



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

KOTLE A KOTELNY NA SPALOVÁNÍ PELET

BOILERS AND BOILER ROOMS FOR PELLETS COMBUSTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Štěpán Straka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav technických zařízení budov
Student:	Bc. Štěpán Straka
Vedoucí práce:	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Akademický rok:	2022/23
Studijní program:	N0732A260023 Stavební inženýrství – pozemní stavby

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Kotle a kotelny na spalování pelet

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Řešení zadaného tématu z oblasti TZB za využití literární rešerše, zpracování variantního technického návrhu řešení zadané části specializace systému TZB a dílčího úkolu ze zadaného tématu řešeného experimentálními nebo teoretickými prostředky, příp. prováděcí projektu.

Cíle a výstupy diplomové práce:

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení (podíl 20 %)

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku.

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení (podíl 40 %)

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Dílčí úkol ze zadaného tématu (podíl 40%) zpracovaný teoretickými či experimentálními metodami, příp. prováděcí projekt zadané profese. Konkrétní náplň stanoví vedoucí práce

Seznam doporučené literatury a podklady:

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

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 24. 3. 2022

L. S.

prof. Ing. Jirí Hirš, CSc.
vedoucí ústavu

Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
vedoucí práce

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.
děkan

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem teplovodního systému vytápění a návrhem přípravy teplé vody v horském penzionu. Teoretická část popisuje kotel na pelety včetně požadavků na provoz a instalaci, popisuje potřebné příslušenství ke kotli, druhy paliva a metody stanovení provozní účinnosti. Výpočtová část představuje návrh systému vytápění pomocí deskových otopných těles, přípravy teplé vody, fotovoltaické elektrárny, nuceného větrání objektu a návrh potřebných doplňkových zařízení celé soustavy. Zdroj tepelné energie bude v projektu řešen ve dvou variantách. V první variantě bude navržen jako zdroj tepla automatický peletový kotel. Ve druhé variantě budou představovat zdroj tepla dva plynové kondenzační kotle v kaskádovém zapojení. Poslední část diplomové práce se věnuje experimentálnímu měření, ve kterém byla zjišťována reálná provozní účinnost kotle na pelety.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, tepelná ztráta, desková otopná tělesa, kotel na pelety, pneumatická doprava, plynový kondenzační kotel, kaskádové zapojení, příprava teplé vody, fotovoltaika, nucené větrání, zabezpečovací zařízení.

ABSTRACT

The Diploma thesis deals with the design of the hot water rating system and with the preparation of the hot water in the mountain guesthouse. The theoretical part describes boiler for the pellets combustion and includes requirements on the services and installation. This part also describes some necessary accessories of the boiler, types of the fuel and the two main methods of the determination of the operational efficiency. The calculation part deals with the design of the heating system by the plate radiators, design of the hot water preparation, photovoltaics, forced ventilation and with the design of the necessary technical equipment. The source of the heating energy will be designed in two variants. In the first variant will be the boiler for the pellets combustion source. In the second variant will be two hanging gas condensing boilers connected with the cascade connecting which are the source of the heating energy. The last part of the Diploma thesis describes the experimental measurement where was taken the measurement of the operational efficiency of the boiler for the pellets combustion.

KEYWORDS

Heating, heat loss, plate radiators, boiler for the pellets combustion, pneumatic transport, gas condensing boiler, cascade connection, hot water preparation, photovoltaics, forced ventilation, safety devices.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

STRAKA, Štěpán. *Kotle a kotelny na spalování pelet*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/143682>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Kotle a kotelny na spalování pelet* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Štěpán Straka
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Kotle a kotelny na spalování pelet* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2023

Bc. Štěpán Straka
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval vedoucí diplomové práce paní Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za její neskutečnou ochotu, vstřícnost, cenné rady a čas, který mně věnovala.

Také bych moc rád poděkoval své rodině za obrovskou podporu a trpělivost během celého studia. Děkuji také svým kamarádům a spolužákům za jejich pomoc při řešení různých úkolů v průběhu studia. V neposlední řadě děkuji mé kamarádce Ádi za její čas, ochotu a pomoc při experimentálním měření.

Obsah

Úvod	- 19 -
A. TEORETICKÁ ČÁST	- 20 -
1. Kotel na pelety	- 21 -
2. Situování zdrojů tepla	- 22 -
3. Požadavky na kotelny	- 22 -
4. Bezpečnostní požadavky na zdroje tepla	- 23 -
5. Požární předpisy	- 23 -
6. Požadavky na značení kotlů	- 24 -
7. Komín	- 25 -
8. Hořáky kotlů na pelety	- 25 -
8.1 Základní rozdělení hořáků podle tvaru spalovací komory.....	- 25 -
8.1.1 Miskový hořák	- 25 -
8.1.2 Trubicový hořák.....	- 26 -
8.1.3 Retortový hořák	- 26 -
8.2 Provozní stavy peletových hořáků	- 27 -
8.2.1 Odstavení hořáku	- 27 -
8.2.2 Zapalování paliva.....	- 27 -
8.2.3 Provoz hořáku	- 28 -
8.2.4 Útlumový režim	- 28 -
9. Dřevěné pelety jako palivo	- 28 -
9.1 Historie.....	- 28 -
9.2 Výroba pelet.....	- 28 -
9.2.1 Sušení.....	- 28 -
9.2.2 Drcení a vlhčení pelet	- 29 -
9.2.3 Lisování pelet.....	- 29 -
9.2.4 Balení a distribuce pelet.....	- 30 -
10. Certifikace ENplus	- 31 -
10.1 Třídy pelet podle kvality použitého dřeva	- 31 -
10.1.1 Třída pelet A1	- 31 -
10.1.2 Třída pelet A2	- 31 -

10.1.3 Třída pelet B	- 32 -
11. Skladování pelet	- 32 -
11.1 Typy skladování pelet	- 32 -
11.1.1 Plastové pytle	- 32 -
11.1.2 Textilní zásobníky	- 33 -
11.1.3 Peletové sklady	- 33 -
11.2 Velikost skladovacího prostoru	- 36 -
11.3 Požadavky na konstrukce skladu pelet	- 36 -
12. Automatická doprava pelet	- 36 -
12.1 Šnekový dopravník	- 36 -
12.2 Pneumatická doprava	- 37 -
12.2.1 Podtlaková pneumatická doprava	- 37 -
12.2.2 Přetlaková pneumatická doprava	- 38 -
13. Legislativa v ČR	- 38 -
14. Provozní účinnost malých peletových kotlů	- 40 -
14.1 Přímá metoda	- 40 -
14.2 Nepřímá metoda	- 41 -
14.2.1 Ztráta citelným teplem spalin	- 41 -
14.2.2 Ztráta plynným nedopalem	- 42 -
14.2.3 Ztráta mechanickým nedopalem	- 42 -
14.2.4 Ztráta sdílením tepla do okolí	- 42 -
14.3 Měření provozní účinnosti analyzátozem spalin	- 43 -
14.4 Provozní účinnost deklarovaná výrobcem	- 45 -
14.5 Provozní účinnost v reálných podmínkách	- 45 -
15. Závěr	- 46 -
B. VÝPOČTOVÁ ČÁST	- 47 -
1. Analýza objektu	- 48 -
2. Součinitel prostupu tepla navržených konstrukcí	- 49 -
2.1 Výpočtové vztahy	- 49 -
2.2 Výpočet součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí objektu	- 50 -
2.2.1 Svislé ochlazované konstrukce	- 50 -

2.2.2 Svislé neochlazované konstrukce	- 51 -
2.2.3 Vodorovné ochlazované konstrukce	- 52 -
2.2.4 Vodorovné neochlazované konstrukce	- 54 -
2.2.5 Výplně otvorů	- 55 -
3. Výpočet tepelné ztráty objektu	- 55 -
3.1 Výpočtové vztahy	- 55 -
3.2 Výpočet tepelné ztráty jednotlivých místností.....	- 58 -
3.3 Přehled tepelných ztrát jednotlivých místností.....	- 102 -
4. Návrh otopných ploch	- 104 -
4.1 Přehled navržených deskových otopných těles	- 105 -
4.2 Regulace deskových otopných těles	- 110 -
5. Návrh vzduchotechnických jednotek	- 111 -
5.1 Výpočtové vztahy	- 111 -
5.2 Množství přiváděného vzduchu nuceným větráním	- 112 -
5.3 Výpočet výkonu ohřívače VZT jednotek.....	- 113 -
VARIANTA A	- 114 -
6. Potřeba teplé vody	- 115 -
6.1 Potřeba teplé vody pro ubytovací část	- 115 -
6.2 Potřeba teplé vody pro veřejnou část včetně kuchyně.....	- 115 -
6.3 Celková potřeba teplé vody pro objekt	- 116 -
6.4 Stanovení potřeby tepla	- 116 -
6.5 Návrh ohřevu teplé vody.....	- 116 -
6.5.1 Zásobníkový ohřev TV v zimním období.....	- 117 -
6.5.2 Zásobníkový ohřev TV v letním období.....	- 119 -
7. Fotovoltaická elektrárna	- 121 -
7.1 Postup návrhu fotovoltaických panelů.....	- 121 -
7.2 Výběr fotovoltaických panelů.....	- 122 -
7.3 Návrh fotovoltaické elektrárny	- 123 -
8. Návrh zdroje tepla	- 126 -
9. Návrh větrání kotelny.....	- 127 -
10. Návrh větrání skladu pelet.....	- 129 -

11. Návrh akumulční nádrže	- 130 -
12. Příslušenství zdroje tepla	- 131 -
12.1 Hořák na pelety	- 131 -
12.2 Automatické odpopelnění	- 131 -
12.3 Pneumatická doprava pelet	- 132 -
12.4 Termostatický ventil	- 132 -
13. Dimenzování a hydraulická regulace soustavy	- 133 -
13.1 Regulace jednotlivých větví otopné soustavy.....	- 133 -
13.2 Dimenzování a hydraulická regulace otopných těles v ubytovací části objektu – větev OT 1	- 134 -
13.3 Dimenzování a hydraulická regulace otopných těles ve veřejné části objektu – větev OT 2	- 139 -
13.4 Dimenzování a hydraulická regulace otopných těles v konferenční místnosti – větev OT 3.....	- 142 -
13.5 Dimenzování a hydraulická regulace ohřivačů vzduchotechnických jednotek – větev VZT	- 143 -
13.6 Dimenzování a hydraulická regulace ohřivače teplé vody – větev TV	- 143 -
13.7 Dimenzování a hydraulická regulace kotlového úseku	- 143 -
14. Návrh oběhových čerpadel	- 144 -
15. Návrh ostatních technických zařízení soustavy	- 150 -
15.1 Rozdělovač a sběrač.....	- 150 -
15.2 Automatické doplňování vody.....	- 150 -
15.3 Třicestný směšovací ventil.....	- 151 -
16. Návrh komínového tělesa	- 152 -
17. Návrh zabezpečovacího zařízení	- 154 -
17.1 Objem vody v otopné soustavě.....	- 154 -
17.2 Návrh pojistného ventilu.....	- 155 -
17.3 Návrh expanzní nádoby	- 156 -
17.4 Expanzní nádoba pro zabezpečení kotle proti podtlaku	- 158 -
18. Návrh záložního zdroje	- 160 -
18.1 Návrh kapacity externí baterie	- 160 -
19. Návrh tepelné izolace potrubí	- 161 -

20. Roční potřeba tepla a spotřeba paliva	- 169 -
20.1 Potřeba tepla pro vytápění	- 169 -
20.2 Potřeba tepla pro přípravu TV	- 170 -
20.3 Potřeba tepla pro nucené větrání.....	- 171 -
20.4 Celková roční spotřeba tepelné energie	- 171 -
20.5 Roční spotřeba paliva.....	- 171 -
20.6 Potřebná velikost skladu pelet	- 172 -
21. Technická zpráva	- 173 -
21.1 Úvod.....	- 173 -
21.1.1 Popis objektu.....	- 173 -
21.2 Podklady projektu	- 174 -
21.2.1 Výkresová dokumentace.....	- 174 -
21.2.2 Právní předpisy a normy	- 174 -
21.3 Základní technické údaje	- 175 -
21.3.1 Klimatické poměry – lokalita Bruntál	- 175 -
21.3.2 Vnitřní návrhové teploty	- 175 -
21.3.3 Tepelně-technické parametry stavebních konstrukcí.....	- 175 -
21.3.4 Tepelné ztráty objektu	- 175 -
21.3.5 Roční potřeba tepelné energie a spotřeba paliva	- 175 -
21.4 Technické řešení	- 176 -
21.4.1 Zdroj tepelné energie	- 176 -
21.4.2 Pneumatická doprava pelet	- 176 -
21.4.3 Příprava teplé vody	- 176 -
21.4.4 Zabezpečovací zařízení.....	- 177 -
21.4.5 Záložní zdroj	- 177 -
21.4.6 Fotovoltaická elektrárna	- 178 -
21.5 Otopná soustava.....	- 178 -
21.5.1 Popis otopné soustavy.....	- 178 -
21.5.2 Čerpací technika	- 178 -
21.5.3 Plnění a vypouštění otopné soustavy.....	- 179 -
21.5.4 Otopné plochy.....	- 179 -

21.5.5 Regulace a měření.....	- 179 -
21.5.6 Izolace potrubí	- 180 -
21.6 Požadavky na ostatní profese.....	- 180 -
21.6.1 Stavební práce.....	- 180 -
21.6.2 Zdravotechnika	- 180 -
21.6.3 Elektroinstalace.....	- 180 -
21.6.4 Vzduchotechnika	- 181 -
21.7 Montáž a uvedení do provozu.....	- 181 -
21.7.1 Zdroj tepelné energie	- 181 -
21.7.2 Otopná soustava	- 181 -
21.7.3 Revize technických zařízení	- 181 -
21.8 Ochrana zdraví a životního prostředí.....	- 182 -
21.8.1 Vliv na životní prostředí	- 182 -
21.8.2 Emise vzniklé spalováním zemního plynu	- 182 -
21.8.3 Hospodaření s odpady.....	- 182 -
21.9 Bezpečnost práce a požární ochrana	- 182 -
21.9.1 Požární ochrana.....	- 182 -
21.9.2 Bezpečnost práce při realizaci díla	- 182 -
21.9.3 Bezpečnost práce při provozu zařízení	- 182 -
VARIANTA B	- 183 -
22. Výpočet tepelné ztráty nově navržených místností.....	- 184 -
22.1 Přehled tepelných výkonů nově navržených místností.....	- 187 -
23. Přehled nově navržených deskových otopných těles	- 187 -
24. Potřeba teplé vody	- 188 -
24.1 Potřeba teplé vody pro ubytovací část	- 188 -
24.2 Potřeba teplé vody pro veřejnou část včetně kuchyně.....	- 188 -
24.3 Celková potřeba teplé vody pro objekt	- 189 -
24.4 Stanovení potřeby tepla	- 189 -
24.5 Návrh ohřevu teplé vody.....	- 189 -
24.5.1 Zásobníkový ohřev TV	- 190 -
25. Návrh zdroje tepla	- 192 -

