0,22	1,580	0,139
Omítka	0,02	0,340	0,059
SUMA			0,931

R_T [m².K.W⁻¹] 1,201
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,83
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,85**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
 NEVYHOVÍ

$U_{rec,20}$
 NEVYHOVÍ

$U_{pas,20}$
 NEVYHOVÍ

2.3 PDL (TEMP) – Podlahy nad temperovanými prostory

$$R_i = d / \lambda \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$R = \sum R_i \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

$$R_{se} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

$\Delta U_{tbk,j} \approx 0,02 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} \Rightarrow$ průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi budov s důsledně optimalizovanými tepelnými vazbami dle ČSN 730540-4

NORMOVÉ HODNOTY

Požadované $\rightarrow U_{N,20} = 0,45 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

Doporučené $\rightarrow U_{rec,20} = 0,3 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

Pasivní $\rightarrow U_{pas,20} = 0,22 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

$$U_{kc} = U_T + \Delta U_{tbk,j} \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

PDL 05 - Podlaha nad komunikačními prostory F1			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W·m ⁻¹ ·K ⁻¹]	R_i [m ² ·K·W ⁻¹]
Keramická dlažba	0,009	1,010	0,009
Flexibilní lepidlo	0,002	1,200	0,002
Penetrace	-	-	-
Cementový potěr tř. F5 podle ČSN EN 13813, vyztužený armovací sítí 100/100/6 mm	0,044	1,200	0,037
PE fólie	-	-	-
Izolace proti kročejovému hluku (Isover T-N 2,5)	0,025	0,039	0,641
ŽB deska	0,22	1,580	0,139
Omítka	0,02	0,340	0,059
SUMA			0,886

$$R_T \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

1,226

$$U_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

0,82

$$U_{kc} \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

0,84

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
NEVYHOVÍ

$U_{rec,20}$
NEVYHOVÍ

$U_{pas,20}$
NEVYHOVÍ

3. SCH – Střechy

$$R_i = d / \lambda \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$R = \sum R_i \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

$\Delta U_{tbk,j} \approx 0,02 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} \Rightarrow$ průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi budovy s důsledně optimalizovanými tepelnými vazbami dle ČSN 730540-4

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

$$U_{kc} = U_T + \Delta U_{tbk,j} \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

NORMOVÉ HODNOTY

Požadované $\rightarrow U_{N,20} = 0,24 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

Doporučené $\rightarrow U_{rec,20} = 0,16 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

Pasivní $\rightarrow U_{pas,20} = 0,15 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

SCH 01 - Střecha S 1 (bytový dům)			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Vegetace	-	-	-
Vegetační substrát; obj. hmotnost 800 kg/m ³	0,1	-	-
filtrační vrstva – geotextilie z polymeru	-	-	-
Drenážní vrstva – štěrk frakce 16-32 mm; obj. hmotnost 1600 kg/m ³	0,1	-	-
Ochranná vrstva proti prorůstání kořenů polymerová textilie 110–140 g/m ²	-	-	-
Hydroizolace se zvýšenou pevností	-	-	-
Hydroizolační fólie	-	-	-
Expanzní vrstva	-	-	-
Tepelná izolace ROOFMATE SL	0,240-0,190	0,035	6,857
Parotěsná vrstva	-	-	-
Asfaltový nátěr	-	-	-
ŽB deska	0,22	1,580	0,139
Omítka	0,02	0,340	0,059
SUMA			7,055

$$R_T \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]} \quad 7,195$$

$$U_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]} \quad 0,14$$

$$U_{kc} \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]} \quad 0,16$$

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
VYHOVÍ

$U_{rec,20}$
VYHOVÍ

$U_{pas,20}$
NEVYHOVÍ

SCH 02 - Střecha S 3 (dvorní objekt plochá)			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Hydroizolační fólie	0,0015	0,880	0,002
Geotextílie	-	-	-
Dřevěné desky bednění	0,02	-	-
Tepelná izolace na bázi PUR	0,2	0,025	8,000
SBS modifikovaný asfaltový pás	0,005	0,880	0,006
ŽB deska	0,2	1,580	0,127
Omítka	0,02	0,340	0,059
SUMA			8,193

R_T [m².K.W⁻¹] 8,333
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,12
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,14**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
 VYHOVÍ

$U_{rec,20}$
 VYHOVÍ

$U_{pas,20}$
 VYHOVÍ

SCH 03 - Střecha S 4 (dvorní objekt šikmá)			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Keramická krytina	-	-	-
Latě/bednění	-	-	-
Difúzně propustná fólie	-	-	-
Tepelná izolace PIR desky	0,22	0,035	6,286
SBS modifikovaný asfaltový pás	0,005	0,880	0,006
Desky na bázi dřeva	0,025	0,220	0,114
Krokve	-	-	-
SUMA			6,405

R_T [m².K.W⁻¹] 6,545
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,15
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,17**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
 VYHOVÍ

$U_{rec,20}$
 NEVYHOVÍ

$U_{pas,20}$
 NEVYHOVÍ

4. SN – Stěny neochlazované

$$R_i = d / \lambda \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$R = \sum R_i \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

$$R_{se} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se} \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$$

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

$\Delta U_{tbk,j} \approx 0,02 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} \Rightarrow$ průměrný vliv tepelných vazeb mezi konstrukcemi budovy s důsledně optimalizovanými tepelnými vazbami dle ČSN 730540-4

$$U_T = 1 / R_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

$$U_{kc} = U_T + \Delta U_{tbk,j} \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$$

NORMOVÉ HODNOTY

Požadované $\rightarrow U_{N,20} = 1,05 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

Doporučené $\rightarrow U_{rec,20} = 0,7 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

Pasivní $\rightarrow U_{pas,20} = 0,5 \geq U \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$

SN 01 - Vnitřní stěna CPP 100			
Název vrstvy	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$	$R_i \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
Cihla plná pálená	0,1	0,800	0,125
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
SUMA			0,166

$$R_T \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]} \quad 0,426$$

$$U_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]} \quad 2,35$$

$$U_{kc} \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]} \quad 2,37$$

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
NEVYHOVÍ

$U_{rec,20}$
NEVYHOVÍ

$U_{pas,20}$
NEVYHOVÍ

SN 02 - Vnitřní stěna CPP 150			
Název vrstvy	$d_i \text{ [m]}$	$\lambda_i \text{ [W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}\text{]}$	$R_i \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]}$
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
Cihla plná pálená	0,15	0,800	0,188
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
SUMA			0,228

$$R_T \text{ [m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}\text{]} \quad 0,488$$

$$U_T \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]} \quad 2,05$$

$$U_{kc} \text{ [W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}\text{]} \quad 2,07$$

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$
NEVYHOVÍ

$U_{rec,20}$
NEVYHOVÍ

$U_{pas,20}$
NEVYHOVÍ

SN 03 - Vnitřní stěna CPP 200			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
Cihla plná pálená	0,2	0,800	0,250
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
SUMA			0,291

R_T [m².K.W⁻¹] 0,551
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 1,82
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] 1,84

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ NEVYHOVÍ $U_{rec,20}$ NEVYHOVÍ $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

SN 04 - Vnitřní stěna CPP 300			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
Cihla plná pálená	0,3	0,800	0,375
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
SUMA			0,416

R_T [m².K.W⁻¹] 0,676
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 1,48
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] 1,50

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ NEVYHOVÍ $U_{rec,20}$ NEVYHOVÍ $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

SN 05 - Vnitřní stěna YQ 100			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
Tvárnice z autoklávového pórobetonu Ytong	0,1	0,147	0,680
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
SUMA			0,721

R_T [m².K.W⁻¹] 0,981
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 1,02
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] 1,04

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ VYHOVÍ $U_{rec,20}$ NEVYHOVÍ $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

SN 06 - Vnitřní stěna YQ 150			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
Tvárnice z autoklávového pórobetonu Ytong	0,15	0,147	1,020
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
SUMA			1,061

R_T [m².K.W⁻¹] 1,321
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,76
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,78**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ VYHOVÍ
 $U_{rec,20}$ NEVYHOVÍ
 $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

SN 07 - Vnitřní stěna HELUZ 250			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
Zdivo z broušených cihel Heluz AKU	0,25	1,050	0,238
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
SUMA			0,279

R_T [m².K.W⁻¹] 0,539
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 1,86
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **1,88**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ NEVYHOVÍ
 $U_{rec,20}$ NEVYHOVÍ
 $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

SN 08 - Vnitřní stěna ŽB 300			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
Železobetonová stěna	0,3	1,580	0,190
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
SUMA			0,231

R_T [m².K.W⁻¹] 0,491
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 2,04
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **2,06**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ NEVYHOVÍ
 $U_{rec,20}$ NEVYHOVÍ
 $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

SN 09 - Vnitřní stěna ŽB 250			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
Železobetonová stěna	0,25	1,580	0,158
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
SUMA			0,199

R_T [m².K.W⁻¹] 0,459
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 2,18
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] 2,20

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ NEVYHOVÍ $U_{rec,20}$ NEVYHOVÍ $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

SN 10 - Vnitřní stěna ŽB 200			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
Železobetonová stěna	0,2	1,580	0,127
Omítka vápenocementová	0,018	0,880	0,020
SUMA			0,167

R_T [m².K.W⁻¹] 0,427
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 2,34
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] 2,36

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ NEVYHOVÍ $U_{rec,20}$ NEVYHOVÍ $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

SN 11 - Vnitřní stěna SDK 100			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Sádrokartonová deska	0,0125	0,210	0,060
Nevětraná vzduchová mezera	0,025	0,139	0,180
Minerální izolace	0,05	0,039	1,282
Sádrokartonová deska	0,0125	0,210	0,060
SUMA			1,581

R_T [m².K.W⁻¹] 1,841
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,54
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] 0,56

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ VYHOVÍ $U_{rec,20}$ VYHOVÍ $U_{pas,20}$ NEVYHOVÍ

SN 12 - Vnitřní stěna SDK 150			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Sádrokartonová deska	0,0125	0,210	0,060
Sádrokartonová deska	0,0125	0,210	0,060
Minerální izolace	0,1	0,039	2,564
Sádrokartonová deska	0,0125	0,210	0,060
Sádrokartonová deska	0,0125	0,210	0,060
SUMA			2,802

R_T [m².K.W⁻¹] 3,062
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,33
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,35**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ VYHOVÍ $U_{rec,20}$ VYHOVÍ $U_{pas,20}$ VYHOVÍ

SN 13 - Vnitřní stěna SDK 200			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Sádrokartonová deska	0,0125	0,210	0,060
Sádrokartonová deska	0,0125	0,210	0,060
Nevětraná vzduchová mezera	0,05	0,180	0,278
Minerální izolace	0,1	0,039	2,564
Sádrokartonová deska	0,0125	0,210	0,060
Sádrokartonová deska	0,0125	0,210	0,060
SUMA			3,080

R_T [m².K.W⁻¹] 3,340
 U_T [W.m⁻².K⁻¹] 0,30
 U_{kc} [W.m⁻².K⁻¹] **0,32**

HODNOCENÍ

$U_{N,20}$ VYHOVÍ $U_{rec,20}$ VYHOVÍ $U_{pas,20}$ VYHOVÍ

5. Výplně otvorů

Popis výplně otvoru	U [W.m ⁻² .K ⁻¹]	$U_{N,20}$ [W.m ⁻² .K ⁻¹]	Hodnocení
Hliníková okna	0,95	1,5	Vyhoví
Vstupní dveře	1,1	1,7	Vyhoví
Vnitřní dveře	2	3,5	Vyhoví

B.2.3 Výpočet návrhových tepelných ztrát

Výpočet se provádí dle normy ČSN EN 12831 *Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu*, která je českou verzí evropské normy EN 12831:2003. Evropská norma EN 12831:2003 má status české technické normy. Norma ČSN EN 12831:2004 bylo zrušena a nahrazena aktualizovanou verzí normy ČSN EN 12831-1:2018 *Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3*.

B.2.3.1 Celková návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru

Celková návrhová ztráta vytápěného prostoru (i), Φ_i se vypočítá z rovnice:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad [W]$$

kde:

$\Phi_{T,i}$ je návrhová tepelná ztráta prostupem vytápěného prostoru [W];

$\Phi_{V,i}$ návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru [W].

[5]

B.2.3.1.1 Návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru

Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla $\Phi_{T,i}$ se pro vytápění prostor (i) vypočítá:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_i - \theta_e) \quad [W]$$

kde:

$H_{T,ie}$ je součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) pláštěm budovy ve wattech na Kelvin [W/K];

$H_{T,iue}$ součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) nevytápěným prostorem (u) ve wattech na Kelvin [W.K⁻¹];

$H_{T,ig}$ součinitel tepelné ztráty prostupem do zeminy z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) v ustáleném stavu ve wattech na Kelvin [W.K⁻¹];

$H_{T,ij}$ součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru (j) vytápěného na výrazně jinou teplotu, např. sousedící místnost uvnitř funkční části budovy nebo vytápěný prostor sousední funkční části budovy ve wattech na Kelvin [W.K⁻¹];

θ_i výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru (i) [°C];

θ_e výpočtová venkovní teplota ve stupních Celsia [°C].

[5]

B.2.3.1.2 Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ie}$

Součinitel tepelné ztráty z vytápěného (i) do vnějšího (e) prostředí $H_{T,ie}$ zahrnuje všechny stavební části a lineární tepelné mosty, které oddělují vytápěný prostor od venkovního prostředí, jako jsou stěny, podlaha, strop, dveře, okna. $H_{T,ie}$ se vypočítá:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad [\text{W.K}^{-1}]$$

kde:

A_k je plocha stavební části (k) v metrech čtverečních $[\text{m}^2]$;
 e_k, e_l korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům při uvažování klimatických vlivů jako je různé oslnění, pohlcování vlhkosti stavebními díly, rychlost větru a teplota, pokud tyto vlivy nebyly uvažovány při stanovení U-hodnot (EN ISO 6946).

e_k a e_l mají být stanoveny na národní úrovni. Nejsou-li národní hodnoty stanoveny, použijí se základní hodnoty uvedené v příloze D.4.1 (viz ČSN EN 12831);

U_k součinitel prostupu tepla stavební části (k) ve wattech na metr čtvereční a Kelvin $[\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$, vypočtené podle:

- EN ISO 6946 (pro neprůsvitné části);
- EN ISO 10 077-1 (pro dveře a okna);
- nebo z údajů uvedených v Evropských technických schválení

l_l délka lineárních tepelných mostů (l) mezi vnitřním a venkovním prostředím v metrech $[\text{m}]$;

ψ_l činitel lineárního prostupu tepla lineárního tepelného mostu (l) ve wattech na metr a Kelvin $[\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}]$. ψ_l se stanoví jedním ze dvou dále uvedených postupů:

- pro hrubé stanovení se užijí tabelární hodnoty uvedené v EN ISO 14683;
- nebo se vypočtou podle EN ISO 10211-2

Tabelární hodnoty ψ_l v EN ISO 14683 jsou stanoveny pro výpočtový postup uvažující celou budovu, a ne pro postup výpočtu místnost po místnosti. Poměrné rozdělení hodnoty ψ_l mezi místnostmi provede projektant.

V tomto výpočtu se neuvažuje nelineární tepelné mosty. [5]

B.2.3.1.3 Tepelné ztráty nevytápěným prostorem – součinitel tepelné ztráty $H_{T,iue}$

Je-li mezi vytápěným prostorem a venkovním prostředím (e) nevytápěný prostor (u), návrhový součinitel tepelné ztráty prostupem tepla $H_{T,iue}$ z vytápěného prostoru do venkovního prostředí se vypočte:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l \quad [\text{W.K}^{-1}]$$

kde:

b_u je teplotní redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty

Teplotní redukční činitel b_u se může stanovit jedním z následujících tří způsobů:

a) je-li teplota nevytápěného prostoru θ_u stanovena nebo navržena podle návrhových podmínek, je b_u :

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-]$$

b) je-li θ_u neznámá, vypočítá se b_u :

$$b_u = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad [-]$$

kde:

H_i je součinitel tepelné ztráty mezi vytápěným prostorem (i) a nevytápěným prostorem (u) ve wattech na Kelvin $[\text{W.K}^{-1}]$, přičemž se zohledňují:

- tepelné ztráty prostupem (z vytápěného prostoru do nevytápěného prostoru);
- tepelné ztráty větráním (výměna vzduchu mezi vytápěným a nevytápěným prostorem);

H_{ue} součinitel tepelné ztráty z nevytápěného prostoru (u) do venkovního prostředí (e) ve wattech na Kelvin $[\text{W.K}^{-1}]$, přičemž zohledňují:

- tepelné ztráty prostupem (do venkovního prostředí a do přilehlé zeminy);
- tepelné ztráty větráním (mezi nevytápěným a venkovním prostředím).

c) redukční činitel b_u se pro každý případ stanoví v národní příloze k této normě. Neexistují-li národní hodnoty, použijí se základní hodnoty uvedené v D.4.2 (viz ČSN EN 12831). [5]

B.2.3.1.4 Tepelné ztráty do přilehlé zeminy – součinitel tepelné ztráty

$H_{T,ig}$

Tepelné ztráty podlahami a základovými stěnami a přímým nebo nepřímým stykem s přilehlou zeminou závisí na více činitelích. Zahrnují plochu a obvod podlahové desky, hloubku podzemního podlaží pod úroveň terénu, tepelné vlastnosti zeminy.

Tato norma stanovuje tepelné ztráty do zeminy výpočtem podle EN ISO 13370:

- podrobným výpočtem;
- nebo zjednodušeným dále popsaným výpočtem.

Hodnota tepelné ztráty prostupem do zeminy v ustáleném stavu $H_{T,ig}$ z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g) se vypočte:

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \quad [W \cdot K^{-1}]$$

kde:

- f_{g1} je korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty. Tato hodnota je určena jako národní. Nejsou-li stanoveny národní hodnoty, použije se základní hodnota uvedená v příloze D.4.3 (viz ČSN EN 12831);
- f_{g2} teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou venkovní teplotou a výpočtovou venkovní teplotou, který se stanoví:

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e};$$

kde:

- A_k je plocha stavební části (k), které se dotýkají zeminy v metrech čtverečních $[m^2]$;
- $U_{equiv,k}$ ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební částí (k) ve wattech na metr čtvereční $[W \cdot K^{-1}]$, stanovení podle typologie podlahy (viz obrázky 3 až 6 a tabulky 4 až 7 ČSN EN 12831)
- G_w Korekční činitel zohledňující vliv spodní vody. Tento vliv se musí uvažovat, je-li vzdálenost mezi předpokládanou vodní hladinou spodní vody a úrovní podlahy podzemního podlaží (podlahové desky) menší než 1 m.

Tento činitel se může vypočítat podle EN ISO 1330 a staví se na národní úrovni.

Nejsou-li národní hodnoty dostupné, použijí se základní hodnoty podle přílohy D.4.3 (viz ČSN EN 12831).

Charakteristický parametr B' se stanoví:

$$B' = \frac{A_G}{0,5 \cdot P} \quad [\text{m}]$$

kde:

A_G je plocha uvažované podlahové konstrukce v metrech čtverečních [m^2]. Pro budovu se A_G stanoví jako celková plocha podlahové konstrukce. Pro výpočet části budovy, např. funkční části budovy v řadových domech, A_G je plocha podlahové konstrukce uvažované části;
 P obvod uvažované podlahové konstrukce v metrech [m]. Hodnota P pro budovu je celkový obvod budovy. Hodnota P pro výpočet části budovy, např. funkční části budovy v řadových domech, je délka obvodových stěn oddělující vytápěný prostor uvažované části budovy od venkovního prostředí.

V EN ISO 13370 je parametr B' vypočítán pro celou budovu. Při výpočtu jednotlivých místností metodou místnost po místnosti B' se vypočte pro každou místnost jedním z uvedených tří způsobů:

- pro všechny místnosti bez vnějších stěn oddělujících vytápěný prostor od venkovního prostředí se užije B' vypočtené pro celou budovu;
- pro všechny místnosti s dobře izolovanou podlahou ($U_{\text{podlahy}} < 0,5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$) se užije B' vypočtené pro celou budovu
- pro všechny ostatní místnosti se vypočítá samostatně B' metodou místnost po místnosti (tradiční výpočet). [5]

B.2.3.1.5 Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů při různých teplotách – součinitel tepelné ztráty $H_{T,ij}$

$H_{T,ij}$ vyjadřuje tok tepla prostupem z vytápěného prostoru (i) do sousedního vytápěného prostoru (j) vytápěné na výrazně odlišnou teplotu. Může to být sousední místnost uvnitř funkční části budovy (např. koupelna, lékařská ordinace a vyšetřovny) skladové místnosti), místnosti patřící do sousední funkční budovy (např. byt) nebo nevytápěná místnost v sousedící funkční části budovy.

$H_{T,ij}$ se vypočítá:

$$H_{T,ij} = \sum_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}]$$

kde:

f_{ij} je redukční teplotní činitel. Činitel koriguje teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a venkovní výpočtové teploty;

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{vytápěného sousedního prostoru}}}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e}$$

Neexistují-li národní hodnoty teploty sousedních vytápěných prostor, užijí se základní hodnoty podle D.4.4 (viz ČSN EN 12831). V národní příloze k této normě článek související s D.4.4 může obsahovat informaci o účinku svislého teplotního gradientu;

A_k	plocha stavební části (k) v metrech čtverečních	[m ²];
U_k	součinitel prostupu tepla stavební části (k) ve wattech na metr čtvereční a Kelvin	[W.m ⁻² .K ⁻¹].

Účinky tepelných mostů se v tomto výpočtu neuvažují. [5]

B.2.3.1.6 Návrhová tepelná ztráta větráním

Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ pro vytápěný prostor (i) se vypočte:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad [W]$$

kde:

$H_{V,i}$	je	součinitel návrhové tepelné ztráty větráním ve wattech na Kelvin	[W.K ⁻¹];
$\theta_{int,i}$		výpočtová vnitřní teplota vytápěného prostoru (i) ve stupních Celsia	[°C];
θ_e		výpočtová venkovní teplota ve stupních Celsia	[°C].
			[5]

B.2.3.1.7 Tepelná ztráta větráním – součinitel tepelné ztráty $H_{V,i}$

Součinitel návrhové tepelné ztráty větráním $H_{V,i}$ vytápěného prostoru (i) se vypočte:

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c_p \quad [W.K^{-1}]$$

kde:

V_i	je	výměna vzduchu ve vytápěném prostoru (i) v metrech krychlových za vteřinu	[m ³ /s];
ρ		hustota vzduchu při $\theta_{int,i}$ v kilogramech na metr krychlový	[kg.m ⁻³];
c_p		měrná tepelná kapacita vzduchu při $\theta_{int,i}$ v kilojoulech	[kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹].

Při předpokladu konstantního ρ a c_p se rovnice zjednoduší:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i \quad [W.K^{-1}]$$

kde:

V_i	je	výměna vzduchu ve vytápěném prostoru nyní vyjádřená v metrech krychlových za hodinu	[m ³ /h].
			[5]

B.2.3.1.8 Tepelná ztráta větráním – Přirozené větrání V_i

Není-li instalována větrací soustava, předpokládá se, že přiváděný vzduch má tepelné vlastnosti venkovního vzduchu. Tepelná ztráta je úměrná rozdílu teplot vnitřní návrhové teploty a venkovní teploty.

Hodnota výměny vzduchu vytápěného prostoru (i) pro výpočet návrhového součinitele tepelné ztráty je maximum výměny vzduchovou infiltrací $V_{inf,i}$ spárami a styky obvodového pláště budovy a minimální výměna vzduchu $V_{min,i}$ požadovaná z hygienických důvodů.

$$V_i = \max(V_{inf,i}; V_{min,i}) \quad [W \cdot K^{-1}]$$

kde:

$V_{inf,i}$ je hodnota stanovená podle kapitoly B.2.3.1.11

$V_{min,i}$ hodnota stanovená podle kapitoly B.2.3.1.10 [5]

B.2.3.1.9 Tepelná ztráta větráním – Nucené větrání V_i

Větrací soustava přivádí vzduch, který nemusí mít tepelné vlastnosti venkovního přiváděného vzduchu, například:

- při použití zařízení pro zpětné využití tepla;
- je-li přiváděný vzduch ústředně predehříván;
- je-li vzduch přiváděný ze sousedních místností.

V těchto případech se použije teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl teplot přiváděného vzduchu a výpočtové venkovní teploty.

Rovnice pro stanovení množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti (i), které se použije pro výpočet návrhového součinitele ztráty tepla větráním, je následující:

$$V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} \cdot f_{v,i} + V_{mech,inf,i} \quad [m^3/h]$$

kde:

$V_{inf,i}$ je množství vzduchu infiltrací ve vytápěné místnosti (i) v metrech krychlových za hodinu $[m^3/h]$;

$V_{su,i}$ množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti (i) v metrech krychlových za hodinu $[m^3/h]$;

$V_{mech,inf,i}$ rozdíl množství mezi nuceně odváděným a přiváděným vzduchem z vytápěné místnosti (i) v metrech krychlových za hodinu stanovený podle kapitoly B.2.3.1.13 $[m^3/h]$;

$f_{v,i}$ teplotní redukční součinitel :

$$f_{v,i} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{su,i}}{\theta_{int,i} - \theta_e}$$

$\theta_{su,i}$ teplota přiváděného vzduchu do vytápěného prostoru (i) (buď z ústřední teplovzdušné soustavy, ze sousedních vytápěných i nevytápěných prostorů, nebo z venkovního prostředí) ve stupních Celsia [°C]. Při použití zařízení pro zpětné využití tepla. $\theta_{su,i}$ může být vyšší nebo nižší než je vnitřní teplota vzduchu.

V_i musí být stejné nebo vyšší, než je minimální množství podle kapitoly B.2.3.1.10.

Přesný postup pro stanovení množství vzduchu v budovách udává prEN 13465.

Zjednodušené postupy pro stanovení množství vzduchu jsou v kapitolách B.2.3.1.11 a B.2.3.1.12. [5]

B.2.3.1.10 Tepelná ztráta větráním – Hygienické množství vzduchu $V_{min,i}$

Minimální množství vzduchu se požaduje z hygienických důvodů. Nejsou-li dostupné národní údaje, minimální množství vzduchu $V_{min,i}$ ve vytápěné místnosti (i) se může stanovit podle:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V_i \quad [m^3/h]$$

kde:

n_{min} je minimální intenzita výměny venkovního vzduchu za hodinu [h^{-1}];
 V_i objem vytápěné místnosti (i) v metrech krychlových za hodinu vypočtený z vnitřních rozměrů [m^3].

Minimální intenzita výměny vzduchu se stanoví v národní příloze k této normě nebo ve specifikaci. Nejsou-li dostupné národní hodnoty, základní hodnoty jsou v D.5.1. Další údaje o množství vzduchu se mohou obdržet v CR 1752.

Výměny vzduchu uvedené v D.5.1 (viz ČSN EN 12831) vycházejí z vnitřních rozměrů. Použijí-li se při výpočtu vnější rozměry, intenzita výměna vzduchu uvedená v D.5.1 (viz ČSN EN 12831) se vynásobí podílem vnitřního a vnějšího objemu prostoru (přibližná základní hodnota podílu je 0,8).

Vyšší výměny vzduchu zvýšené o spalovací vzduch se užijí u otevřených ohnišť. [5]

Tabulka 3: Tabulka D.6 - Minimální intenzita výměny vzduchu n_{min} z přílohy D.5.1 ČSN EN 12831 [5]

Druh místnosti	n_{min} h^{-1}
Obytná místnost (základní)	0,5
Kuchyně nebo koupelna s oknem	1,5
Kancelář	1,0
Zasedací místnost, učebna	2,0

B.2.3.1.11 Tepelná ztráta větráním – Infiltrace obvodovým pláštěm budovy - množství vzduchu $V_{inf,i}$

Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ vytápěného prostoru (i) způsobeného větrem a účinkem vztaku na plášť budovy, se může vypočítat podle:

$$V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad [m^3 \cdot h^{-1}]$$

kde:

n_{50} je intenzita výměny vzduchu za hodinu [h^{-1}] při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem budovy a zahrnující účinky přívodů vzduchu;
 e_i stínící činitel;
 ε_i výškový korekční činitel, který zohledňuje zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země.

V rovnici je zaveden činitel 2 protože hodnota n_{50} je dána pro celou budovu. Výpočet musí uvažovat nejhorší případ, kdy všechen infiltrovaný vzduch vstupuje na jedné straně budovy.

Hodnota $V_{inf,i}$ musí být rovna nebo větší než 0.

Hodnoty pro n_{50} se uvedou v národní příloze k této normě. Jestliže není dostupná národní příloha, základní hodnoty pro různé druhy stavební konstrukce jsou v příloze D.5.2 (viz ČSN EN 12831).

Hodnoty pro stínící součinitel a výškový korekční činitel se uvedou v národní příloze k této normě. Jestliže není dostupná národní příloha, základní hodnoty pro různé druhy stavební konstrukce jsou v příloze D.5.3 (viz ČSN EN 12831) a v příloze D.5.4 (viz ČSN EN 12831). [5]

B.2.3.1.12 Množství vzduchu při užití větracích soustav – Přiváděné množství vzduchu $V_{su,i}$

Nejsou-li známe údaje o větrací soustavě, tepelná ztráta větráním se vypočte pro řešení s přirozeným větráním

Jsou-li známe údaje o větrací soustavě, přiváděné množství vzduchu do vytápěné místnosti (i) $V_{su,i}$ stanoví při návrhu větrací soustavy projektant vzduchotechniky.

Je-li vzduch přiváděný ze sousední(ch) místnosti(i), má tepelné vlastnosti vzduchu této (těchto) místnosti(i). Je-li vzduch přivádění potrubím, je obvykle předeřhřátý. V obou případech se určí rozvod vzduchu a odpovídající množství vzduchu se stanoví pro uvažované místnosti. [5]

B.2.3.1.13 Množství vzduchu při užití větracích soustav – Rozdíl množství nuceně odváděného a přiváděného vzduchu $V_{\text{mech,inf},i}$

Rozdíl množství nuceně odváděného a přiváděného vzduchu je vyrovnáván venkovním vzduchem přiváděným obvodovým pláštěm budovy.

Není-li toto množství vzduchu stanoveno jiným způsobem, může být vypočteno pro celou budovu ze vztahu:

$$V_{\text{mech,inf}} = \max(V_{\text{ex}} - V_{\text{su}}, 0) \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

kde:

V_{ex} je množství vzduchu odváděného soustavou pro celou budovu v metrech krychlových za hodinu $[\text{m}^3/\text{h}]$;
 V_{su} množství přiváděného vzduchu soustavou pro celou budovu v metrech krychlových za hodinu $[\text{m}^3/\text{h}]$.

V budovách pro bydlení je množství přiváděného vzduchu pro celou budovu většinou rovno 0.

$V_{\text{mech,inf}}$ se nejprve stanoví pro celou budovu. Následně se rozdělí množství venkovního vzduchu do každého prostoru podle průvzdušnosti³ každého prostoru v poměru množství vzduchu se může spočítat jednoduchým způsobem podílem objemu jednotlivých prostorů:

$$\dot{V}_{\text{mech,inf},i} = \dot{V}_{\text{mech,inf}} \cdot \frac{V_i}{\sum V_i} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

kde:

V_i je objem prostoru (i). Tato rovnice se také použije pro určení množství přiváděného vzduchu do každého prostoru je-li známo pouze přiváděné množství vzduchu pro celou budovu. [5]

B.2.3.1.14 Prostory s přerušovaným vytápěním

Prostory s přerušovaným vytápěním po útlumu v určeném čase vyžadují zátopový tepelný výkon k dosažení požadované výpočtové vnitřní teploty. Zátopový tepelný výkon závisí na následujících činitelích:

- akumulačních vlastnostech stavebních částí;
- době zátopu;
- teplotním poklesu po dobu útlumu;
- vlastnostech regulačního a řídicího systému.

³ Výraz „průvzdušnost“ zohledňuje vzduchovou těsnost obvodového pláště budovy a navržené otvory výplně v budově.

Zátopový tepelný výkon není vždy nutný, když např.:

- regulační a řídicí systém vypojí útlum vytápění v průběhu nejchladnějších dnů;
- tepelné ztráty (ztráty větráním) mohou být omezeny během útlumu vytápění.

Zátopový tepelný výkon musí být odsouhlasen zákazníkem.

Zátopový tepelný výkon se může podrobně stanovit výpočtem dynamických stavů.

V následujících případech se může použít zjednodušená výpočtová metoda uvedena níže pro stanovení zátopového tepelného výkonu požadovaného pro zdroj tepla nebo otopná tělesa.

- pro bytné budovy
 - pro dobu omezení (nočního útlumu) 8 h;
 - pro stavební konstrukci, která není lehká (jako např. dřevěná trémová konstrukce).
- pro nebytové budovy:
 - pro dobu omezení (víkendový útlum) 48 h;
 - pro dobu užití v pracovních dnech nižší než 8 h za den;
 - pro výpočtovou vnitřní teplotu v rozmezí 20 °C až 22 °C.

Pro otopná tělesa s vysokou akumulační schopností je nutno si uvědomit potřebu delší zátopové doby. [5]

Zjednodušená metoda pro stanovení tepelného zátopového výkonu

Zátopový tepelný výkon požadovaný pro nahrazení účinku přerušovaného vytápění $\Phi_{RH,i}$ ve vytápěném prostoru (i) se vypočte:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad [W]$$

kde:

A_i je podlahová plocha vytápěného prostoru (i) v metrech čtverečních [m²];
 f_{RH} korekční součinitel závisející na době zátopu a předpokládaném poklesu vnitřní teploty v útlumové době, ve wattech na metr čtverečních [W.m⁻²]. Tento korekční součinitel se uvede v národní příloze této normy. Není-li dostupná národní příloha, základní hodnoty uvádí D.6 (viz ČSN EN 12 831). Tyto základní hodnoty se nepoužijí u akumulačního vytápění. [5]

Tabulka 4: Tabulka D.10a – Zátopový součinitel f_{RH} pro nebytové budovy s nočním teplotním útlumem nejvýše 12 h z přílohy D.6 ČSN EN 12831 [5]

Doba zátoku h	f_{RH} W.m ⁻²								
	Předpokládaný pokles vnitřní teploty během teplotního útlumu *								
	2 K			3 K			4 K		
	Hmotnost budovy			Hmotnost budovy			Hmotnost budovy		
	nízká	střední	vysoká	nízká	střední	vysoká	nízká	střední	vysoká
1	18	23	25	27	30	27	36	2	31
2	9	16	22	18	20	23	22	24	25
3	6	13	18	11	16	18	18	18	18
4	4	11	16	6	13	16	11	16	16
* v dobře tepelně izolovaných a utěsněných budovách není obvyklý předpokládaný pokles vnitřní teploty o více než 2 až 3 K, Pokles závisí na klimatických podmínkách a tepelné hmotě budovy									

Tabulka 5: Tabulka D.10b – Zátopový součinitel f_{RH} pro bytové budovy s nočním útlumem nejvýše 8 h z přílohy D.6 ČSN EN 12831 [5]

Doba zátoku h	f_{RH} W.m ⁻²								
	Předpokládaný pokles vnitřní teploty během teplotního útlumu *								
	1 K			2 K			3 K		
	Hmotnost budovy vysoká			Hmotnost budovy vysoká			Hmotnost budovy vysoká		
1	18	23	25	27	30	27	36	2	31
2	9	16	22	18	20	23	22	24	25
3	6	13	18	11	16	18	18	18	18
4	4	11	16	6	13	16	11	16	16
* v dobře tepelně izolovaných a utěsněných budovách není obvyklý předpokládaný pokles vnitřní teploty o více než 2 až 3 K, Pokles závisí na klimatických podmínkách a tepelné hmotě budovy									

B.2.4 Návrhový tepelný výkon

Návrhový tepelný výkon se vypočte pro vytápěný prostor, pro funkční část budovy a pro celou budovu, pro stanovení tepelného výkonu pro dimenzování topného tělesa, výměníku tepla, zdroje tepla atd. [5]

B.2.4.1 Postup výpočtu tepelného výkonu pro vytápěný prostor

Tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ pro vytápěný prostor (i) se stanoví:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} \quad [W]$$

kde:

$\Phi_{T,i}$	je	tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru (i) ve wattech	[W];
$\Phi_{V,i}$		tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru (i) ve wattech	[W];
$\Phi_{RH,i}$		zátopový tepelný výkon požadovaný pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění vytápěného prostoru (i) ve wattech	[W]. [5]

B.2.4.2 Postup výpočtu tepelného výkonu pro funkční část budovy nebo budovu

Výpočet tepelného výkonu pro funkční část budovy nebo budovu neuvažuje teplo sdílené prostupem a větráním uvnitř vytápěné obálky a funkční části budovy, např. tepelné ztráty mezi byty.

Tepelný výkon pro funkční část budovy nebo budovu Φ_{HL} se stanoví:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i} \quad [W]$$

kde:

$\sum \Phi_{T,i}$	je	suma tepelných ztrát prostupem tepla všech vytápěných prostorů s výjimkou tepla sdíleného uvnitř funkčních částí budovy nebo budovy ve wattech	[W];
$\sum \Phi_{V,i}$		suma tepelné ztráty větráním všech vytápěných prostorů s výjimkou tepla sdíleného uvnitř funkčních částí budovy nebo budovy ve wattech	[W].

Rovnice v sobě zahrnuje množství vzduchu pro celou budovu. Jelikož množství vzduchu v každém prostoru je stanoveno pro nejhorší případ v každé místnosti, není přiměřené sečíst množství vzduchu všech prostorů, protože nejhorší případ nastane současně pouze v části prostorů. Množství vzduchu pro budovu $\sum V_i$ se stanoví:

pro přirozené větrání:

$$\sum V_i = \max(0,5, \sum V_{inf,i}; \sum V_{min,i})$$

pro nucené větrání s větrací soustavou:

$$\sum V_i = (0,5, \sum V_{inf,i} + (1 - \eta_v) \cdot \sum V_{su,i} + \sum V_{mech,inf,i})$$

kde:

η_v je účinnost zařízení pro zpětné využití tepla z odváděného vzduchu. Není-li toto zařízení instalováno, je $\eta_v = 0$

Pro dimenzování zdroje tepla se užije 24-hodinový průměr. Je-li přiváděný ohříván ohřívací soustavou, požadovaný tepelný výkon se stanoví pro ohřívací soustavu;

$\sum \Phi_{RH,i}$ součet tepelných zátěpových výkonů všech vytápěných prostorů požadujících vyrovnání účinků přerušovaného vytápění ve wattech [W]
[5]

B.2.5 Zjednodušená výpočtová metoda

Omezení pro užití zjednodušené výpočtové metody se stanoví v národní příloze k této normě. Není-li národní příloha dostupná, informace jsou v příloze D.7 (viz ČSN EN 12831).

Základem výpočtu je užití vnějších rozměrů. Základem pro svislé rozměry je vzdálenost od povrchu podlahy (např. tloušťka podlahy podzemního podlaží se neuvažuje). U vnitřních stěn tvoří vodorovné rozměry vzdálenost od středu stěny (např. vnitřní stěny se uvažují polovinou jejich tloušťky). [5]

B.2.5.1 Návrhové ztráty pro vytápěný prostor

B.2.5.1.1 Celková návrhová tepelná ztráta

Celková návrhová tepelná ztráta Φ_i vytápěného prostoru (i), se stanoví:

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\Theta,i} \quad [W]$$

kde:

$\Phi_{T,i}$ je návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru (i) ve wattech [W];

$\Phi_{V,i}$ návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru (i) ve wattech [W];

$f_{\Delta\Theta,i}$ teplotní korekční činitel zohledňující dodatečné tepelné ztráty místností vytápěných na vyšší teplotu než mají sousední vytápěné místnosti, např. koupelna vytápěná na 24°C;

Hodnoty $f_{\Delta\Theta,i}$ se musí uvést v národní příloze I této normě. Není-li národní příloha dostupná, užijí se základní hodnoty uvedené v příloze D.7.3 (viz ČSN EN 12831). [5]

B.2.5.1.2 Návrhová tepelná ztráta prostupem

Návrhová tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ pro vytápěný prostor (i) se vypočte:

$$\Phi_{T,i} = \sum_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\Theta_{int,i} - \Theta_e) \quad [W]$$

kde:

f_k je teplotní korekční činitel pro stavební část (k) při uvažování rozdílu teploty uvažovaného případu a výpočtové venkovní teploty;
 A_k plocha stavební části (k) v metrech čtverečních $[m^2]$;
 U_k součinitel prostupu tepla stavební části (k) ve wattech na metr čtvereční a Kelvin $[W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}]$.

Hodnoty teplotního korekčního činitele f_k se musí uvést v národní příloze k této normě. Není-li národní příloha dostupná, užijí se základní hodnoty uvedené v příloze D.7.2 (viz ČSN EN 12831). [5]

B.2.5.1.3 Návrhová tepelná ztráta větráním

Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ pro vytápěný prostor (i) se vypočte:

$$\Phi_{V,i} = 0,34 \cdot V_{min,i} \cdot V_{min,i} \cdot (\Theta_{int,i} - \Theta_e) \quad [W]$$

kde:

$V_{min,i}$ je hygienicky nejmenší požadované množství vzduchu pro vytápěný prostor (i) v metrech krychlových za hodinu $[m^3 \cdot h^{-1}]$.

Nejmenší požadované množství vzduchu z hygienických důvodů pro vytápěný prostor (i) se stanoví:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot V_i \quad [m^3 \cdot h^{-1}]$$

kde:

n_{min} je nejmenší intenzita výměny venkovního vzduchu za hodinu $[h^{-1}]$;
 V_i objem vytápěného prostoru (i) v krychlových metrech vypočtený z vnitřních rozměrů prostoru. Přibližně má tento objem hodnotu 0,8 objemu stanoveného z vnějších rozměrů.

Nejmenší intenzita výměny venkovního vzduchu se musí uvést v národní příloze k této normě. Není-li národní příloha dostupná, užijí se základní hodnoty uvedené v příloze D.5.1 (viz ČSN EN 12931; Tabulka 3).

Poznámka: V soustavách nuceného větrání závisí množství vzduchu na návrhu a dimenzování větrací soustavy. Ekvivalentní množství vzduchu pro každou nuceně větranou místnost se vypočte z množství vzduchu (stanovenou projektantem vzduchotechniky), teploty přiváděného vzduchu a objemu vzduchu pro každou místnost. [5]

B.2.5.2 Návrhový tepelný výkon pro vytápěný prostor

B.2.5.2.1 Celkový návrhový tepelný výkon

Celkový návrhový tepelný výkon vytápěného prostoru (i) $\Phi_{HL,i}$ se stanoví:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} \quad [W]$$

kde:

Φ_i je návrhová tepelná ztráta vytápěného prostoru (i) ve wattech [W];

$\Phi_{RH,i}$ zátopový tepelný výkon vytápěného prostoru (i) ve wattech [W].
[5]

B.2.5.2.2 Přerušované vytápěné prostory

Zátopový tepelný výkon požadovaný pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění $\Phi_{RH,i}$ ve vytápěném prostoru (i) se stanoví:

$$\Phi_{RH,i} = A_i \cdot f_{RH} \quad [W]$$

kde:

A_i je podlahová plocha vytápěného prostoru (i) ve metrech čtverečních [m²]
 f_{RH} zátopový součinitel závislý na druhu budovy, stavební konstrukci, době zátopu a předpokládaném poklesu vnitřní teploty během útlumu vytápění.

Hodnoty zátopového činitele f_{RH} se musí uvést v národní příloze k této normě. Není-li národní příloha dostupná, užijí se základní hodnoty uvedené v D.6 (viz norma ČSN EN 12831; Tabulka 4 a 5). [5]

B.2.5.3 Celkový tepelný výkon pro funkční část budovy nebo pro budovu

Výpočet návrhového tepelného výkonu pro funkční část budovy nebo pro budovu nesmí zahrnovat teplo sdílené prostupem a větráním uvnitř vytápěné obálky funkční části budovy, např. tepelné ztráty mezi byty.

Návrhový tepelný výkon funkční části budovy nebo budovy Φ_{HL} se stanoví:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RH,i} [W]$$

kde:

- $\sum \Phi_{T,i}$ je součet tepelných ztrát prostupem všech vytápěných prostorů s výjimkou tepla sdíleného uvnitř funkční části budovy nebo budovy;
- $\sum \Phi_{V,i}$ součet tepelných ztrát větráním všech vytápěných prostorů s výjimkou tepla sdíleného uvnitř funkční části budovy nebo budovy;
- $\sum \Phi_{RH,i}$ součet zátopových tepelných výkonů všech vytápěných prostorů pro vyrovnání vlivu přerušovaného vytápění. [5]

B.2.5 Výpočet požadovaného tepelného výkonu

Výpočet požadovaného tepelného výkonu byl proveden v licencovaném softwarovém produktu od společnosti PROTECH spol. s r.o. Hodnocení energetické náročnosti budov v programu TV – Tepelné ztráty podle ČSN EN 12831.

Základní údaje z programu Tepelné ztráty podle ČSN EN 12831:

- výpočtová venkovní teplota $t_e = -12\text{ °C}$;
- průměrná vnitřní výpočtová teplota $t_{ib} = 20,3\text{ °C}$;
- dělení úseků:
 - Úsek 0 => nevytápěné vnitřní prostory (u) bez stanovení návrhové vnitřní teploty
 - Úsek 1 => vytápěné vnitřní prostory (i) se stanovenou návrhovou vnitřní teplotou.
- Hygienická výměna vzduchu $V_{np} [m^3.h^{-1}]$;
- Výměna vzduchu pláštěm budovy $V_{n50} [m^3.h^{-1}]$;
- zátopový součinitel $f_{RH} [-]$;
- Tepelná ztráta místností prostupem tepla $\Phi_{Tm} [W]$;
 - Budova $\sum \Phi_{Tm} = 33\,189\text{ W}$
- Tepelná ztráta místnosti větráním $\Phi_{Vm} [W]$;
 - Budova $\sum \Phi_{Vm} = 24\,212\text{ W}$
- Tepelný výkon místnosti pro vyrovnání účinků přerušovaného vytápění $\Phi_{RHm} [W]$;
 - Budovy $\sum \Phi_{RHm} = 6\,555\text{ W}$
- Celkový návrhový tepelný výkon místnosti $\Phi_{HL,m} [W]$;
 - Budova $\sum \Phi_{HLm} = 78\,436\text{ W}$
- $Q_{cm} = \Phi_{HLm} + Q_z$; (Q_z – Tepelné zisky) [W].
 - **Budova $Q_{cm} = 78\,436\text{ W}$**

Poznámka k tepelným ztrátám: Hygienický zázemí jako koupelny s WC a samostatné WC bez okenních otvorů mají rázové nucené podtlakové větrání s požadovaným množstvím vzduchu vztahované k typu zařizovacích předmětů, které uvádí Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Hodnoty jsou redukovány současností využíváním maximálně jednoho zařizovacího předmětu a to toho, který má největší množství potřebného

větracího vzduchu a to vany/sprchy, kde je množství vzduchu stanoveno na 150 m³.h⁻¹ pro koupelny a 50 m³.h⁻¹ pro samostatné WC. Pro výpočet tepelných ztrát to znamená, že tyto hygienické místnosti, bez okenních otvorů si přisávají vzduch z okolních místností vlivem netěsností a dveřních otvorů. Tento vzduch má po většinu případů menší návrhovou teplotu, než je návrhová teplota v hygienických zázemí. To znamená, že k tepelné ztrátě větráním se připočte požadavek na ohřev potřebného množství vzduchu s rozdílem návrhových výpočtových teplot hygienického zázemí a návrhové výpočtové teploty místnosti, odkud se přisává vzduch do hygienického zázemí.

Tento tepelný výkon se stanoví pomocí kalorimetrické rovnice, která se vypočte:

$$Q_i = m_i \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta t \quad [\text{W}]$$

kde:

Q_i	je	potřebný tepelný výkon na dohřev přisátého vzduchu	[W];
m_i		množství vzduchu	[m ³ .h ⁻¹];
ρ		hustota vzduchu	[kg.m ⁻³];
c		měrná tepelná kapacita vzduchu	[J.kg ⁻¹ .K ⁻¹];
Δt		rozdíl teplot	[K].

Pro ověření výsledných hodnot z programu TV – Tepelné ztráty dle ČSN EN 12831 byl proveden ruční výpočet tepelných ztrát v tabulkové programu Excel a výsledné hodnoty byly porovnány. Bude porovnávat byt A v 5.NP a jedná se o místnosti číslo 4.11 - chodba, 4.12 – obývací prostor, 4.13 - koupelna a 4.14 - šatna.

Tabulka 6: Porovnání návrhového tepelného výkonu pomocí programu a ručního výpočtu

Výpočet dle	Místnost	Chodba 4.11	Obývací prostor 4.12	Koupelna 4.13	Šatna 4.14
Software TV	$\Phi_{T,i}$ [W]	16	363	253	-44
	$\Phi_{V,i}$ [W]	105	539	545	56
	$\Phi_{RH,i}$ [W]	26	133	23	15
	$\Phi_{HL,i}$ [W]	147	1 035	821	27
Ruční výpočet	$\Phi_{T,i}$ [W]	16	360	250	-45
	$\Phi_{V,i}$ [W]	104	545	545	56
	$\Phi_{RH,i}$ [W]	26	134	23	15
	$\Phi_{HL,i}$ [W]	146	1038	818	26
Procentuální rozdíl		0,85 %	0,30 %	0,38 %	3,99 %

Podrobné výsledky z programu TV-Tepelné ztráty dle ČSN EN 12831 jednotlivých místností a celé budovy viz *Příloha č.1*.

Podrobné výsledky ručního výpočtu jednotlivých místností a celého bytu A viz *Příloha č.2*.

B.3 Návrh otopných těles

Návrh otopných ploch vyplývá z návrhových tepelných výkonů jednotlivých prostorů, dále pak na typu otopného tělesa, jeho výkonu při daném tepelném spádu otopného média – vody.

V tomto konkrétním případě byla zvolena otopná tělesa značky KORADO, a to ocelová desková otopná tělesa RADIK v provedení ventil kompaktní spodní pravé připojení nebo boční připojení klasik, koupelnové trubkové otopné těleso KORALUX LINEAR CLASSIC se středovým připojením, podlahové konvektory TERMO FRK s lamelovým výměníkem bez ventilátoru značky ISAN.

Návrh otopných těles byl proveden v programu TV-Tepelné ztráty dle ČSN EN 12831 od společnosti PROTECH spol. s r.o., Hodnocení energetické náročnosti budov. Teplotní spád pro otopná tělesa byl zvolen 75/55 °C → $\Delta t = 20$ °C, a dle toho teplotního spádu byly určeny výkony daných otopných těles pro jednotlivé místnosti s bezpečnostní přírážkou minimálně 10 % na výkon tělesa k zajištění tepelné pohody v prostoru a pokrytí návrhového tepelného výkonu jednotlivých místností.

Seznam jednotlivých navržených otopných těles s jejich výkony a velikostmi viz *Příloha č.3*. Otopná tělesa byla navržena pro celý objekt vyjma mezonetového bytu v 8. nadzemním podlaží, kde bude zajištěno pokrytí návrhového tepelného výkonu pomocí teplovodního podlahového vytápění, viz *kapitola B.4 Návrh podlahového vytápění*.

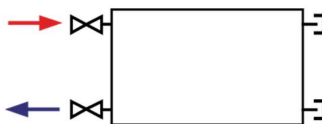
B.3.1 Specifikace použitých výrobků

B.3.1.1 Otopná desková tělesa

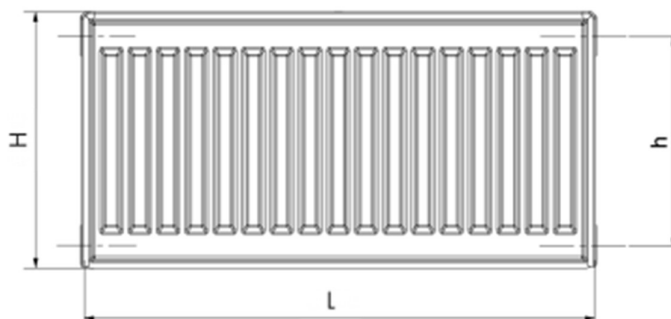
KORADO RADIK KLASIK

Model RADIK KLASIK je deskové otopné těleso v provedení KLASIK, které umožňuje levé nebo pravé boční připojení na rozvod otopné soustavy. Svou konstrukcí je RADIK KLASIK určen pro otopné soustavy s nuceným nebo samotížným oběhem.

Ze zadní strany modelu RADIK KLASIK jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky. Otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchyttek. Výjimku tvoří desková otopná tělesa výšky 200 mm, která nemají ze zadní strany navařeny příchytky. [10]



Obrázek 22: Způsob připojení – boční jednostranné [10]



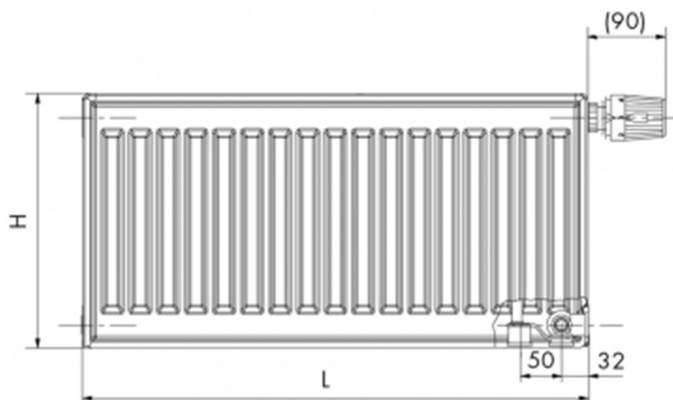
Obrázek 23: KORADO RADIK KLASIK – boční připojení [10]

Tabulka 7: Technické parametry KORADO RADIK KLASIK [10]

Výška (H)	200, 300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka (L)	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka (B)	
- Typ 10	47 mm
- Typ 11	63 mm
- Typ 20	66 mm
- Typ 21	66 mm
- Typ 22	100 mm
- Typ 33	155 mm
Připojovací rozteč	h = H - 54 mm
Připojovací závit	4 x G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
Připojení otopného tělesa	levé nebo pravé boční

KORADO RADIK VK

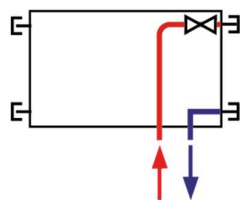
Model RADIK VK je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje pravé spodní připojení na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařených šest příchyttek. [10]



Obrázek 24: KORADO RADIK VK – pravé spodní připojení [10]

Tabulka 8: Technické parametry KORADO RADIK VK-pravé spodní připojení [10]

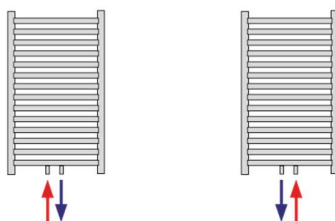
Výška (H)	300, 400, 500, 600, 700, 900 mm
Délka (L)	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka (B)	
- Typ 10 VK	47 mm
- Typ 11 VK	63 mm
- Typ 20 VK	66 mm
- Typ 21 VK	66 mm
- Typ 22 VK	100 mm
- Typ 33 VK	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní



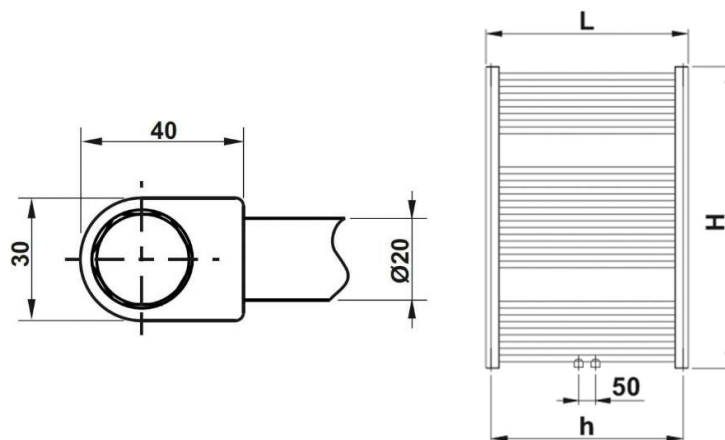
Obrázek 25: Způsob připojení – pravé spodní [10]

KORADO KORALUX LINEAR CLASSIC-M

Trubková otopná tělesa KORALUX LINEAR CLASSIC – M jsou vyrobena z uzavřených ocelových profilů s průřezem ve tvaru "D" a rovných profilů s kruhovým průřezem. Těleso je upravené pro spodní středové připojení s přípojovací roztečí 50 mm. Otopná tělesa jsou dodávána se sadou pro upevnění na stěnu včetně odvzdušňovací a zaslepovací zátky. [10]



Obrázek 26: Způsob připojení – spodní středové [10]



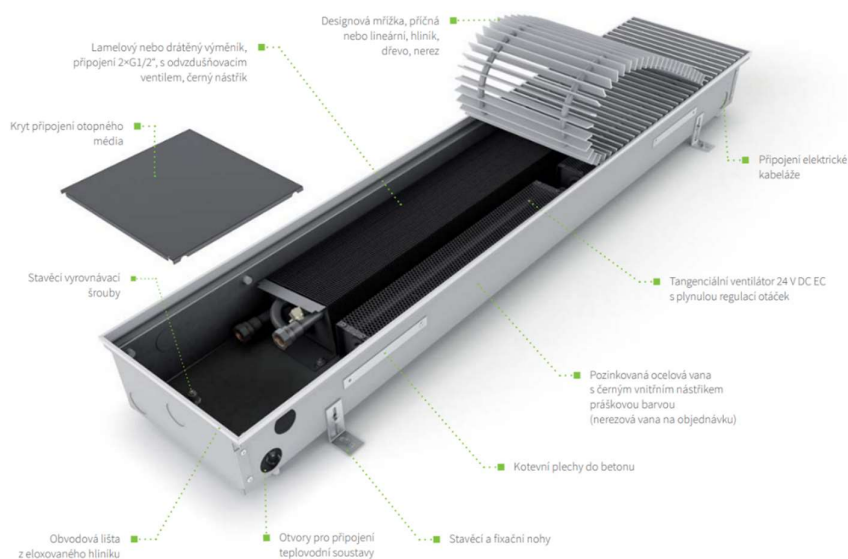
Obrázek 27: KORADO KORALUX LINEAR CLASSIC-M – středové připojení [10]

Tabulka 9: Technické parametry KORADO KORALUX LINEAR KLASSIC – M – středové připojení [10]

Výška (H)	700, 900, 1220, 1500, 1820 mm
Délka (L)	450, 500, 600, 750 mm
Hloubka (B)	30 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 × G½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Zkušební přetlak	1,3 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota (°C)	110 °C
Součinitel odporu (DN 15)	$\xi_T = 16$
Průtokový součinitel	$A_T = 7,1 \times 10^{-5} \text{ m}^2$

ISAN TERMO-FRK

Podlahové konvektory FRK s přirozenou konvekcí se instalují pod celoplošná prosklení budov. Konvektory tvoří tepelnou clonu pro odstínění proudu chladného vzduchu z okenní plochy. Část teplého vzduchu proudí do místnosti a vytápí obytné prostory. Konvektory jsou standardně využívány jako doplňkové vytápění k ostatním typům vytápění. Pokud dostačuje tepelný výkon konvektoru, lze je také použít jako hlavní topení. Vhodné jsou také jako temperace vstupních hal, komerčních prostor i dlouhých chodeb. [11]

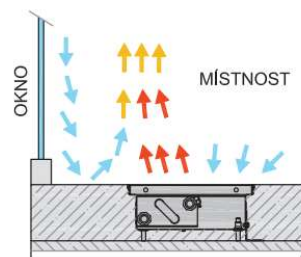


Obrázek 28: Konstrukční prvky konvektoru [11]

Tabulka 10: Rozhas modelů konvektorů s přirozenou konvekcí [11]

Výška	80 mm	90 mm	110 mm	125 mm	140 mm	165 mm	200 mm
Šířka	-	175 mm	175 mm	175 mm	175 mm	-	-
	-	200 mm	200 mm	200 mm	200 mm	-	-
	250 mm	250 mm	250 mm	250 mm	250 mm	-	-
	300 mm	300 mm	300 mm	300 mm	300 mm	300 mm	300 mm
	-	350 mm	350 mm	350 mm	350 mm	350 mm	350 mm
	-	425 mm	425 mm	425 mm	425 mm	425 mm	425 mm

Konvektory jsou v podlaze uloženy výměníkem blíže k oknu. Vertikální i horizontální rozložení teplot ve vytápěném prostoru je stejnoměrné a jsou vytvořeny příznivé podmínky pro dosažení tepelné pohody. Proudění vzduchu je srovnatelné s předáním tepla u klasických otopných těles umístěných na stěně pod oknem. [11]



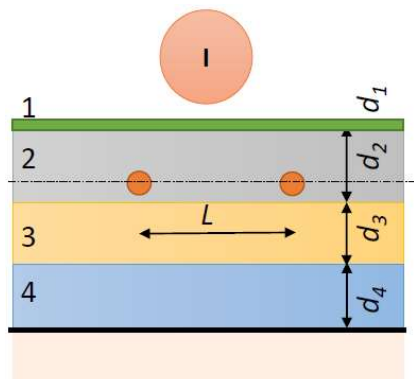
Obrázek 29: Uložení do podlahy [11]

B.4 Návrh podlahového vytápění

V mezonetovém bytu G v 8.NP je navrženo teplovodní podlahové vytápění. Místnosti jsou převážně větrány přirozeně. Koupelny pro svojí velkou tepelnou ztrátu jsou doplněny otopnými trubkovými koupelnovými tělesy. Teplota přírodní topné vody pro podlahové vytápění je uvažována 75/55 °C, a proto rozdělovače podlahového vytápění mají mísící sadu, pro regulaci a míšení vstupní teploty pro podlahové vytápění, která je stanovena na 45 °C. Zhotovení podlahového vytápění je mokřým procesem – potrubí zalité do cementového potěru. Výpočet podlahového vytápění byl proveden v licencovaném softwaru HT 2000 od společnosti IVAR CS spol. s r.o. a který je přiložen v přílohou části – *Příloha č.4*. Pro ověření spočítaných hodnot softwarem byl proveden ruční, pro danou místnost č. 7.11 Vstupní hala, výpočet dle normy ČSN EN 1264 a je přiložen v přílohou části – *Příloha č.5*. Hodnoty výsledků jednotlivých metod výpočtů budou porovnány níže v kapitole B.4.2 *Porovnání softwaru a ručního výpočtu*.

B.4.1 Výpočet tepelného výkonu podlahového vytápění

B.4.1.1 Součinitel přestupu tepla na příslušné straně desky



$$U_A = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_A} + \sum_{n=1}^n \frac{a_n}{\lambda_n}} \quad [\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$$

$$U_B = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_B} + \sum_{n=1}^n \frac{b_n}{\lambda_n}} \quad [\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$$

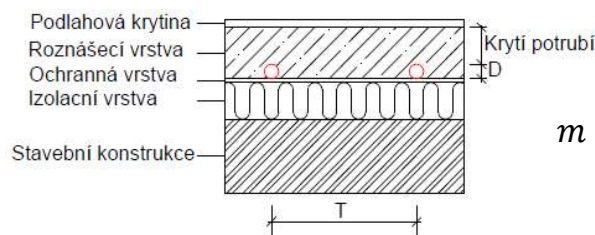
Obrázek 30: Schéma podlahového vytápění [12]

kde:

U_A	je	tepelná propustnost vrstev na stranu A (směrem do vytápěného prostoru)	$[\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$;
U_B		tepelná propustnost vrstev na stranu B (směrem do nevytápěného prostoru)	$[\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$;
α		součinitel přestupu tepla na příslušné straně desky	$[\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$;
a, b		tloušťky vrstev stejných tepelně technických vlastností na příslušné straně desky	$[\text{m}]$;
$\lambda_{A,B}$		tepelná vodivost materiálu příslušné vrstvy a strany ve směru vedení tepla	$[\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$.