26. Dimenzování a hydraulická regulace soustavy	- 194 -
26.1 Regulace jednotlivých větví otopné soustavy	- 194 -
26.2 Dimenzování a hydraulická regulace otopných těles ve veřejné části objektu – větev OT 2	- 195 -
26.3 Dimenzování a hydraulická regulace ohřivačů vzduchotechnických jednotek – větev VZT	- 198 -
26.4 Dimenzování a hydraulická regulace ohřivače teplé vody – větev TV	- 198 -
26.5 Dimenzování a hydraulická regulace kotlového okruhu	- 198 -
27. Návrh oběhových čerpadel	- 199 -
28. Návrh ostatních technických zařízení soustavy	- 204 -
28.1 Rozdělovač a sběrač.....	- 204 -
28.2 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků	- 204 -
28.3 Automatické doplňování vody	- 205 -
28.4 Neutralizační box	- 205 -
28.5 Třicestný směšovací ventil.....	- 205 -
29. Návrh zabezpečovacího zařízení	- 206 -
29.1 Objem vody v otopné soustavě	- 206 -
29.2 Expanzní nádoba	- 207 -
30. Návrh tepelné izolace potrubí	- 209 -
31. Roční potřeba tepla a spotřeba paliva	- 216 -
31.1 Potřeba tepla pro vytápění	- 216 -
31.2 Potřeba tepla pro přípravu TV	- 216 -
31.3 Potřeba tepla pro nucené větrání	- 217 -
31.4 Celková roční spotřeba tepelné energie	- 218 -
31.5 Roční spotřeba paliva.....	- 218 -
32. Technická zpráva	- 219 -
32.1 Úvod.....	- 219 -
32.1.1 Popis objektu.....	- 219 -
32.1.2 Technické řešení – obecné informace.....	- 220 -
32.2 Podklady projektu	- 220 -
32.2.1 Výkresová dokumentace.....	- 220 -
32.2.2 Právní předpisy a normy	- 220 -

32.3 Základní technické údaje	- 221 -
32.3.1 Klimatické poměry – lokalita Bruntál	- 221 -
32.3.2 Vnitřní návrhové teploty	- 221 -
32.3.3 Tepelně-technické parametry stavebních konstrukcí.....	- 221 -
32.3.4 Tepelné ztráty objektu	- 221 -
32.3.5 Roční potřeba tepelné energie a spotřeba paliva	- 221 -
32.4 Technické řešení	- 222 -
32.4.1 Zdroj tepelné energie	- 222 -
32.4.2 Příprava teplé vody	- 222 -
32.4.3 Zabezpečovací zařízení.....	- 222 -
32.5 Otopná soustava.....	- 223 -
32.5.1 Popis otopné soustavy.....	- 223 -
32.5.2 Čerpací technika	- 223 -
32.5.3 Plnění a vypouštění otopné soustavy	- 223 -
32.5.4 Otopné plochy.....	- 224 -
32.5.5 Regulace a měření.....	- 224 -
32.5.6 Izolace potrubí	- 224 -
32.6 Požadavky na ostatní profese.....	- 225 -
32.6.1 Stavební práce.....	- 225 -
32.6.2 Zdravotechnika	- 225 -
32.6.3 Elektroinstalace.....	- 225 -
32.6.4 Vzduchotechnika	- 225 -
32.7 Montáž a uvedení do provozu.....	- 226 -
32.7.1 Zdroj tepelné energie	- 226 -
32.7.2 Otopná soustava	- 226 -
32.7.3 Revize technických zařízení	- 226 -
32.8 Ochrana zdraví a životního prostředí.....	- 226 -
32.8.1 Vliv na životní prostředí	- 226 -
32.8.2 Emise vzniklé spalováním zemního plynu	- 226 -
32.8.3 Hospodaření s odpady.....	- 227 -
32.9 Bezpečnost práce a požární ochrana.....	- 227 -

32.9.1 Požární ochrana.....	- 227 -
32.9.2 Bezpečnost práce při realizaci díla	- 227 -
32.9.3 Bezpečnost práce při provozu zařízení	- 227 -
33. Zhodnocení navržených variant	- 228 -
33.1 Kvalita vnitřního prostředí.....	- 228 -
33.2 Uživatelský komfort	- 228 -
33.3 Pořizovací náklady.....	- 229 -
33.4 Ekonomika provozu.....	- 229 -
33.5 Ekonomická efektivnost investice	- 230 -
C. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	- 232 -
1. Úvod	- 233 -
2. Místo měření.....	- 234 -
3. Popis otopné soustavy	- 234 -
3.1 Kotel ATMOS DC 18 S.....	- 234 -
3.2 Hořák na pelety ATMOS A25	- 236 -
3.3 Šnekový dopravník	- 237 -
3.4 Palivo	- 237 -
4. Měřicí přístroje	- 238 -
4.1 Analyzátor spalín SEITRON CASPER 202	- 238 -
4.2 Měřicí ústředna ALMEMO 2590-4AS	- 239 -
4.3 Dotykový teploměr THERM 2420	- 239 -
5. Popis provozu kotle.....	- 240 -
5.1 Start kotle.....	- 240 -
5.2 Provoz kotle	- 240 -
5.3 Odstavení kotle	- 240 -
5.4 Údržba a čištění hořáku	- 241 -
6. Průběh měření.....	- 241 -
7. Použité vztahy pro ruční výpočet	- 242 -
8. Fotodokumentace experimentálního měření.....	- 243 -
9. Měření č. 1	- 245 -
9.1 Grafické zpracování naměřených hodnot	- 248 -

9.1.1 Teplota spalin.....	- 248 -
9.1.2 Obsah CO ve spalinách.....	- 249 -
9.1.3 Obsah O ₂ a CO ₂ ve spalinách	- 249 -
9.1.4 Přebytky vzduchu ve spalinách.....	- 250 -
9.1.5 Náhřev akumulčních nádrží	- 250 -
9.1.6 Provozní účinnost kotle	- 251 -
9.1.7 Závěr 1. měření	- 251 -
10. Měření č. 2	- 252 -
10.2 Grafické zpracování naměřených hodnot	- 253 -
10.2.1 Teplota spalin.....	- 253 -
10.2.2 Obsah CO ve spalinách.....	- 254 -
10.2.3 Obsah O ₂ a CO ₂ ve spalinách	- 254 -
10.2.4 Přebytky vzduchu ve spalinách.....	- 255 -
10.2.5 Teplota přívodní a vratné otopné vody v kotlovém okruhu.....	- 255 -
10.2.6 Provozní účinnost kotle	- 256 -
10.2.7 Závěr 2. měření	- 256 -
11. Měření č. 3	- 257 -
11.1 Grafické zpracování naměřených hodnot	- 258 -
11.1.1 Teplota spalin.....	- 258 -
11.1.2 Obsah CO ve spalinách.....	- 259 -
11.1.3 Obsah O ₂ a CO ₂ ve spalinách	- 259 -
11.1.4 Přebytky vzduchu ve spalinách.....	- 260 -
11.1.5 Teplota přívodní a vratné otopné vody v kotlovém okruhu.....	- 260 -
11.1.6 Provozní účinnost kotle	- 261 -
11.1.7 Závěr 3. měření	- 261 -
12. Vyhodnocení experimentálních měření	- 262 -
Závěr	- 263 -
Použité zdroje.....	- 264 -
Seznam použitých obrázků	- 268 -
Seznam příloh.....	- 271 -

Úvod

Diplomová práce se zabývá návrhem teplovodního systému vytápění a návrhem přípravy teplé vody v horském penzionu. Práci lze rozdělit do tří hlavních částí.

I. Teoretická část se zabývá popisem kotle na pelety, představením druhů hořáků, výrobou, skladováním a certifikací pelet. Popisuje také možné způsoby dopravy pelet, představuje platnou legislativu zabývající se provozem a instalací kotlů na pelety včetně popisu metod pro určování provozní účinnosti zdroje tepla.

II. Výpočtová část představuje návrh systému vytápění pomocí deskových otopných těles, návrh přípravy teplé vody, fotovoltaické elektrárny, nuceného větrání objektu, návrh potřebných doplňkových zařízení celé soustavy, návrh oběhových čerpadel a zabezpečovacího zařízení. Zdroj tepelné energie v projektu je řešen ve dvou variantách.

V první variantě je navržen jako zdroj tepla automatický peletový kotel. Příprava teplé vody je zajištěna pomocí dvou stacionárních nepřímotopných ohřivačů s vloženými elektrickými jednotkami pro letní ohřev TV. Zdroj elektrické energie pro ohřev TV v letním období představuje fotovoltaická elektrárna na střeše penzionu.

Ve druhé variantě představují zdroj tepla dva plynové kondenzační kotle v kaskádovém zapojení. Příprava teplé vody je zajištěna stacionárním nepřímotopným ohřivačem.

Dále je ve výpočetní části zpracováno dimenzování navrženého otopného systému včetně hydraulického seřízení a technické zprávy navržených variant.

III. Experimentální část diplomové práce se zabývá měřením reálné provozní účinnosti kotle na pelety ve dvougeneračním rodinném domě.

A. TEORETICKÁ ČÁST

1. Kotel na pelety

Moderní peletové kotle v dnešní době představují plně automatizovaná zařízení s minimálními nároky na obsluhu. Vlivem přesného elektronicky řízeného systému dodávky paliva a přívodu spalovacího vzduchu dosahují tyto kotle velmi dobrých provozních účinností. Zároveň produkují minimum škodlivých emisí do okolního životního prostředí. Kotle na pelety existují ve dvou provozních variantách. Buď umožňují pouze spalování dřevěných pelet nebo lze pořídit kotle s možností střídavého vytápění peletami či kusovým dřevem. Obě zmíněné varianty však při provozu na pelety využívají automatickou dopravu paliva za pomoci šnekového dopravníku. Palivo je dopravováno ze zásobníku pelet umístěného v blízkosti kotle. Velikost zásobníku výrobce uzpůsobuje tak, aby na jedno naplnění byl schopen zabezpečit plynulý provoz kotle v rozmezí jednoho dne až jednoho týdne, případně i více. Objem zásobníku se odvíjí od prostorových možností kotelny a přání investora. Plnění zásobníku poté probíhá ručně nebo automaticky pomocí dopravníku ze skladu pelet či textilního vaku. [1] [6]



Obr. 1 Automatický kotel na pelety
s provozním zásobníkem [7]

Doba provozu kotle bez nutného zásahu obsluhy se odvíjí od velikosti zásobníku pelet, od velikosti popelníku nespálených zbytků a v neposlední řadě i od samotné konstrukce kotle. Častější zásah obsluhy je zapříčiněn zejména spalováním méně kvalitních pelet, které obsahují větší množství popelovin. Dochází k vytvoření spečených nánosů paliva na plochách hořáku nebo k ucpání otvorů pro přívod spalovacího vzduchu. Spečené palivo je zapotřebí co nejdříve odstranit, aby byl zajištěn bezproblémový chod kotle. [1]

2. Situování zdrojů tepla

Při instalaci zdroje tepla je nutné respektovat veškeré platné legislativní předpisy, vyhlášky a technické normy. Dodržováním těchto pravidel docílíme bezpečného provozu zdroje tepla a zároveň splníme stanovené hygienické požadavky vlivu zdroje tepla na okolní prostředí. [1]

Při situování různých druhů tepla je zapotřebí dodržet následující požadavky:

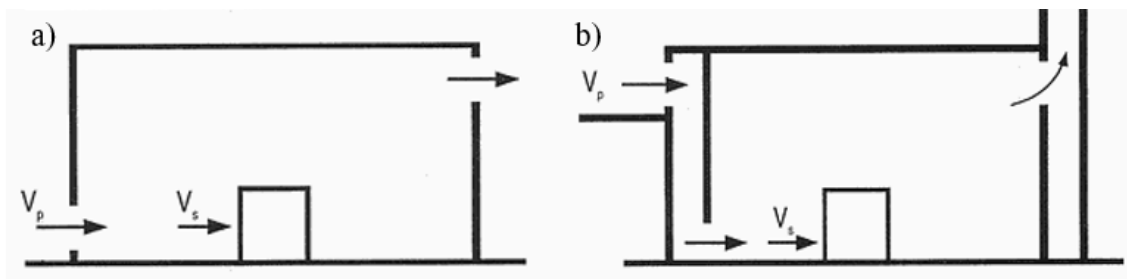
- posoudit technickoekonomický návrh vzhledem k místním podmínkám,
- situovat zdroj tepla v centru spotřeby tepla s cílem instalace co nejkratších rozvodů a minimalizace tepelných ztrát,
- situovat zdroj tepla na místě vhodném z hlediska dopravy zařízení, dopravy paliva, výšky komínového tělesa atd.,
- zabránit obtěžování okolí hlukem nebo zápachem,
- dodržet hygienické podmínky a emisní limity.

3. Požadavky na kotelny

Kotelna reprezentuje samostatný objekt nebo provozní soubor, který musí splňovat požadavky platných předpisů a norem z hlediska:

- stavebního,
- konstrukčního,
- dispozičního,
- bezpečnostního,
- hygienického,
- technického vybavení.

Každá kotelna, popřípadě technická místnost se zdroji tepla, musí být přirozeně nebo nuceně větratelná tak, aby byla zajištěna minimální výměna vzduchu v místnosti a byl zajištěn dostatečný přívod spalovacího vzduchu ke zdroji tepla. V případě přirozeného větrání kotelny musí být vždy zajištěn přívod vzduchu minimálně jedním neuzavíratelným otvorem u podlahy. [1]



Obr. 2 Způsoby přirozeného větrání kotelny [8]

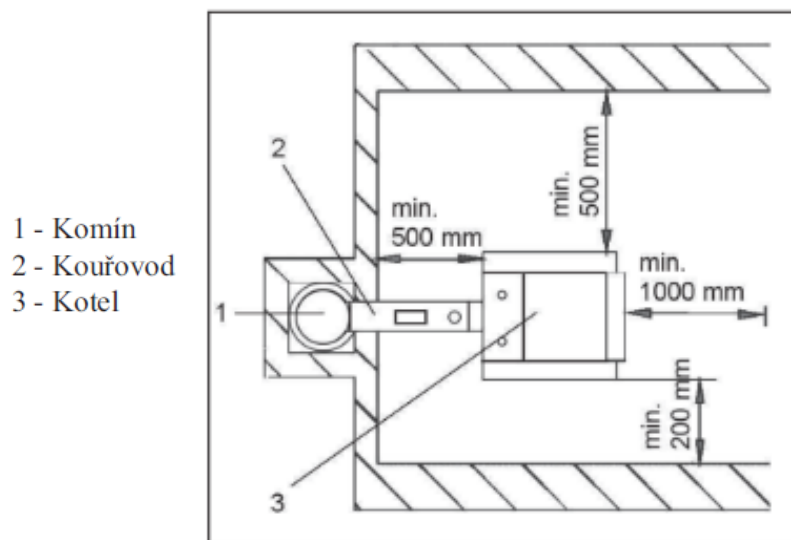
- otvory na protilehlých stranách
- větracími šachtami

4. Bezpečnostní požadavky na zdroje tepla

Zdroj tepla může být umístěn pouze v prostředí, pro které je určený. Instalaci, uvedení kotle do provozu a jeho servis smí provádět pouze pověřená osoba s patřičným oprávněním k daným úkonům. Kotle musí být vyrobeny z nehořlavých materiálů a odolné proti mechanickému poškození. Hořlavé materiály mohou být použity pouze v těch částech zařízení, které se nachází mimo těleso kotle. Zdroj tepla musí být navržený tak, aby nedocházelo ke vzniku nadměrného hluku během provozu kotle. Tepelná izolace kotle musí být vyrobena z nehořlavého materiálu. Každý kotel musí být opatřen regulačním a bezpečnostním zařízením v závislosti na způsobu přikládání paliva a druhu požadované ochrany zdroje tepla. [1]

5. Požární předpisy

Kolem zdroje tepla je nutné zachovat dostatečný volný prostor, aby byly splněny požadavky na tzv. bezpečnou (požární) vzdálenost. Bezpečná vzdálenost vyjadřuje nejmenší přípustnou vzdálenost vnějších obrysů kotle a kouřovodu od stavebních či jiných konstrukcí z hořlavého materiálu. Tuto vzdálenost stanovuje výrobce kotle v souladu s patřičnými technickými normami (například ČSN 06 1008 – Požární bezpečnost lokálních spotřebičů a zdrojů). [1]



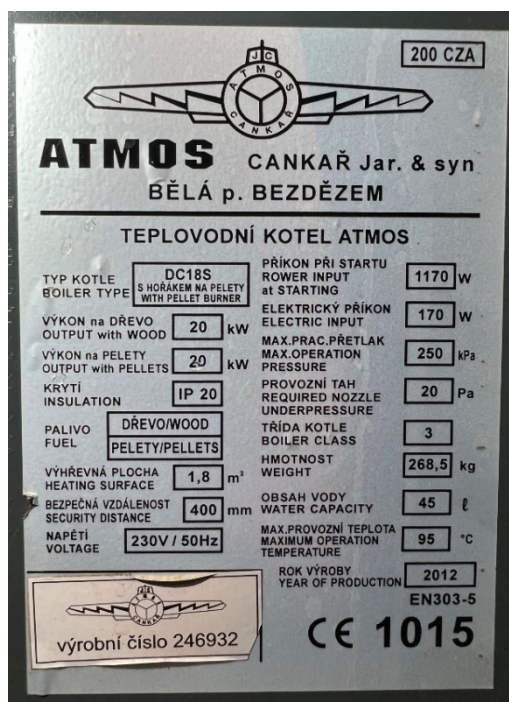
Obr. 3 Minimální odstupové vzdálenosti [7]

6. Požadavky na značení kotlů

Každý nově vyrobený kotel musí být opatřen výrobním štítkem, který udává základní informace o zdroji tepla. Uvedené informace musí být sděleny v příslušném jazyce země, ve které dochází k prodeji výrobku. Umístění štítku musí být na snadno přístupném a viditelném místě. Materiál štítku musí zaručovat jeho trvanlivost a čitelnost uvedených údajů po celou dobu životnosti kotle. Veškeré údaje na výrobním štítku kotle musí být odolné proti otěru. [5]

Na výrobním štítku musí být sděleny minimálně následující informace:

- název a adresa výrobce a jeho značka, pokud je to vhodné,
- ochranná známka, typ, pod kterými se kotel prodává,
- výrobní číslo a rok výroby,
- jmenovitý tepelný výkon nebo rozsah tepelného výkonu v kW pro každý druh paliva,
- třída kotle s ohledem na druh paliva, který byl zkoušen,
- nejvyšší dovolený provozní tlak v barech,
- nejvyšší dovolená provozní teplota ve °C,
- obsah vody v litrech,
- elektrická přípojka (V, Hz, A) a wattový příkon ve W,
- třída paliva.



Obr. 4 Výrobní štítek kotle

7. Komín

Komínový průduch musí umožnit dostatečný tah, aby bylo možné spolehlivě odvádět vznikající spaliny do volného ovzduší. Je zapotřebí vhodně zvolit dimenzi komínového tělesa, neboť tah komínu výrazně ovlivňuje spalovací proces, výkon a celkovou životnost zdroje tepla. Tah komínu je přímo ovlivněn drsností vnitřních stěn, výškou a průřezem komínového tělesa. Komín musí dosahovat předepsaných hodnot stanovených výrobcem. V případě vysokého tahu dochází k nežádoucímu ovlivnění účinnosti kotle a celého spalovacího procesu. [7]

8. Hořáky kotlů na pelety

Hořák u kotlů na pelety lze považovat za nejdůležitější technologický uzel celého zařízení. Odehrávají se v něm veškeré významné děje celého spalovacího procesu. Často bývá označován jako srdce peletových kotlů. V současné době existuje široká škála konstrukcí hořáků. Legislativní požadavky na hořáky jsou stanoveny normou ČSN EN 15270 – Hořáky spalující pelety pro kotle malých výkonů. Norma také udává způsoby rozdělení hořáků do jednotlivých tříd, a to podle způsobu řízení (dvoupolohové, spojitě, vícestupňové), podle způsobu zapalování paliva (ruční, automatické elektrické nebo horkovzdušné) nebo podle tvaru spalovací komory atd.

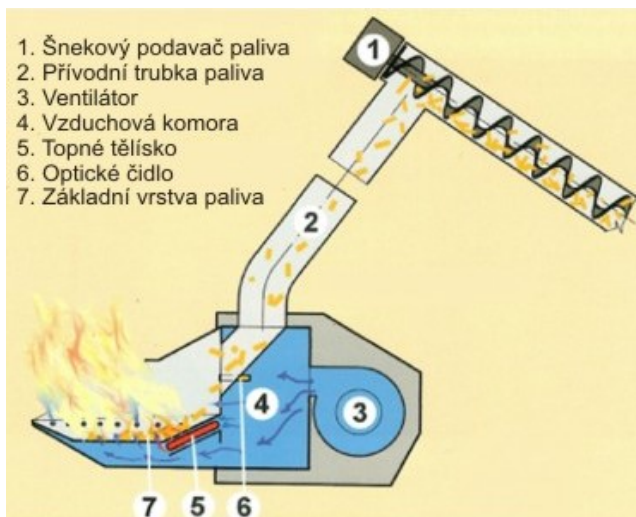
Velmi důležitým kritériem, podle kterého lze také rozlišit jednotlivé typy peletových hořáků, je způsob vytváření základní vrstvy paliva a přívod primárního spalovacího vzduchu. Tato dvě kritéria jsou zároveň zásadní při výběru způsobu zapalování paliva, neboť stanovují maximální výkon pro konstrukci hořáku a určují, jakou kvalitu paliva lze v daném typu hořáku dlouhodobě spalovat.

Pojem základní vrstva paliva představuje množství nahořelého paliva, které je schopné bezpečně zapálit nově přiváděné palivo do prostoru hořáku. [3]

8.1 Základní rozdělení hořáků podle tvaru spalovací komory

8.1.1 Miskový hořák

Miskový hořák představuje jeden z nejrozšířenějších typů hořáků. Spalovací komora tvarem připomíná misku, do které je přiváděno palivo pomocí šnekového dopravníku. Dno hořáku tvoří rošt s otvory pro přívod primárního spalovacího vzduchu. Boční stěny hořáku taktéž obsahují otvory, které slouží k zajištění přívodu sekundárního vzduchu k palivu. Pod roštem miskového hořáku je umístěn elektrický zapalovač, který zajišťuje rozhoření paliva a ohřev vzduchu během procesu zapalování pelet. Průběh zapalování pelet kontroluje čidlo plamene, tzv. fotocela. [3]



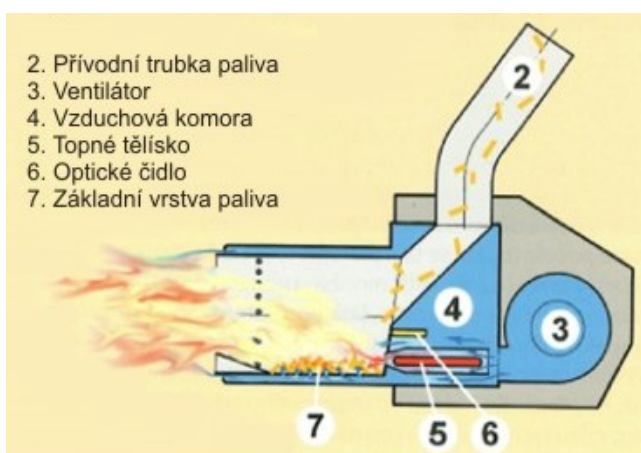
Obr. 5 Řez miskovým hořákem [2]



Obr. 6 Miskový hořák [7]

8.1.2 Trubicový hořák

Trubicový hořák má konstrukci podobnou jako hořák miskový. Spalovací komora ale připomíná tvar válce. Spodní část hořáku opět představuje rošt s otvory pro přívod primárního vzduchu. Sekundární vzduch je poté přiváděn do plamene v ústí hořáku. Součástí hořáku je i tzv. vzduchová komora, kde dochází k rozdělení primárního a sekundárního vzduchu. Uvnitř komory je umístěno žhavicí tělísko. Při proudění vzduchu komorou dochází k jeho zahřívání a následné distribuci ve formě úzkého paprsku na přiložené pelety. Celý proces zapalování paliva opět kontroluje fotocela. [3]



Obr. 7 Řez trubicovým hořákem [2]

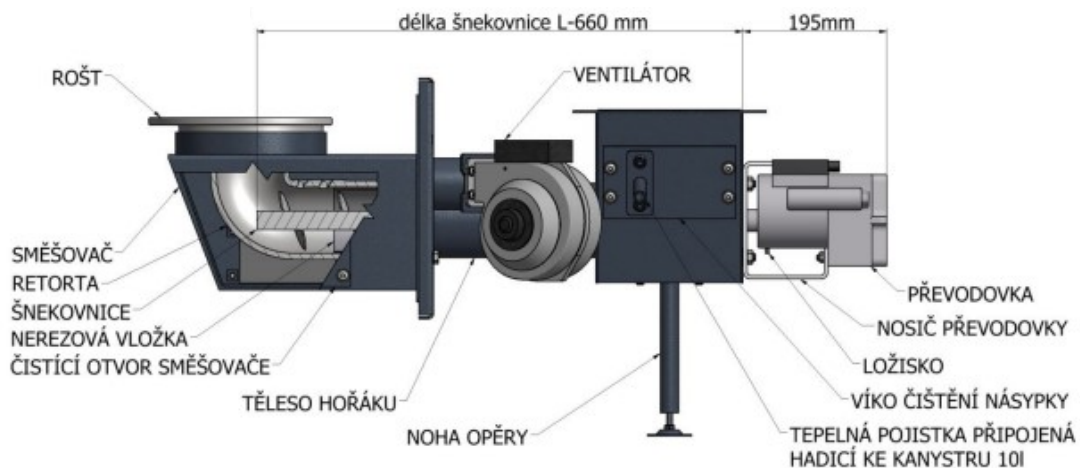


Obr. 8 Trubicový hořák [9]

8.1.3 Retortový hořák

Retortový hořák byl původně vyvinut pro vytápění parních kotlů v lokomotivách. Palivo je do hořáku dopravováno horizontálním šnekovým podavačem, který je umístěn ve spodní části hořáku. V místě tzv. retorta (tvarem připomíná koleno) dochází ke změně horizontálního směru dodávky paliva na směr vertikální. Pelety jsou postupně vytlačovány do zóny spalování. Dochází k jejich postupnému zahřívání a začíná se z nich

uvolňovat prchavá hořlavina. Hořlavina prostupuje základní vrstvou paliva. Při styku hořlaviny se spalovacím vzduchem nad roštem dojde k jejímu zapálení. Spalovací vzduch je do základní vrstvy paliva přiváděn bočními otvory v horní části retorty. Vyhořelé zbytky pelet jsou postupně vytlačovány na kruhový rošt, který je umístěn nad retortou. Tento typ hořáků umožňuje dlouhodobé spalování méně kvalitních pelet s vyšším obsahem popelovin. Vzniklý popel či případná struska jsou nově přiváděným palivem vytlačovány ze zóny hoření a nedochází tak k ucpání přívodu spalovacího vzduchu. Nevýhodou těchto hořáků představuje možnost prohoření paliva skrze podavač až do násypky. [6]



Obr. 9 Retortový hořák VOLLCANO [9]

8.2 Provozní stavy peletových hořáků

Jedná se o režimy definující stavy hořáku, které mohou nastat v průběhu spalování paliva.

8.2.1 Odstavení hořáku

Prvním režimem je stav „vypnuto“. Hořák je i se svým regulačním systémem odstaven. Nedochází k tvorbě základní vrstvy paliva.