[12]

B.4.1.2a Součinitel m – deska se zabudovanými trubkami



$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot (U_A + U_B)}{\pi^2 \cdot \lambda \cdot d}} \quad [\text{m}^{-1}]$$

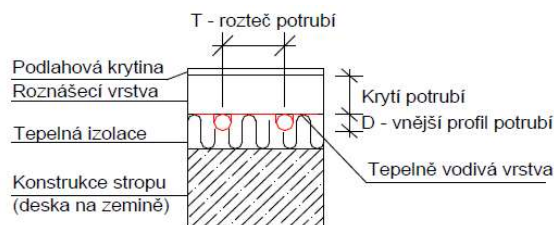
Obrázek 31: Schématický náčrt vrstev podlahového vytápění [12]

kde:

U_A	je	tepelná propustnost vrstev na stranu A (směrem do vytápěného prostoru)	$[\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$;
U_B		tepelná propustnost vrstev na stranu B (směrem do nevytápěného prostoru)	$[\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$;
λ		tepelná vodivost vrstvy, do níž jsou uloženy otopné trubky	$[\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$;
d		vnější profil potrubí	$[\text{m}]$.

[12]

B.4.1.2b Součinitel m – deska se s tepelně vodivými lamelami



$$m = \sqrt{\frac{U_A + U_B}{\lambda_L \cdot d_L}} \quad [\text{m}^{-1}]$$

Obrázek 32: Schématický náčrt vrstev podlahového vytápění [12]

kde:

λ_L	teplená vodivost lamel	[W.m ⁻² .K ⁻¹];
d_L	tloušťka lamel	[m].

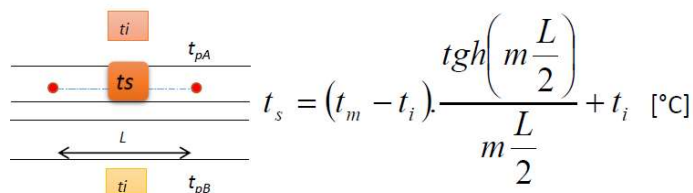
Tato charakteristika platí za předpokladu, že plocha tepelné vodivých lamel přibližně pokrývá celou otopnou plochu. [12]



Obrázek 33: Idealizace výpočtu podlahového vytápění [12]

B.4.1.3a Předpoklad stejných teplotních podmínek na obou stranách desky

Střední teplota v rovině proložené osami zdrojů tepla

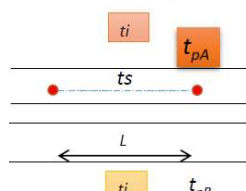


Obrázek 34: Střední teplota v rovině

kde:

t_m	je	průměrná teplota vložených zdrojů tepla	[°C];
t_i		vnitřní výpočtová teplota	[°C];
m		součinitel charakteristiky desky	[-];
L		osová vzdálenost potrubí	[m].
			[12]

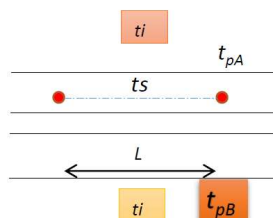
Průměrná povrchová teplota - na vytápěnou stranu (A)



$$t_{pA} = \frac{U_A}{\alpha_A} (t_s - t_i) + t_i = \frac{U_A}{\alpha_A} (t_s - t_i) \frac{tgh\left(m \cdot \frac{L}{2}\right)}{m \cdot \frac{L}{2}} + t_i \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Obrázek 35: Průměrná povrchová teplota na stranu A [12]

Průměrná povrchová teplota - na nevytápěnou stranu (B)

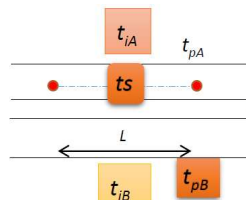


$$t_{pB} = \frac{U_B}{\alpha_B} (t_s - t_{iB}) + t_{iB} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Obrázek 36: Průměrná povrchová teplota na stranu B [12]

B.4.1.3b Rozdílné teplotní podmínky na obou stranách desky

Střední teplota v rovině proložené osami zdrojů tepla



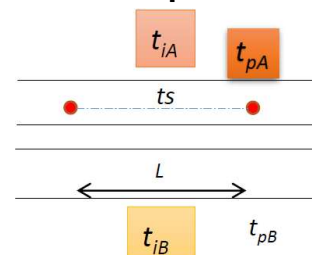
$$t_s = t_i + (t_m - t_i) \cdot \frac{tgh\left(m \cdot \frac{L}{2}\right)}{m \cdot \frac{L}{2}} - \frac{U_b}{U_b + U_A} \left(1 - \frac{tgh\left(m \cdot \frac{L}{2}\right)}{m \cdot \frac{L}{2}} \right) (t_i - t_{iB}) \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Obrázek 37: Střední teplota v rovině [12]

kde:

t_m	je	průměrná teplota vložených zdrojů tepla	[$^{\circ}\text{C}$];
t_i		vnitřní výpočtová teplota	[$^{\circ}\text{C}$];
m		součinitel charakteristiky desky	[-];
L		osová vzdálenost potrubí	[m].
			[12]

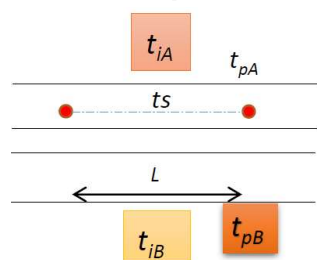
Průměrná povrchová teplota - na vytápěnou stranu (A)



$$t_{pA} = \frac{U_A}{\alpha_A} (t_s - t_{iA}) + t_{iA} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Obrázek 38: Průměrná povrchová teplota na stranu A [12]

Průměrná povrchová teplota - na nevytápěnou stranu (B)



$$t_{pB} = \frac{U_B}{\alpha_B} (t_s - t_{iB}) + t_{iB} \quad [^{\circ}\text{C}]$$

Obrázek 39: Průměrná povrchová teplota na stranu B [12]

B.4.1.4a Měrný tepelný tok z povrchu otopné plochy se zabudovanými zdroji tepla

$$q = q_k + q_s = \alpha_k \cdot (t_p - t_i) + \alpha_s \cdot (t_p - t_c) \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$$

[12]

B.4.1.4b V běžných stavbách, kde můžeme uvažovat přibližnou rovnost teploty výsledné a teploty vzduchu

$$q = (\alpha_k + \alpha_s) \cdot (t_p - t_i) = \alpha \cdot (t_p - t_i) \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$$

[12]

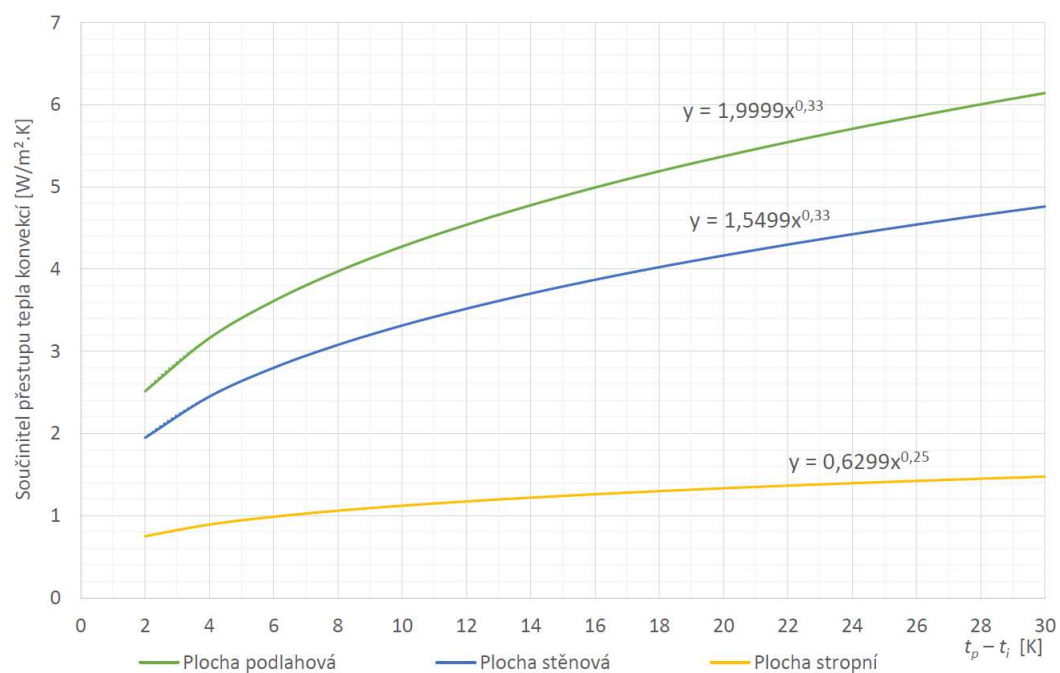
B.4.1.4c Normová charakteristická křivka pro podlahové vytápění vycházející ze vztahu

$$q = 8,92 \cdot (t_{F,m} - t_i) \cdot 1,1 \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$$

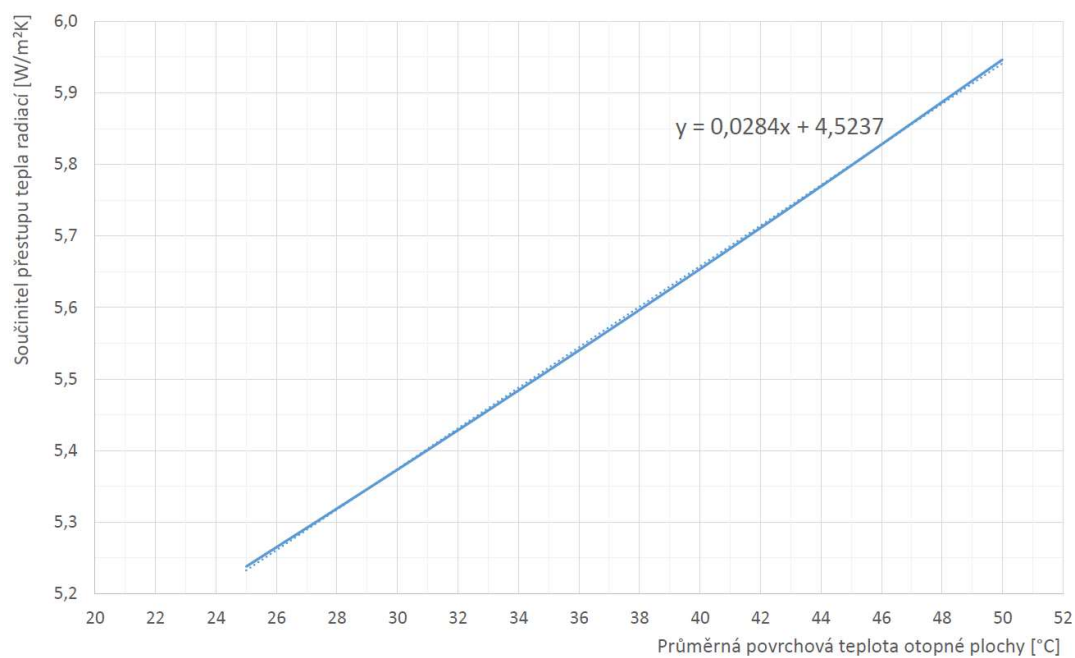
kde:

$t_{F,m} - t_i$ je teplotní rozdíl mezi průměrnou povrchovou teplotou a vnitřní teplotou [$^{\circ}\text{C}$].

[12]



Obrázek 40: Graf součinitele přestupu tepla konvekcí α_k [12]



Obrázek 41: Graf součinitele přestupu tepla sáláním α_s [12]

Poznámka: Graf použitelný v rozmezí průměrných teplot okolních ploch 18 až 20 °C, v běžných obytných místnostech obytných budov. [12]

B.4.1.5 Měrný tepelný výkon otopné plochy ve směru do plochou nevytápěných prostor, zeminy či exteriéru

$$q_A = U_A \cdot (t_s - t_i) = \alpha_A \cdot (t_{pA} - t_i) \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$$

kde:

U_A	je	tepelná propustnost vrstev nad/před potrubím neboli součinitel prostupu tepla ve směru do vytápěného prostoru	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$;
t_s		střední teplota v rovině os potrubí	$[\text{°C}]$;
t_{pA}		vnitřní výpočtová tepla	$[\text{°C}]$.
[12]			

B.4.1.6 Měrný tepelný výkon otopné plochy ve směru do plochou nevytápěných prostor, zeminy či exteriéru

Je ztrátovou částí celkového příkonu otopné plochy. Stanovit jej lze ze vztahu:

$$q_B = U_B \cdot (t_s - t_{iB,e}) = \alpha_B \cdot (t_{pB} - t_{iB,e}) \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$$

kde:

U_B	je	tepelná propustnost vrstev pod/za potrubím neboli součinitel prostupu tepla ve směru do nevytápěného prostoru, zeminy či exteriéru	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$;
t_s		střední teplota v rovině os potrubí	$[\text{°C}]$;
$t_{iB,e}$		vnitřní výpočtová tepla nebo teplota exteriéru či zeminy	$[\text{°C}]$.
[12]			

B.4.1.7 Měrný tepelný příkon

$$q = q_A + q_B \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2}]$$

[12]

B.4.1.8 Tepelný výkon

$$Q_A = q_A \cdot A \quad [\text{W}]$$

[12]

B.4.1.9 Tepelný příkon

$$Q = Q_A + Q_B = (q_A + q_B) \cdot A \quad [\text{W}]$$

[12]

B.4.2 Porovnání softwaru a ručního výpočtu

Tabulka 11: Porovnání hodnot výpočtů ručního výpočtu a softwaru

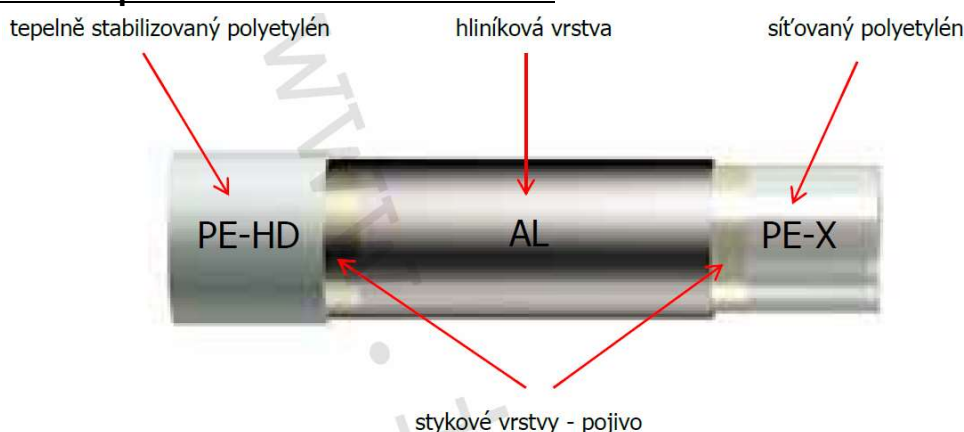
Hodnoty	t_{pA} [°C]	q_A [W.m ⁻²]	Q_A [W]
Ruční výpočet	28,40	76,77	763,84
Software	27,6	89,95	895
Procentuální rozdíl	2,90 %	17,17 %	17,17 %

Odchyly ve výpočtech mohou být zapříčiněny použitím odlišných hodnot, postupem výpočtu či zaokrouhlováním, přesto jsou výsledky velmi podobné.

B.4.3 Specifikace použitých výrobků

B.4.3.1 Systém podlahového vytápění od IVAR CS spol. s r. o.

Vícevrstvé potrubí IVAR.ALPEX – DUO XS



Obrázek 42: Materiálové složení trubky IVAR.ALPEX – DUO XS [13]

Typ potrubí	IVAR.ALPEX - DUO XS									
Rozměr (mm)	16x2,0	18x2,0	20x2,0	26x3,0	32x3,0	42x3,5	50x4	63x4,5	75x5,0	
Vnitřní rozměr (mm)	12	14	16	20	26	35	42	54	65	
DN	12	14	15	20	25	32	40	50	65	
Hmotnost g/m	112	136	154	294	404	583	879	1.321	1.600	
Objem vody l/m	0,113	0,157	0,201	0,314	0,531	0,855	1,385	2,29	3,316	
Označení trubky	PE-HD / AL / PE-X									
Složení trubky	vnější vrstva tepelně stabilizovaný polyetylén / hliníková vrstva / vnitřní vrstva									
Třída materiálu	B 2 dle DIN 4102									
Hustota zesíťení	≥60 %									
Maximální provozní teplota	95 °C									
Krátkodobé teplotní zatížení	110 °C									
Maximální provozní tlak	10 bar									
Koeficient tepelné vodivosti	0,45 W/m × K									
Propustnost kyslíku	0 g/m ³ × d									
Koeficient délkové roztažnosti	0,026 mm/m × K									
Koeficient relativní drsnosti	0,007 mm									
Minimální poloměr ohybu	5x vnější Ø trubky									
Barva	bílá									
Minimální teplota pro instalaci	≥0 °C									

Obrázek 43: Technické a provozní parametry trubky IVAR.ALPEX – DUO XS [13]

Systémová izolační deska s ochrannou hydroizolační fólií IVAR.TH 30P

- IVAR.TH 30P – pokládací rozteč 75 / 150 / 225 / 300 mm užitný rozměr 1200 x 600 = 0,72 m²
- IVAR.TH 30 P – tloušťka izolace 35 mm, tloušťka celková 57 mm [13]



Obrázek 44: Systémová deska IVAR.TH 30P [13]

Označení	IVAR.TH 15 P	IVAR.TH 30 P
Formát desky (délka x šířka)	1030 x 530 mm	1230 x 630 mm
Užitný rozměr (délka x šířka)	1000 x 500 mm	1200 x 600 mm
Užitná plocha	0,5 m ²	0,72 m ²
Pokládací rozteč - násobky	50 mm	75 mm
Nominální tloušťka izolace	15 mm	35 mm
Celková tloušťka	43 mm	57 mm
Pro vnější rozměry potrubí	16 ÷ 18 mm	16 ÷ 18 mm
Typ aplikace dle DIN 4108-10	DESsg	DESsg
Stavební třída materiálu dle DIN 13501-1	E	E
Snížení kročejového hluku	26 dB	26 dB
Skupina tuhosti podle EN 13163	30 MN/m ³	30 MN/m ³
Tepelná vodivost	0,040 W/(mK)	0,040 W/(mK)
Tepelný odpor R _D	0,375 m ² K/W	0,85 m ² K/W
Topné zkreslení teploty	80 °C	80 °C
Maximální zatížení	5 kPa (500 kg/m ²)	5 kPa (500 kg/m ²)
Pevnost v ohybu	≥ 100 kPa	≥ 100 kPa
Barva fólie	černá	černá
Přepravní karton	15 ks / 7,5 m ²	10 ks / 7,2 m ²

Obrázek 45: Základní technické parametry systémové desky IVAR.TH 30P [13]

Obvodový dilatační pás se samolepící fólií IVAR.DP 50

- perforovaný pro snadné oddělování
- s fólií proti zatékání betonové mazaniny
- materiál polyetylenová pěna [13]



Obrázek 46: Obvodový dilatační pás IVAR.DP 50 [13]



Obrázek 47: Ilustrační foto obvodového dilatačního pásu IVAR.DP 50 [13]

Středový dilatační profil samolepící IVAR.SDP

- teplotní použitelnost 5 °C–30 °C
- stlačitelnost 5 mm s trvalou elastičností
- zabezpečuje možnost dilatace topné desky, omezuje pnutí
- samolepící páska na základně pro snadnou instalaci
- materiál polyetylenová pěna [13]



Obrázek 48: Středový dilatační profil IVAR.SDP [13]



Obrázek 49: Ilustrační foto středového dilatačního profilu IVAR.SDP [13]

Ochranná trubka IVAR.HK 1620

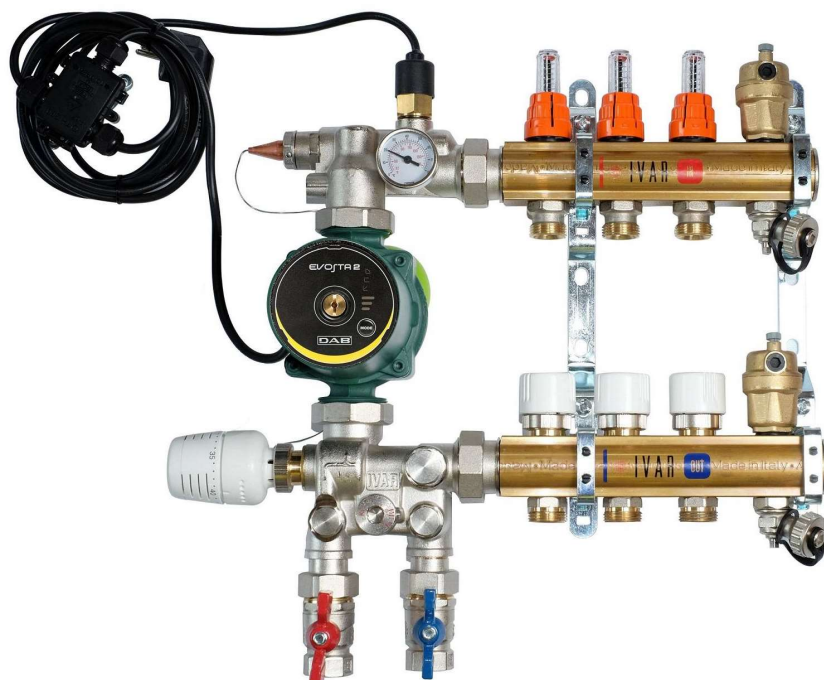
- pro potrubí ALPEX a PEX $\varnothing$ 16-18 mm
- rozměr vnitřní – vnější 20 / 25 mm
- materiál PE-HD [13]



Obrázek 50: Ochranná trubka IVAR.HK 1620 [13]

Univerzální sestava rozdělovače podlahového vytápění pro kombinaci podlahového vytápění s radiátorovým vytápěním – mísící soustava IVAR.UNIMIX

- PN 10, T = +90 °C
- sestava zahrnuje: univerzální řídicí a čerpadlový modul s oběhovým čerpadlem a integrovaným třícestným směšovacím ventilem s alternativními možnostmi ovládání, vyvažovacím regulačním šroubením a nastavitelným BY-PASsem průtoku, termostatickou hlavici s odděleným ponorným teplotním čidlem k regulaci na konstantní teplotu, rozdělovač s regulačními průtokoměry, sběrač s uzavíracími ventily, upevňovací konzoly, pojistný havarijní termostat, teploměr, 2ks automatických odvzdušňovacích ventilů, 2 ks otočných napouštěcích ventilů, 2 ks kulových uzávěrů se šroubením, 2 ks zátky a instalační skříň příslušné velikosti
- připojovací závit vnitřní 3/4" F
- materiál mosaz CW617N
- součástí sestavy je dodávána i pod omítková skříň pro rozdělovač o požadované velikosti [13]



Obrázek 51: Rozdělovač podlahového vytápění IVAR.UNIMIX [13]

Charakteristika použití:

- Univerzální sestava IVAR.UNIMIX s integrovaným 3cestným směšovacím ventilem umožňuje kombinovat systém nízkoteplotního podlahového vytápění a klasického vytápění otopnými tělesy bez dalších regulačních a směšovacích komponentů.
- Integrovaný třícestný směšovací ventil a sofistikovaný způsob hydraulického řešení předurčuje IVAR.UNIMIX pro montáž do systémů bez ohledu na typ zdroje, včetně nízkoteplotních, jako jsou kondenzační kotle a tepelná čerpadla.
- Principiálně novým způsobem řeší přípravu otopné vody pro systémy teplovodního podlahového vytápění.
- Eliminuje všeobecně známé problémy mísících sestav, pracujících na principu přimíchávání, jak z hlediska hydraulické vyváženosti, regulace teplotního režimu, ale i rychlosti natápění betonové desky a daného prostoru.
- Ve spojení s elektrickým pohonem IVAR.UNIMIX SSA 31 nebo elektrotermickou hlavicí IVAR.TE 3061 může být řízena příprava otopné vody modulárně ekvitermní regulací, a tím splňuje i ty nejvyšší požadavky na komfort regulace a s ní i spojené úspory energie.
- Svým kompaktním provedením se snadno instaluje a seřizuje.
- Cenově zvýhodněný set včetně instalační skříně. [13]

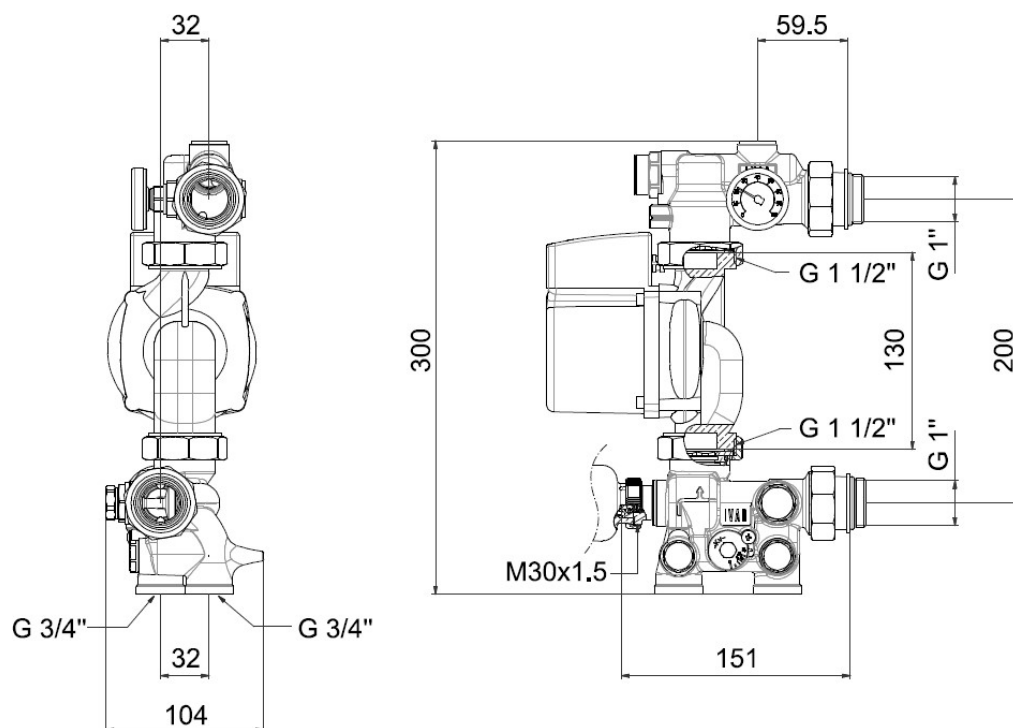
Tabulka 12: Základní technické a provozní parametry IVAR.UNIMIX [13]

Maximální provozní tlak	PN 10
Maximální provozní teplota	T = +90 °C
Materiál	mosaz CW617N, těsnění EPDM, průtokoměr
Nominální rozměr rozdělovače / sběrače	DN 25
Připojovací rozměr sestavy	závit vnitřní 3/4" F
Počet výstupů rozdělovače / sběrače	2 ÷ 12
Připojovací rozměr výstupů	3/4" EK
Osová vzdálenost rozdělovače / sběrače	200 mm
Osová vzdálenost výstupů rozdělovače / sběrače	50 mm
Rozsah nastavení regulačního průtokoměru	0 ÷ 5 l/min
Připojovací rozměr uzavíracího ventilu ve sběrači	M 30 x 1,5
Rozsah nastavení BY-PASSu primárního okruhu	Kv 0 ÷ 20
Rozsah nastavení BY-PASSu sekundárního okruhu	Kv 0,26 ÷ 8,52
Připojovací rozměr třicestného směšovacího ventilu	M 30 x 1,5
Rozsah nastavení termostatické hlavičky IVAR.T 5011U	+30 °C až + 50 °C
Průměr teplotního čidla termostatické hlavičky	Ø 14,5 mm
Elektronické čerpadlo	DAB.EVOSTA 2 40-70/130
Vypínací teplota pojistného termostatu	60 °C
Elektrický pohon IVAR.UNIMIX SSA 31 (volitelný)	230 V, 3polohový řídicí signál; připojovací rozměr M 30 x 1.5
Elektrotermická hlavička IVAR.TE 3061 (volitelná)	24 V, proporcionální ovládání 0 ÷ 10 V; připojovací rozměr M 30 x 1.5
Instalační skříň	volitelná IVAR.P-MAX (pod omítku) volitelná IVAR.N-MAX (nástěnná)
Instalační hloubka IVAR.P-MAX	160 ÷ 210 mm
Instalační hloubka IVAR.N-MAX	160 mm

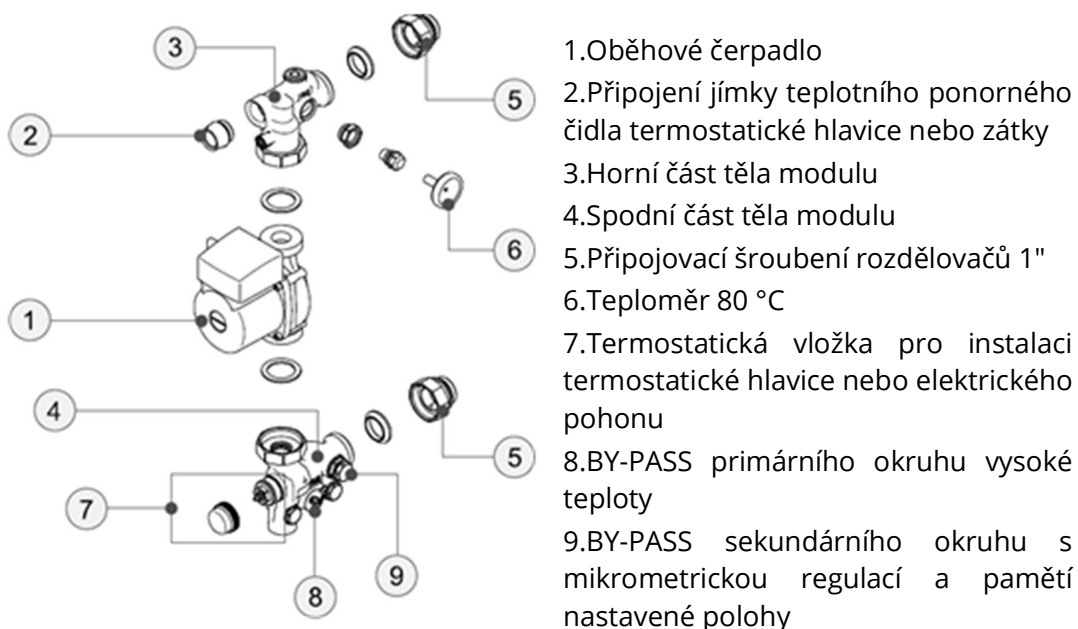
Mísící sestava zahrnuje:

- univerzální řídicí a čerpadlový modul s elektronickým oběhovým čerpadlem, pojistný havarijní termostat s elektroinstalací, teploměr na výstupu, integrovaný třicestný směšovací ventil s alternativními možnostmi ovládání, nastavitelný BY-PASS primárního a sekundárního okruhu
- rozdělovač s integrovanými regulačními průtokoměry s funkcí regulace průtoku, uzavírání a možností aretace nastaveného průtoku
- sběrač s integrovanými uzavíracími ventily s ručními hlavicemi, možnost instalovat elektrotermické hlavičky
- termostatickou hlavičku s odděleným teplotním ponorným čidlem pro regulaci otopné vody na konstantní teplotu
- automatické odvzdušňovací ventily a napouštěcí / vypouštěcí ventily v rozdělovači / sběrači
- upevňovací konzoly

- volitelnou instalační skříň pod omítku nebo nástěnnou, nutno specifikovat při objednávce, možnost objednat i bez skříně
- KIT kulových uzávěrů pro připojení na otopný systém [13]



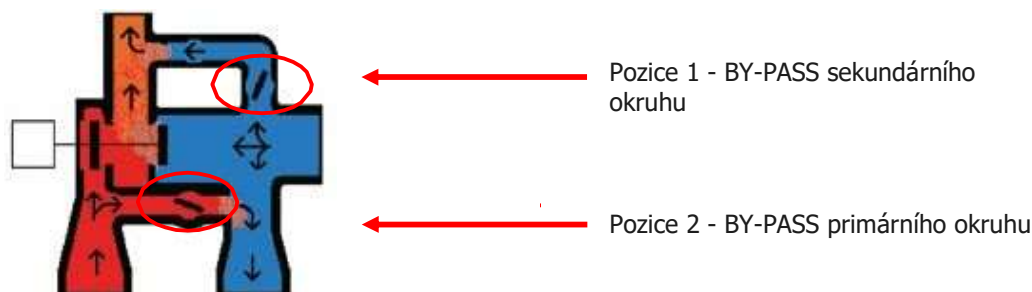
Obrázek 52: Technický náčrtek a popis modulu [13]