8.2.2 Zapalování paliva

V případě nutnosti dodávky tepla do otopné soustavy je systém regulace hořáku uveden do provozu. Do hořáku je dopraveno zapalovací množství paliva. Doprava paliva může být zajištěna ručním přikládáním nebo automaticky pomocí dopravníku, záleží na zvoleném typu hořáku. Následuje zapálení vrstvy pelet, které opět může proběhnout ručním způsobem nebo automaticky pomocí zapalovacího zařízení. Jakmile dojde k rozhoření paliva a vytvoření optimální základní vrstvy, hořák přepíná na další provozní režim. [3]

8.2.3 Provoz hořáku

Regulace hořáku je neustále v provozu. Hořák spaluje palivo, zároveň je zajištěna plynulá doprava stanoveného množství pelet a je zajištěn přívod spalovacího vzduchu do hořáku pomocí ventilátoru. Během celého spalovacího procesu dochází k neustálému obnovování základní vrstvy paliva.

8.2.4 Útlumový režim

V otopném systému je dostatečné množství tepla. Přísun pelet a spalovacího vzduchu do hořáku je pozastaven. Nespálené pelety nahromaděné v hořáku postupně dohoří. Regulace hořáku je stále zapnuta a vyčkává na pokyn z teplotních čidel, aby zahájila opětovné dodávky tepla do otopné soustavy. [3]

9. Dřevěné pelety jako palivo

9.1 Historie

Proces výroby dřevěných pelet byl převzat z krmivářského průmyslu, kde je technologie peletování známa již sto let. První základy techniky vytápění dřevěnými peletami byly vyvinuty ve Spojených státech amerických na přelomu 80. až 90. let minulého století. Zpočátku však v USA nedocházelo k příliš výraznému rozšíření tohoto způsobu vytápění. Výraznější zájem o nový způsob vytápění peletami přišel počátkem 90. let v Rakousku, kde je vytápění dřevem velmi populární vzhledem k výraznému lesnímu bohatství země. Pelety postupně získávaly větší popularitu i v dalších světových zemích v důsledku neustálého zvyšování nákladů na vytápění topným olejem či zemním plynem. V současné době ceny fosilních paliv jsou natolik vysoké, že mnohonásobně převyšují ceny biopaliv. Důsledkem této skutečnosti se vytápění dřevěnými pelety dostalo do podvědomí široké veřejnosti, která vyhledává alternativní možnosti vytápění jakožto náhradu za fosilní paliva. [10]

9.2 Výroba pelet

Pelety lze charakterizovat jako malé válcovité tyčinky o průměru 6–8 mm a délky v rozmezí 20–30 mm. Vyrábí se nejčastěji ze smrkových pilin, které lze rozdělit na dva druhy. Prvním druhem jsou tzv. **piliny světlé**. Jedná se o odkorněné piliny bez obsahu dalších příměsí. Druhým typem jsou tzv. **piliny tmavé**. Tento druh pilin obsahuje příměsí kůry. Kůra obsažená v peletách způsobuje vznik škváry v kotli během spalovacího procesu. [10]

9.2.1 Sušení

Piliny v počátečním surovém stavu obsahují zhruba 40 až 60 % vody. Před zahájením lisování pilin je proto velmi důležité celkovou vlhkost pilin snížit na 10 až 15 %. Sušení pilin se provádí v pásových nebo bubnových sušárnách (záleží na velikosti výroby).

Velké výroby používají pásové sušárny, ve kterých jsou piliny uloženy v tenké vrstvě na pásech projíždějících sušárnou. V sušárně dochází k profukování pilin horkým vzduchem zahřátým na teplotu 120 °C. Malé a střední peletárny preferují bubnové sušárny, které jsou méně náročné na prostorové požadavky. Bubnovou sušárnu tvoří rotující válec, kde dochází k postupnému vysušování přiváděných pilin horkým vzduchem. Nedílnou součástí bubnové sušárny je napojení na cyklon. Jedná se o zařízení zajišťující oddělení horkého vzduchu od pilin.

Ani moderní technologie a automatizované sušárny nedokážou zajistit konstantní úroveň vlhkosti vystupujících pilin. Je proto nutné piliny ze sušárny přesunout do míchacího zařízení, kde dojde k získání stabilní a konstantní vlhkosti vystupujícího materiálu. [10]

9.2.2 Drcení a vlhčení pelet

Výroba pelet se provádí z různých dřevních zbytků vznikajících při zpracování dřeva. Jedná se například o piliny, hobliny nebo drobnou štěpku různé velikosti. Před lisováním je nutné daný materiál rozdrtit a sjednotit tak jeho zrnitost. Standardizované pelety dosahují průměru 6 až 8 mm. Aby bylo možné takto malé průměry pelet vyrobit, nesmí dřevní částice přesahovat maximální rozměr 3 až 3,5 mm. Na drcení se proto nejčastěji používají kladívkové drtiče se síty s maximálními oky 3,5 mm.

Posledním krokem před samotným lisováním je opětovné vlhčení. Dochází k povrchovému zvlhčení materiálu, což zapříčiní jeho změkčení. Při následném lisování je tak docíleno lepšího spojení materiálu, snazšího prostupu lisovací matricí a snížení energetické náročnosti celého procesu. [10]

9.2.3 Lisování pelet

Poslední fází výroby pelet představuje samostatné lisování v protlačovacím matricovém lisu. Existují dva typy lisů, které jsou v dnešní době využívány. Jedná se o **deskový** a **prstencový** lis. Jejich použití se odvíjí od prostorových dispozic jednotlivých výroben pelet. Malé a středně velké peletárny nejčastěji využívají deskové lisy tvořené pevnou horizontálně uloženou kruhovou matricí, po které se odvalují dvě až čtyři rolny. Velké peletárny naopak upřednostňují výkonnější prstencové lisy s rotující matricí. Tvarem matrice připomíná prsteneček. Matrice je v lisu uložena vertikálně.

Rotací matrice dochází k vtlačování suroviny do kanálek pod rolny. Výlisek se postupně zahřívá a dosazuje teploty kolem 100 °C. Takto zahřáté pelety je nutné co nejdříve zchladit. Ochlazování probíhá v protiproudém chladiči na teplotu zhruba 40 °C. Zchlazené pelety putují do separátoru jemných částic s vibračním sítem. Síto se skládá z ok o maximální velikosti 3,5 mm. V separátoru dojde k oddělení odrolu vznikajícího při lisování. Odrol putuje zpátky do lisu a je znovu využit. Podíl jemných částic v palivu by neměl překročit 1 % celkového objemu. [10]

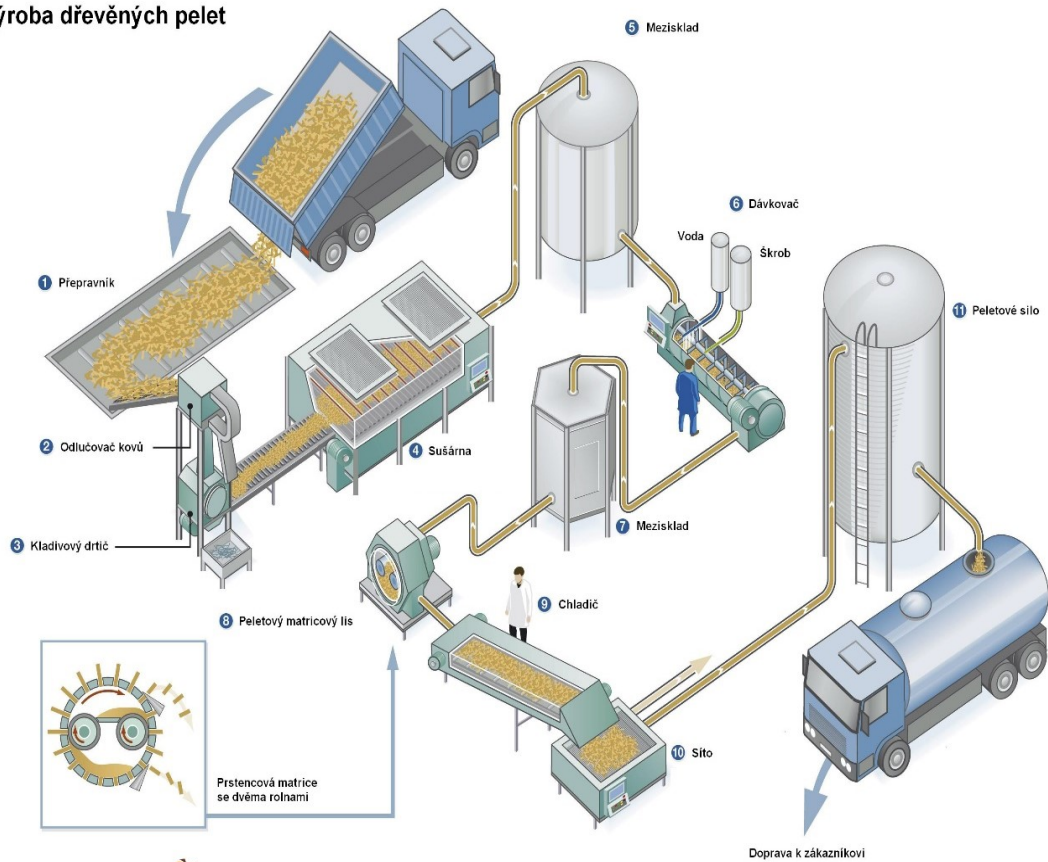


Obr. 10 Lisování pelet [10]

9.2.4 Balení a distribuce pelet

Veškeré pelety se před distribucí uskladňují v zásobnících, odkud jsou poté dle potřeby odebírány. Pro malé odběratele jsou pelety distribuovány v plastových pytlích o hmotnosti 15 kg, případně v textilním big-bagu o hmotnosti 1 tuny. Odběratelé s větší spotřebou využívají nejčastěji dovoz volně ložených pelet speciální cisternou, která nafouká pelety přímo do jejich skladu. [1]

Výroba dřevěných pelet



Obr. 11 Proces výroby dřevěných pelet [10]

10. Certifikace ENplus

Na trhu s peletami existuje velké množství výrobců z různých zemí světa. Každý výrobce si tak může uzpůsobit výrobu podle jiných požadavků. Aby došlo ke sjednocení kvality výrobků a zákazník měl garantovanou nejvyšší kvalitu paliva, vznikl mezinárodní certifikační systém ENplus, který se v současné době uplatňuje ve více než 40 státech po celém světě. Výrobky označené tímto certifikátem splňují veškeré požadavky stanovené normou ISO 17225-2, která určuje základní parametry a kvalitu pelet. K základním parametrům kvality, jako je výhřevnost a nízká vlhkost paliva, navíc certifikace ENplus zavádí další sledovaná kritéria. Těmito kritérii je zejména nízký podíl jemných částic, popela a teplota tání popela, která má být co nejvyšší. Zákazník kupující pelety označené certifikátem ENplus má garantovanou nejvyšší kvalitu pelet, dodržení všech výrobních požadavků, zaručené správné skladování a přepravu pelet. [2]



Obr. 12 Označení certifikace ENplus A1 [10]

10.1 Třídy pelet podle kvality použitého dřeva

10.1.1 Třída pelet A1

Pelety třídy A1 se využívají v kotlích a kamnech v domácnostech. Pelety jsou vyrobeny z chemicky neošetřených zbytků dřeva a neobsahují žádné příměsi kůry. Palivo dosahuje výhřevnosti nad 16,5 MJ/kg, nízké vlhkosti (do 10 %), nízkého obsahu popela (do 0,7 %) a podílu jemných částic do 1 % celkového objemu. Během spalovacího procesu pelet kvality A1 vzniká pouze minimální množství popela. [11] [12]

10.1.2 Třída pelet A2

Pelety třídy A2 se používají u větších kotlů, které neobsahují trubcové nebo miskové hořáky. Při spalování dochází ke vzniku většího množství popela, který se postupně napéká na hořáky a snižuje jejich životnost. Pelety mohou být vyrobeny z celých stromů bez kořenů, včetně kůry a větví nebo veškerých zbytků po těžbě dřeva. Oproti světlým peletám třídy A1 jsou rozeznatelné tmavší barvou s viditelnými kousky kůry. [12]

10.1.3 Třída pelet B

Pelety třídy B se využívají pouze pro průmyslové zpracování. Pro jejich výrobu může být použita jakákoliv dřevní biomasa, chemicky ošetřené dřevní zbytky (například piliny z nábytkářského průmyslu) nebo recyklované stavební dřevo. Palivo také může obsahovat větší množství popela (do 2 %) a vyšší procento příměsí kůry. Spalování pelet třídy B je umožněno pouze ve speciálně konstruovaných hořácích, např. v retortových hořácích. [12]



Obr. 13 Znázornění vzhledové odlišnosti jednotlivých tříd pelet [11]

11. Skladování pelet

Vytápění pomocí dřevěných pelet vyžaduje velké prostorové nároky na technické zázemí. Už při návrhu projektu daného objektu je zapotřebí uspořádat jednotlivých místností tak, aby byla zajištěna návaznost skladu pelet na kotelnu. Případně umístit sklad pelet co nejbližší. Dlouhé vzdálenosti mezi místnostmi komplikují přepravu paliva. K přemístění pelet na krátké vzdálenosti se využívají šnekové dopravníky. Při větších vzdálenostech bývají instalovány pneumatické dopravníky, které umožňují přepravu paliva až do vzdálenosti 25 m. Zároveň je také důležité myslet na možnosti plnění skladu v závislosti na zvoleném typu skladování pelet.

11.1 Typy skladování pelet

Pelety je možné skladovat v plastových pytlích, ve velkém textilním zásobníku, tzv. Big bagu nebo jako volně ložené pelety v odděleném silu. [13]

11.1.1 Plastové pytle

Skladování pelet v plastových pytlích, nejčastěji po 15 kg, je typické pro malé kotelny v rodinných domech. Jedná se zejména o kotelny, které dříve používaly jiný způsob vytápění než dřevěnými peletami. Zásobník na pelety je umístěn v těsné blízkosti kotle

a jeho plnění probíhá ručním způsobem. Palivo je následně do spalovací komory kotle dopravováno pomocí šnekového dopravníku.