Obrázek 53: Popis mísícího modulu [13]

Vyvážení a regulace třícestného směšovacího ventilu:

Integrovaný třícestný směšovací ventil s alternativními možnostmi ovládání má dva regulační prvky, nastavitelný BY-PASS primárního okruhu a nastavitelný BY-PASS sekundárního okruhu. [13]



Obrázek 54: BY-PASS [13]

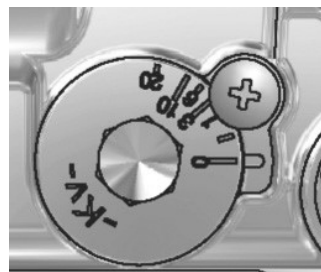
Je-li vysoká teplota primárního okruhu, BY-PASS umožňuje její recirkulaci zpět ke kotli. Jako takový, zvyšuje teplotu vratné vody. BY-PASS je nastavitelný od polohy 0 do polohy 20 ($K_v = 20$). Pozice 20 (Obr. 36) indikuje maximálně otevřený BY-PASS, zatímco pozice 0 (Obr. 37) indikuje zcela uzavřený BY-PASS. BY-PASS je doporučeno používat v přítomnosti kotlů, které vyžadují recirkulaci pro optimální provoz, v případě instalace několika mísících sestav IVAR.UNIMIX, které jsou instalovány v jedné budově a zásobovány jedním kotlem a v případě vysokoteplotních zdrojů vytápění. Nastavení primárního obtoku na požadovanou hodnotu vyznačenou na voliči, může být provedeno použitím 10 mm šestihranného klíče. [13]

Hydraulické charakteristiky týkající se nastavení BY-PASSu primárního okruhu, lze nalézt v grafu. Tyto hydraulické charakteristiky umožňují projektantovi navrhnout, a realizační firmě poskytnout data pro správné nastavení BY-PASSu primárního okruhu. [13]

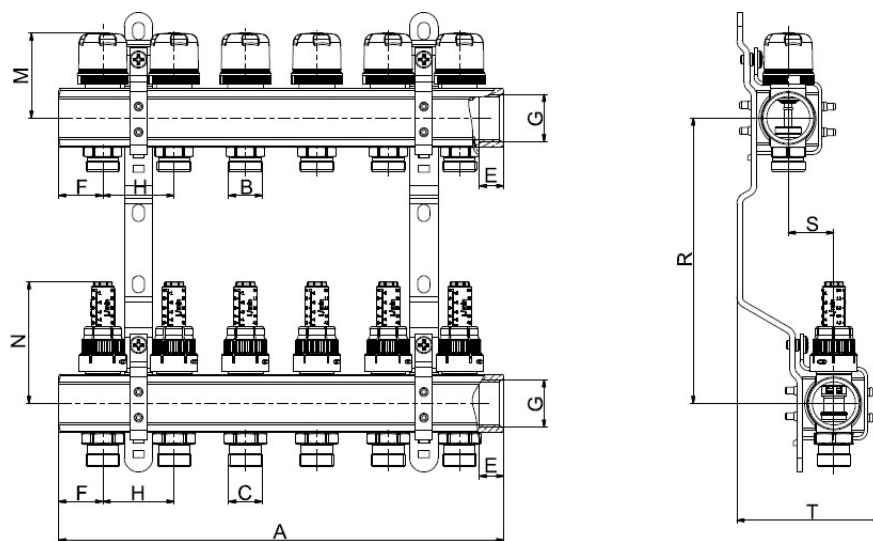
- recirkulace vody ke zdroji
- zajišťuje hydraulickou rovnováhu
- nastavení dané projekčním výpočtem
- uzavřen nebo téměř uzavřen v případě nízkoteplotního zdroje vytápění
- pootevřen nebo zcela otevřen v případě vysokoteplotního zdroje vytápění [13]



Obrázek 55: Zcela otevřený BY-PASS primárního kruhu ($K_v=20$) [13]



Obrázek 56: Zcela uzavřený BY-PASS primárního okruhu ($K_v=0$) [13]



Obrázek 57: Technický nákres a rozměry rozdělovače / sběrače [13]

Tabulka 13: Tabulka rozměrů rozdělovače / sběrače [13]

Provedení	Rozměr	Skříň	A	C	E	F	G	H	M	N	R	S	T
2cestný	3/4" x EK	P2/N2-MAX	1	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			1	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		
3cestný	3/4" x EK	P3/N3-MAX	1	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			6	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		
4cestný	3/4" x EK	P3/N3-MAX	2	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			1	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		
5cestný	3/4" x EK	P3/N3-MAX	2	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			6	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		
6cestný	3/4" x EK	P3/N3-MAX	3	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			1	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		
7cestný	3/4" x EK	P3/N3-MAX	3	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			6	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		
8cestný	3/4" x EK	P3/N3-MAX	4	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			1	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		
9cestný	3/4" x EK	P4/N4-MAX	4	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			6	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		
10cestný	3/4" x EK	P4/N4-MAX	5	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			1	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		
11cestný	3/4" x EK	P4/N4-MAX	5	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			6	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		
12cestný	3/4" x EK	P4/N4-MAX	6	3/	1	3	1"	5	60	8	2	3	100
			1	4"	7	1		0		5	0	2	
			2								0		

B.5 Návrh přípravy teplé vody

Výpočet návrhu přípravy teplé vody bude proveden dle ČSN 06 0320 a dle DIN 408. Jednotlivé výpočty budou porovnány a bude vybrána jedna varianta s kterou se bude uvažovat v projektu bytového domu.

B.5.1 Výpočet dle ČSN 06 0230

Při dimenzování zásobníkových ohřivačů vody je třeba stanovit objem zásobníkového ohřivače V_z [m³], pro který ČSN 06 0320 *Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování* uvádí vztah:

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (c_w \cdot \Delta t) \quad [\text{m}^3]$$

Kde:

$\Delta Q_{\max}$ je největší možný rozdíl mezi křivkou dodávky a křivkou odběru tepla [kWh];
 c_w měrná tepelná kapacita vody [kWh/m³.K];
 Δt rozdíl mezi teplotou teplé a studené vody [K].

Největší možný rozdíl mezi křivkou dodávky a křivkou odběru tepla se stanoví z grafu, do kterého se obě křivky nakreslí. Aby bylo možné křivky sestavit, je nutné stanovit:

a) Teoretické teplo odebrané z ohřivače během periody (dne, směny) Q_{2t} [kWh] podle vztahu

$$Q_{2t} = n \cdot Q_{2p} \quad [\text{kWh/per}]$$

kde

Q_{2p} je teplo odebrané z ohřivače během periody na měrnou jednotku [kWh/per];

n počet měrných jednotek;

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody Q_{2z} [kWh] podle vztahu

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z \quad [\text{kWh}]$$

kde:

z je koeficient vyjadřující odhad tepelných ztrát při ohřevu a distribuci teplé vody (při kvalitních izolacích ohřivačů a potrubí $z = 0,5$ až $0,8$);

c) Teplo dodané ohříváčem do vody během periody (dne, směny) Q_{1P} [kWh] podle vztahu

$$Q_{1P} = Q_{2t} + Q_{2z} \quad [\text{kWh}]$$

Jmenovitý tepelný výkon pro ohřev vody Q_z [kW] se stanoví podle vztahu:

$$Q_z = (Q_1/t_\xi)_{\max} \quad [\text{kW}]$$

kde

Q_1 je teplo dodané ohříváčem do teplé vody v čase t_ξ od počátku periody [kWh];
 t_ξ čas [h].
 [15]

B.5.1.1 Vstupní údaje

- počet bytů: 25
- počet osob: 52
- $\Delta t = 55 - 10 = 45 \text{ K}$; $c_w = 1,163 \text{ kWh/m}^3 \cdot \text{K}$; $z = 0,8$

Tabulka 14: *Bilance potřeby teplé vody a tepla pro dimenzování ohříváčů vody [15]*

Druh objektu	Měrná jednotka	Činnost	Potřeba teplé vody	Teplo Q_{2P}
			$\text{m}^3/\text{perioda}$	kWh/per.
Stavby pro bydlení	1 osoba	umývání	0,082	4,3
		vaření		
		úklid		

- Specifikace potřeby TV za den pro bytový dům:
 - od 6 do 9 hodin = 35 % z celkového množství TV
 - od 9 do 17 hodin = 15 % z celkového množství TV
 - od 17 do 22 hodin = 40 % z celkového množství TV
 - od 22 do 24 hodin = 10 % z celkového množství TV

B.5.1.2 Potřebný výkon na ohřev teplé vody

a) Teoretické teplo odebrané z ohříváče během periody Q_{2t}

$$Q_{2t} = n \cdot Q_{2P} = 52 \cdot 4,3 = \underline{223,6 \text{ kWh/den}}$$

b) Teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody Q_{2z}

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 223,6 \cdot 0,8 = \underline{178,9 \text{ kWh/den}}$$

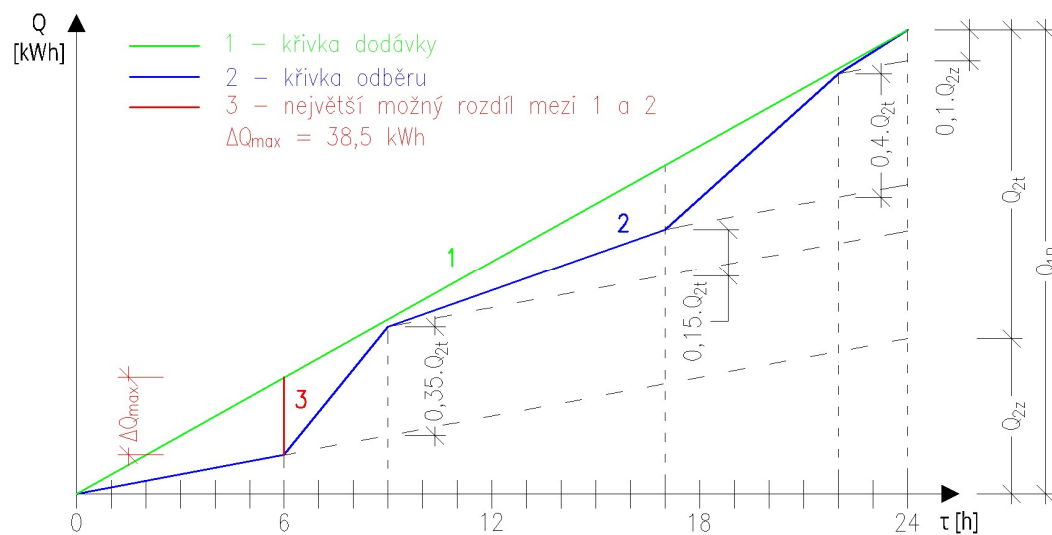
c) Teplo dodané ohříváčem do vody během periody

$$Q_{1P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 223,6 + 111,8 = 402,5 \text{ kWh/den}$$

Specifikace potřeby TV za den pro bytový dům:

Tabulka 15: Specifikace potřeb tepla pro TV

Čas	Využití	Teplo odebraní [kW]	Teplo celkem [kWh]
od 6 do 9 hodin	35 %	78,26	140,88
od 9 do 17 hodin	15 %	33,54	60,38
od 17 do 22 hodin	40 %	89,44	161
od 22 do 24 hodin	10 %	22,36	40,25
Suma	1 den	100 %	223,6
			402,5



Obrázek 58: Odběrová křivka

Velikost zásobníku V_z

$$V_z = \Delta Q_{\max} / (c_w \cdot \Delta t) = 38,5 / (1,163.45) = 0,735 \text{ m}^3 = 735 \text{ l}$$

Jmenovitý tepelný výkon pro ohřev vody Q_z

$$Q_z = (Q_1/t_{\epsilon})_{\max} = 402,5/24 \approx 16,77 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha (75/55)

$$T_1 = 75 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 55 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(75 - 55) - (55 - 10)}{\ln \frac{(75 - 55)}{(55 - 10)}}$$

$$\Delta t = 30,83 \text{ K}$$

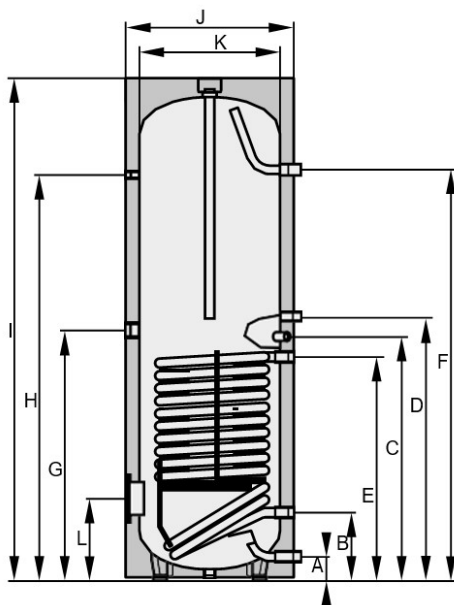
$$A_{\text{potř}} = (Q_z \cdot 10^3) / (U \cdot \Delta t) = (16,77 \cdot 10^3) / (420 \cdot 30,83) = \underline{1,3 \text{ m}^2}$$

$$A_{\text{potř}} \leq A_{\text{skut}}$$

$$1,3 \text{ m}^2 \leq 2,7 \text{ m}^2 \quad \dots \text{ (ohříváč vody SE-2-750)}$$

B.5.1.3 Návrh zásobníku teplé vody

Navrhuji stacionární nepřímo topný ohříváč teplé vody **SE-2-750** značky WOLF s ukazatelem výkonu $N_L = 24,0$ a objemu 750 l.



Obrázek 59: Technický náčrt ohříváče SE-2-750 značky WOLF [14]

TYP	SE-2	150	200	300	400	500	750
Energetická třída ¹⁾	A+ → F	B	B	C	C	C	-
Objem ohřivače	l	140	195	285	380	485	750
Tepelná ztráta v pohotovostním režimu	kWh/24 h	1,17	1,36	2,19	2,45	2,72	2,66
Trvalý výkon ohřivače při 80/60 - 10/45 °C	kW - l/h	28 - 700	28 - 700	40 - 1000	45 - 1100	53 - 1300	60 - 1500
Výkonové číslo	N _L	2,0	3,5	7,5	11,0	15,0	24,0
Přípojka vstupu studené vody	A mm	90	90	85	85	85	120
Vratná zdroje tepla	B mm	255	255	263	320	370	380
Snímač teploty vody	C mm	603	720	898	960	1010	1156
Cirkulace	D mm	665	800	983	1000	1095	860
Výstup zdroje tepla	E mm	730	650	818	880	930	1025
Přípojka výstupu ohřáté vody	F mm	930	1194	1523	1525	1500	1580
Přídavný elektrický ohřev	G mm	550	685	983	1000	1095	1080
Teploměr	H mm	760	1024	1507	1521	1498	1485
Celková výška	I mm	996	1260	1755	1800	1806	1982
Průměr s tepelnou izolací	J mm	600	600	600	670	750	990
Průměr bez tepelné izolace	K mm	-	-	-	-	-	790
Příruba [dolní]	L mm	325	325	305	345	370	415
Klopná výška s tepelnou izolací	mm	1150	1350	1860	1925	1960	1940
Primár - otopná voda	bar/°C	10/110	10/110	10/110	10/110	10/110	10/110
Sekundár - ohřátá voda	bar/°C	10/95	10/95	10/95	10/95	10/95	10/95
Vnitřní průměr příruby	mm	110	110	120	120	120	178
Přípojka studené vody	G [venk.]	1"	1"	1"	1"	1"	1½"
Vratná zdroje tepla	G [vnitř.]	1"	1"	1"	1"	1"	1¼"
Cirkulace	G [venk.]	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"
Výstup zdroje tepla	G [vnitř.]	1"	1"	1"	1"	1"	1¼"
Přípojka ohřáté vody	G [venk.]	1"	1"	1"	1"	1"	1½"
Přídavný elektrický ohřev	G [vnitř.]	1½"	1½"	1½"	1½"	1½"	1½"
Teploměr	G [vnitř.]	½"	½"	½"	½"	½"	½"
Plocha výměníku tepla	m²	1,0	1,0	1,4	1,8	2,0	2,7
Objem výměníku tepla	l	6,8	6,8	8,9	11,5	12,6	22,5
Hmotnost	kg	53	65	115	145	160	260

* R[venk.]

¹⁾ energetický štítek podle směrnice o ekodesignu pro zásobníky vody do 500 l

Obrázek 60: Technická data ohřivače vody SE-2-750 značky WOLF [14]

B.5.2 Výpočet dle DIN 4708

B.5.2.1 Vstupní údaje

- počet bytů: $n = 25$
- počet osob: $p = 52$
- výkonový koeficient: $w_v = w_{v,vana} = 5,82 \text{ kWh}$
 $w_{v,sprcha} = 1,63 \text{ kWh}$

$$N = \frac{\Sigma(n \cdot p \cdot \Sigma w_v)}{Q_N} = \frac{\Sigma(n \cdot p \cdot \Sigma w_v)}{(p \cdot w_v)_{nom}} \leq N_L \quad [-]$$

kde:

N	je	vypočítaný koeficient spotřeby teplé vody	[-];
N_L		ukazatel výkonu ohřívače vody	[-];
n		počet bytů	[-];
p		koeficient obsazenosti, nebo počet osob	[-];
w_v		potřeba tepla odběrných míst	[kWh].

B.5.2.2 Potřebný výkon na ohřev teplé vody

$$N = \frac{\Sigma(n \cdot p \cdot \Sigma w_v)}{Q_N} = \frac{\Sigma(n \cdot p \cdot \Sigma w_v)}{(p \cdot w_v)_{nom}} \leq N_L$$
$$N = \frac{(20 \cdot 2 \cdot 1,63) + (1 \cdot 3 \cdot (1,63 + 5,82)) + (2 \cdot 5 \cdot (1,63 + 5,82)) + (2 \cdot 2 \cdot (1,63 + 5,82))}{3,5 \cdot 5,82}$$

$N = 9,42$

B.5.2.3 Návrh ohřívače teplé vody

Navrhuji stacionární nepřímo topný ohřívač teplé vody SE-2-400 značky WOLF s ukazatelem výkonu $N_L = 11,0$ o objemu 380 l.

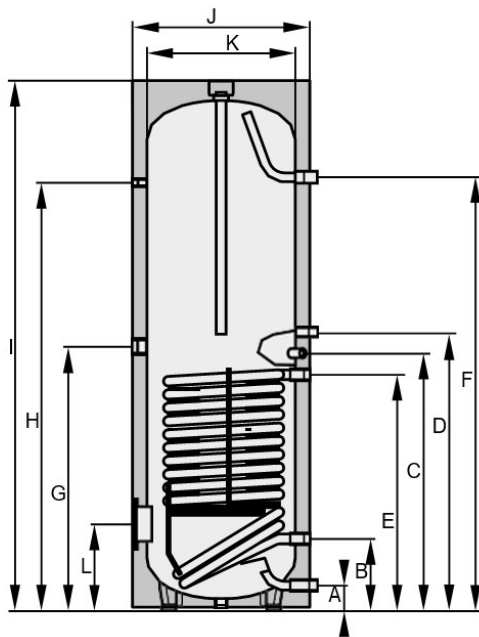
$$N = 9,42 \leq N_L = 11,0$$

TYP	SE-2	150	200	300	400	500	750
Energetická třída ¹⁾	A+ → F	B	B	C	C	C	-
Objem ohřivače	l	140	195	285	380	485	750
Tepelná ztráta v pohotovostním režimu	kWh/24 h	1,17	1,36	2,19	2,45	2,72	2,66
Trvalý výkon ohřivače při 80/60 - 10/45 °C	kW - l/h	28 - 700	28 - 700	40 - 1000	45 - 1100	53 - 1300	60 - 1500
Výkonové číslo	N _L	2,0	3,5	7,5	11,0	15,0	24,0
Přípojka vstupu studené vody	A mm	90	90	85	85	85	120
Vratná zdroje tepla	B mm	255	255	263	320	370	380
Snímač teploty vody	C mm	603	720	898	960	1010	1156
Cirkulace	D mm	665	800	983	1000	1095	860
Výstup zdroje tepla	E mm	730	650	818	880	930	1025
Přípojka výstupu ohřáté vody	F mm	930	1194	1523	1525	1500	1580
Přídavný elektrický ohřev	G mm	550	685	983	1000	1095	1080
Teploměr	H mm	760	1024	1507	1521	1498	1485
Celková výška	I mm	996	1260	1755	1800	1806	1982
Průměr s tepelnou izolací	J mm	600	600	600	670	750	990
Průměr bez tepelné izolace	K mm	-	-	-	-	-	790
Příruba [dolní]	L mm	325	325	305	345	370	415
Klopná výška s tepelnou izolací	mm	1150	1350	1860	1925	1960	1940
Primár - otopná voda	bar/°C	10/110	10/110	10/110	10/110	10/110	10/110
Sekundár - ohřátá voda	bar/°C	10/95	10/95	10/95	10/95	10/95	10/95
Vnitřní průměr příruby	mm	110	110	120	120	120	178
Přípojka studené vody	G [venk.]	1"	1"	1"	1"	1"	1½"
Vratná zdroje tepla	G [vnitř.]	1"	1"	1"	1"	1"	1¼"
Cirkulace	G [venk.]	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"	¾"
Výstup zdroje tepla	G [vnitř.]	1"	1"	1"	1"	1"	1¼"
Přípojka ohřáté vody	G [venk.]	1"	1"	1"	1"	1"	1½"
Přídavný elektrický ohřev	G [vnitř.]	1½"	1½"	1½"	1½"	1½"	1½"
Teploměr	G [vnitř.]	½"	½"	½"	½"	½"	½"
Plocha výměníku tepla	m²	1,0	1,0	1,4	1,8	2,0	2,7
Objem výměníku tepla	l	6,8	6,8	8,9	11,5	12,6	22,5
Hmotnost	kg	53	65	115	145	160	260

* R[venk.]

¹⁾ energetický štítek podle směrnice o ekodesignu pro zásobníky vody do 500 l

Obrázek 61: Technická data ohřivače vody SE-2-400 značky WOLF [14]



Obrázek 62: Technický náčrtek ohřivače teplé vody SE-2 [14]

B.5.3 Porovnání výpočtů přípravy teplé vody

Tabulka 16: Porovnání výsledných výpočtů přípravy teplé vody

Metoda	ČSN 06 0230	DIN 4708
Ukazatel výkonu N_L	24	11
Objem V [l]	750	380
Výkon Q [kW]	60	45

Postup dle DIN 4708 je sice úspornější na potřebu výkonu a velikost zásobníku, ale norma ČSN 06 0230 uvažuje komfortnější hodnoty pro svůj výpočet, proto je rozdíl mezi jednotlivými metodami výpočtu tak znatelný. V projektu se bude uvažovat s výpočtem dle ČSN 06 0230 v rámci souladu a doporučeními v jiných výpočtech dle českých norem.

B.6 Návrh zdroje tepla

B.6.1 Vstupní údaje

- Potřebný tepelný výkon pro vytápění $Q_{VYT} = 78\,436\text{ W}$
- Potřebný tepelný výkon pro ohřev teplé vody $Q_{TV} = 16\,770\text{ W}$
- Potřebný tepelný výkon pro technologie $Q_{TECH} = 0\text{ W}$

B.6.2 Potřebný tepelný výkon

$$Q_{prip} = \max \{Q_{prip1}; Q_{prip2}\} \quad [W]$$

$$Q_{prip1} = 0,7Q_{VYT} + 0,7Q_{TECH} + Q_{TV} \quad [W]$$

$$Q_{prip1} = 0,7 \cdot 78\,436 + 0,7 \cdot 0 + 16\,770 = \underline{72\,675,2\text{ W}}$$

$$Q_{prip2} = Q_{VYT} + Q_{VZT} \quad [W]$$

$$Q_{prip2} = 78\,436 + 0 = \underline{78\,436\text{ W}}$$

$$Q_{prip} = \max \{72\,675,2; 78\,436\} \quad [W]$$

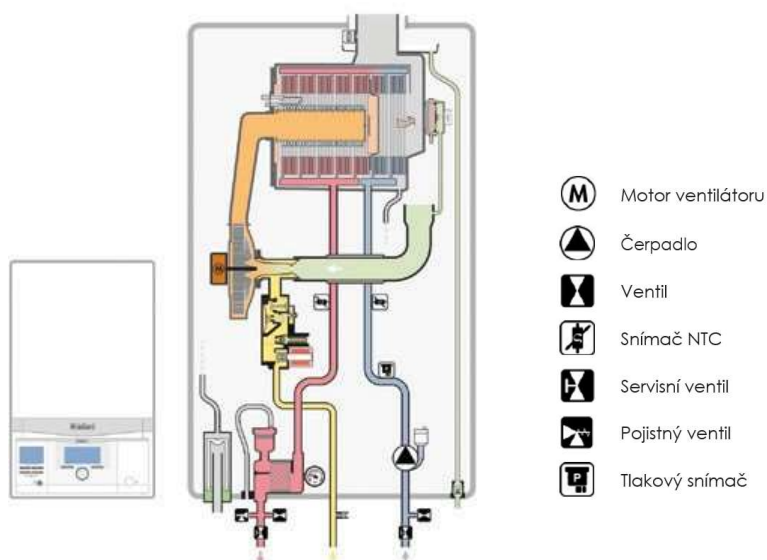
$$\mathbf{Q_{prip} = 78\,436\text{ W}}$$

B.6.3 Návrh zdroje tepla

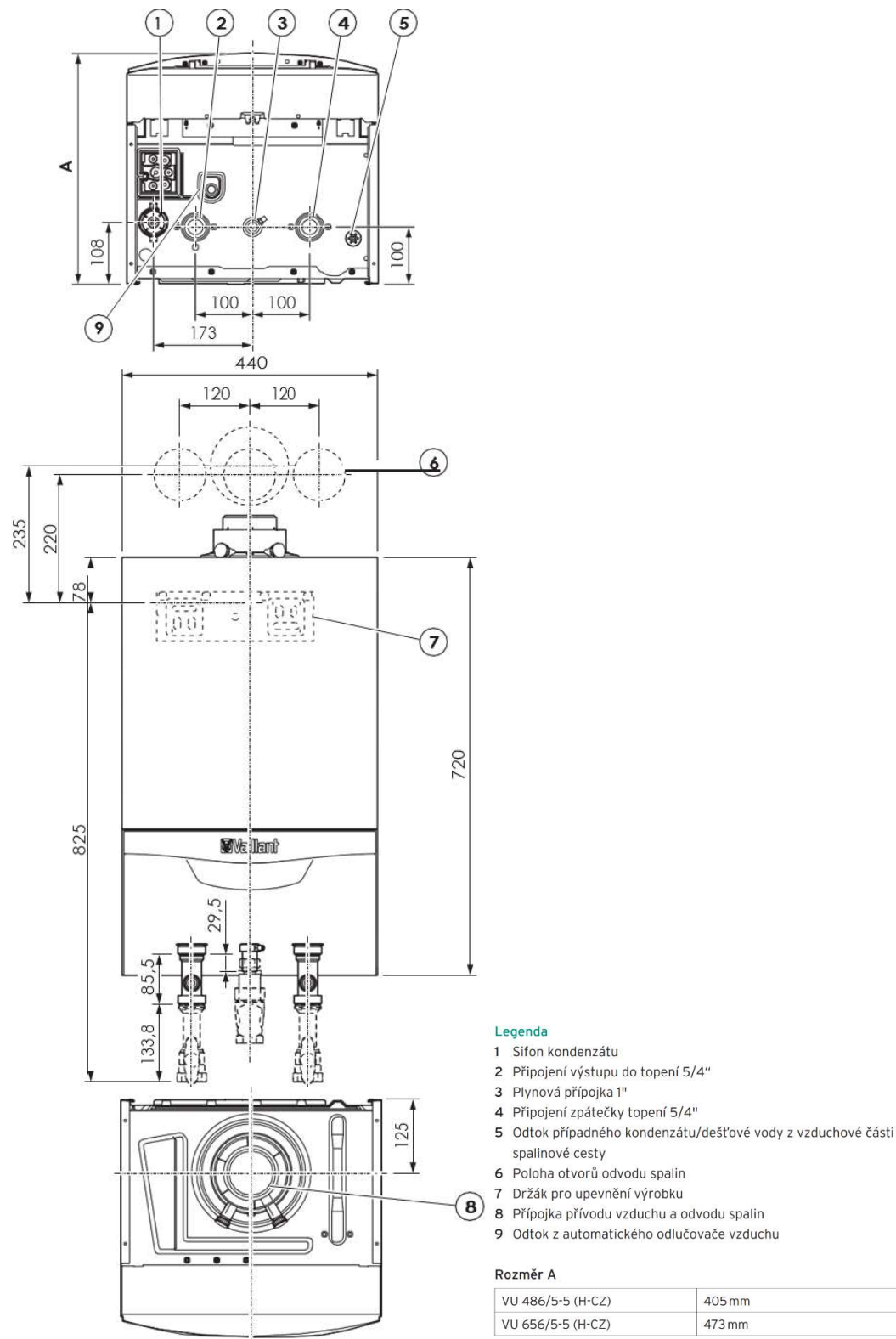
Navrhuji 2 závěsné kaskádově zapojené plynové kondenzační kotle **VU ecoTEC plus 486/5-5** značky VAILLANT s maximálním jmenovitým výkonem jednoho kotle 48 kW. Součet maximálního jmenovitého výkonu kaskádově zapojených kotlů je 96 kW a tím pádem zdroj tepla nespadá do žádné zvláštní kategorie zdrojů tepla.

Zvláštní výhody a funkce:

- hodnota NO_x ve spalínách max 30,8 mg/m³
- normovaná účinnost 109 %
- plynulá regulace výkonu
- Thermo-Compact modul vybavený nerezovým hořákem a ventilátorem s plynulou regulací otáček zajišťuje dokonalé využití plynu (se snižujícím se výkonem kotle klesá počet otáček ventilátoru, a tím je zajištěn konstantní poměr spalovacího vzduchu a plynu).
- Automatický diagnostický systém (digitální zobrazování provozních stavů a analýza režimu kotle). Pomocí tohoto ADS lze nastavit velké množství funkcí, díky kterým lze kotel přizpůsobit topnému systému (nastavení chodu čerpadla a jeho doběhu, nastavení tepelného výkonu pro vytápění / natápění nepřímotopného externího zásobníku vč. jeho časového omezení).
- elektronické nastavení sníženého výkonu pro vytápění
- eBUS rozhraní pro připojení regulační techniky Vaillant
- možnost připojení dalších externích zařízení ke kotli při použití dodatečného příslušenství
- tlakový senzor pro kontrolu tlaku vody v topném okruhu [16]



Obrázek 63: Funkční schéma ecoTEC plus 48 kW [16]



Obrázek 64: Připojovací rozměry kotle [16]

Tabulka 17: Specifikace kotle [16]

	VU 486/5-5 (H-CZ)	VU 656/5-5 (H-CZ)
Maximální teplota na výstupu do topení (nastavení z výroby - d.71)	75 °C	75 °C
Rozsah regulace teploty na výstupu do topení	30 ... 80 °C	30 ... 80 °C
Maximální přípustný tlak (PMS)	0,4 MPa (4,0 bar)	0,4 MPa (4,0 bar)
Jmenovitý průtok vody ($\Delta T = 20$ K)	1 900 l/h	2 500 l/h
Přibližná hodnota objemu kondenzátu (hodnota pH mezi 3,5 a 4,0) při 50/30 °C	5,0 l/h	6,9 l/h
Rozsah užitečného výkonu (P) při 50/30 °C	8,7 ... 48,0 kW	12,2 ... 63,5 kW
Rozsah tepelného výkonu (P) při 60/40 °C	8,5 ... 46,6 kW	11,8 ... 61,7 kW
Rozsah užitečného výkonu (P) při 80/60 °C	7,8 ... 44,1 kW	11,0 ... 58,7 kW
Maximální tepelné zatížení – topení (Q max.)	45,2 kW	60,0 kW
Minimální tepelné zatížení – topení (Q min.)	8,1 kW	11,3 kW
Kategorie plynu	II2H3P	II2H3P
Průměr plynového potrubí na výstupu z výrobku	25 mm	25 mm
Průměr na výstupu plynového svěrného šroubení, vnější závit	1"	1"
Průměr na výstupu zpátečky topení, vnější závit	1 1/2"	1 1/2"
Průměr na výstupu přípojky topení, vnější závit	1 1/2"	1 1/2"
Průměr přípojky pojistného ventilu, vnitřní závit	3/4"	3/4"
Vstupní tlak plynu G20	1,8 kPa (18,0 mbar)	1,8 kPa (18,0 mbar)
Tlak plynu G31	5,0 kPa (50,0 mbar)	5,0 kPa (50,0 mbar)
Hmotnostní tok kouře v topném provozu při Pmin.	3,9 g/s	5,3 g/s
Hmotnostní tok kouře v topném provozu při Pmax.	20,3 g/s	27,0 g/s
Schválené typy zařízení	C13, C33, C43, C53, C83, C93, B23, B23(P), B33, B53, B53(P)	C13, C33, C43, C53, C83, C93, B23, B23(P), B33, B53, B53(P)
Teplota spalín v topném provozu při P min. 50/30 °C	37 °C	37 °C
Teplota spalín v topném provozu při P max. 50/30 °C	53 °C	53 °C
Teplota spalín v topném provozu při P min. 80/60 °C	61 °C	65 °C
Teplota spalín v topném provozu při P max. 80/60 °C	78 °C	78 °C
Jmenovitá účinnost při 80/60 °C	97,5 %	97,8 %
Jmenovitá účinnost při 50/30 °C	106,2 %	105,9 %
Jmenovitá účinnost při 60/40 °C	103,2 %	102,8 %
Jmenovitá účinnost v režimu dílčího výkonu (30 %) při 40/30 °C	109,2 %	109,4 %
Třída NO _x	6	6
Rozměry produktu, šířka	440 mm	440 mm
Rozměry produktu, hloubka	405 mm	473 mm
Rozměry produktu, výška	720 mm	720 mm
Hmotnost bez náplně	37,8 kg	47,2 kg
Elektrické připojení	230 V / 50 Hz	230 V / 50 Hz
Maximální elektrický příkon	□ 131 W	□ 250 W
Elektrický příkon pohotovostní režim	2 W	2 W
Krytí	IPX4D	IPX4D

B.6.3.1 Odkouření kotlů

Bude použit koaxiální systém odkouření pro kaskádově zapojené kotle výrobce kotle o průměru $\varnothing$ 110/130 mm.