11.1.2 Textilní zásobníky

Textilní zásobníky se používají v objektech s větší spotřebou paliva. Zásobník může být umístěn v blízkosti kotle, ve vedlejší místnosti či v exteriéru. Doprava paliva ke zdroji tepla je zajištěna šnekovým či pneumatickým dopravníkem. Plnění textilního zásobníku může být uskutečněno ručně z plastových pytlů s palivem nebo „foukáním“ volně ložených pelet z cisternového vozu. [13]



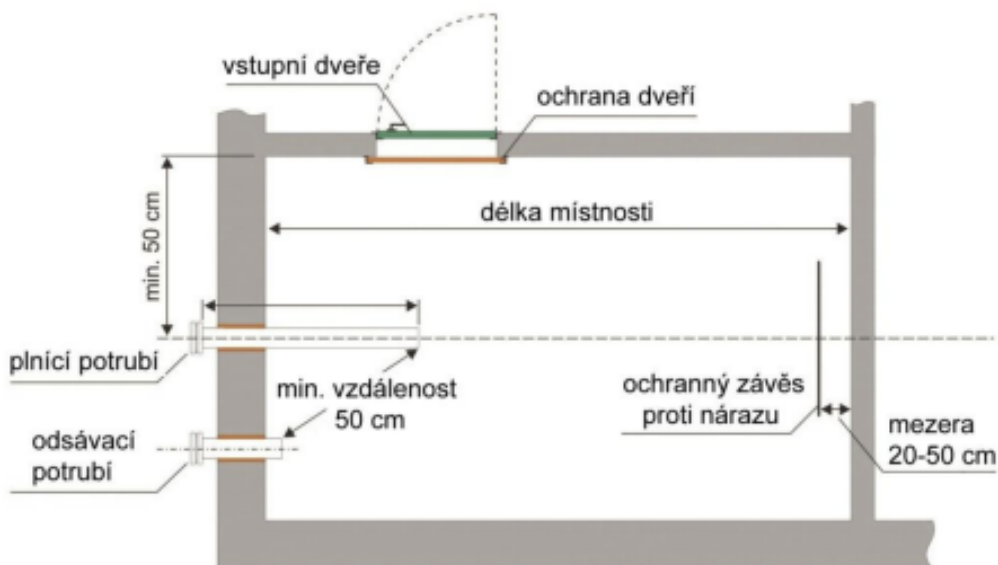
Obr. 14 Skladování pelet v textilním zásobníku [13]

11.1.3 Peletové sklady

Peletové sklady se nejčastěji používají v objektech s velkými nároky na množství uskladněného paliva. Mohou být ovšem i sklady sloužící pro potřeby běžných rodinných domů, menších firem či hotelů. V takovém případě se jedná o sila, která musí pokrýt potřebu paliva během celé topné sezóny. Při návrhu takovýchto skladovacích prostorů je zapotřebí optimalizovat jejich umístění v rámci objektu, nejlépe v kontaktu s obvodovou stěnou, aby bylo možné snadné zásobování pomocí cisternového vozu.

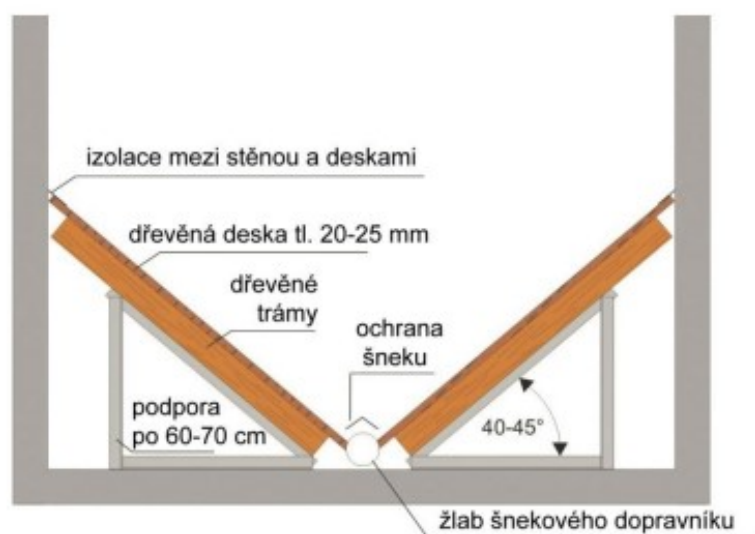
Sklady mívají obdélníkový tvar s plnicími a odsávacími přípojkami na kratší straně místnosti. Na protější stěně vzhledem k přípojkám musí být instalován ochranný závěs, který tlumí náraz foukaných pelet do stěny. V místnostech pro skladování pelet nesmí vést žádné rozvody (elektroinstalace, vzduchotechnika atd.).

Veškeré konstrukce místnosti musí být zhotoveny tak, aby nedocházelo ke znečištění pelet odpadajícím materiálem. Skladovací prostor musí být vzduchotěsný. [13]



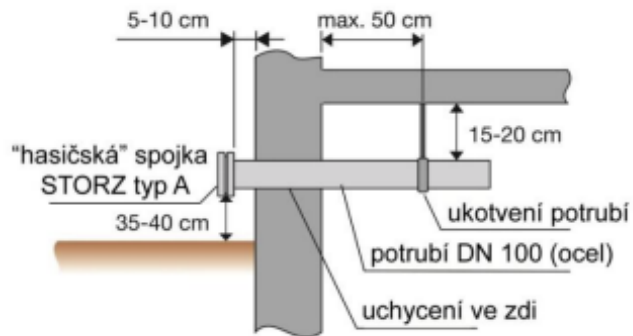
Obr. 15 Sklad volně ložených pelet [13]

Veškeré skladovací prostory mají vyspádané podlahy do středu místnosti, kde se nachází kanálek se šnekovým podavačem nebo sací systém pneumatického dopravníku. Sklon podlahy umožní kompletní vyprázdnění skladovacího prostoru. Aby vše správně fungovalo, je zapotřebí dodržet následující pravidla – podlaha musí být nakloněna pod úhlem 40 až 45 stupňů, spádané desky musí mít hladký povrch, v případě šnekového dopravníku musí být žlab zakryt ocelovou konstrukcí, nesmí vzniknout volný prostor mezi šikmými deskami a stěnami místností a musí být zabráněno přenosu hluku a vibrací do okolních prostor. [13]

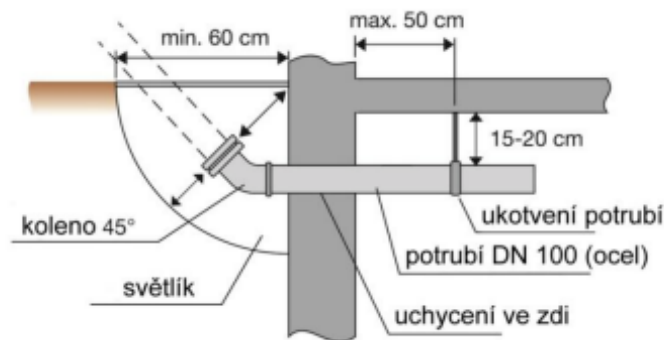


Obr. 16 Konstrukce podlahy ve skladu pelet [13]

Plnicí systém skladovacího prostoru tvoří přípojka pro příjem pelet a odsávací potrubí. Počet plnicích a odsávacích potrubí závisí na velikosti skladu. Potrubí musí být nainstalováno minimálně 15 cm pod spodní hranou stropní konstrukce, uzemněné, pevně ukotvené a zajištěné objímkami. Vnitřní průměr přípojek je běžně 100 mm a na koncích je potrubí osazeno hasičskými spojkami STORZ typu A. [13]

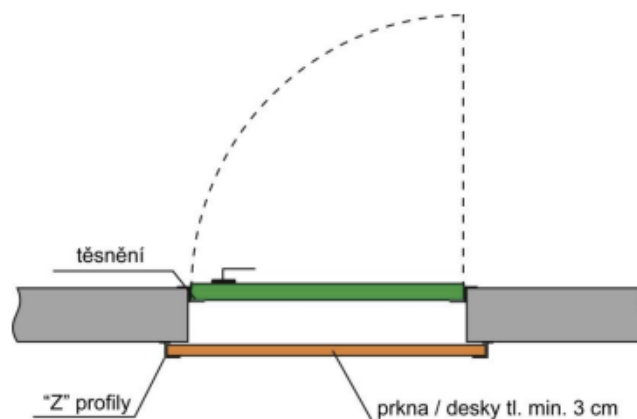


Obr. 17 Nadzemní instalace plnicího potrubí [13]



Obr. 18 Podzemní instalace plnicího potrubí skrz světlík [13]

Vstupní dveře do prostoru skladu musí být otevíratelné ven a utěsněné proti pronikání prachu. Doporučuje se dveře opatřit malými průzory pro vizuální kontrolu skladu. Z vnitřní strany dveří musí být umístěny dřevěné či kovové desky, které zabrání poškození dveří nadměrným tlakem pelet. [13]



Obr. 19 Detail dveří do skladu pelet [13]

11.2 Velikost skladovacího prostoru

Velikost skladu volně ložených pelet se odvíjí od tepelné ztráty budovy. Využitelný objem místnosti pro uskladnění pelet lze uvažovat jako 2/3 celkového objemu daného prostoru. Zbylou 1/3 představuje nevyužitý prostor pod šikminami a vzduchový prostor pod stropem. Při zohlednění nevyužitelného objemu skladu lze zjednodušeně uvažovat, že 1 kW tepelné ztráty budovy přibližně odpovídá 0,9 m³ skladovacího prostoru.

11.3 Požadavky na konstrukce skladu pelet

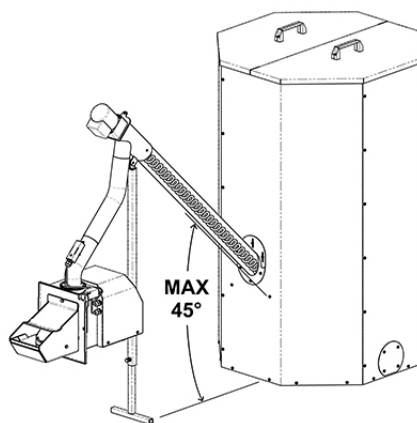
Obvodové konstrukce skladovacího prostoru včetně konstrukce stropu musí odpovídat minimální třídě požární odolnosti F 90. Obvodové zdi musí odolat statickému zatížení uložených pelet, kdy sypná hmotnost paliva představuje zhruba 650 kg/m³. Stěny skladovacího prostoru musí unést dynamickou zátěž a změny tlaku způsobené transportem pelet. [13]

12. Automatická doprava pelet

V závislosti na vzdálenosti skladu pelet od kotle lze rozlišovat dva druhy automatické dopravy pelet. Pro malé vzdálenosti je vhodné použití šnekových dopravníků. V případě větší vzdálenosti skladu pelet od kotelny se instalují pneumatické dopravníky paliva.

12.1 Šnekový dopravník

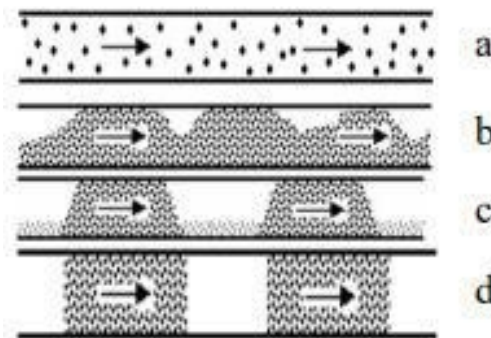
Šnekové dopravníky disponují jednoduchou konstrukcí i obsluhou. Skládají se ze tří základních částí – šneku, žlabu a pohonu s převodovkou. Uvnitř žlabu se nachází rotující šnek, který svou rotací mění polohu šikmých ploch závitu ve vertikálním a horizontálním směru. Palivo je tímto posuvným a otáčivým pohybem přepravováno tělem dopravníku do jeho horní části, odkud pelety volně padají do napojeného hořáku kotle. Nejčastěji se šnekové dopravníky využívají pro propojení hořáku kotle a provozního zásobníku paliva umístěného v těsné blízkosti kotle. Umožňují však i přímé napojení skladu volně ložených pelet na hořák. [4]



Obr. 20 Napojení šnekového dopravníku na provozní zásobník a hořák [7]

12.2 Pneumatická doprava

Pneumatická doprava představuje moderní způsob přepravy sypkých materiálů na delší vzdálenosti. Jedná se o uzavřený dopravní systém, který lze aplikovat v různých průmyslových odvětvích. Přeprava materiálu je zajištěna nejčastěji proudem vzduchu. Vzduch předává svoji kinetickou energii částicím přepravovaného materiálu a uvádí je do pohybu. Dopravovaný materiál musí být nelepivý, suchý a velikost přepravovaných částic nesmí překročit 50 mm. Pneumatická doprava se dělí na podtlakovou (sací) nebo přetlakovou (tlačnou). Během pneumatické dopravy nedochází k žádným ztrátám materiálu, k jeho poškození ani ke kontaminaci přepravovaného paliva nežádoucími částicemi z okolního prostředí. [14] [15]



Obr. 21 Tok materiálu v závislosti na rychlosti proudění vzduchu [14]

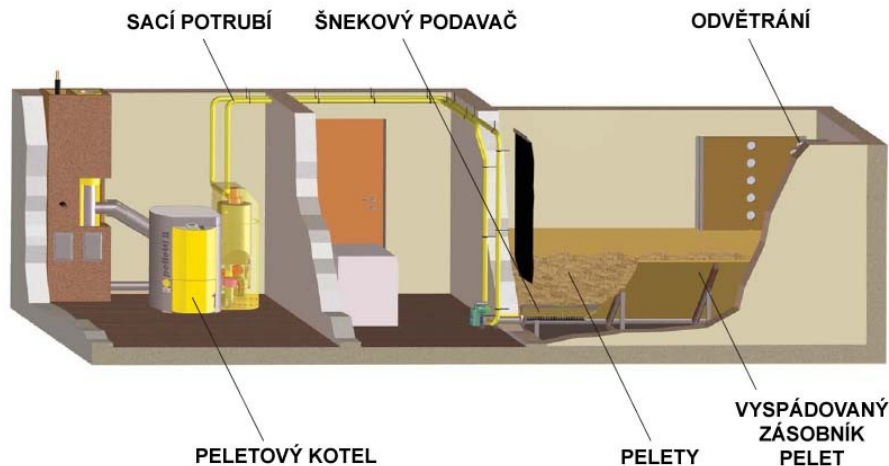
- a) řídký
- b) hutný fluidní
- c) hutný hromadný
- d) hutný pístový

12.2.1 Podtlaková pneumatická doprava

Podtlaková doprava materiálu probíhá při nižším tlaku, než je tlak atmosférický, maximálně však 50 kPa. Přepravovaný materiál je do systému dopravován dvěma způsoby. První variantou je nasávání sací jehlou, která je upevněná na volně pohyblivé hadici. Sací jehla zároveň umožňuje přísávání dopravního média (vzduchu) do systému. U druhé varianty dochází k dávkování materiálu do potrubí za pomoci podavače. Pohyb materiálu v celém systému zajišťují vícestupňové radiální ventilátory nebo dmýchadlo. K oddělení přepravovaného paliva od vzduchu dochází v odlučovačích částic, jimiž mohou být sedimentační komory, cyklóny nebo různé filtry. [14]

12.2.2 Přetlaková pneumatická doprava

Přetlaková doprava probíhá při tlaku vyšším, než je tlak atmosférický, obvykle do 1 MPa. V závislosti na velikosti přepravního tlaku lze rozdělit přetlakovou dopravu na nízkotlakou, středotlakou nebo vysokotlakou. Přepravovaný materiál je pomocí turniketového podavače dávkován přímo z násypky do dopravního potrubí, kudy proudí stlačený vzduch. Ke stlačení vzduchu v potrubí dochází pomocí kompresoru. Odlučování přepravovaného média od proudu vzduchu je stejné jako u podtlakového systému. [14]



Obr. 22 Pneumatická sací doprava v kombinaci se šnekovým podavačem [13]

13. Legislativa v ČR

Do roku 2000 nebyla zavedena žádná legislativní opatření stanovující požadavky na ekologický provoz kotlů na tuhá paliva. Hlavním hodnotícím kritériem kvality při certifikaci kotlů byla zejména jejich účinnost. Produkované emise nesměly překročit průměrnou koncentraci CO přes hodnotu 2 % neboli 20 000 ppm. Nerozhodoval tedy dopad na životní prostředí, ale pouze ekonomika provozu. [2]

V roce 2000 Česká republika přijala evropskou normu ČSN EN 303–5 platnou pro teplovodní kotle na pevná paliva do jmenovitého výkonu 300 kW. Došlo k rozdělení nově vyrobených kotlů do tříd 1, 2 a 3 podle stanovených emisních limitů a minimální dosažené účinnosti. Sledovanými parametry byly emise CO, emise prachu, účinnost při jmenovitém výkonu, emise CO při minimálním výkonu atd. Třída 3 označovala nejvyšší možnou dosažitelnou kvalitu. Třída kotle a typ paliva musely být uvedeny na výrobním štítku kotle.

V roce 2012 vstoupila v rámci Evropské unie v platnost novelizovaná norma EN 303–5. Česká republika tuto normu přijala jako ČSN EN 303–5:2013 platnou pro kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva o jmenovitém výkonu do 500 kW. Došlo k výraznému zpřísnění požadavků na třídy kotlů. Dosud platná nejvyšší třída 3 se stala třídou nejnižší.

Byly zavedeny nové třídy kotlů, a to 4 a 5, které představovaly implementaci pokrokových technologií do nových zařízení pro spalování pevných paliv. Ve stejném roce také vstoupil v platnost zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., který stanovil emisní požadavky pro kotle shodné s emisními třídami uvedenými v ČSN EN 303–5. Zákon o ochraně ovzduší byl v dalších letech mnohokrát aktualizován v závislosti na vydaných nařízeních Evropské komise podle směrnice o Ekodesignu 2009/125/ES. [16]

Další zpřísnění pro výrobce kotlů přišlo s nařízením Evropské komise 2015/1189, jež vychází z dříve zmíněné směrnice o Ekodesignu. Jedná se o nařízení stanovující technické požadavky energetických spotřebičů včetně lokálních topidel na tuhá paliva. Byly stanoveny minimální sezónní účinnosti a emisní limity, které musí výrobky splňovat, aby byly zařazeny do příslušných emisních tříd a mohly být uvedeny na trh. Pojem emisní třída však není nijak legislativně definován. Jedná se o pojem vyjadřující, kolik emisí je kotel schopen při provozu vyprodukovat. Na základě naměřených emisí je poté kotel zařazen do příslušné třídy dle ČSN EN 303–5.

Nařízení Evropské komise 2015/1189 vstoupilo v platnost 1. 1. 2020 a v rámci České republiky bylo implementováno do novely zákona o ochraně ovzduší platného taktéž od 1. 1. 2020. [17]

Poslední úpravu podmínek pro uvádění nových kotlů na tuhá paliva na evropský trh přinesla další aktualizace směrnice Evropské komise o Ekodesignu, která vstoupila v platnost od 1. 9. 2022. V návaznosti na aktualizaci směrnice byla v naší republice vydána novela Zákona o ochraně ovzduší. Tato aktualizace znemožnila používání kotlů, které nesplňují podmínky třídy 1 a 2. [18]

Přehled veškerých změn pro provoz a prodej kotlů na tuhá paliva v rámci jednotlivých nařízeních:

- 1. 1. 2014 – zákaz uvedení kotlů 1. a 2. emisní třídy na trh (možnost legálního zakoupení a uvádění do provozu kotlů 3., 4. a 5. emisní třídy)
- 1. 1. 2018 – zákaz uvedení kotlů 3. emisní třídy na trh (možnost legálního zakoupení a uvádění do provozu kotlů 4. a 5. emisní třídy)
- 1. 1. 2020 – zákaz uvedení kotlů 4. emisní třídy na trh, všechny kotle nově uvedené na trh musí splňovat požadavky Ekodesignu (možnost legálního zakoupení a uvádění do provozu kotlů pouze 5. emisní třídy)
- 1. 9. 2022 – zákaz používání kotlů 1. a 2. emisní třídy (bez ohledu na rok pořízení)

14. Provozní účinnost malých peletových kotlů

Účinnosti peletových kotlů se stanovuje dle normy ČSN EN 303–5 – Kotle ústředního vytápění na pevná paliva, s ruční nebo samočinnou dodávkou, o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 500 kW – Terminologie, požadavky, zkoušení a značení. Norma uvádí jako hlavní metodu při určování účinnosti kotle tzv. přímou metodu. Ověření zjištěných výsledků je pak možné pomocí tzv. nepřímé metody. [3]

14.1 Přímá metoda

Přímá metoda stanovuje účinnost daného zařízení v závislosti na naměřeném tepelném výkonu kotle a příkonu energie dodané palivem. Tuto metodu je možné provádět především v laboratorních podmínkách, neboť potřebujeme znát přesné parametry použitého paliva. Jedná se zejména o výhřevnost a hmotnostní tok paliva. Dále je také velice důležité určení přesného množství tepla, které palivo předalo teplotně látce v daném časovém úseku. Měřený časový úsek u kotlů se samočinnou dodávkou paliva je stanoven na 6 hodin. Účinnost kotlů se měří při jejich jmenovitém a minimálním výkonu. Minimální výkon nesmí překročit 30 % jmenovitého výkonu sledovaného zařízení. Výslednou účinnost poté stanovíme dle následujícího vztahu:

$$\eta = \frac{P_V}{P_P} = \frac{W \cdot c_w \cdot (t_W - t_E)}{B \cdot Q_N}$$

kde:	P_V	tepelný výkon [kW]
	P_P	tepelný příkon [kW]
	W	hmotnostní průtok topné vody [kg/s]
	c_w	střední měrná tepelná kapacita vody [J/kg.K]
	t_W	výstupní teplota topné vody z kotle [°C]
	t_E	vstupní teplota topné vody do kotle [°C]
	B	hmotnostní tok paliva [kg/s]
	Q_N	výhřevnost paliva [J/kg]

Ve zmíněném vztahu je možné si všimnout, že do celkového uvažovaného příkonu se započítává pouze energie dodaná výhřevností paliva. Teplota přiváděného spalovacího vzduchu i paliva se uvažuje, že je rovna teplotě okolního vzduchu, a tudíž se do výpočtu nezahrnuje. [3]

14.2 Nepřímá metoda

Využitím nepřímé metody lze určit nejen provozní účinnost kotle, ale můžeme také posoudit kvalitu samostatného spalovacího procesu měřeného zařízení. Nepřímá metoda je založena na principu teoretické účinnosti ideálního stroje, která nabývá hodnoty 100 %. Tato hodnota je ovšem snížena o jednotlivé ztráty vznikající během spalovacího procesu. Měřením složení spalin, povrchových teplot kotle a rozbořem popela stanovíme důležité vstupní údaje pro výpočet jednotlivých ztrát. Ztráty následně odečteme od teoretické účinnosti ideálního stroje a získáme celkovou provozní účinnost peletového kotle danou následujícím vztahem:

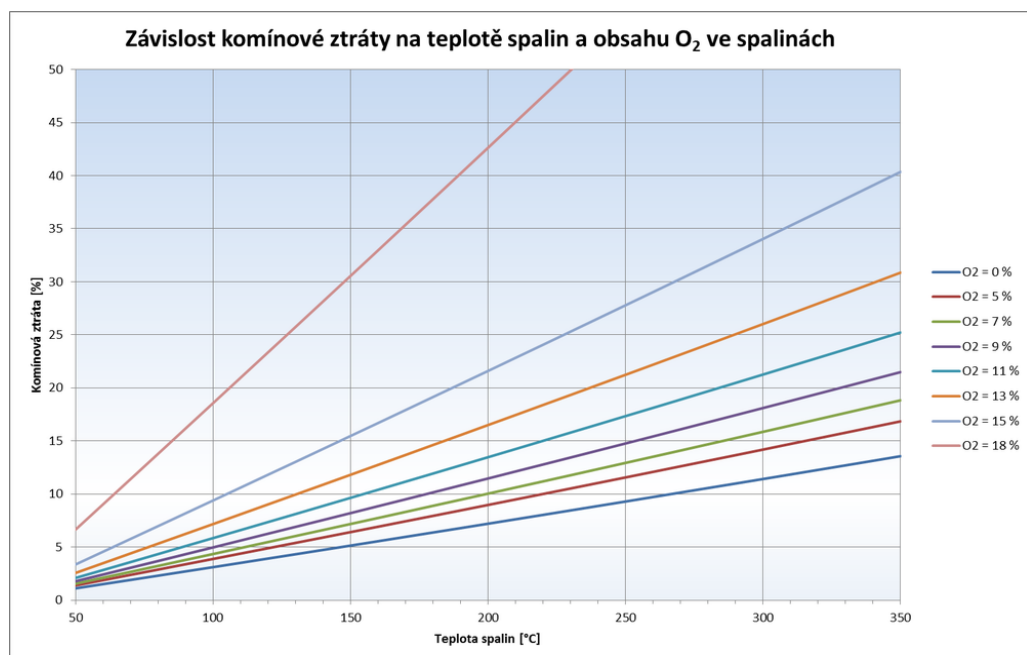
$$\eta = 100 - q_A - q_B - q_C - q_D \quad [\%]$$

14.2.1 Ztráta citelným teplem spalin

Ztrátu citelným teplem spalin lze nazývat také jako komínovou ztrátu. Jedná se o teplo odvedené spalinami z kotle do komína. Empiricky můžeme tuto ztrátu vypočítat pomocí tzv. Siegertova vztahu. [3]

$$q_A = (t_s - t_v) \cdot \left(\frac{A}{21 - O_2} + B \right) \quad [\%]$$

- kde: t_s teplota spalin na výstupu z kotle [°C]
 t_v teplota spalovacího vzduchu [°C]
 O_2 naměřená koncentrace kyslíku ve spalinách pomocí analyzátoru spalin [%]
A, B konstanty v závislosti na druhu paliva (pro pelety A=0,67, B=0,01) [-]



Obr. 23 Graf závislosti komínové ztráty na teplotě spalin a množství O₂ ve spalinách [19]

14.2.2 Ztráta plynným nedopalem

Ztráta plynným nedopalem se odvíjí od množství nespálené plynné hořlaviny ve spalinách. Jedná se o chemicky vázanou energii, jejímž nositelem je v biomase oxid uhelnatý (CO). Vlivem špatných reakčních podmínek během spalovacího procesu dochází k nedokonalému spalování hořlaviny paliva. U peletových kotlů je velikost této ztráty zanedbatelná. [3]

$$q_B = 12,6 \cdot CO \cdot \frac{V_{SS}}{Q_N} \quad [\%]$$

kde: V_{SS} objem vzniklých suchých spalin [$^{\circ}C$]

Q_N výhřevnost paliva [J/kg]

CO naměřená koncentrace CO ve spalinách pomocí analyzátoru spalin [%]

14.2.3 Ztráta mechanickým nedopalem

Ztráta mechanickým nedopalem vyjadřuje množství nevyhořelého uhlíku obsaženého v popelu. Pro přesné určení této ztráty je zapotřebí zhotovit chemický rozbor popela v laboratorních podmínkách. Jedná se o velmi malé ztráty, proto je možné jejich zanedbání.

$$q_C = 32,7 \cdot \frac{C_Z}{Q_N} \quad [\%]$$

kde: C_Z hmotnostní podíl uhlíku obsaženého v pevných zbytcích vztažený na jednotku paliva [%]

14.2.4 Ztráta sdílením tepla do okolí

Ztráta sdílením tepla do okolí závisí na konstrukci kotle. Jedná se o ztrátu způsobenou únikem tepla z jednotlivých povrchů kotle do okolních prostor. Ztrátu sdílením lze stanovit jako poměr tepla uvolněného povrchem kotle k tepelnému příkonu. Kotel s kvalitním provedením tepelné izolace vykazuje při ustáleném provozu ztrátu sdílením tepla do 2 %. [3]