Tabulka 18: Možnost délek odkouření [16]

Typ odkouření		VU 486/5-5	VU 656/5-5
Svislé odkouření	Max. povolená délka L	21,0 m	18,0 m
Vodorovné odkouření	Max. povolená délka L	18,0 + 1 koleno 87°	15,0 + 1 koleno 87°
Každé 87° koleno snižuje max. délku o 2,5m Každé 45° koleno snižuje max. délku o 1,0m			

Délka odkouření:	vodorovné potrubí	2 m
	koleno 87°	2,5 m
	svislé potrubí	5 m
		9,5 m -> vyhoví

B.7 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

Dimenzování a hydraulické posouzení bylo provedeno v programu DIMOS – Dimenzování otopných soustav od společnosti PROTECH spol. s r.o. Program na základě typu potrubí navrhne dimenzi potrubí, tlakovou ztrátu, rychlost v potrubí, vřazené odpory, spočítá nastavení jednotlivých ventilů otopných těles, vyvažovacích ventilů atd. Podrobný výpočet viz *Příloha č. 6*.

Rozvody v jednotlivých bytech budou provedeny z více vrstvého plastového potrubí skládající se z vnější vrstvy z polyetylenu, prostřední hliníková vrstva a vnitřní zesílený polyetylén o dimenzích 16x2 mm až 32x3 mm. Hlavní rozvod po celém domě až do jednotlivých bytů bude proveden z měděného potrubí od dimenze 15x1 mm až po 64x2 mm. Všechny úseky potrubí budou opatřeny vhodnou tloušťkou izolace, viz *kapitola B.8 Návrh tepelné izolace potrubí*.

Větev kaskáda plynových kotlů k R+S

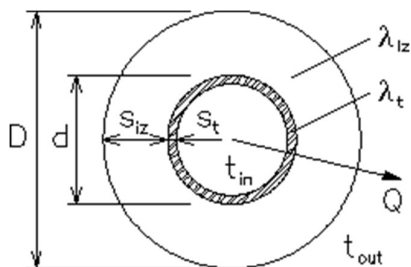
Materiál	Q [kW]	m [kg/h]	l [m]	Dxt	v [m/s]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_v [Pa]	R.l+Z+ Δp_v [Pa]
Měď	78,44	3372	2,5	64x2	0,332	19,2	48	19,5	1075	1000	3123

Větev elektrokotel k zásobníku TV

Materiál	Q [W]	m [kg/h]	l [m]	Dxt	v [m/s]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	$\Sigma \xi$ [-]	Z [Pa]	Δp_v [Pa]	R.l+Z+ Δp_v [Pa]
Měď	16,77	721	3,5	28x1	0,377	73	255,5	17,1	1215	2500	3971

B.8 Návrh tepelné izolace potrubí

Návrh tepelné izolace potrubí vychází z Vyhlášky č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.



Obrázek 65: Schéma pouzdra tepelné izolace potrubí [17]

Tabulka 19: Tabulka tepelné izolace potrubí

Rozměr potrubí	Průměr potrubí	Tloušťka stěny potrubí	Součinitel tepelné vodivosti potrubí	Tloušťka izolace	Součinitel tepelné vodivosti izolace	Průměr potrubí s izolací	Součinitel přestupu tepla na vnější stranu povrchu	Učující součinitel přestupu tepla	Výsledný součinitel přestupu tepla	Posouzení dle vyhlášky č. 193/2007	Typ izolace
Dxt [mm]	d [mm]	t [mm]	λ _t [W/m.K]	S _{iz} [mm]	λ _{iz} [W/m.K]	D [mm]	α _e [W/m2.K]	U _{o,v} [W/m.K]	U _o [W/m.K]	U _o <U _{o,v} VYHOVUJE	
Měděné potrubí											
12x1	12	1	372	13	0,044	38	10	0,15	0,083	VYHOVUJE	Mirelon Polar
15x1	15	1	372	13	0,044	41	10	0,15	0,102	VYHOVUJE	
18x1	18	1	372	20	0,044	58	10	0,15	0,113	VYHOVUJE	
22x1	22	1	372	20	0,044	62	10	0,18	0,131	VYHOVUJE	
28x1	28	1	372	25	0,044	78	10	0,18	0,145	VYHOVUJE	
35x1,5	35	1,5	372	30	0,033	95	10	0,18	0,120	VYHOVUJE	Rowckwool 800
42x1,5	42	1,5	372	40	0,033	122	10	0,27	0,121	VYHOVUJE	
54x2	54	2	372	40	0,033	134	10	0,27	0,113	VYHOVUJE	
64x2	64	2	372	40	0,033	144	10	0,27	0,119	VYHOVUJE	
76,1x2	76,1	2	372	50	0,033	176,1	10	0,27	0,113	VYHOVUJE	
88,9x2,5	88,9	2,5	372	50	0,033	188,9	10	0,34	0,106	VYHOVUJE	
108x2,5	108	2,5	372	50	0,033	208	10	0,34	0,106	VYHOVUJE	
Vícevrstvé plastové potrubí											
16x2	16	2	0,45	13	0,044	42	10	0,15	0,731	NEVYHOVUJE	Mirelon Polar
18x2	18	2	0,45	20	0,044	58	10	0,15	0,533	NEVYHOVUJE	
26x3	26	3	0,45	25	0,044	76	10	0,18	0,408	NEVYHOVUJE	
32x3	32	2	0,45	25	0,044	82	10	0,18	0,380	NEVYHOVUJE	

Pozn.1: Tepelná izolace plastového potrubí nevyhoví výpočtu součinitele prostupu tepla, ale Vyhláška č. 193/2007 také uvádí v §5 odstavec (11) minimální potřebnou tloušťku rovnající se vnějšímu rozměru potrubí.

Pozn.2: §5 (11) U vnitřních rozvodů plastových a měděných se tloušťka tepelné izolace volí podle vnějšího průměru potrubí nejbližšího vnějšímu průměru potrubí řady DN.

B.9 Návrh oběhových čerpadel

Budou použita oběhová čerpadla značky WILO a návrh bude proveden v online konfigurátoru na stránkách společnosti WILO.

B.9.1 Posouzení kotlových čerpadel

Posouzení kotlových čerpadel se provádí z důvodu ověření zbytkové výtlačné výšky čerpadel při daném Δt a potřebném přenášeném výkonu. Kotlový okruh by měl být cca o 10–15% větší průtok než na straně větví.

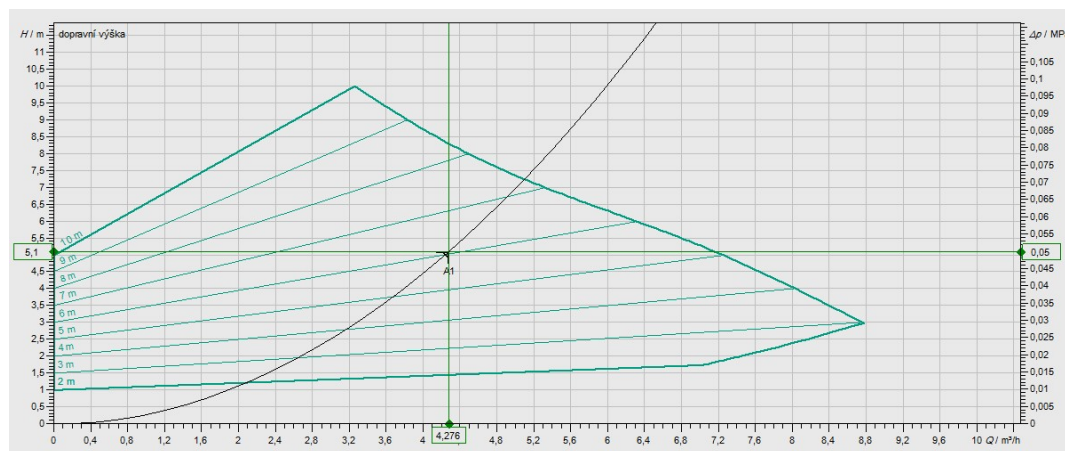
Tabulka 20: Porovnání jmenovitých hodnot kotlů s požadovanými hodnotami

Teplotní spád 75/55 °C	Jmenovitý průtok [l/h]	Přenášený výkon [kW]
Kotlová strana	3800	88,37
Strana větví	3373	78,436
Rezerva	11,24 %	11,24 %

B.9.2 Větev A – Vytápění

- Tlaková ztráta 51,127 kPa
- Průtok na větví 4 275,7 kg/h

Navrženo je oběhové čerpadlo WILO **Yonos MAXO 30/0,5-10** PN10

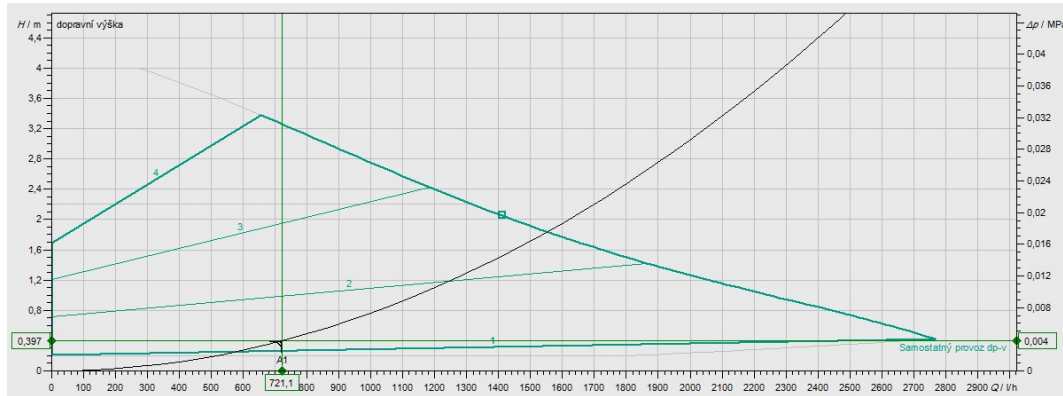


Obrázek 66: Graf oběhového čerpadla YONOS MAXO 30/0,5-10 [20]

B.9.3 Větev B – Ohřev teplé vody

- Tlaková ztráta 3,971 kPa
- Průtok na větvi 721,118 kg/h

Navrženo je oběhové čerpadlo WILO Yonos PICO 15/1-4.



Obrázek 67: Graf oběhového čerpadla Yonos PICO 15/1-4 [20]

B.10 Návrh zabezpečovacího zařízení

B.10.1 Expanzní nádoba

Vstupní údaje:

Objem vody v otopné soustavě
Jmenovitý výkon zdroje
Výška otopné soustavy
Výška manometrické roviny
Maximální teplota topné vody

$V_o = 1148 \text{ l}$
 $Q_p = 96 \text{ kW}$
 $h = 17,5 \text{ m}$
 $h_{MR} = 1,0 \text{ m}$
 $t_{max} = 75 \text{ °C}$

$$\Rightarrow n = 0,02551$$

Expanzní objem:

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n$$

$$V_e = 1,3 \cdot 1,148 \cdot 0,02551$$

$$V_e = 0,038 \text{ m}^3$$

Provozní přetlak:

$$\text{Nejnižší: } P_{d,dov} > 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + p_B = 1,1 \cdot 17,5 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 100 = 288,8 \text{ kPa}$$

$\Rightarrow$ volím 290 kPa

$$\text{Nejvyšší: } P_{h,dov} < p_k - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3}) = 400 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 390,19 \text{ kPa}$$

$\Rightarrow$ volím 350 kPa

Předběžný objem expanzní nádoby:

Předběžný nejvyšší provozní přetlak

$$p_{hp} = 350 \text{ kPa}$$

Předběžný nejnižší provozní přetlak

$$p_d = 290 \text{ kPa}$$

$$V_{ep} = V_e \cdot (p_{hp} + 100) / (p_{hp} - p_d)$$

$$V_{ep} = 0,038 \cdot (350 + 100) / (350 - 290)$$

$$V_{ep} = 0,285 \text{ m}^3 = 285 \text{ l}$$

Navrhuji expanzní nádobu **Reflex N 300/6** s expanzní objemem 300 l a maximálním dovoleným tlakem 6 barů.

Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5}$$

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot 96^{0,5}$$

$d_p = 15,88 \text{ mm} \Rightarrow$ navrhuji potrubí průměru DN 25 (přípojka expanzní nádoby)

B.10.2 Pojistné ventily

B.10.2.1 Kotel

Součástí dodávky kotle je pojistný ventil s přednastavenou maximální hodnotou na 4 bary.

B.10.2.2 Zásobník teplé vody

Dimenze pojistného ventilu se stanoví dle ČSN 06 0830 a tabulkových hodnot největšího výkonu ohřivače a objemu ohřivače vody.

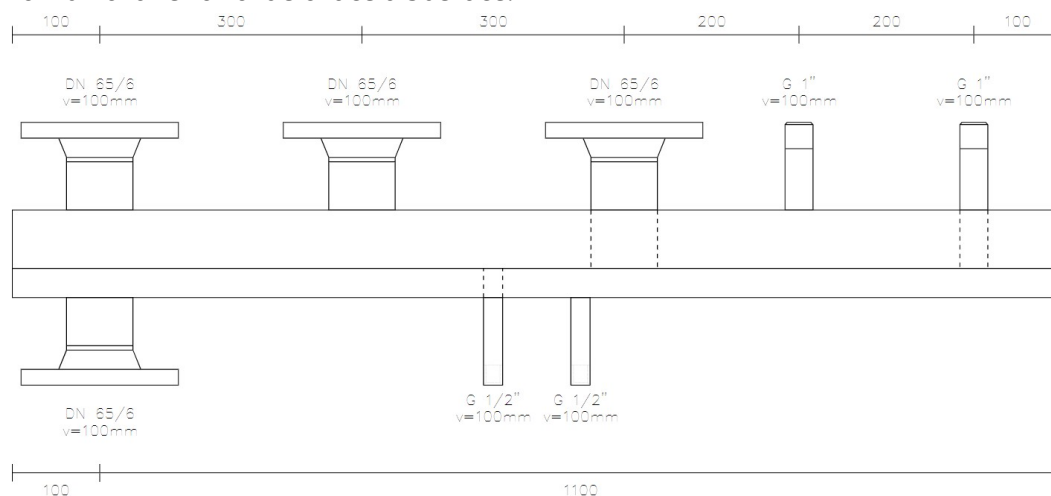
Největší výkon ohřivače vody je 60 kW a jeho objem je 750 l a dle těchto parametrů norma stanovuje pojistný ventil o jmenovité světlosti DN 20.

Navrhuji pojistný ventil **DUCO 3/4"x1½"** s otevíracím přetlakem 6 barů.

B.11 Návrh výše nespécifikovaných zařízení

B.11.1 Rozdělovač a sběrač

Návrh byl proveden v programu ETL Designer od společnosti **ETL - Ekotherm® a.s.** dle technických požadavků na tvorbu a uspořádání kombinovaného rozdělovače a sběrače.



Obrázek 68: Schématický náčrt navrhnutého kombinovaného rozdělovače a sběrače

B.11.2 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků HVDT

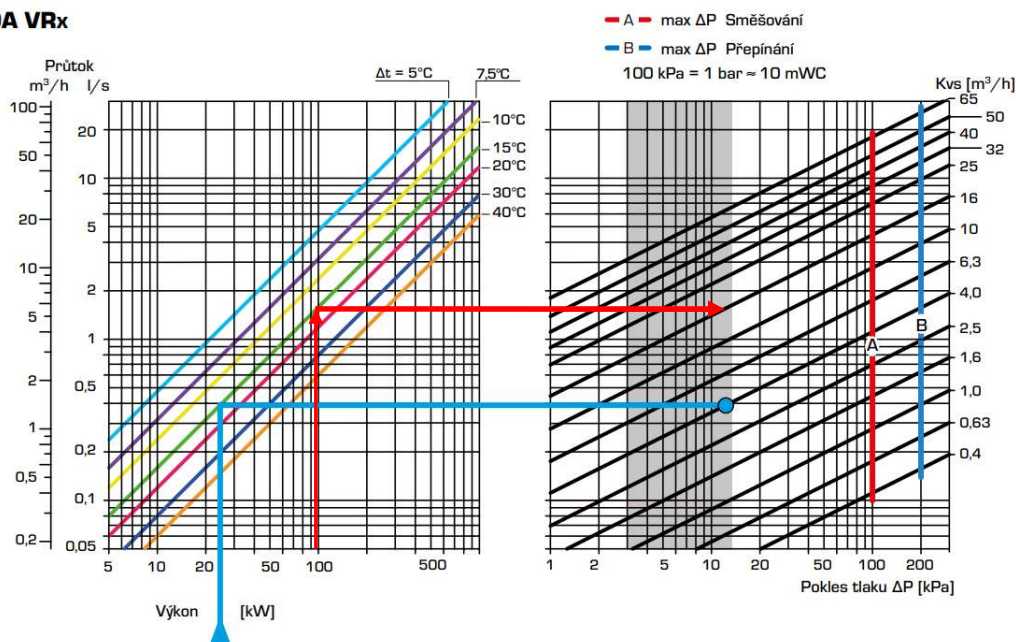
Jmenovitý průtok od kotlů je 3,8 m³/h. Navrhují HVDT od společnosti **ETL - Ekotherm® a.s. typ I** s maximální průtokem 4,0 m³/h.

B.11.3 Směšovací armatury

Směšovací trojcestné ventily slouží ke kvalitativnímu regulování výstupní teploty jednotlivých větví. Součástí dodávky je servopohon napojený na teploměr vratné vody.

Návrh směšovací trojcestné armatury pro větev vytápění bude od firmy ESBE typ VRG130.

ŘADA VRx



Obrázek 69: Graf návrhu směšovací armatury řady VRx [19]

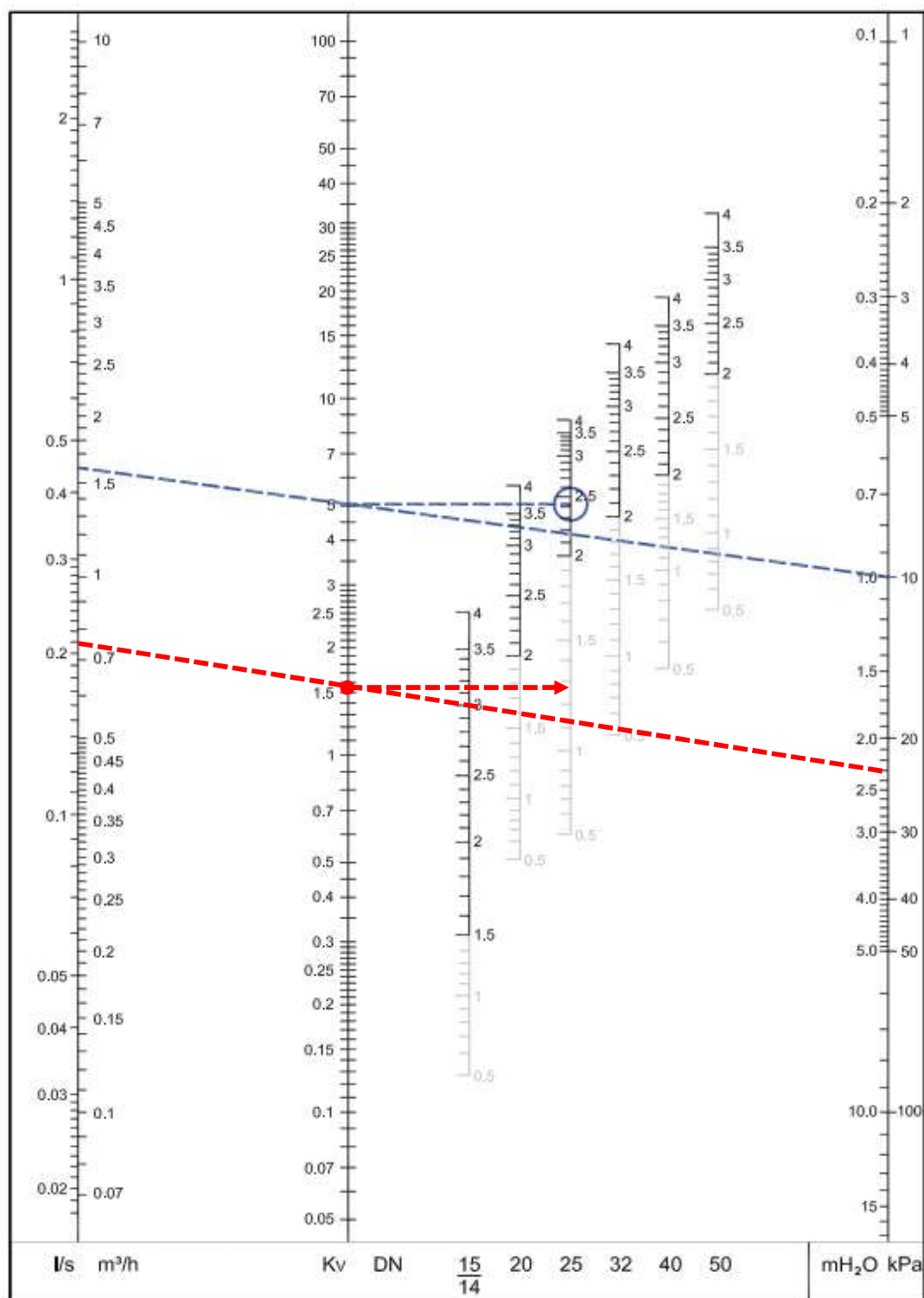
Navržený směšovací ventil bude mít hodnotu Kvs 16 m³/h a pokles tlaku bude 13 kPa, DN 32.

B.11.4 Vyvažovací armatury

Vyvažovací armatury slouží k „vyvážení“ soustavy, to znamená, že vyvažovací armatura vyrovnává průtok v systému vytápění mezi jednotlivými úseky jako například mezi bytem o určitém průtoku a tlakové ztrátě oproti hlavní větví. V projektu jsou použity vyvažovací armatury STAD – PN 25 od společnosti IMI Hydronic Engineering. V projektu jsou vyvažovací armatury umístěny na odbočkách přírodního potrubí k bytům z hlavního rozvodu k vyvážení průtoků. Program DIMOS – Dimenzování otopných soustav od společnosti PROTECH spol. s r.o. vypočítá nastavení jednotlivých vyvažovacích armatur.

Porovnání vypočteného přednastavení programem:

- Požadovaný průtok 196 kg/h
- Rozdíl tlakových ztrát 22 330 Pa
- Vypočítané nastavení otáček ventilu 1,27 DN25
- Stanovené nastavení otáček ventilu z grafu výrobce 1,28 DN 25 viz obrázek grafu s určením níže



Obrázek 70: Graf určení nastavení otáček a dimenze vyvažovacího ventilu STAD-PN 25 [21]

B.11.5 Měřiče tepla

Na jednotlivých rozvodech vytápění do bytů budou osazeny měřiče tepla DIEHL subkompaktní MT Sharky 774 od společnosti ENBRA a.s. na společných chodbách na hlavní rozvodu vytápění v instalačních šachtách. Měřič tepla slouží pro dálkový odečet množství energie tepla do dané do bytu.

DIEHL subkompaktní MT Sharky 774 je ultrazvukový subkompaktní měřič energie tepla a chladu vychází z osvědčeného typu Sharky 774. Ve standardu je vybaven radiovou komunikací v pásmu 868 MHz podle standardu Wireless M-Bus/OMS nebo drátovou komunikací pomocí M-Bus protokolu – vybranou variantu je nutno specifikovat při objednání (měřič není možno dodatečně doplnit o další moduly). Součástí soupravy měřiče je průtokoměr, kalorimetrické počítadlo, pár odporových teploměrů, kulový kohout s jímkou, pár šroubení a pár těsnění. Standardně zobrazovaná jednotka kWh. Standardně jsou měřiče určeny pro instalaci na zpátečku, nastavení pro instalaci do přívodu je nutno specifikovat v objednávce. [18]



Obrázek 71: Měřič tepla Sharky 774 [18]

			SHARKY 774		
Nominální průtok	qp	m ³ /h	0,6	1,5	2,5
Dimenze	DN	mm	15		20
Délka	L	mm	110		130
Rozběhový průtok		l/h	1	2,5	4
Minimální průtok	qi	l/h	6	15	25
Maximální průtok	qs	m ³ /h	1,2	3	5
Průtokové přetížení		m ³ /h	2,5	4,6	6,7
Max. tlak	PN	bar	16		
Kvs ($\Delta p=Q_2/Kvs_2$)			2,06	5,48	7,91
Tlak. ztráta při qp	Δp	mbar	85	75	100
Závit na průtokoměru		Inch	G3/4B		G1B

Obrázek 72: Technická data měřiče Sharky 774 [18]

Sestava armatur: Přívod – Kulový kohout s vypouštěním
– Vyvažovací ventil STAD
– Elektroventil
– Kulový kohout s jímkou pro teplotní čidlo

Přívod – Kulový kohout s vypouštěním
– Měřič tepla Sharky 774
– Filtr s magnetickou vložkou
– Kulový kohout

B.12 Roční potřeba tepla a paliva

B.12.1 Vstupní údaje

- Lokalita Brno
- Teplota exteriéru v zimě $t_e = -12\text{ °C}$
- Počet dnů otopné sezóny $d = 232$ dnů
- Průměrná vnitřní teplota $t_{is} = 20\text{ °C}$
- Průměrná venkovní teplota v době otopného sezóny $t_{es} = 4\text{ °C}$

B.12.2 Příprava teplé vody

- Denní spotřeba teplé vody $V = 0,75\text{ m}^3/\text{den}$
- Vstupní teplota vody v létě $t_{1,L} = 15\text{ °C}$
- Vstupní teplota vody v zimě $t_{1,Z} = 10\text{ °C}$
- Výstupní teplota voda $t_2 = 55\text{ °C}$

Způsob přípravy teplé vody je pomocí nepřímého topného zásobníku teplé vody.

Teplo pro ohřev vody:

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 0,75 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 39,25 \text{ kWh/den}$$

Korekce na proměnlivou vstupní teplotu:

$$k_t = \frac{t_2 - t_{1,L}}{t_2 - t_{1,Z}} = (55 - 15) / (55 - 10) = 0,89$$

Roční spotřeba tepla:

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k_t \cdot E_{TV,d} \cdot (365 - d) = 39,25 \cdot 232 + 0,89 \cdot 39,25 \cdot (365 - 232) = 13,75 \text{ MWh/r}$$

Roční spotřeba energie:

$$E_{TV,sk} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroje} \cdot \eta_{distr}} = \frac{36,67}{1 \cdot 0,95} = \mathbf{14,48 \text{ MWh/rok}}$$

B.12.3 Vytápění

- Výpočtová tepelná ztráta $Q_{cm} = 78\,436 \text{ W}$
- Průměrná vnitřní teplota $t_{is} = 20 \text{ °C}$
- Průměrná venkovní teplota v době otopného sezóny $t_{es} = 4 \text{ °C}$
- Teplota exteriéru v zimě $t_e = -12 \text{ °C}$

Měrná tepelná ztráta:

$$H_{cm} = Q_{cm} / \Delta T = 78\,436 / 32 = 2451,125 \text{ W/K}$$

Opravný součinitel:

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

kde:

- | | | |
|----------|----|---|
| e_i | je | nesoučasnost tepelné ztráty infiltrací a tepelné ztráty prostupem, protože tepelná ztráta infiltrací v běžných případech tvoří 10-20 % celkové tepelné ztráty, volí se součinitel $e_i = 0,8-0,9$; |
| e_t | | snížení teploty v místnosti během dne, resp. noci. V některých objektech je vlivem vhodné regulace možno snížit teplotu po určitou část dne. Součinitel e_t se volí v rozmezí 0,8 např. pro školy s polodenním vyučováním až po 1,0 pro nemocnice, kde vyžadujeme 100 % výkon otopné soustavy po celých 24 hodin; |
| e_d | | zkrácení doby vytápění u objektu s přestávkami v provozu e_d . Podle využití budov v průběhu týdne se volí součinitel e_d v rozmezí od 1,0 pro budovy se sedmidenním provozem, přes 0,9 pro budovy se šestidenním a 0,8 pro budovy s pětidenním provozem; |
| η_o | | účinnost rozvodu – volí se v rozmezí 0,95-0,98 podle provedení; |
| η_r | | účinnost obsluhy, resp. možnosti regulace soustavy – volí se v rozmezí 0,9 pro kotelnu na pevná paliva bez rozdělení kotelny na sekce až po |

1,0 pro plynovou kotelnu s otopnou soustavou rozdělenou do sekcí např. podle světových stran s automatickou regulací.

$$\varepsilon = \frac{0,911}{0,981} = 0,918$$

Počet denostupňů:

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 232 \cdot (20 - 4) = 3\,619$$

Roční potřeba tepla pro vytápění:

$$E_{UT} = \varepsilon \cdot h \cdot D \cdot H_T = 0,918 \cdot 24 \cdot 3\,619 \cdot 2\,451,125 = 195,44 \text{ MWh/rok}$$

h – počet provozních hodin [24 h]

Roční spotřeba energie:

$$E_{UT,sk} = \frac{E_{UT}}{\eta_{zdroje} \cdot \eta_{distr}} = \frac{195,44}{0,99 \cdot 0,98} = \mathbf{201,44 \text{ MWh/rok}}$$

B.12.4 Souhrn

	E_{sk}
Příprava teplé vody	14,48 MWh/rok
Vytápění	201,44 MWh/rok
	<u>215,92 MWh/rok</u>

Roční spotřeba paliva:

$$B_r = \frac{E_{sk} \cdot 3\,600}{\eta_{zdroje} \cdot H}$$

kde:

B_r	je	roční spotřeba paliva	[m ³];
E_{sk}		potřeba tepla roční	[MWh/rok];
η_{zdroje}		účinnost zdroje	[%];
H		výhřevnost paliva	[MJ/m ³].

$$B_r = \frac{215,92 \cdot 3\,600}{0,99 \cdot 33,9} = \mathbf{23\,161 \text{ m}^3 \text{ zemního plynu}}$$



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C. PROJEKT

C. PROJECT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marek Jára

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN TOPIČ, Ph.D.

BRNO 2020

C.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

C.1.1 Úvod

Technická zpráva popisuje a sumarizuje návrh systému vytápění novostavby bytového domu s názvem Residence Spolková.

C.1.1.1 Umístění objektu

Objekt se nachází v Jihomoravském kraji v městě Brno, v městské části Brno-střed na ulici Spolková č.p.11.

C.1.1.2 Majitel objektu

Majitelem objektu a pozemku, kde se nachází objektu je společnost Spolková 11 s.r.o.

C.1.1.3 Popis objektu

B.D. Spolková 11 je osmipodlažní objekt s maximálním počtem 23 nebo 25 bytových jednotek. Bytový dům je založen na 27 vrtaných pilotách o průměru 60 a 90 cm do hloubky 18 m. Na nich jsou po obou stranách pasy šířky 180 a tloušťky 70 cm. Na pasech a pilotách je železobetonová monolitická deska tloušťky 30 cm (bílá vana). Z důvodů dokonalé statiky je dům do 2.NP monolitický. Dále je vyzdíván z broušených keramických bloků, které jsou spojovány na nově vyvinutou lepící hmotou v Profi Baustoffe. Dále od této firmy budou použity PROFI samonivelační cementové lité potěry, omítky v provedení FINALSPACHTEL a bytový dům bude opatřen tepelně izolační fasádou PROFI FARADAYUS pro odclonění vnějšího elektrosmogu, který může mít negativní vliv na lidský organismus. Tento materiál dokáže odstínit až 99 % elektromagnetického záření. Mezibytové stěny jsou z akustických tvárnic. Dále zůstávají monolitické stropy, balkony, schodiště a výtahová šachta. Ke každému bytu je možnost přikoupit sklepní kóji a parkovací stání. Budova je vybavena rozměrným výtahem pro zjednodušení pohybu osob a stěhování. Nad garážovými stáními v 1.NP je z chodby umístěn výstup na zelenou terasu pro odpočinek a rekreaci obyvatel domu. Na jižní – uliční straně domu jsou umístěny balkony (3–6 N.P.) Zábradlí bude z pozinkované oceli a výplně z tahokovu. Barva grafit práškovou barvou. Francouzská okna budou vybavena vnějšími žaluziemi pro zvýšení komfortu bydlení. Energetická náročnost budovy je mezi A a B, což je maximum bez rekuperace.

C.1.1.4 Popis provozu v objektu

Bytový dům je určen pro dlouhodobé bydlení. Na typickém patře se nachází 4 bytové jednotky. Ke každému bytu je možnost přikoupit sklepní kóji a parkovací stání. Budova je vybavena rozměrným výtahem pro zjednodušení pohybu osob a stěhování. Vytápění je zajištěno pomocí dvou plynových kaskádově zapojených kotlů. Ve společné chodbě je umístěna prádelna osazená dvěma automatickými pračkami a dvěma sušičkami. Toto zařízení zvýší kvalitu bydlení v

malometrážních bytech. Každý byt je vybaven koupelnou, plovoucí podlahou, vinylovou podlahou, dveřmi s obložkovými zárubněmi. Množství a velikost bytových jednotek je možno měnit jejich částečným slučováním dle přání jednotlivých klientů.

Provoz bytového domu je celodenní a nezávislý na jednotlivých osobách z bytových jednotek. Vstup do objektu a společných prostor z veřejného prostranství bude pomocí čipu, který budou mít jednotliví ubytovaní a tím bude zabráněno vstupu cizím lidem. Společné chodby, prostory a výtah jsou přístupné po celý den a bez omezení.

V řešeném bytovém domě je navrženo teplovodní ústřední vytápění s teplotním spádem 75/55 °C. Zdroj tepla budou dva kaskádově zapojené plynové kondenzační kotle a ohřev tepla bude zajišťovat nepřímotopný ohříváč vody. Jednotlivé odbočky rozvodů do bytů z hlavního rozvodu budou osazeny měřičem tepla a elektroventilem napojeným na bytový termostat. Hlavní rozvod vytápění bude proveden z mědi a rozvody vytápění v bytech bude proveden z více vrstvého plastového potrubí.

Teplovodní podlahové vytápění bude mít teplotní spád 45/40 °C a tuto požadovanou teplotu zajistí mísící sada osazena na rozdělovačích podlahového vytápění.

Spotřeba teplé vody bytů bude měřena pomocí měřičů osazených na rozvodech teplé vody v instalačních šachtách, viz projekt ZTI.

C.1.1.5 Počet osob v objektu

Maximální počet osob při uvažovaném počtu 25 bytů je 52 osob – standardní byt 2 osoby a mezonetový byt 4 osoby.

C.1.2 Poklady

Podklady pro vypracování projektové dokumentace byly:

- Požadavky investora
- Výkresová dokumentace
- Technické normy a vyhlášky zákona, viz kapitola C.1.8.2 *Předpisy a normy*
- Průzkum
- Výkresová dokumentace okolních sítí
- Koordinace navržených rozvodů všech profesí
- Technické listy a podklady výrobců navrhovaných systému a zařízení

C.1.2.1 Výkresová dokumentace

Výkresová dokumentace řešeného bytového domu pochází od pana Ing. Arch. Zdeněk Jánský z ateliéru JANEPA a.s. Výkresová dokumentace byla stěžejním podkladem pro zpracování projektové dokumentace vytápění.

C.1.2.2 Průzkum

Průzkumem parcely a stávajícího objektu byly doloženy stávající podklady a výkresová dokumentace. Průzkum stanovil složení konstrukcí a jejich tloušťky stávajícího dvorního objektu.

C.1.3 Základní technické informace

C.1.3.1 Klimatické údaje

Bytový dům se nachází v Brně v Jihomoravském kraji v zastavěné oblasti v městské části Brno-střed, kde je venkovní výpočtová teplota v zimním období stanovena normou na $t_e = -12\text{ °C}$. Počet dní v otopné období je 232 dní se střední denní venkovní teplotou pro začátek a konec otopného období $t_{em} = 13\text{ °C}$ a se střední venkovní teplotou za otopné období $t_{es} = 4,0\text{ °C}$.

Vnitřní návrhové teploty místností byly určeny dle ČSN EN 12831 nebo dle přání investora. Obytné prostory a kuchyně budou vytápěny na 21 °C , koupelny na 24 °C , vedlejší vytápěné místnosti na $15\text{--}18\text{ °C}$ a hlavní schodiště na 15 °C . Relativní vlhkost vzduchu exteriéru je 80 %, vnitřních místností vyjma koupelny je 60 % a koupelny 90 %. Vytápění bude nepřerušované s možným programovatelným útlumem či úplným zastavením vytápění pomocí elektroventilu osazeném na odbočce trasy do bytu z hlavní trasy vytápění. Zátopový součinitel je stanoven na $f_{RH} = 4\text{ W/m}^2$.

C.1.3.2 Tepelná bilance

Tabulka 21: Tepelná bilance objektu

	Potřeba tepla [kW]	Spotřeba tepla [MWh/rok]
Vytápění	78,436	201,44
Ohřev teplé vody	16,77	14,48
Celkem	95,206	215,92

Zdroj tepla jsou dva plynové kondenzační kotle zapojené do kaskády a jsou i zdrojem tepla pro ohřev teplé vody. Ohřev teplé vody je zajištěn pomocí nepřímotopného zásobníku teplé vody.

C.1.4 Zdroj tepla

C.1.4.1 Popis zdroje a ostatních zařízení

Zdrojem tepla jsou dva plynové kondenzační kotle zapojené do kaskády o společném jmenovitém výkonu 96kW. Ohřev teplé vody bude zajištěn pomocí

nepřímotopného ohříváče teplé vody o objemu 750 l a zdrojem tepla pro ohřev teplé vody jsou výše uvedené dva plynové kondenzační kotle zapojené do kaskády.

Spolu se zdrojem tepla a ohřevem teplé vody jsou navrženy další potřebné zařízení jako HVDT – hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků, kombinovaný rozdělovač/sběrač, expanzní nádoba.

C.1.4.1.1 Zdroj tepla

Zdrojem tepla jsou dva kaskádově zapojené plynové kondenzační kotle **VU ecoTEC plus 486/5-5** značky VAILLANT s maximálním jmenovitým výkonem jednoho kotle 48 kW. Součet maximálního jmenovitého výkonu kaskádově zapojených kotlů je 96 kW.

Rozměry jednoho kotle jsou 440x405x720 mm (ŠxDxV) s hmotností bez vody 37,8 kg. Elektrické připojení 230 V / 50 Hz. Odkouření kotlů je koaxiální potrubí o rozměrech $\varnothing$ 110/130 mm, které zajišťuje odvod spalin a přívod spalovacího vzduchu. Součástí dodávky kotle je pojistný ventil, automatický odlučovač vzduchu z otopné vody, oběhové čerpadlo, časové programy.

C.1.4.1.2 Ohřev teplé vody

Ohřev teplé vody bude zajištěn pomocí stacionárního nepřímotopného ohříváče teplé vody **SE-2-750** značky WOLF s ukazatelem výkonu $N_L = 24,0$ a objemu 750 l. Zdroj tepla pro ohřev teplé vody jsou dva výše uvedené kaskádově zapojené plynové kondenzační kotle VU ecoTEC plus 486/5-5 značky VAILLANT o teplotním spádu 75/55 °C.

Ohříváč vody obsahuje jeden výměník tepla z hladkých trubek s dvouvrstvým smaltováním o objemu 22,5 l a s plochou 2,7 m². Hmotnost prázdného zásobníku je 260 kg s celkovou výškou 1 982 mm (klopná výška s tepelnou izolací 1 940 mm), průměr ohříváče s tepelnou izolací 990 mm a bez tepelné izolace 790 mm. Součástí dodávky ohříváče vody je tepelná izolace z tvrzené PU pěny pod plastovým opláštěným ohříváče.

C.1.4.1.3 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků HVDT

Jmenovitý průtok od kotlů je 3,8 m³/h. Navrhují HVDT od společnosti **ETL – Ekotherm® a.s. typ I** s maximální průtokem 4,0 m³/h. Výška HVDT je 1 050 mm, rozteč mezi připojením 400 mm, šířka včetně připojení 400 mm a průměr těla HVDT je 108 mm. Součástí dodávky je tepelně izolační pouzdro z PUR pěny vnější povrchovou hliníkovou úpravou.

C.1.4.1.4 Kombinovaný rozdělovač a sběrač

Je zhotoven kombinovaný rozdělovač a sběrač na zakázku od společnosti **ETL – Ekotherm® a.s.** dle technických požadavků na tvorbu a uspořádání kombinovaného rozdělovače a sběrače. Modul rozdělovače je 100 mm a délka je

1 700 mm. Součástí dodávky je tepelně izolační pouzdro z PUR pěny vnější povrchovou hliníkovou úpravou.

C.1.4.1.5 Pojišťovací a zabezpečovací zařízení

Pro ochranu otopné soustavy a jednotlivých zařízení jsou instalovány pojistné a bezpečnostní prvky proti překročení nevyššího dovoleného tlaku dle ČSN 06 0830.

Systém vytápění je zabezpečen expanzní nádobou **Reflex N 300/6** s expanzní objemem 300 l a maximálním dovoleným tlakem 6 barů velikosti 634x1 092 mm. (øDxH) a připojením 1". Součástí dodávky kotle je pojistný ventil s přednastavenou maximální hodnotou na 4 bary. Pro nepřímotopný ohřívač vody byl navržen pojistný ventil **DUCO ¾"x1½"** s otevíracím přetlakem 6 barů.

C.1.4.2 Stavební úpravy

V technické místnosti m.č. 0.11 bude ověřena nosnost obvodových zdí pro ukotvení závěsného zdroje tepla. Dále bude zřízen otvor pro koaxiální kaskádové odkouření zdroje tepla o rozměrech ø110/130 mm. Okolo zdroje tepla musí být ponechán minimální volný prostor dle montážního manuálu dané výrobcem. V technické místnosti musí být zhotoveno odvodnění podlahové plochy do podlahové vpusti. Dále bude zřízena větrací mřížka pro výměnu vzduchu (=průrazy ve stavebních konstrukcích), které zajistí požadovanou výměnu vzduchu za hodinu v místnosti.

C.1.4.3 Větrání prostorů

Zdroj tepla je dle TPG 800 00 plynový spotřebič typu C (tzn., že vzduch pro spalování je přiváděn z exteriéru a odvod spalin vyúsťuje do exteriéru) a nejsou dány žádné zvláštní požadavky na větrání, přívod vzduchu či objem prostoru.

V technické místnosti bude výměna vzduchu $n = 0,5h^{-1}$. Tok vzduchu v místnosti bude zajištěn i spárovou neprůvzdušností otvorů.

C.1.4.4 Přívod vzduchu, odvod spalin

Pro přívod vzduchu pro uzavřenou spalovací komoru zdroje tepla a odvod spalin je použit koaxiální systém odkouření pro kaskádově zapojené kotle výrobce kotle o průměru ø 110/130 mm. Jedná se o systém odkouření daný přímo výrobcem a budou splněny všechny požadavky na instalaci a délky koaxiálního odkouření.

V technické místnosti není potřeba navrhovat zařízení pro přívod vzduchu či odvod nebezpečných plynných látek nebo toxických zplodin, jelikož není instalováno takové zařízení, které by tyto požadavky potřebovalo.

C.1.5 Otopná soustava

C.1.5.1 Typ soustavy

Otopná soustava je řešena jako dvoutrubková teplovodní s nuceným oběhem otopné vody s teplotním spádem 75/55 °C. Okruh u zdroje tepla je oddělen od kombinovaného rozdělovače a sběrače hydraulickým vyrovnávačem dynamických tlaků. Kombinovaný rozdělovač a sběrač má dvě větve – větev vytápění a větev ohřevu teplé vody. Teplota přírodní vody větve vytápění bude regulována pomocí směšovacího ventilu. Hlavní rozvod potrubí otopné vody po objektu je z měděno potrubí o rozměrech 15x1 mm až 64x2 mm, který je veden v horizontálním směru volně pod stropem a ve vertikálním směru v instalačních šachtách. Rozvody potrubí jednotlivých bytů jsou provedeny z více vrstvého plastového potrubí o rozměrech 16x2 až 32x3 mm. Otopná tělesa bytů jsou řešena jako kombinace deskových ocelových těles KORADO, otopných koupelnových trubkových těles KORADO, podlahových konvektorů ISAN a systému podlahového vytápění IVAR CS s teplotním spádem 45/40 °C s mísící sadou. Společně prostory jsou vytápěny pomocí deskových ocelových otopných těles KORADO.

Napojení bytů z hlavního rozvodu je pomocí odboček v instalačních šachtách v revizích otvorech umístěné na společné chodbě. Na odbočce je umístěna sada armatur pro vyvážení soustavy, uzavření odbočky bytu pomocí elektroventilu, který je napojen na bytový termostat, filtr, uzavření, odvzdušnění a vypouštění. Odbočka z hlavního rozvodu vede volně pod stropem společnou chodbou do jednotlivých bytů, potrubí je provedeno z mědi. V bytech potrubí klesne do úrovně podlahy, kde dojde pomocí přechodky ke změně materiálu z mědi na plastové potrubí, které dále vede v podlaze k jednotlivým otopným tělesům. V mezonetovém bytě G je instalován systém teplovodního podlahového vytápění IVAR CS doplněn v koupelnách o otopné koupelnová trubková tělesa KORADO.

Soustava je uzavřená a je zabezpečena expanzní nádobou s membránou. Expanzní nádoba vyrovná změny objemu a tlaku vody při napuštění systému, při začátku provozu a v průběhu provozování soustavy. Proti překročení dovoleného nejvyššího přípustného tlaku jsou instalovány pojistný ventily na důležitých zařízeních.

C.1.5.2 Vedení rozvodů

Vedení rozvodů otopné soustavy je navrženo dvoutrubkové protiproudé, teplovodní a s nuceným oběhem.

V technické místnosti jsou rozvody vedeny částečně nad sebou podél stěny nebo pod stropem k jednotlivým zařízením.

Hlavní vedení rozvodu vytápění od kombinovaného rozdělovače a sběrače je v 1.NP vedeno pod stropem a z něho klesají či stoupají jednotlivé odbočky – hlavní větve, byty, otopná tělesa společných prostor. Vertikální vedení rozvodu hlavní větve vytápění je vedeno v instalační šachtě, která prostupuje od 1.NP do 8.NP.

Vedení rozvodu pro ohřev teplé vody od kombinovaného rozdělovače a sběrače k nepřímému topnému ohřívací vody je veden v technické místnosti pod stropem.

Odbočky z hlavního vedení rozvodu vytápění do jednotlivých bytů odbočí v úrovni podlahy a stoupají po strop. V tomto úseku jsou osazeny armatury pro odbočku bytu. Potrubí dále pokračuje pod stropem, do jednotlivých bytů, kde na určeném místě dle výkresové dokumentace klesne do úrovně podlahy, kde bude dále pokračovat v podlaze k jednotlivým otopným tělesům.

Vedení rozvodů od zdroje tepla až po klesnutí potrubí do úrovně podlahy v bytu bude provedeno v mědi. Vedení rozvodů v bytech je provedeno z více vrstvého plastového potrubí.

Dilataci potrubí zajišťují lomy na trase rozvodů. Při průchodu podlahou, stropy, stěnami je potrubí opatřeno chráničkami. Potrubí procházející mezi požárními úseky je opatřeno požárními ucpávkami.

C.1.5.3 Materiál, spojování

Měděné potrubí SUPERSAN dimenzí 15x1 mm až 64x2 mm je použito na úsecích od zdroje tepla až po klesnutí do jednotlivých bytů. Plastové více vrstvé potrubí IVAR.ALPEX-DUO XS dimenzí 16x2 mm až 32x3 mm je použito na rozvod otopné vody v podlahách v jednotlivých bytech. Měděné ani plastové potrubí není nutno opatřit ochranným nátěrem.

Spojování a tvarovky měděného potrubí je lisovací. Spojuje se pomocí lisovacích kleští s předepsanými lisovacími čelistmi pro použité lisovací armatury měděného potrubí.

Spojování a tvarovky více vrstvého plastového potrubí je lisovací. Spojuje se pomocí lisovacích kleští s předepsanými lisovacími čelistmi pro použité lisovací armatury plastového potrubí.

C.1.5.4 Izolace, kotvení

Veškeré vedení rozvodů systému vytápění bude opatřeno tepelnou izolací v souladu s požadavky Vyhlášky č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.

Měděné potrubí dimenze 15x1 mm až 28x1 mm je opatřeno tepelnou izolací MIRELON POLAR o dané tloušťce. Měděné potrubí dimenze 35x1,5 mm až 64x2 mm je opatřeno tepelnou izolací ROCKWOOL 800 dané tloušťky.

Plastové potrubí dimenze 16x2 mm až 32x3 mm je opatřeno tepelnou izolací MIRELON POLAR o dané tloušťce.

Kotvení bude provedeno pomocí montážního systému společnosti HILTI, a to pomocí potrubních objímek pro dané rozměry potrubí s akustickou izolační vložkou.

Jednotlivé tloušťky izolací, typy izolací a rozteče pro dané potrubí viz výkresy číslo D.1.4.2 10, D.1.4.2 11, D.1.4.2 12 nebo tabulka níže.

Tabulka 22: Tabulka potrubí

TABULKA POTRUBÍ - MĚĎ						
Dimenze potrubí	Rozměr potrubí [mm]	Typ izolace	Tloušťka izolace [mm]	Celková tloušťka [mm]	Celková hmotnost [kg/m]	Osová vzdálenost závěsů [m]
DN 10	12x1	MIRELON POLAR	13	38	0,62	1,0
DN 15	15x1	MIRELON POLAR	13	41	0,80	1,2
DN 15	18x1	MIRELON POLAR	20	58	1,04	1,3
DN 20	22x1	MIRELON POLAR	20	62	1,32	1,5
DN 25	28x1	MIRELON POLAR	25	78	1,74	1,7
DN 32	35x1,5	ROCKWOOL 800	30	95	2,38	2,0
DN 40	42x1,5	ROCKWOOL 800	40	122	2,90	2,2
DN 50	54x2	ROCKWOOL 800	40	134	4,12	2,4
DN 50	64x2	ROCKWOOL 800	40	144	4,99	2,6
DN 65	76,1x2	ROCKWOOL 800	50	176,1	6,12	2,8
TABULKA POTRUBÍ - PLAST						
Dimenze potrubí	Rozměr potrubí [mm]	Typ izolace	Tloušťka izolace [mm]	Celková tloušťka [mm]	Celková hmotnost [kg/m]	Osová vzdálenost závěsů [m]
DN 12	16x2	MIRELON POLAR	13	42	0,80	1,2
DN 14	18x2	MIRELON POLAR	20	58	1,04	1,3
DN 20	26x3	MIRELON POLAR	25	76	1,32	1,5
DN 25	32x3	MIRELON POLAR	25	82	1,74	1,7

C.1.5.5 Vypouštění, odvzdušnění soustavy

Otopná soustava je v nejvyšších místech vedení rozvodů odvzdušněna pomocí automatických odvzdušňovacích ventilů, viz výkresová dokumentace, kde je umístění automatických odvzdušňovacích ventilů. Každé otopné těleso má součástí dodávky odvzdušňovací ventil.

Otopná soustava je v nejnižších místech vedení rozvodů osazena vypouštěcími armaturami, viz výkresová dokumentace umístění, kde je umístění vypouštěcích armatur. Každé otopné těleso má součástí dodávky vypouštěcí ventil.

C.1.5.6 Použitá média a náplně

Pro distribuci tepla zdroje ke spotřebičům tepla slouží upravená voda. Technologická voda pro doplňování topného systému bude upravována v automatickém kabinetním změkčovacím filtru, před kterým bude umístěn ochranný filtr FF06-3/4". Samotný filtr bude napojen přes montážní bypassový blok.

Doplňování upravené vody bude automatické a bude zajištěno kompaktním automatickým doplňovacím zařízením Fillcontrol plus compact.

C.1.5.7 Oběhová čerpadla

Nucený oběh topné vody na větví vytápění a ohřevu teplé vody zajišťují čerpadla značky WILO.

Větev vytápění: **WILO Yonos MAXO 30/0,5-10 PN10**

Maximální provozní tlak P_N	10 bar
Max. dopravní výška H	10.00 m
Max. čerpací výkon Q	9.6 m ³ /h
Min. teplota média $T_{\min}$	-20 °C
Max. teplota média $T_{\max}$	110 °C
Index energetické účinnosti (EEI)	0.20
Síťová přípojka	1~230 V ± 10 %, 50/60 Hz
Jmenovitý proud I_N	0.08 A
Jmenovitý proud I_N	1.30 A
Min. otáčky $n_{\min}$	1000 rpm
Max. otáčky $n_{\max}$	4450 rpm
Příkon (min) $P_{1 \min}$	5.0 W
Max. proudový vstup P1 $P_{1 \max}$	190.0 W
Přípojka trubky na výtlačku RPD	G 2
Přípojka trubky na straně sání RPS	G 2
Konstrukční délka l_0	180 mm

Větev ohřev vody: **WILO Yonos PICO 15/1-4**

Maximální provozní tlak P_N	10 bar
Max. dopravní výška H	4.00 m
Max. čerpací výkon Q	2.7 m ³ /h
Min. teplota média $T_{\min}$	-10 °C
Max. teplota média $T_{\max}$	95 °C
Index energetické účinnosti (EEI)	0.18
Síťová přípojka	1~230 V ± 10 %, 50/60 Hz
Min. otáčky $n_{\min}$	800 rpm
Max. otáčky $n_{\max}$	3500 rpm
Příkon (min) $P_{1 \min}$	4.0 W
Max. proudový vstup P1 $P_{1 \max}$	20.0 W
Přípojka trubky na výtlačku RPD	G 1
Přípojka trubky na straně sání RPS	G 1
Konstrukční délka l_0	130 mm

C.1.6 Otopné plochy

Otopné plochy jsou tvořeny z ocelových deskových těles Radik značky KORADO v provedení ventil kompakt a klasik, ocelových trubkových koupelňových těles Koralux Linear Classic značky KORADO se středovým připojením, podlahové konvektory bez ventilátoru Termo-FRK značky ISAN a systém teplovodního podlahového vytápění značky IVAR CS spol. s r.o.

Teplotní spád otopných těles je 75/55 °C, teplotní spád podlahového vytápění je 45/40 °C.

C.1.6.1 Popis

Ocelová desková tělesa Radik v provedení klasik jsou klasická ocelová desková tělesa s bočním připojením, kde je na přívodu osazen přímý regulační ventil s požadovaným nastavením, termostatickou hlavicí, přímým regulačním a uzavíracím šroubením na vratu s požadovaným nastavením.

Ocelová desková tělesa Radik v provedení ventil kompakt jsou klasická ocelová desková tělesa již s vestaveným regulačním ventilem, který je součástí dodávky tělesa, se spodním pravým připojením, kde je na ventilu s požadovaným nastavením osazena termostatická hlavice, zdvojené rohové regulačním a uzavíracím šroubením na rozvodu s požadovaným nastavením.

Ocelová koupelňová trubková tělesa KLCM jsou osazena zdvojenou armaturou s termostatickou hlavicí typ Korado HM na středu tělesa. Tato tělesa jsou doplněna sadou pro elektrické kombinované vytápění.

Podlahové konvektory bez ventilátoru Termo-FRK jsou osazena radiátorovými ventily a regulačními a uzavíracími šroubeními s možností vypouštění. Na ventilech jsou osazeny termostatické hlavice s odloučeným čidlem a ovládáním.

Všechna topná tělesa jsou na topný rozvod připojena svěrnými šroubeními.

Otopnou plochu v bytě G bude tvořit podlahové vytápění od společnosti IVAR CS spol. s r. o. Podlahové vytápění je tvořeno systémovou deskou, do které se uchycuje potrubí podlahového vytápění. Potrubí, které prochází přes dilatační spáru, bude v místě dilatační spáry vedeno v ochranné trubce v délce cca. 0,5 m. V místech, kde by mohlo docházet k přetápění podlahové plochy, je na potrubí osazena ochranná trubka. Regulaci podlahového vytápění zajišťují termopohony ovládané termostaty v jednotlivých místnostech. Teplotní spád připravovaný mísicí sadou pro podlahové vytápění bude 45/40 °C.

Podlahové vytápění bude řízeno po skupinách:

Rozdělovač podlahového vytápění č.1 – P1:

Skupinu 1 budou tvořit místnosti 7.11 a 7.15

Skupinu 2 budou tvořit místnosti 7.12, 7.16 a 7.17

Skupinu 3 bude tvořit místnost 7.13
Skupinu 4 bude tvořit místnost 7.14
Skupinu 5 bude tvořit místnost 7.19
Skupinu 6 bude tvořit místnost 7.20
Skupinu 7 bude tvořit místnost 7.21

Rozdělovač podlahového vytápění č.2 – P2:

Skupinu 1 bude tvořit místnost 8.01
Skupinu 2 bude tvořit místnost 8.02
Skupinu 4 bude tvořit místnost 8.03

Tyto skupiny budou řízeny teplotou v prostoru a časovým programem.

C.1.6.2 Umístění

Ocelová desková tělesa typu VK (ventil kompakt) jsou umístěna na chodbách bytů, na společných chodbách a v ložnicích. Ocelová desková tělesa typu klasik jsou umístěna v 1.NP na vstupní chodbě do objektu a v místnostech s domovním vybavením.

Ocelová trubková koupelnová tělesa KLCM jsou umístěna ve všech koupelnách.

Podlahové konvektory Termo-FRK jsou umístěna v obývacích prostorech bytů pod francouzskými okny.

Teplovodní podlahové vytápění je instalováno v mezonetovém bytě G v 7.NP. Podlahové vytápění je instalováno ve všech obytných místnostech vyjma místností s technickým vybavením číslo 7.22 a 8.04.

C.1.6.3 Uchycení

Ocelové desková tělesa RADIK v provedení klasik a ventil kompakt jsou uchycena do stěn pomocí dodávané upevňovací techniky RADIK přímo od výrobce otopných těles. Otopná tělesa budou upevněna pomocí kompaktních konzolí, které budou osazena do navařených příchytů na zadní straně všech těles. Upevnění otopných těles bude provedeno dle montážního návodu výrobce tělesa a upevňovací techniky.

Ocelová trubková koupelnová tělesa KLCM jsou uchycena do stěn pomocí dodávané upevňovací techniky přímo od výrobce. Ocelová trubková koupelnová tělesa KLCM jsou upevněna pomocí upevňovací sada Ø20/40 – CLASSIC. Upevnění otopných trubkových koupelnových těles bude provedeno dle montážního návodu výrobce tělesa a upevňovací techniky.

Podlahové konvektory Termo-FRK budou upevněny do vodorovné nosné konstrukce stropu. Součástí dodávky podlahových konvektorů jsou vyrovnávací šrouby pro ustavení vany a montážní úhelníky pro uchycení konvektoru do podlahy.

Upevnění podlahových konvektorů bude provedeno dle montážního návodu výrobce.

Potrubí podlahového vytápění je uchyceno v systémové desce podlahového vytápění, která zajistí polohu a požadovanou rozteč během pokládky potrubí a následného zalití potrubí. Rozdělovače podlahového vytápění budou osazena v podmínkových skříních. Součástí stavební připravenosti budou zhotoveny niky pro osazení podmínkových skříní. Skříně jsou vybaveny úhelníky pro upevnění. Upevnění bude do stěn. Upevnění potrubí a skříní bude provedeno dle montážního návodu výrobce systému podlahového vytápění.

C.1.7 Armatury, regulace

C.1.7.1 Popis regulace soustavy

Teplota otopné vody je kvalitativně regulována pomocí ekvitermního regulátoru, který je součástí dodávky zdroje tepla. Čidlo ekvitermní regulace bude umístěno na severní straně fasády ve výšce 2 m nad zemí na místě, kde vzduch může neomezeně proudit, není vystaveno přímému slunečnímu záření a není ovlivněno proudy vzduchu z vyústek, průduchů, oken, dveří a teplými povrchy budovy (komíny atd.) Na obou větvích přívodního potrubí bude umístěno čidlo regulace a na přívodním potrubí za hydraulickým vyrovnávačem dynamických tlaků.

Větev pro vytápění bude ovládána spouštěním oběhového čerpadla a mísení otopné vody pomocí směšovacího ventilu a dále pomocí termostatických ventilů na jednotlivých otopných tělesech.

Topná voda pro ohřev vody bude mít teplotu konstantní, to znamená, že ohřev teplé vody bude přednostní a o teplotu topné vody se bude starat systém MaR. Při požadavku na ohřev, se dočasně zvýší teplota otopné vody a nahřeje zásobník vody.

O celý proces regulace se bude starat systém MaR (Měření a Regulace), viz projekt MaR.

Otopná tělesa jsou regulována kvalitativně pomocí termostatických hlavicek a ventilů, které reagují na teplotu místnosti a řídí průtok vody do otopných těles.

Podlahové vytápění je regulováno pomocí prostorových termostatů s časovým programem. Prostorový termostat řídí mísící sadu, která je dodávkou systému podlahového vytápění. Dále bude podlahové vytápění opatřeno systémem pro řízení teploty v jednotlivých místnostech. Na rozdělovačích podlahového vytápění budou osazeny elektropohony na ventilech jednotlivých podlahových okruhů. Tyto pohony budou řízeny řídicími elektrickými lištami, a to na základě požadavku pokojových termostatů.

Jednotlivé byty jsou regulovány pomocí bytových termostatů, které jsou umístěny v obytných místnostech a jsou napojeny na elektroventily, které jsou na každé odbočce do bytu.

C.1.7.2 Použité regulační armatury

Pro tlakové vyvážení soustavy jsou použity vyvažovací ventily STAD-PN25 s měřicími vsuvkami a vypouštěním od společnosti IMI Hydronic Engineering. Velikost, umístění a nastavení jednotlivých ventilů viz projektová dokumentace.