14.3 Měření provozní účinnosti analyzátozem spalin

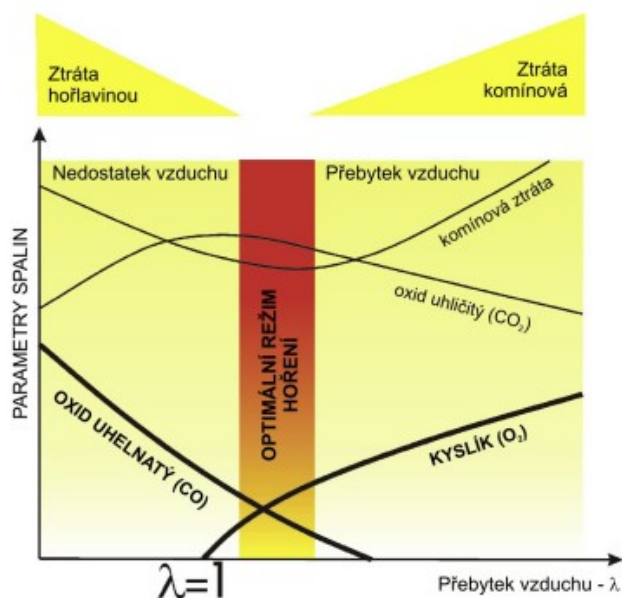
Měření účinnosti kotlů v praxi probíhá na základě nepřímé metody pomocí přenosných analyzátorů spalin. Analyzátor spalin funguje na principu měření parametrů spalin, ze kterých průběžně dopočítává komínovou ztrátu. V současné době se uplatňuje měření koncentrace plynů ve spalinách, tzv. elektrochemickou metodou. Elektrochemické senzory zabudované v analyzátoru spalin detekují koncentraci kyslíku (O_2) a obsah oxidu uhelnatého (CO) ve spalinách. Analyzátor také měří teplotu spalovacího vzduchu a teplotu spalin na výstupu z kotle pomocí termočlánků. Posledním měřeným parametrem je hodnota statického tlaku ve spalinové cestě. Z těchto naměřených údajů je poté automaticky přístrojem dopočítávána koncentrace oxidu uhličitého CO_2 ve spalinách a velikost komínové ztráty. Účinnost kotle je vyhodnocena na základě rozdílu mezi 100 % a komínovou ztrátou. Ostatní ztráty jsou pro účely daného měření zanedbávány. [20]



Obr. 24 Měření účinnosti pomocí analyzátoru spalin [21]

Analyzátozy spalin nejčastěji vyžívají servisní technici nebo energetičtí specialisté. Pomocí tohoto přístroje je možné spalovací zařízení nastavit tak, aby pracovalo v optimálním pracovním pásmu, byl zajištěn co nejefektivnější ekonomický chod a byly zajištěny všechny požadavky technických norem a platné legislativy. [20]

Na následujícím obrázku je zobrazen optimální režim hoření. Je evidentní, že tento ideální způsob spalování se nachází v oblasti s mírným přebytkem vzduchu a nízkým obsahem oxidu uhelnatého. Při seřízení kotle na optimální režim spalování nedochází k téměř žádné komínové ztrátě ani ztrátě hořlavinou. Obě ztráty jsou minimální. [20]



Obr. 25 Optimální oblast hoření [20]

Požadavky na měřicí techniku přesně definovala vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 356/2002 Sb. v příloze č. 15. Její platnost však skončila v roce 2009. Aktuálně není v platnosti žádný předpis, který by stanovoval požadavky na přesnost měřících zařízení. Úroveň měřicí techniky je nyní velmi vyspělá a dosahuje přesných výsledků, proto není nutné zavádět nové požadavky na přesnost těchto přístrojů. Informativní požadavky na přesnost, rozsah, citlivost měření a výpočty údajů stanovených vyhláškou č. 356/2002 Sb. jsou uvedeny v následující tabulce.

Měřené veličiny					
Název	Jednotka	Přesnost měření (+, -) (přípustná odchylka)	Rozsah	Rozlišení	Příklad metody měření
Obsah O ₂	[obj. %]	0,2 obj. % absolutně	od 0 do 21 obj. %	0,1 %	Elektrochemický článek
Obsah CO	[ppm]	do 400 ppm ...20 ppm do 2.000 ppm 5 % do 10.000 ppm ...10 %	od 0 do 10.000 ppm	1 ppm	Elektrochemický článek
Teplota spalin	[°C]	do 99,9 °C 0,5 °C 100 °C a více..... 0,5 %	od -10 do + 1.000 °C	0,1 °C	Termočlánek
Teplota spalovacího vzduchu	[°C]	není stanovena	od + 5°C do + 40 °C	není stanoveno	Termočlánek
Statický tlak ve spalinové cestě	[Pa]	3 Pa	od - 80 do + 80 HPa	1 Pa	Membránové čidlo

Vypočtené údaje				
Název	Jednotka	Správnost výpočtu (+, -)	Rozsah	Rozlišení
Obsah CO ₂	%	0,2 %	není stanoven	0,1 %
Komínová ztráta	%	není stanovena	0 až 120 %	0,1 %

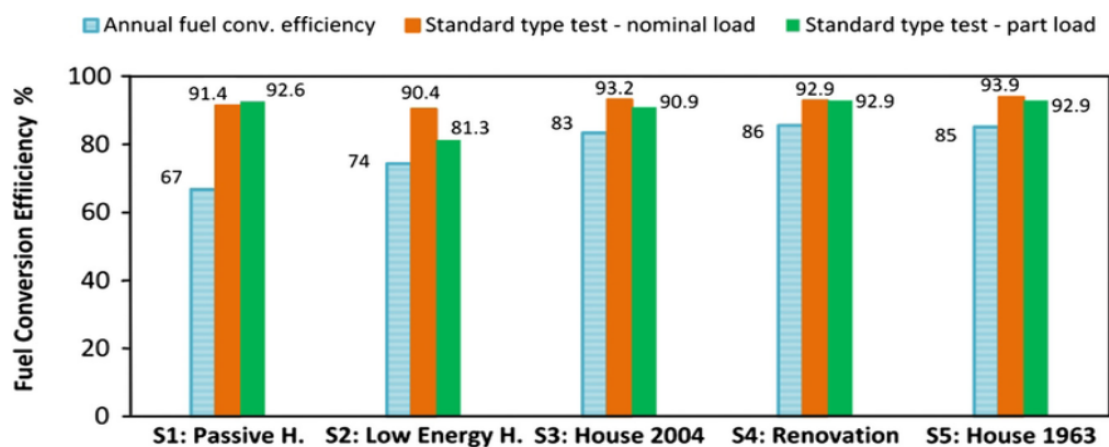
Obr. 26 Tabulka požadavků při měření analyzátořem spalin [22]

14.4 Provozní účinnost deklarovaná výrobcem

Každý tepelný zdroj má výrobcem deklarovanou účinnost, která vyjadřuje maximálně možný potencional daného výrobku. Proces certifikace výrobku je dán normou ČSN EN 303–5, kde jsou uvedeny přesné postupy a provozní podmínky, které musí být v průběhu zkoušek dodrženy. Při certifikaci je daný výrobek testován ve zkušebním institutu v ideálních laboratorních podmínkách. Kotel je napojen na odtah spalin s přesně stanoveným optimálním tahem a roztopen na požadovaný ustálený výkon. Na hořáku se nachází stálá základní vrstva paliva. Kotel je přesně seřízen podle skutečně zjištěných koncentrací spalin. Jakmile je dosaženo ustáleného provozního stavu, obsluha zkušebny zajistí nastavení konstantního průtoku otopné vody a nastaví ideální teplotní spád. Jakmile je vše výše zmíněné připraveno, započne samostatná zkouška, která trvá u kotlů se samočinnou dodávkou paliva 6 hodin. U kotlů s ruční dodávkou paliva probíhá zkouška po 2 doby hoření při jmenovitém výkonu a po 1 dobu hoření při sníženém výkonu. Výsledkem zkoušky je poté provozní účinnost kotle, kterou výrobce garantuje svým zákazníkům. [2]

14.5 Provozní účinnost v reálných podmínkách

Provozní účinnost kotle se v reálném provozu liší od účinnosti udávané výrobcem. Účinnost deklarovaná výrobcem je dosažena v laboratorních podmínkách, ale těch je velmi obtížné docílit v běžném prostředí. Podmínkám certifikace se lze pouze co nejvíce přiblížit. Doporučuje se napojení kotle na kvalitní komín s regulovaným odtahem, zapojení akumulacních nádrží do otopného systému, používání kvalitního paliva a dodržování pravidelné údržby a servisu kotle. Čím menší bude snaha se přiblížit laboratorním podmínkám, tím nižších účinností bude instalované zařízení dosahovat. Automatické kotle se mohou svojí provozní účinností v reálných podmínkách vzdalovat deklarované účinnosti v rámci jednotek procent. Manuálně obsluhované kotle poté mohou dosahovat odchylek i v řádu desítek procent. [2]



Obr. 27 Porovnání roční provozní účinnosti v reálném prostředí a účinnosti deklarované výrobcem [23]

15. Závěr

Kotle na pelety v dnešní době představují plně automatizovaná zařízení, která dosahují velmi dobrých provozních účinností. V kombinaci s minimálními nároky na obsluhu a nízkou produkcí škodlivých emisí reprezentují kvalitní a ekologický zdroj tepla. Při neustále se zvyšujících cenách elektřiny a zemního plynu se kotle na pelety jeví jako vhodný alternativní zdroj tepelné energie i přes vysoké pořizovací náklady. Kotle na pelety existují ve dvou provozních variantách. Buď umožňují pouze spalování dřevěných pelet, nebo lze pořídit kotle s možností střídavého vytápění peletami či kusovým dřevem. V případě vysokých cen za pelety může uživatel bez větších komplikací přejít na vytápění kusovým dřevem a nedojde tak k nárůstu provozních nákladů.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

1. Analýza objektu

Projekt se zabývá návrhem otopné soustavy a přípravou teplé vody v horském penzionu s maximální kapacitou 34 hostů. Jedná se o dvoupodlažní podsklepený objekt se sedlovou střechou. Sklon střechy je 30°. Celková zastavěná plocha objektu činí 709,87 m². Penzion se nachází v Moravskoslezském kraji, v Nížkém Jeseníku, ve městě Bruntál. Nadmořská výška v dané lokalitě je 547 m n.m. Venkovní výpočtová teplota v dané lokalitě je v zimním období -18 °C.

Objekt je tvořen stěnovým konstrukčním systémem. Výjimku představuje pouze prostor hromadné garáže, kde hlavní nosnou funkci zajišťují železobetonové sloupy v kombinaci s železobetonovými obvodovými stěnami. Veškeré konstrukce podzemního podlaží jsou monolitické železobetonové. Hlavní nosnou funkci nadzemních pater budovy zajišťují příčné nosné stěny z keramických bloků POROTHERM. Vodorovné nosné konstrukce tvoří železobetonové monolitické stropy. Obvodový plášť objektu je zateplen pomocí polystyrenových izolačních desek ISOVER EPS 70 F, které splňují požadavky kontaktního zateplovacího systému ETICS. Obvodové stěny podzemního podlaží, které jsou přilehlé k zemině, jsou zatepleny extrudovaným polystyrenem ISOVER XPS STYRODUR 2800 C. Vnitřní nosné konstrukce a příčky jsou zhotoveny z keramických bloků POROTHERM. Výplně otvorů tvoří plastová okna s izolačním trojsklem.

Podsklepenou část objektu představuje zejména technické zázemí. Nachází se zde technická místnost, strojovna VZT, sklad, dílna a prádelna. Podstatnou část podlaží tvoří hromadná garáž určená pro návštěvníky penzionu.

První nadzemní podlaží je rozděleno na veřejnou a ubytovací část. V ubytovací části se nachází 4 dvoulůžkové pokoje, 1 pokoj pro invalidního hosta včetně doprovodu a apartmán pro 4 osoby. Všechny pokoje jsou vybaveny malou předsíňkou a hygienickým zázemím. Veřejnou část tvoří zádveří, které navazuje na recepci uvnitř dispozice penzionu. Podstatnou část veřejného prostoru prvního nadzemního podlaží představuje restaurační zařízení včetně kuchyně a malého skladu. Dále se na tomto podlaží nachází hygienické zázemí pro hosty, úklidový prostor, sklad lůžkovin a šatny pro zaměstnance včetně sprch a toalet.

Druhé nadzemní podlaží představují zejména ubytovací prostory. Nachází se zde 6 dvoulůžkových pokojů, 2 apartmány pro 2 osoby a obdobně jako v prvním podlaží 1 apartmán pro 4 osoby. V levé části dispozice se nachází konferenční místnost a místnost pro zaměstnance.

Ubytovací prostory budou větrány přirozeným větráním. V hygienickém zázemí pokojů bude odváděn znehodnocený vzduch pomocí VZT systému. Technické zázemí suterénu bude větráno přirozeně. Výjimku tvoří pouze prostor hromadné garáže, kde bude instalována podstropní VZT jednotka, která zajistí požadovanou výměnu vzduchu

a nebude osazena žádným dalším technickým zařízením. Ostatní prostory objektu budou větrány nuceně pomocí VZT jednotek se zpětným získáváním tepla a vodním výměníkem pro ohřev vzduchu v zimních měsících. Konferenční místnost bude větrána VZT jednotkou s elektrickým ohřevem vzduchu.

V první variantě bude objekt vytápěn teplovodním otopným systémem s deskovými otopnými tělesy. Příprava teplé vody bude řešena pomocí dvou stacionárních nepřímotopných ohřivačů s vloženými elektrickými jednotkami pro letní ohřev TV. Zdrojem tepla v zimním období bude automatický peletový kotel. V letním období bude docházet pouze k ohřevu TV pomocí elektrických jednotek. Zdrojem elektrické energie bude navržená fotovoltaická elektrárna na střeše penzionu.

V druhé variantě bude objekt vytápěn teplovodním otopným systémem s deskovými otopnými tělesy. Příprava teplé vody bude zajištěna stacionárním nepřímotopným ohřivačem. Zdrojem tepla budou dva plynové kondenzační kotle v kaskádovém zapojení.