Pro směšování topné vody na větví vytápění je použit směšovací rotační ventil ESBE VRG130, DN 32 s $K_{vs}=16 \text{ m}^3/\text{h}$ se servopohonem společnosti ESBE

Otopné tělesa Radik v provedení klasik jsou osazena na přívodu přímým regulačním radiátorovým ventilem RA-N*P DN15 značky Danfoss s požadovaným nastavením. Na vratu jsou osazeny regulační a uzavírací šroubení RLV*P DN15 značky Danfoss s požadovaným nastavením. Na ventilu je osazena termostatická hlavice značky Danfoss.

Otopné tělesa Radik v provedení ventil kompakt mají již součástí dodávky regulační ventil dodávaný přímo výrobcem. Ventil je velikost DN15. Těleso typu ventil kompakt je napojeno na otopný systém pomocí zdvojeného rohového regulačního a uzavíracího šroubení RLV-K DN15 značky Danfoss s požadovaným nastavením. Na ventilu je osazena termostatická hlavice značky Danfoss.

Trubková koupelňová tělesa KLCM jsou napojena na otopný systém pomocí zdvojené armatury s termostatickou hlavicí typ Korado HM DN15 na střed tělesa s požadovaným nastavením.

Podlahové konvektory bez ventilátoru Termo-FRK jsou osazena radiátorovými ventily RA-N*P DN15 značky Danfoss s požadovaným nastavením. Na vratu jsou osazeny regulační a uzavírací šroubení RLV*P DN15 značky Danfoss s požadovaným nastavením. Na ventilech jsou osazeny termostatické hlavice s odloučeným čidlem a ovládáním.

Všechna topná tělesa jsou na topný rozvod připojena svěrnými šroubeními. Jednotlivá nastavení ventilů a šroubení viz výkresová dokumentace.

C.1.8 Závěr

C.1.8.1 Podmínky uvedení do provozu

Po montáži rozvodů budou potrubní systémy napuštěny, poté bude provedeno vyčištění a proplach všech systémů (min. 2x), spuštěna čerpadla a dle potřeby (min. 2x) provedeno vyčištění filtrů. Teprve po vyčištění (vč. filtrů) a propláchnutí potrubí může být systém naplněn provozním médiem a řádně odvzdušněn. Poté bude provedeno hydraulické vyvážení celého systému a bude

vypracován protokol o vyvážení systému (všech vyvažovacích armatur s jejich popisem a uvedením vyprojektované a skutečné hodnoty průtoku teplotnosného média.

Před uvedením zařízení do provozu musí být provedené tlakové, dilatační a provozní zkoušky v trvání min. 72 hodin. Při zkouškách je nutné pravidelně kontrolovat tlak v systému.

Seznam nutných kontrol a zkoušek:

- Kontrola prováděných prací a svarů – prováděna během montáže a po montáži
- Vizuální prohlídka celého systému
- Tlakové zkoušky těsnosti
- Ověření funkce uzavíracích armatur a pojistných ventilů
- Ověření funkce odvodušnění a odvodnění
- Kontrola uložení a spádování potrubí
- Dilatační zkouška
- Kontrola těsnosti systému (svary, závitové a přírubové spoje)
- Kontrola správné funkce měřících a regulačních armatur

Před uvedením do provozu je nutno potrubí propláchnout a naplnit upravenou vodou.

Dále je nutno provést tlakové zkoušky topné soustavy analogicky podle ČSN 060310 zkušebním přetlakem, který je min 1,5 násobkem provozního tlaku. Tlakové zkoušky lze provést po jednotlivých částech rozvodů.

Po dokončení montáže podlahového vytápění před zalitím potěrem se provede tlaková zkouška. Topné okruhy se naplní vodou na dvojnásobek provozního tlaku (nejméně 0,6 MPa). Tlak v potrubí bude udržován i v průběhu zhotovení anhydritového potěru.

Topnou zkoušku lze provést teprve po provedení tlakové zkoušky a zregulování celého systému. Všechny vytápěné plochy musí být před položením nášlapné vrstvy prohřáty. Nášlapnou vrstvu lze zhotovit minimálně 7 dní od zhotovení anhydritového potěru (dle výrobce). První zátop bude probíhat s přírodní teplotou otopné vody 25 °C. Projektovou maximální přírodní teplotu otopné vody bude potřeba udržovat minimálně 4 dny bez nočního poklesu teploty.

Provedení zkoušek zařízení je předepsáno ČSN 06 0310. O všech zkouškách bude vypracován protokol.

Provozovatel je povinen vypracovat provozní a manipulační řád.

C.1.8.2 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Veškeré montážní práce je nutno provádět v souladu s platnými technologickými předpisy, předpisy bezpečnostními a ustanoveními ČSN.

Projektová dokumentace je zpracována v souladu s platnými hygienickými předpisy a souvisejícími normami, zejména zákon o ochraně veřejného zdraví č.258/2000 Sb. o hygienických požadavcích na pracovní prostředí.

C.1.8.3 Předpisy a normy

Při zpracování dokumentace a při realizaci budou respektovány zejména následující normy:

- ČSN EN 12 831 – *Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu;*
- ČSN EN 12 828 – *Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav;*
- ČSN 06 0310 – *Ústřední vytápění – Projektování a montáž;*
- ČSN 06 0320 – *Ohřívání užitkové vody – Navrhování a projektování;*
- ČSN 06 0830 – *Zabezpečovací zařízení pro ústřední vytápění a ohřívání užitkové vody;*
- ČSN 13 0072 – *Potrubí. Označování potrubí podle provozní tekutiny;*
- ČSN 13 0021 – *Potrubí – technická pravidla, část 1-10;*
- ČSN EN- 292-2 *Bezpečnost strojních zařízení – Základní pojmy, všeobecné zásady pro projektování;*
- ČSN 73 0540-2 *Tepelná ochrana budov – Požadavky;*
- ČSN 73 0540-3 *Tepelná ochrana budov – Návrhové hodnoty veličin;*
- Vyhláška ČÚBP č. 48/1982 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení;
- Vyhláška č. 324/1990 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu ze dne 13.4.1990 o bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích;
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterou se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců;
- Vyhláška MMRČR č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti využití energie a chladu;
- Vyhláška MMRČR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavy;
- Vyhláška MMRČR č. 499/2009 Sb., o dokumentaci staveb;
- Vyhláška MMRČR č. 107/2009 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na prostory;
- Vyhláška MMRČR č. 78/2013 Sb., kterou se stanoví energetická náročnost budov;
- Další navazující právní předpisy, nařízení, vyhlášky a normy.

C.1.8.4 Provoz a obsluha systému, provádění kontrol a revizí

Pro správnou funkci celého systému vytápění je nutné zajistit kvalifikované pracovníky pro obsluhu, dozor a údržbu, tito pracovníci musí být řádně zaškoleni o obsluze všech zařízení systému. Doporučuji, aby budoucí obsluha byla přítomna při provozních zkouškách.

Obsluha musí být s provozem zařízení seznámena prakticky i teoreticky a musí být prokazatelně poučena o všech bezpečnostních předpisech a opatřeních při práci se zařízením a o první pomoci.

Doporučené kontroly během provozu:

1x měsíčně:

- kontrola armatur v podhledech, zvláště automatických odvzdušňovacích ventilů
- kontrola odvzdušnění systému, odkalení systému
- kontrola zanesení filtrů, popř. jejich vyčištění

1x čtvrtročně:

- kontrola stavu tepelné izolace
- kontrola stavu a těsnosti armatur, správné funkce teploměrů a tlakoměrů
- vizuální kontrola všech armatur v topném systému

1x ročně:

- kontrola stavu tepelné izolace v podhledech – předcházení poruchám
- kontrola výkonu systému a vyvážení systému (pokud se nedosahuje požadovaných parametrů)
- kontrola všech potrubních tras
- kontrola funkce všech armatur v topném systému
- kontrola kvality technologické vody

Ostatní kontroly jsou dány provozními předpisy jednotlivých zařízení (popsány v návodech na provoz a údržbu jednotlivých zařízení) vč. intervalů provádění a postupu prací.

Návrh preventivních kontrol, údržby, čištění a případných oprav bude zpracován v provozním řádu topné soustavy.

O jednotlivých kontrolách bude prováděn zápis do zápisového listu kontroly umístěného u správce budovy. Zápisový list kontroly bude obsahovat podrobný seznam všech kontrolních či servisních úkonů nutných k provedení na kontrolovaném zařízení, pro splnění kontroly je nutné provést všechny úkony, poté bude proveden zápis s uvedením data, času a osoby provádějící kontrolu. Pokud kontrola zjistí závadu, či zjistí nedodržení provozních parametrů, neprodleně ji oznámí provozovateli, který provede veškeré kroky k jejímu odstranění. Pokud obsluha provádějící kontrolu si nebude jista splněním kontroly, rovněž vše oznámí

provozovateli. Zápisové listy kontrol budou archivovány po celou životnost topného systému.

C.1.8.5 Obecná ustanovení

Při návrhu zařízení je dbáno na dodržování platných norem a jsou navrhovány pouze výrobky s příslušnou certifikací pro použití v CZ a zemích EU.

C.1.8.6 Ochrana životního prostředí

Zhotovitel je povinen zabezpečit ekologicky bezpečnou likvidaci všech odpadů a ekologických škod, vzniklých při realizaci díla. Se všemi odpady bude nakládáno v souladu se zákonem o odpadech a příslušnými vyhláškami. S látkami, které mohou za mimořádných situací poškodit kteroukoliv ze složek životního prostředí, bude nakládáno podle jejich charakteru a v souladu s ustanoveními platných předpisů, aby ke škodám na životním prostředí nedošlo.

C.1.8.7 Požadavky na ostatní profese

Stavební

- příslušné průrazy, drážky, niky;
- pomocné zednické práce.

Elektro a MaR

- profese elektro a MaR zajistí napájení zdroje tepla, oběhových čerpadel UT servopohonů, regulačních a řídicích systémů apod.;
- MaR zajistí ovládání (včetně propojení) všech regulačních prvků podlahového vytápění, a to po jednotlivých místnostech;
- napojení elektrických topných tyčí v koupelnových topných tělesech (230 V, 400 W).

ZTI

- profese ZTI zajistí přívod vody do technické místnosti do kabinetního změkčovače vody pro dopuštění topného a chladicího systému;
- rovněž zajistí odvodnění technické místnosti zdroje tepla;
- napojení pojistných ventilů na odkapávací nádobky;
- je nutno neutralizovat vzniklý kondenzát zdroje tepla pomocí zařízení GENO NEUTRA N14 a napojit ho na kanalizaci;
- veškeré hygienické zařízení v bytě G jako toaletní mísy, pisoáry atd. je nutno provádět systémem závěsné konstrukce do svislých konstrukcí, kvůli rozvodům podlahového topení;
- napojení zdroje tepla na plyn.

C.2 MODELACE CHOVÁNÍ PODLAHOVÉHO VYTÁPĚNÍ

V této části projektu se budu věnovat modelaci chování podlahového vytápění navrhnutého v místnosti číslo 7.20 koupelna při několika různých podmínkách provozu. Podmínky provozu budou takové, že za výchozí stavu bude povrch podlahové konstrukce s podlahovým vytápěním bez mokrého provozu. Další stavy provozu budou s mokrým provozem a to, že na podlahové konstrukci bude vrstva vody o různých teplotách a vlastnostech. Modelací a následným vyhodnocením porovnám chování podlahového vytápění během těchto podmínek.

C.2.1 Vstupní údaje

C.2.1.1 Výchozí stav

Tabulka 23: Skladba podlahové konstrukce

PDL 03 - Podlaha mezi patry F 4			
Název vrstvy	d_i [m]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	R_i [m ² .K.W ⁻¹]
Keramická dlažba	0,009	1,010	0,009
Flexibilní lepidlo	0,002	1,200	0,002
Hydroizolační stěrková pružná hmota	0,002	0,300	0,057
Penetrace	-	-	-
Cementový potěr tř. F5 podle ČSN EN 13813, vyztužený armovací sítí 100/100/6 mm	0,044	1,200	0,037
PE fólie	-	-	-
Systémová deska IVAR.TH 30P	0,035	0,040	0,875
Izolace proti kročejovému hluku (Isover T-N 2,5)	0,025	0,040	0,641
ŽB deska	0,22	1,580	0,139
Omítka	0,02	0,880	0,059
SUMA			1,818

R_T [m ² .K.W ⁻¹]	2,088
U_T [W.m ⁻² .K ⁻¹]	0,48
U_{kc} [W.m ⁻² .K ⁻¹]	0,50

C.2.1.2 Okrajové podmínky

Okrajové podmínky jsou zvoleny konstantní po jednotlivých površích dle tabulky níže.

Tabulka 24: Tabulka základních okrajových podmínek

Tabulka okrajových podmínek	Teplota	Součinitel přestupu tepla
	t [°C]	α [W.m ⁻² .K ⁻¹]
Horní interiér	24	6
Dolní interiér	20	10
Potrubí 18x2	41,75	950

C.2.1.3 Tepelně technické vlastnosti materiálů

Tabulka 25: Tepelně technické vlastnosti materiálů

Tabulka použitých materiálů	Barva	Objemová hmotnost	Tepelná vodivost	Měrná tepelná kapacita
		ρ_i [kg.m ⁻³]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c_i [J/(kg.K)]
Keramická dlažba		2 000	1,01	840
Lepidlo		1 850	1,2	840
Hydroizol. stěr. hmota		1 850	0,03	840
Cementový potěr		2 000	1,2	840
Systémová deska		40	0,04	1 270
ISOVER T-N 2,5		800	0,04	130
Železobeton		2 400	1,58	1 020
Omítka		1 600	0,88	840

C.2.1.4 Tepelně technické vlastnosti vody při různých teplotách

Tabulka 26: Tepelně technické vlastnosti vody

Tabulka vody o teplotě	Barva	Objemová hmotnost	Tepelná vodivost	Měrná tepelná kapacita
		ρ_i [kg.m ⁻³]	λ_i [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]	c_i [J/(kg.K)]
t [°C]				
Voda 20 °C		998,2	0,597	4 182
Voda 25 °C		997,0	0,606	4 178
Voda 30 °C		995,6	0,615	4 176
Voda 35 °C		994,0	0,624	4 175
Voda 40 °C		992,2	0,633	4 175
Voda 45 °C		990,2	0,640	4 176

C.2.2 Výsledky

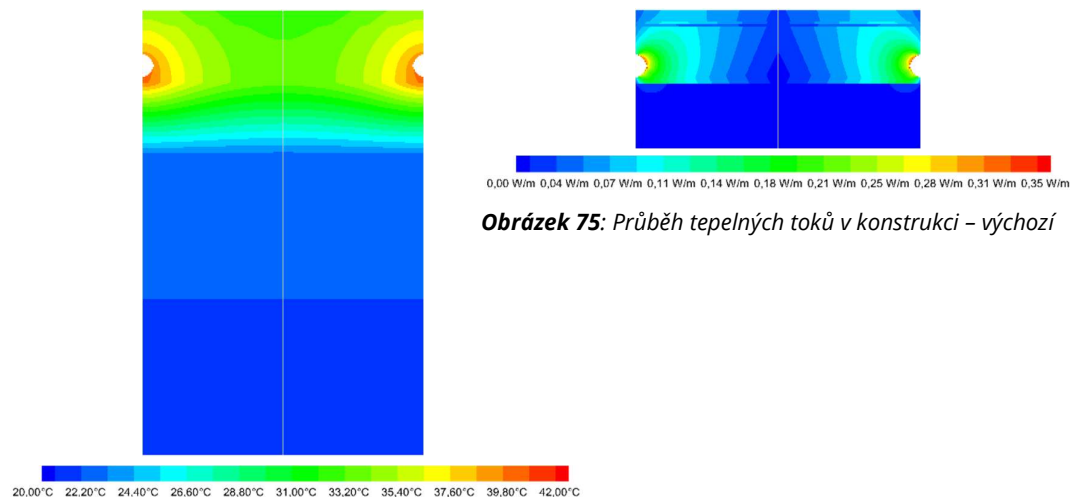
S výchozím stavem budou porovnány výkony, teploty a tepelné toky podlahového vytápění za stavu, že na povrchu podlahové konstrukce bude konstantní vrstva vody o zadané teplotě. Rozteč potrubí velikost 18x2 podlahového vytápění je 225 mm a střední teplota otopné vody 41,75 °C. Modelace bude provedena v programu CalA 3.2.6.



Obrázek 73: Základní geometrie modelované konstrukce

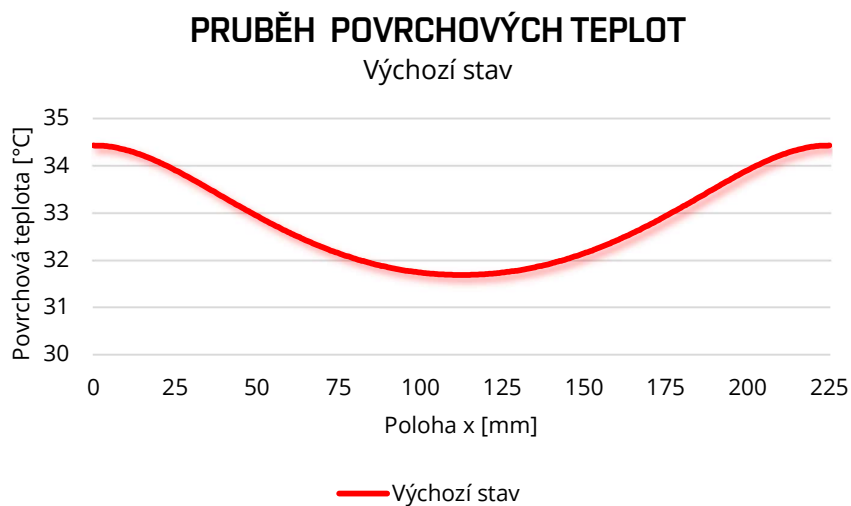
C.2.2.1 Výchozí stav

- Konstrukce během základních okrajových podmínek
- Tepelný tok do konstrukce $Q_{\text{okr}} = 53,15 \text{ W/m}^2$
- Průměrná povrchová teplota $T_p = 32,88 \text{ °C}$



Obrázek 75: Průběh tepelných toků v konstrukci – výchozí

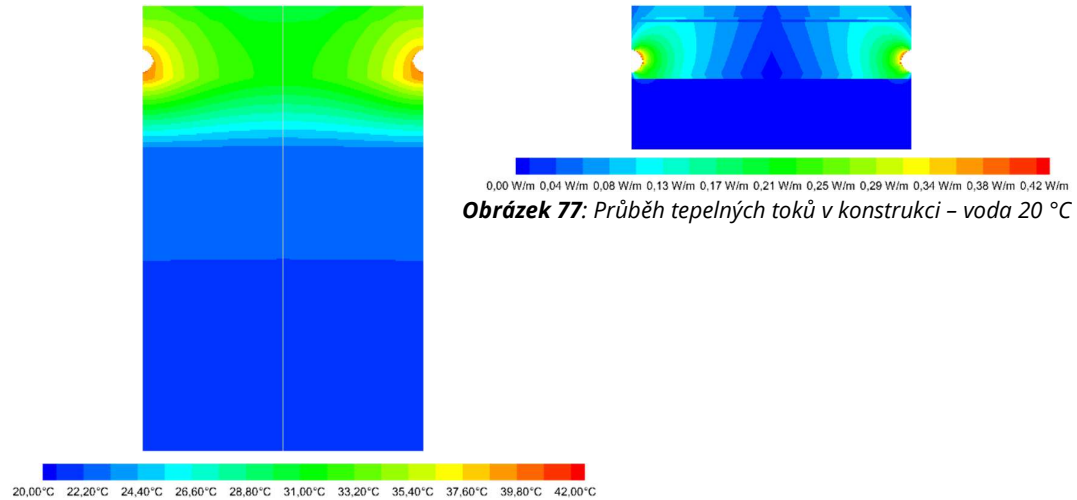
Obrázek 76: Průběh teplot v konstrukci – výchozí stav



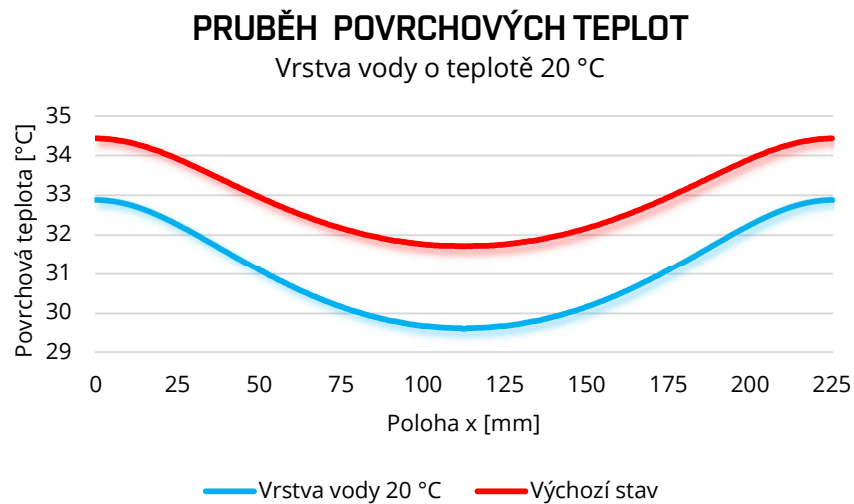
Obrázek 74: Graf průběhu povrchových teplot podlahového vytápění – výchozí stav

C.2.2.2 Vrstva vody o teplotě 20 °C

- Na povrchu konstrukce bude vrstva vody o teplotě 20 °C
- Tepelný tok do konstrukce $Q_{\text{okr}} = 66,04 \text{ W/m}^2$
- Průměrná povrchová teplota $T_p = 31,03 \text{ °C}$



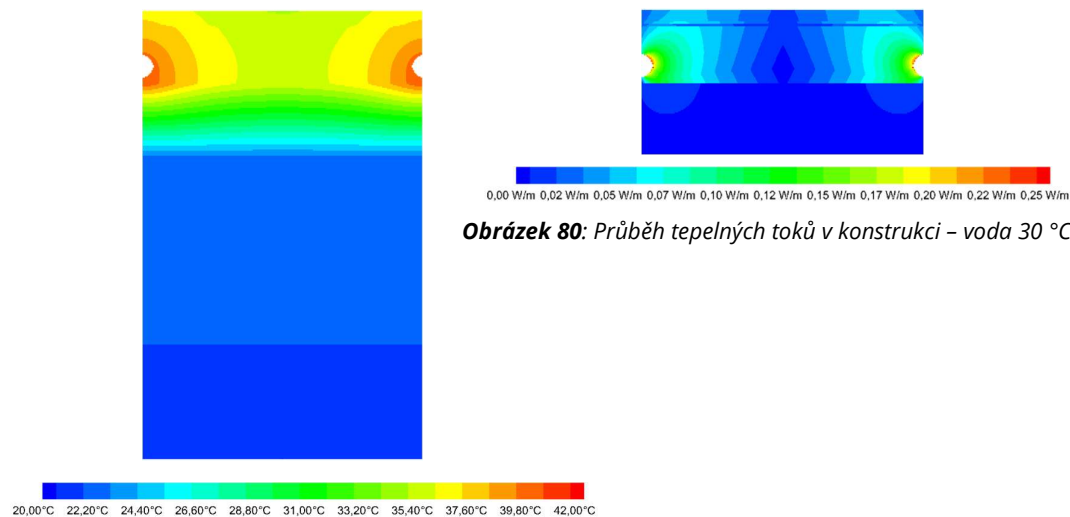
Obrázek 78: Průběh teplot v konstrukci – voda 20 °C



Obrázek 79: Graf průběh povrchových teplot podlahového vytápění – voda 20 °C

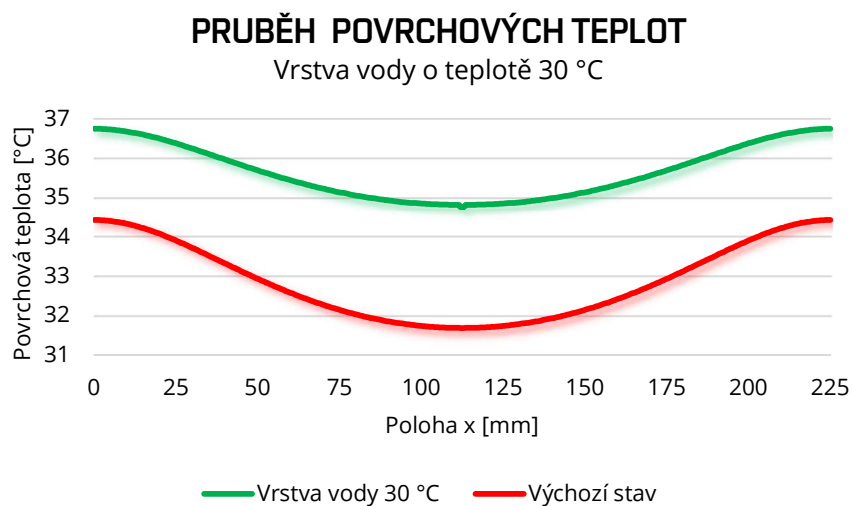
C.2.2.3 Vrstva vody o teplotě 30 °C

- Na povrchu konstrukce bude vrstva vody o teplotě 30 °C
- Tepelný tok do konstrukce $Q_{\text{okr}} = 33,83 \text{ W/m}^2$
- Průměrná povrchová teplota $T_p = 35,65 \text{ °C}$



Obrázek 80: Průběh tepelných toků v konstrukci – voda 30 °C

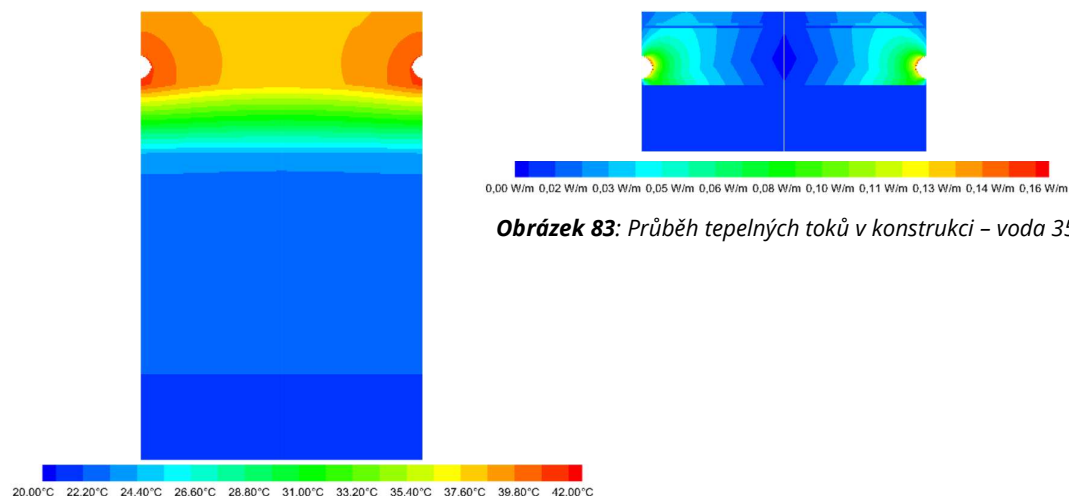
Obrázek 81: Průběh teplot v konstrukci – voda 30 °C



Obrázek 82: Graf průběh povrchových teplot podlahového vytápění – voda 30 °C

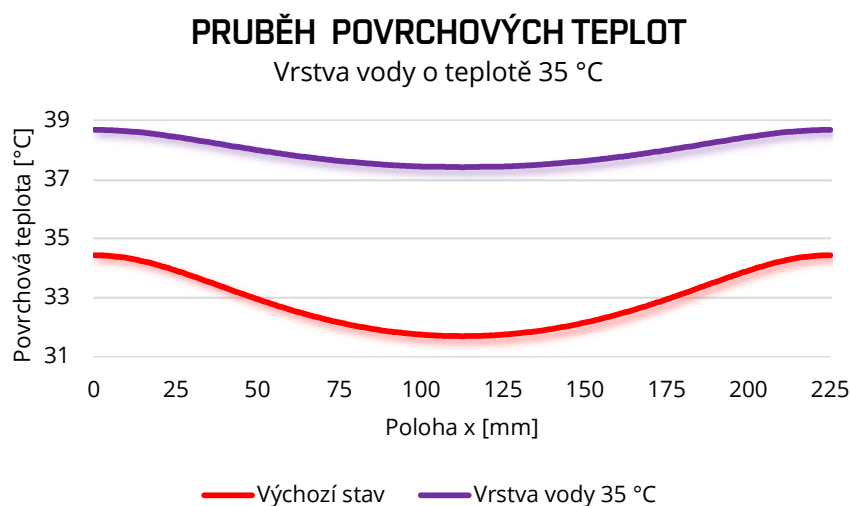
C.2.2.4 Vrstva vody o teplotě 35 °C

- Na povrchu konstrukce bude vrstva vody o teplotě 35 °C
- Tepelný tok do konstrukce $Q_{\text{okr}} = 17,72 \text{ W/m}^2$
- Průměrná povrchová teplota $T_p = 37,96 \text{ °C}$



Obrázek 83: Průběh tepelných toků v konstrukci – voda 35 °C

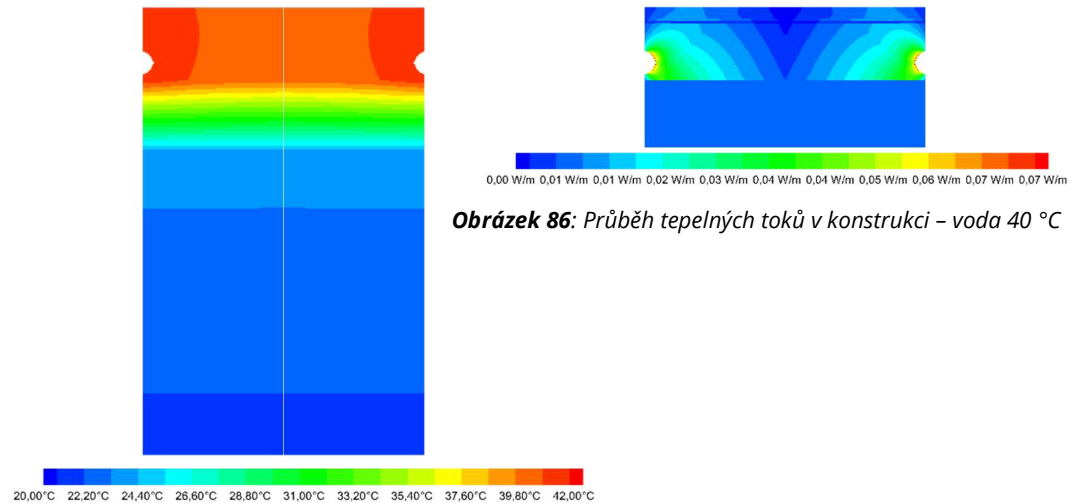
Obrázek 84: Průběh teplot v konstrukci – voda 35 °C



Obrázek 85: Graf průběh povrchových teplot podlahového vytápění – voda 35 °C

C.2.2.5 Vrstva vody o teplotě 40 °C

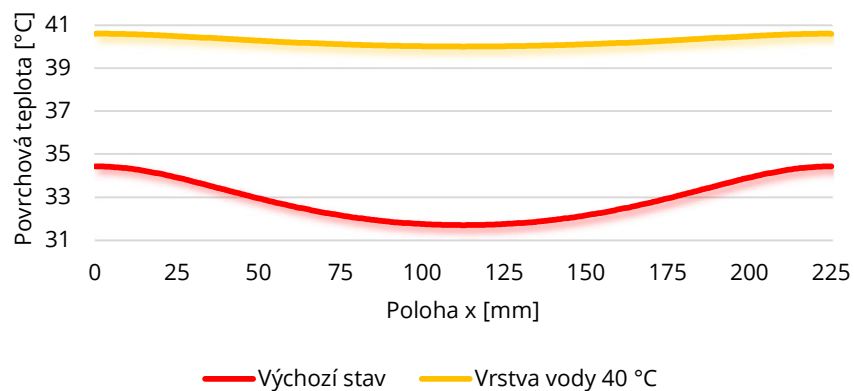
- Na povrchu konstrukce bude vrstva vody o teplotě 40 °C
- Tepelný tok do konstrukce $Q_{\text{okr}} = 1,62 \text{ W/m}^2$
- Průměrná povrchová teplota $T_p = 40,27 \text{ °C}$



Obrázek 87: Průběh teploty v konstrukci – voda 40 °C

PRŮBĚH POVRCHOVÝCH TEPLOT

Vrstva vody o teplotě 40 °C

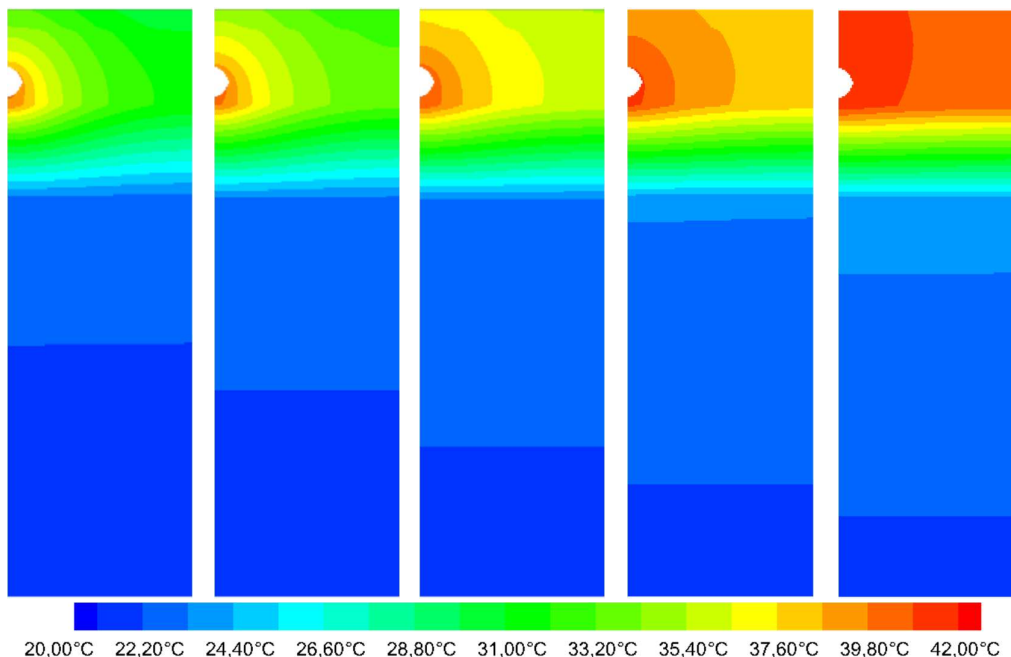


Obrázek 88: Graf průběh povrchových teplot podlahového vytápění – voda 40 °C

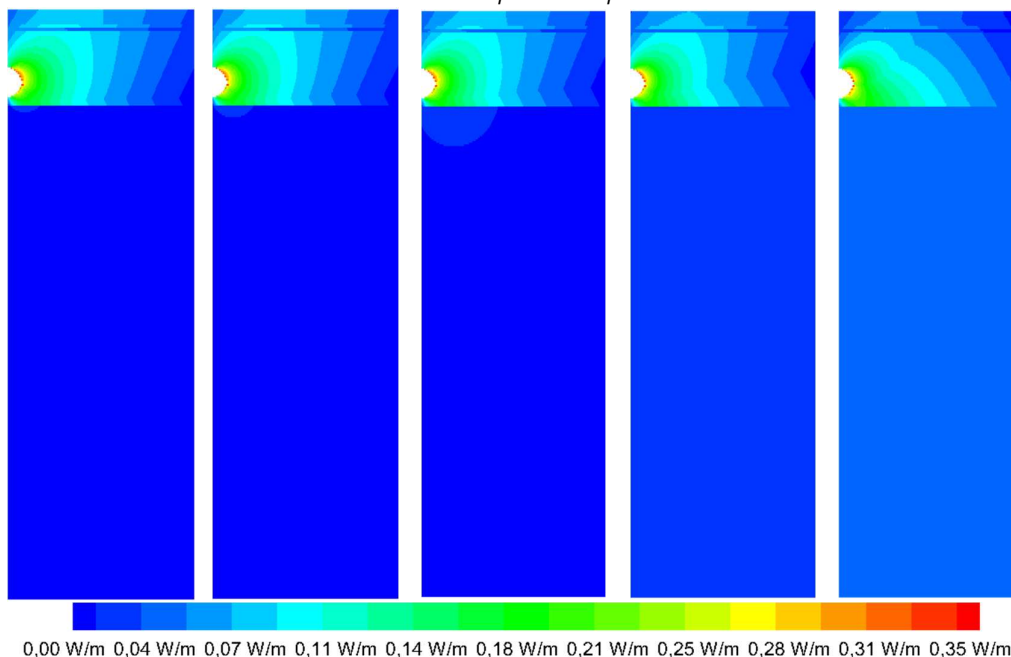
C.2.3 Závěr

Se zvyšující se teplotou vody na povrchu konstrukce roste samozřejmě teplota na povrchu konstrukce oproti výchozímu zadání, společně s tím roste i teplota v konstrukci do všech směrů. Naproti tomu tepelný tok do konstrukce se zvyšující teplotou snižuje. Čím je teplota okrajové podmínky bližší ke střední teplotě otopné vody, tím se snižuje pokles teploty mezi potrubím a na celé ploše se vyrovnává.

Porovnání konstrukcí (20 °C / VÝCHOZÍ / 30 °C / 35 °C / 40 °C):



Obrázek 89: Porovnání průběhu teplot v konstrukci



Obrázek 90: Porovnání tepelných toků v konstrukci

Pomocí výpočetní techniky byl dále stanoven hmotnostní tok vody z povrchu konstrukce, tok vázaného tepla a tok citelného tepla.

Tabulka 27: Výsledné hodnoty modelace

Stav	20 °C	VÝCHOZÍ	30 °C	35 °C	40 °C
Průměrná povrchová teplota t_p [°C]	31,03	32,88	35,65	37,96	40,27
Tepelný tok Q_{okr} [W/m²]	66,04	53,15	33,83	17,72	1,62
Hmotnostní tok vody [g/h]	286,77	363,14	490,11	608,84	740,67
Tok vázaného tepla [W]	196,83	249,07	355,77	416,73	506,5
Tok citelného tepla [W]	49,27	61,83	80,35	95,55	110,56

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo sepsání teoretické části, zabývající se vhodným tématem v oblasti vytápění, dále pak navrhnout systém vytápění pro zadaný objekt bytového domu umístěného v Brně. Navrhnutý systém vytápění řeší zdroj tepla, rozvody, ohřev teplé vody a všech potřebných zařízení pro správný a bezpečný chod a užívání systému vytápění a v poslední části sepsání technické zprávy shrnující návrh systému vytápění a jeho jednotlivých částí a modelace zadaných okrajových podmínek během užívání a provozu podlahového vytápění. Diplomová práce je členěna do třech ucelených částí.

První ucelená část diplomové práce je část *A. Teoretická část*, která se zabývá teorií spalinových cest. Stručně je popsána historie spalinových cest, normativní a právní předpisy pro návrh a provoz spalinových cest, rozdělní, zásady navrhování.

Druhá ucelená část diplomové práce je část *B. Výpočtová část*, kde je řešen samotný návrh systému vytápění pro zadaný objekt bytového domu. Systém vytápění je teplovodní o teplotním spádu 75/55 °C, dvojtrubkový s nuceným oběhem topné vody. Jednotlivé místnosti bytů bytového domu jsou vytápěny pomocí ocelových otopných deskových těles, ocelových trubkových koupelnových těles a podlahových konvektorů bez ventilátoru. V posledním nejvyšším mezonetovém bytě je instalováno podlahové vytápění doplněné o ocelová trubková koupelnová tělesa v koupelnách. Rozdělovače podlahového vytápění jsou osazeny mísícími sady pro napojení na otopný systém s vyšším teplotním spádem otopné vody. Teplotní spád podlahového vytápění je 45/40 °C. Zdroj tepla jsou dva kaskádově zapojené plynové kondenzační kotle VU ecoTEC plus 486/5-5 o společném jmenovitém výkonu 96 kW značky Vaillant. Ohřev teplé vody je zajištěn pomocí nepřímotopného ohříváče vody SE-2-750 značky Wolf o objemu 750 l. Dále jsou navrženy potřebné zařízení pro správný a bezpečný chod otopné soustavy jako expanzní nádoba o objemu 300 l, oběhová čerpadla, pojistné ventily, kombinovaný rozdělovač a sběrač, hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků a ostatních potřebných zařízeních pro chod soustavy. Na závěr byla stanovena roční potřeba energií pro provoz systému vytápění a ohřevu vody.

Třetí ucelená část diplomové práce je část *C. Projekt*, kde je zpracována technická zpráva popisující návrh systému vytápění zadaného objektu bytového domu. Je zde zpracovaná výkresová dokumentace na úrovni prováděcího projektu, která obsahuje jednotlivé půdorysy všech pater, schéma zapojení bytů s hlavním rozvodem, schéma zapojení jednotlivých otopných těles v bytech a schéma zapojení zdroje tepla. Dále jsou v části příloh přiloženy všechny provedené výpočty v softwarech. V poslední řadě je provedena modelace chování podlahového vytápění za různých okrajových podmínek.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČSN 73 0540-1. *Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie*. Nahrazení normy ČSN 73 0540-1 z května 1994. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005, 68 s. Třídící znak 730540.
- [2] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky*. Nahrazuje normu ČSN 73 0540-2 z dubna 2007. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 56 s. Třídící znak 730540.
- [3] ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov – Část 3: Výpočtové hodnoty veličin pro navrhování a ověřování*. Nahrazuje normu ČSN 73 0540-3 z května 1994. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005, 96 s. Třídící znak 730540.
- [4] ČSN 73 0540-4. *Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody*. Nahrazuje normu ČSN 73 0540-4 z května 1994. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005, 60 s. Třídící znak 730540.
- [5] ČSN EN 12831. *Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu*. Nahrazuje normu ČSN EN 12831 z července 2003. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2003, 77 s. Třídící znak 060206.
- [6] ING. JIŘÍK, František. Komíny: 4., přepracované vydání. Čtvrté vydání. Praha: Grada Publishing, 2013, 128 s. ISBN 978-80-247-4567-1.
- [7] *Historie komínů* [online]. Valdice: jaknakominy.cz, © 2012, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://vse-o-kominech.webnode.cz/zajimavosti-o-kominech/historie-kominu/>
- [8] TREFANEC, Miloslav. *Miloslav Trefanec Tradiční kovářství* [online]. Činov: kovarstvi-trefanec.estranky.cz, © 2019, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://kovarstvi-trefanec.estranky.cz/fotoalbum/dymnik-nad-krb/>
- [9] *Kominictví Jemenovi* [online]. Jihlava: kominictvijemonovi.cz, © 2019, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <http://www.kominictvijemonovi.cz/zajimavosti.html>
- [10] *KORADO, a.s.* [online]. Česká Třebová: korado.cz, © 2019, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/>
- [11] *ISAN Radiátory s.r.o.* [online]. Brno: isan.cz, © 2015, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.isan.cz/>
- [12] *CT001: Vybraná statě z vytápění*. Zabudované vodní velkoplošné otopné soustavy – cvičení 3. VUT v Brně – FAST, 2018.
- [13] *IVAR CS spol. s r. o.* [online]. Nelahozeves: ISAN CS: komponenty pro codu, vytápění a plyn, © 2019, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/>
- [14] *WOLF GmbH* [online]. WOLF – Váš dodavatel systémů pro nejlepší vnitřní klima, © 2019, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://czech.wolf.eu/>
- [15] *Ing. VRÁNA, Jakub, Ph.D.* [online]. Doplnkové učební texty pro předměty, © 2019, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.fce.vutbr.cz/TZB/vrana.j/>
- [16] *VAILLANT* [online]. Plynové kondenzační kotle a tepelná čerpadla Vaillant, © 2018, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z <https://www.vaillant.cz/pro-zakazniky/>

- [17] *Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu* [online]. TZB-info: internetový časopis oborů vytápění, vzduchotechnika, instalace, úspory energie, © 2001-2019, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu/>
- [18] *ENBRA, a.s.* [online]. Enbra | Komplexní řešení pro vodu a topení, © 2019, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.enbra.cz/>
- [19] *ESBE* [online]. Ventily a servopohony švédské kvality ESBE, © 2019 REMAK a.s., [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.esbe.cz/>
- [20] *WILO* [online]. Wilo – výrobce čerpadel ve Vaší blízkosti, od roku 1872, © 2019 WILLO SE, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://wilo.com/cz/cs/>
- [21] *IMI Hydronic Engineering* [online]. IMI Hydronic Engineering, CTPark D1 - 1573, 396 01 Humpolec, Czech Republic, © 2019 IMI plc, [cit. 2019-12-01]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Pages/default.aspx>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Značka	Jednotka	Definice
a	[-]	Součinitel zvětšení sedla
A	[m ²]	Plocha konstrukce
A_o	[mm ²]	Průřez sedla
b	[m]	Šířka
b_1	[-]	Činitel teplotní redukce
c	[J.kg ⁻¹ .K ⁻¹]	Měrná tepelná kapacita
D	[-]	Počet denostupňů
d	[m]	Tloušťka vrstvy konstrukce
d_i	[mm]	Ideální průměr sedla
d_o	[mm]	Skutečný průměr sedla
e_i	[-]	Stínící činitel
e_k	[-]	Korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům
$E_{TV,D}$	[kWh/den]	Teplo pro ohřev vody
$E_{TV,rok}$	[MWh/den]	Roční potřeba tepla
$E_{TV,sk}$	[MWh/den]	Roční spotřeba tepla
f_j	[-]	Redukční teplotní činitel na vliv sousedního prostoru
f_{Rsi}	[-]	Teplotní faktor vnitřního vzduchu
h	[m]	Výška
H	[W.K ⁻¹]	Měrná ztráta
H_T	[W.K ⁻¹]	Měrná ztráta prostupem tepla (celkově)
$H_{T,ie}$	[W.K ⁻¹]	Měrná ztráta pros. tep. z vytáp. prostoru do venk. prostředí
$H_{T,ig}$	[W.K ⁻¹]	Měrná ztráta pros. tep. z vytápěného prostoru do zeminy
$H_{T,ij}$	[W.K ⁻¹]	Měrná ztráta pros. tep. z vytáp. prostoru do vedl. prostoru
H_U	[W.K ⁻¹]	Měrná ztráta prostupem tepla nevytápěnými prostory
H_v	[W.K ⁻¹]	Měrná ztráta větráním
i_{LV}	[m ³ /(s.m.Pa ^{0,67})]	Součinitel spárové průvzdušnosti
K_v	[m ³ /h]	Průtokový součinitel
m	[kg/h]	Hmotnostní průtok
n	[1/h]	Intenzita přirozené výměny vzduchu v místnosti
n_{50}	[1/h]	Intenzita výměny vzduchu budovy při přetlaku 50 Pa
p_0	[Pa]	Referenční (normální) tlak
p_a	[Pa]	Atmosférický tlak
p_v	[Pa]	Částečný tlak vodní páry
$p_{v,sat}$	[Pa]	Částečný tlak nasycené vodní páry
p_{ve}	[Pa]	Částečný tlak vodní páry venkovního vzduchu
p_{vi}	[Pa]	Částečný tlak vodní páry vnitřního vzduchu
q	[W.m ⁻²]	Hustota tepelného toku
Q	[Wh]	Potřeba energie na vytápění
Q_{1n}	[W]	Jmenovitý výkon ohřevu zásobníku
Q_{2p}	[W]	Teplo celkové
Q_{2t}	[W]	Teplo odebrané
Q_{2z}	[W]	Teplo ztracené
Q_h	[Wh]	Roční potřeba tepla na vytápění
Q_{prir}	[W]	Celkový potřebný výkon zdroje
Q_{pv}	[Wh]	Potřeba tepla na vytápění
Q_t	[W]	Teplo pro pokrytí celkové denní potřeby
R	[Pa]	Tlaková ztráta

R	$[m^2.K.W^{-1}]$	Tepelný odpor vrstvy, konstrukce
R_{se}	$[m^2.K.W^{-1}]$	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce
R_{si}	$[m^2.K.W^{-1}]$	Odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce
R_T	$[m^2.K.W^{-1}]$	Odpor konstrukce při prostupu tepla
t_e	$[^{\circ}C]$	Výpočtová venkovní teplota
t_i	$[^{\circ}C]$	Návrhová vnitřní teplota
U	$[W.m^{-2}.K^{-1}]$	Součinitel prostupu tepla konstrukcí
U_m	$[W.m^{-2}.K^{-1}]$	Průměrný součinitel prostupu tepla konstrukcí místnosti
$U_{N,20}$	$[W.m^{-2}.K^{-1}]$	Požadované hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí
$U_{pas,20}$	$[W.m^{-2}.K^{-1}]$	Dop. hodnoty souč. prostupu tepla konst. pro pasivní dům
$U_{rec,20}$	$[W.m^{-2}.K^{-1}]$	Doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí
V	$[m^3]$	Objem
V_{2p}	$[l]$	Denní potřeba TV
V_z	$[l]$	Objem zásobníku
Z	$[Pa]$	Tlaková ztráta vřazenými odpory
Z_1	$[-]$	Součinitel vnitřního prostředí
Z_2	$[-]$	Součinitel materiálu
Z_3	$[-]$	Součinitel způsobu zabudování materiálu
Z_u	$[-]$	Vlhkostní součinitel materiálu
Δp_{dis}	$[Pa]$	Dispoziční tlak
Δp_{vv}	$[Pa]$	Tlaková ztráta regulačního ventilu
ΔU	$[W.m^{-2}.K^{-1}]$	Korekční součinitel prostupu tepla
ΔU_{tb}	$[W.m^{-2}.K^{-1}]$	Zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem tepelných vazeb
ΔU_{tb}	$[W.m^{-2}.K^{-1}]$	Zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem tepelných mostů
ϵ_i	$[-]$	Výškový korekční činitel
η_h	$[-]$	Účinnost vytápění
η_o	$[-]$	Činitel využití tepelných zisků
θ	$[^{\circ}C]$	Celsiova teplota
θ_{ae}	$[^{\circ}C]$	Teplota venkovního vzduchu
θ_{ai}	$[^{\circ}C]$	Teplota vnitřního vzduchu
θ_e	$[^{\circ}C]$	Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období
θ_i	$[^{\circ}C]$	Návrhová vnitřní teplota v zimním období
θ_{im}	$[^{\circ}C]$	Převažující návrhová tep. vnitřního vzduchu v zimním období
θ_{se}	$[^{\circ}C]$	Vnější povrchová teplota konstrukce
θ_{si}	$[^{\circ}C]$	Vnitřní povrchová teplota konstrukce
θ_{sim}	$[^{\circ}C]$	Průměrná vnitřní povrchová teplota konstrukce
θ_v	$[^{\circ}C]$	Výsledná teplota
λ	$[W.m^{-1}.K^{-1}]$	Součinitel tepelné vodivosti
λ_D	$[W.m^{-1}.K^{-1}]$	Deklarovaná hodnota souč. tep. vodivosti v suchém stavu
λ_k	$[W.m^{-1}.K^{-1}]$	Charakteristický součinitel tepelné vodivosti
λ_u	$[W.m^{-1}.K^{-1}]$	Návrhový součinitel tepelné vodivosti
ξ	$[-]$	Součinitel vřazených odporů
ρ	$[kg.m^{-3}]$	Objemová hmotnost v definovaném stavu vlhkosti
ρ_d	$[kg.m^{-3}]$	Objemová hmotnost v suchém stavu
φ	$[\%]$	Relativní vlhkost vzduchu
φ_0	$[\%]$	Referenční relativní vlhkost vzduchu
φ_a	$[\%]$	Relativní vlhkost vzduchu
φ_e	$[\%]$	Relativní vlhkost venkovního vzduchu
φ_i	$[\%]$	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu
χ	$[W.K^{-1}]$	Bodový činitel prostupu tepla
ψ	$[W.m^{-1}.K^{-1}]$	Lineární činitel prostupu tepla

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1: Ukázka moderního dýmníku nad krbem [8]	19 -
Obrázek 2: Svatý Florián – patron kominíků [9]	20 -
Obrázek 3: Jednovrstvý, samostatný komín s připojeným lokálním spotřebičem na tuhé palivo [6]	21 -
Obrázek 4: Vícevrstvý společný komín pro jedno podlaží, do kterého jsou připojeny v jednom podlaží samostatným kouřovodem průtokový ohřívač vody a společným kouřovodem dva kotle ústředního vytápění [6]	22 -
Obrázek 5: Spotřebiče otevřené, přívod vzduchu z místnosti [6]	23 -
Obrázek 6: Uzavřené spotřebiče, přívod vzduchu z vnějšího prostředí [6]	24 -
Obrázek 7: Komíny podle počtu připojovaných spotřebičů paliv [6]	26 -
Obrázek 8: Třídění podle uspořádání komínových průduchů [6]	27 -
Obrázek 9: Způsob odvětrání přetlakových a vysokopřetlakových komínových vložek [6] -	28
Obrázek 10: Uhýbání komínového průduchu [6]	29 -
Obrázek 11: Výšky komínového průduchu [6]	30 -
Obrázek 12: Výška vyústění komínu nad úroveň rovinou střechy [6]	31 -
Obrázek 13: Vymetací otvor a přístupová cesta [6]	32 -
Obrázek 14: Způsoby provedení kondenzátních jímek [6]	33 -
Obrázek 15: Přístup k ústí komínového průduchu ke kontrole a čištění [6]	34 -
Obrázek 16: Dřevěné konstrukce u komínů [6]	34 -
Obrázek 17: Samostatný kouřovod. Svislá část nad přerušovačem tahu musí mít délku nejméně 400 mm [6]	35 -
Obrázek 18: Společný kouřovod [6]	36 -
Obrázek 19: Odvod spalin svislým kouřovodem s funkcí komínu pro spotřebiče na plynná paliva [6]	37 -
Obrázek 20: Příklad přetlakového komínu vedeného vnitřkem budovy od spotřebiče v provedení C [6]	38 -
Obrázek 21: Společné komíny [6]	40 -
Obrázek 22: Způsob připojení – boční jednostranné [10]	80 -
Obrázek 23: KORADO RADIK KLASIK – boční připojení [10]	81 -
Obrázek 24: KORADO RADIK VK – pravé spodní připojení [10]	82 -
Obrázek 25: Způsob připojení – pravé spodní [10]	83 -
Obrázek 26: Způsob připojení – spodní středové [10]	83 -
Obrázek 27: KORADO KORALUX LINEAR CLASSIC-M – středové připojení [10]	83 -
Obrázek 28: Konstrukční prvky konvektoru [11]	84 -
Obrázek 29: Uložení do podlahy [11]	85 -
Obrázek 30: Schéma podlahového vytápění [12]	86 -
Obrázek 31: Schématický nákres vrstev podlahového vytápění [12]	86 -
Obrázek 32: Schématický nákres vrstev podlahového vytápění [12]	87 -
Obrázek 33: Idealizace výpočtu podlahového vytápění [12]	87 -
Obrázek 34: Střední teplota v rovině	87 -
Obrázek 35: Průměrná povrchová teplota na stranu A [12]	88 -
Obrázek 36: Průměrná povrchová teplota na stranu B [12]	88 -
Obrázek 37: Střední teplota v rovině [12]	88 -
Obrázek 38: Průměrná povrchová teplota na stranu A [12]	88 -
Obrázek 39: Průměrná povrchová teplota na stranu B [12]	89 -
Obrázek 40: Graf součinitele přestupu tepla konvekcí α_k [12]	90 -
Obrázek 41: Graf součinitele přestupu tepla sáláním α_s [12]	90 -

Obrázek 42: Materiálové složení trubky IVAR.ALPEX – DUO XS [13]	- 92 -
Obrázek 43: Technické a provozní parametry trubky IVAR.ALPEX – DUO XS [13]	- 92 -
Obrázek 44: Systémová deska IVAR.TH 30P [13]	- 93 -
Obrázek 45: Základní technické parametry systémové desky IVAR.TH 30P [13]	- 93 -
Obrázek 46: Obvodový dilatační pás IVAR.DP 50 [13].....	- 94 -
Obrázek 47: Ilustrační foto obvodového dilatačního pásu IVAR.DP 50 [13]	- 94 -
Obrázek 48: Středový dilatační profil IVAR.SDP [13]	- 95 -
Obrázek 49: Ilustrační foto středového dilatačního profilu IVAR.SDP [13]	- 95 -
Obrázek 50: Ochranná trubka IVAR.HK 1620 [13].....	- 96 -
Obrázek 51: Rozdělovač podlahového vytápění IVAR.UNIMIX [13].....	- 97 -
Obrázek 52: Technický náčrt a popis modulu [13]	- 99 -
Obrázek 53: Popis mísícího modulu [13]	- 99 -
Obrázek 54: BY-PASS [13]	- 100 -
Obrázek 55: Zcela otevřený BY-PASS primárního kruhu (Kv=20) [13]	- 100 -
Obrázek 56: Zcela uzavřený BY-PASS primárního okruhu (Kv=0) [13].....	- 100 -
Obrázek 57: Technický náčrt a rozměry rozdělovače / sběrače [13].....	- 101 -
Obrázek 58: Odběrová křivka.....	- 104 -
Obrázek 59: Technický náčrt ohřívače SE-2-750 značky WOLF [14]	- 105 -
Obrázek 60: Technická data ohřívače vody SE-2-750 značky WOLF [14].....	- 106 -
Obrázek 61: Technická data ohřívače vody SE-2-400 značky WOLF [14].....	- 108 -
Obrázek 62: Technický náčrt ohřívače teplé vody SE-2 [14].....	- 108 -
Obrázek 63: Funkční schéma ecoTEC plus 48 kW [16].....	- 110 -
Obrázek 64: Připojovací rozměry kotle [16]	- 111 -
Obrázek 65: Schéma pouzdra tepelné izolace potrubí [17].....	- 114 -
Obrázek 66: Graf oběhového čerpadla YONOS MAXO 30/0,5-10 [20].....	- 115 -
Obrázek 67: Graf oběhového čerpadla Yonos PICO 15/1-4 [20]	- 116 -
Obrázek 68: Schématický náčrt navrhnutého kombinovaného rozdělovače a sběrače- 117 -	
Obrázek 69: Graf návrhu směšovací armatury řady VRx [19].....	- 118 -
Obrázek 70: Graf určení nastavení otáček a dimenze vyvažovacího ventilu STAD-PN 25 [21]- 119 -	
Obrázek 71: Měřič tepla Sharky 774 [18]	- 120 -
Obrázek 72: Technická data měřiče Sharky 774 [18]	- 121 -
Obrázek 73: Základní geometrie modelované konstrukce	- 143 -
Obrázek 74: Graf průběhu povrchových teplot podlahového vytápění – výchozí stav..	- 144 -
Obrázek 75: Průběh tepelných toků v konstrukci – výchozí stav.....	- 144 -
Obrázek 76: Průběh teplot v konstrukci – výchozí stav	- 144 -
Obrázek 77: Průběh tepelných toků v konstrukci – voda 20 °C.....	- 145 -
Obrázek 78: Průběh teplot v konstrukci – voda 20 °C	- 145 -
Obrázek 79: Graf průběh povrchových teplot podlahového vytápění – voda 20 °C	- 145 -
Obrázek 80: Průběh tepelných toků v konstrukci – voda 30 °C.....	- 146 -
Obrázek 81: Průběh teplot v konstrukci – voda 30 °C.....	- 146 -
Obrázek 82: Graf průběh povrchových teplot podlahového vytápění – voda 30 °C	- 146 -
Obrázek 83: Průběh tepelných toků v konstrukci – voda 35 °C.....	- 147 -
Obrázek 84: Průběh teplot v konstrukci – voda 35 °C	- 147 -
Obrázek 85: Graf průběh povrchových teplot podlahového vytápění – voda 35 °C	- 147 -
Obrázek 86: Průběh tepelných toků v konstrukci – voda 40 °C.....	- 148 -
Obrázek 87: Průběh teploty v konstrukci – voda 40 °C.....	- 148 -
Obrázek 88: Graf průběh povrchových teplot podlahového vytápění – voda 40 °C	- 148 -
Obrázek 90: Porovnání průběhu teplot v konstrukci.....	- 149 -
Obrázek 89: Porovnání tepelných toků v konstrukci	- 149 -

Tabulka 1: Tepelné odpory při přestupu tepla na vnitřní a vnitřní straně konstrukce [3].	- 45
-	
Tabulka 2: Zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem tepelných mostů dle ČSN 73 0540-4 [4]	- 47 -
Tabulka 3: Tabulka D.6 - Minimální intenzita výměny vzduchu n_{min} z přílohy D.5.1 ČSN EN 12831 [5]	- 69 -
Tabulka 4: Tabulka D.10a – Zátopový součinitel f_{RH} pro nebytové budovy s nočním teplotním útlumem nejvýše 12 h z přílohy D.6 ČSN EN 12831 [5]	- 73 -
Tabulka 5: Tabulka D.10b – Zátopový součinitel f_{RH} pro bytové budovy s nočním útlumem nejvýše 8 h z přílohy D.6 ČSN EN 12831 [5]	- 73 -
Tabulka 6: Porovnání návrhového tepelného výkonu pomocí programu a ručního výpočtu	- 79 -
Tabulka 7: Technické parametry KORADO RADIK KLASIK [10]	- 81 -
Tabulka 8: Technické parametry KORADO RADIK VK-pravé spodní připojení [10]	- 82 -
Tabulka 9: Technické parametry KORADO KORALUX LINEAR KLASIK – M – středové připojení [10]	- 84 -
Tabulka 10: Rozhas modelů konvektorů s přirozenou konvekcí [11]	- 85 -
Tabulka 11: Porovnání hodnot výpočtů ručního výpočtu a softwaru	- 92 -
Tabulka 12: Základní technické a provozní parametry IVAR.UNIMIX [13]	- 98 -
Tabulka 13: Tabulka rozměrů rozdělovače / sběrače [13]	- 101 -
Tabulka 14: Bilance potřeby teplé vody a tepla pro dimenzování ohříváčů vody [15]	- 103 -
Tabulka 15: Specifikace potřeb tepla pro TV	- 104 -
Tabulka 16: Porovnání výsledných výpočtů přípravy teplé vody	- 109 -
Tabulka 17: Specifikace kotle [16]	- 112 -
Tabulka 18: Možnost délek odkouření [16]	- 113 -
Tabulka 19: Tabulka tepelné izolace potrubí	- 114 -
Tabulka 20: Porovnání jmenovitých hodnot kotlů s požadovanými hodnotami	- 115 -
Tabulka 21: Tepelná bilance objektu	- 127 -
Tabulka 22: Tabulka potrubí	- 132 -
Tabulka 23: Skladba podlahové konstrukce	- 142 -
Tabulka 24: Tabulka základních okrajových podmínek	- 142 -
Tabulka 25: Tepelně technické vlastnosti materiálů	- 143 -
Tabulka 26: Tepelně technické vlastnosti vody	- 143 -
Tabulka 27: Výsledné hodnoty modelace	- 150 -

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHY

Příloha číslo:	Název:
D.1.4.2 P1	Příloha č.1 – Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností
D.1.4.2 P2	Příloha č.2 – Ruční výpočet tepelných ztrát bytu A v 5.NP
D.1.4.2 P3	Příloha č.3 – Návrh otopných těles
D.1.4.2 P4	Příloha č.4 – Výpočet podlahového vytápění
D.1.4.2 P5	Příloha č.5 – Ruční výpočet podlahového vytápění
D.1.4.2 P6	Příloha č.6 – Výpočet hydrauliky systému

VÝKRESY

Výkres číslo:	Název:	Měřítko:
D.1.4.2 01	Půdorys 1.NP	M 1:50
D.1.4.2 02	Půdorys 2.NP	M 1:50
D.1.4.2 03	Půdorys 3.NP	M 1:50
D.1.4.2 04	Půdorys 4.NP	M 1:50
D.1.4.2 05	Půdorys 5.NP	M 1:50
D.1.4.2 06	Půdorys 6.NP	M 1:50
D.1.4.2 07	Půdorys 7.NP	M 1:50
D.1.4.2 08	Půdorys 8.NP	M 1:50
D.1.4.2 09	Půdorys 9.NP	M 1:50
D.1.4.2 10	Schéma zapojení měřičů tepla a hlavní rozvod	M 1:50
D.1.4.2 11	Schéma zapojení otopných těles bytů	M 1:50
D.1.4.2 12	Schéma zapojení zdroje tepla	M 1:50