2. Součinitel prostupu tepla navržených konstrukcí

Součinitel prostupu tepla udává množství tepla procházejícího 1 m² plochy stavební konstrukce za předpokladu rozdílu teplot prostředí 1 K před a za posuzovanou konstrukcí. Pro výpočet součinitele je nutné znát další tepelně technické parametry konstrukce, a to tepelný odpor a součinitel tepelné vodivosti. [24]

2.1 Výpočtové vztahy

Tepelný odpor R vrstvy konstrukce

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j} \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

kde: d_j tloušťka j-té vrstvy [m]
 λ_j součinitel tepelné vodivosti j-té vrstvy materiálu [W/mK]

Tepelný odpor konstrukce

$$R_t = R_{si} + \sum R_j + R_{se} \text{ [m}^2\text{K/W]}$$

kde: R_{si} tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně [m²K/W]
 R_{se} tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně [m²K/W]
 $\sum R_j$ celkový tepelný odpor jednotlivých vrstev konstrukce [m²K/W]

Součinitel prostupu tepla

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_t + R_{se}} = \frac{1}{R_t} \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

kde: R_t tepelný odpor konstrukce při přestupu tepla [m²K/W]

2.2 Výpočet součinitele prostupu tepla stavebních konstrukcí objektu

2.2.1 Svislé ochlazované konstrukce

Vnější stěna obvodová - Porotherm 30 PROFI DRYFIX										
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U	
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	
S1	1	pastovitá omítka	0,002	0,700	0,003	0,13	0,04	7,053	0,142	
	2	sklovláknitá tkanina +stěrková malta	0,003	0,220	0,014					
	3	Isover EPS 70F	0,200	0,039	5,128					
	4	lepící malta	0,002	0,220	0,009					
	5	tvárnice Porotherm 30 PROFI DRYFIX	0,300	0,175	1,714					
	6	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012					
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003					
$\Sigma R =$					6,883			$U_{N,20} =$	0,30	[W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,25	[W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}	

Vnější stěna obvodová přilehlá k zemině - železobetonová										
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U	
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	
S2	1	nopová fólie	-	-	-	0,13	0	5,207	0,192	
	2	hydroizolace	0,003	0,200	0,015					
	3	XPS Styrodur 2800 C	0,160	0,033	4,848					
	4	lepící malta	0,002	0,220	0,009					
	5	železobetonová stěna	0,300	1,580	0,190					
	6	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012					
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003					
$\Sigma R =$					5,077			$U_{N,20} =$	0,80	[W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,60	[W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}	

Vnější stěna obvodová - železobetonová										
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U	
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	
S3	1	pastovitá omítka	0,002	0,700	0,003	0,13	0,04	4,501	0,222	
	2	sklovláknitá tkanina +stěrková malta	0,003	0,220	0,014					
	3	Isover EPS 70F	0,160	0,039	4,103					
	4	lepící malta	0,002	0,220	0,009					
	5	železobetonová stěna	0,300	1,580	0,190					
	6	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010					
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003					
$\Sigma R =$					4,331			$U_{N,20} =$	0,30	[W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,25	[W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}	

Vnitřní stěna nosná oddělující prostor garáže - železobetonová										
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U	
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	
S4	1	pastovitá omítka	0,002	0,700	0,003	0,13	0,04	2,900	0,345	
	2	skloláknitá tkanina +stěrková malta	0,003	0,220	0,014					
	3	Deska z minerální a kamenné vlny KNAUF INSOLUTION	0,100	0,040	2,500					
	4	lepící malta	0,002	0,220	0,009					
	5	železobetonová stěna	0,300	1,580	0,190					
	6	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012					
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003					
					$\Sigma R =$	2,730				
								$U_{N,20} =$	0,75	[W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,50	[W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}	

2.2.2 Svislé neochlazované konstrukce

Vnitřní stěna nosná - Porotherm 30 Profi Dryfix										
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U	
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	
S5	1	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003	0,13	0,13	1,999	0,500	
	2	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010					
	3	tvárnice Porotherm 30 PROFÍ DRYFIX	0,300	0,175	1,714					
	4	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010					
	5	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003					
					$\Sigma R =$	1,739				
								$U_{N,20} =$	1,30	[W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,90	[W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}	

Vnitřní stěna dělicí - Porotherm 19 AKU Profi Dryfix										
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U	
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	
S6	1	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003	0,13	0,13	0,940	1,063	
	2	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010					
	3	tvárnice Porotherm 19 AKU PROFÍ DRYFIX	0,190	0,290	0,655					
	4	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010					
	5	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003					
					$\Sigma R =$	0,680				
								$U_{N,20} =$	2,70	[W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	1,80	[W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}	

Vnitřní stěna dělicí - Porotherm 14 Profi Dryfix									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
S7	1	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003	0,13	0,13	0,824	1,214
	2	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010				
	3	tvárnice Porotherm 14 PROFÍ DRYFIX	0,140	0,260	0,538				
	4	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010				
	5	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
					$\Sigma R =$	0,564			
							$U_{N,20} =$	2,70	[W/m ² K]
							$U_{rec,20} =$	1,80	[W/m ² K]
							Posouzení	U < U_{N,20}	

Vnitřní stěna nosná - železobetonová									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
S8	1	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003	0,13	0,13	0,479	2,087
	2	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012				
	3	železobetonová stěna	0,300	1,580	0,190				
	4	vápenocementová omítka	0,012	0,990	0,012				
	8	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
					$\Sigma R =$	0,219			
							$U_{N,20} =$	2,70	[W/m ² K]
							$U_{rec,20} =$	1,80	[W/m ² K]
							Posouzení	U < U_{N,20}	

2.2.3 Vodorovné ochlazované konstrukce

Podlaha na zemině - prostor garáže									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
P1	1	epoxidový nátěr	0,003	0,220	0,014	0,17	0,00	3,142	0,318
	2	drátkobeton	0,100	1,580	0,063				
	3	XPS Styrodur 4000 cs	0,100	0,035	2,857				
	4	modifikovaný asfaltový pás - 2x	0,008	0,210	0,038				
	5	podkladní beton	0,200	-	-				
	6	šterkodř	0,300	-	-				
	7	hutněná zemina nasypaná	0,300	-	-				
	8	zemina původní	-	-	-				
					$\Sigma R =$	2,972			
							$U_{N,20} =$	0,85	[W/m ² K]
							$U_{rec,20} =$	0,60	[W/m ² K]
							Posouzení	U < U_{N,20}	

Podlaha na zemině - technické zázemí									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
P2	1	epoxidový nátěr	0,003	0,220	0,014	0,17	0,00	4,511	0,222
	2	cementový potěr	0,060	1,160	0,052				
	3	XPS Styrodur 3000 cs	0,140	0,033	4,242				
	4	modifikovaný asfaltový pás - 2x	0,007	0,210	0,033				
	5	podkladní beton	0,200	-	-				
	6	šterkodrt'	0,300	-	-				
	7	hutněná zemina nasypaná	0,300	-	-				
	8	zemina původní	-	-	-				
$\Sigma R =$					4,341			$U_{N,20} =$	0,85 [W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,60 [W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}

Podlaha balkonů nad 1.NP									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
P3	1	keramická dlažba na podlážkách	0,040	-	-	0,17	0,00	7,449	0,134
	2	hydroizolační fólie	0,002	0,160	0,013				
	3	Kingspan Therma TR26	0,120	0,022	5,455				
	4	spádové klíny EPS 150	0,060	0,037	1,622				
	5	modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,210	0,019				
	6	ŽB stropní konstrukce	0,250	1,580	0,158				
	7	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010				
	8	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
$\Sigma R =$					7,279			$U_{N,20} =$	0,24 [W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,16 [W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}

Strop nad 2.NP přilehlý k nevytápěnému půdnímu prostoru									
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]
ST1	1	difuzní fólie JUTADACH SUPER 210 AP	0,013	-	-	0,10	0,00	6,957	0,144
	2	minerální izolace ISOVER S	0,160	0,039	4,103				
	3	minerální izolace ISOVER R	0,100	0,039	2,564				
	4	modifikovaný asfaltový pás	0,004	0,210	0,019				
	5	ŽB stropní konstrukce	0,250	1,580	0,158				
	6	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010				
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003				
$\Sigma R =$					6,857			$U_{N,20} =$	0,30 [W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,20 [W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}

Strop mezi 1.PP a 1.NP – nad garážovým prostorem										
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U	
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	
ST2	1	keramická dlažba	0,006	1,010	0,006	0,17	0,17	4,893	0,204	
	2	anhydritový potěr	0,070	1,200	0,058					
	3	hydroizolační fólie	0,002	0,160	0,013					
	4	XPS Styrodur 3000 cs	0,060	0,033	1,818					
	5	ŽB stropní konstrukce	0,250	1,580	0,158					
	6	Deska z minerální a kamenné vlny KNAUF INSOLUTION	0,100	0,040	2,500					
					$\Sigma R =$	4,553				
								$U_{N,20} =$	0,60	[W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	0,40	[W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}	

2.2.4 Vodorovné neochlazované konstrukce

Strop mezi 1.PP a 1.NP – nad technickým zázemím										
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U	
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	
SN1	1	keramická dlažba	0,006	1,010	0,006	0,17	0,17	2,406	0,416	
	2	anhydritový potěr	0,070	1,200	0,058					
	3	hydroizolační fólie	0,002	0,160	0,013					
	4	XPS Styrodur 3000 cs	0,060	0,033	1,818					
	5	ŽB stropní konstrukce	0,250	1,580	0,158					
	6	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010					
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003					
					$\Sigma R =$	2,066				
								$U_{N,20} =$	2,20	[W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	1,45	[W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}	

Strop mezi 1.NP a 2.NP – veřejné prostory, koupelny										
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U	
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	
SN2	1	keramická dlažba	0,006	1,010	0,006	0,17	0,17	2,406	0,416	
	2	anhydritový potěr	0,070	1,200	0,058					
	3	hydroizolační fólie	0,002	0,160	0,013					
	4	XPS Styrodur 3000 cs	0,060	0,033	1,818					
	5	ŽB stropní konstrukce	0,250	1,580	0,158					
	6	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010					
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003					
					$\Sigma R =$	2,066				
								$U_{N,20} =$	2,20	[W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	1,45	[W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}	

Strop mezi 1.NP a 2.NP – ubytovací prostory										
Konstrukce	Č.v.	Materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	R_t	U	
			[m]	[W/mK]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[m ² K/W]	[W/m ² K]	
SN3	1	vinylová podlaha	0,002	0,160	0,013	0,17	0,17	2,412	0,415	
	2	anhydritový potěr	0,070	1,200	0,058					
	3	hydroizolační fólie	0,002	0,160	0,013					
	4	XPS Styrodur 3000 cs	0,060	0,033	1,818					
	5	ŽB stropní konstrukce	0,250	1,580	0,158					
	6	vápenocementová omítka	0,010	0,990	0,010					
	7	silikátová vnitřní malba	0,002	0,800	0,003					
					$\Sigma R =$	2,072				
								$U_{N,20} =$	2,20	[W/m ² K]
								$U_{rec,20} =$	1,45	[W/m ² K]
								Posouzení	U < U_{N,20}	

2.2.5 Výplně otvorů

Označení	Druh výplně	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	U	Posouzení
		[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	
DO1	Dveře – vstupní	1,7	1,2	1,2	Vyhoví
DO2	Dveře do technického zázemí	1,7	1,2	1,2	Vyhoví
DO3	Vrata do garáže	3,5	2,3	1,6	Vyhoví
DN1	Dveře – vnitřní	-	-	1,8	Vyhoví
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,5	1,2	0,72	Vyhoví

3. Výpočet tepelné ztráty objektu

Pro určení celkové tepelné ztráty objektu je zapotřebí vypočítat ztráty jednotlivých místností. Jedná se o tepelné ztráty prostupem, větráním a ztráty infilrací obvodovým pláštěm. Zjištěné hodnoty slouží pro návrh otopných ploch. Celkový souhrn jednotlivých tepelných ztrát všech místností představuje tepelný výkon instalovaného zdroje tepla, který je nutný pro zajištění tepelné pohody vnitřního prostředí v zimním období.

3.1 Výpočtové vztahy

Celková tepelná ztráta vytápěné místnosti

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

kde: $\Phi_{T,i}$ návrhová tepelná ztráta prostupem [W]

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

Návrhová tepelná ztráta prostupem

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

- kde: $H_{T,ie}$ celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí [W/K]
 $H_{T,iue}$ celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru [W/K]
 $H_{T,ij}$ celková měrná tepelná do prostoru s jinou vnitřní teplotou [W/K]
 $H_{T,ig}$ celková měrná tepelná ztráta do zeminy [W/K]
 $\theta_{int,i}$ vnitřní výpočtová teplota místnosti [°C]
 θ_e výpočtová teplota venkovního prostředí [°C]

Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí

$$H_{T,ie} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k [W/K]$$

- kde: A_k plocha konstrukce [m²]
 U_{kc} součinitel prostupu tepla s ohledem na tepelné vazby [W/m²K]
 e_k korekční součinitel pro klimatické podmínky [-]

Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru

$$H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u [W/K]$$

- kde: b_u součinitel redukce teploty zahrnující rozdíl teplot přilehlých místností [°C]

Celková měrná tepelná ztráta do prostoru s jinou vnitřní teplotou

$$H_{T,ij} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij} [W/K]$$

- kde: f_{ij} součinitel redukce teploty [°C]

Celková měrná tepelná ztráta do zeminy

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \sum (A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w [W/K]$$

- kde: f_{g1} opravný součinitel uvažující vliv roční změny venkovní teploty [= 1,45]
 f_{g2} opravný teplotní součinitel zahrnující rozdíl mezi roční venkovní průměrnou teplotou a výpočtovou venkovní teplotou [-]
 $U_{equiv,k}$ ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukcí v kontaktu se zeminou
 G_w opravný součinitel vlivu spodní vody [-]

Celková tepelná ztráta větráním

$$\Phi_{V,i} = \Phi_{inf,i} + \Phi_{p,i} \text{ [W]}$$

kde: $\Phi_{inf,i}$ tepelná ztráta infiltrací obvodovým pláštěm [W]

$\Phi_{p,i}$ tepelná ztráta nuceným větráním [W]

Tepelná ztráta infiltrací obvodovým pláštěm

$$\Phi_{inf} = 0,34 \cdot V_{inf,i} \cdot (t_i - t_e) \text{ [W]}$$

kde: $V_{inf,i}$ množství přiváděného vzduchu infiltrací [m^3/h]

Množství vzduchu přiváděného infiltrací

$$V_{inf} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \text{ [m}^3/\text{h]}$$

kde: V_i objem místnosti [m^3]

n_{50} hodnota intenzity výměny vzduchu mezi interiérem a exteriérem při rozdílu tlaku 50 Pa

e_i stínící součinitel [-]

ε_i výškový korekční činitel [-]

Tepelná ztráta nuceným větráním

$$\Phi_{p,i} = 0,34 \cdot V_{p,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_{p,i}) \text{ [W]}$$

kde: $V_{p,i}$ množství přiváděného vzduchu [m^3/h]

$\theta_{int,i}$ teplota interiéru [$^{\circ}\text{C}$]

$\theta_{p,i}$ teplota přiváděného vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]

3.2 Výpočet tepelné ztráty jednotlivých místností

Podzemní podlaží

Místnost -1.01 – Chodba

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$	
S4	Vnitřní nosná stěna	7,59	0,345	0,02	0,365	0,55	1,51	
DO1	Vstupní dveře	4,50	1,200	0,00	1,200	0,55	2,95	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,juv}$							4,46	
$b_u = (\theta_{int,j} - \theta_u) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$								
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S8	Vnitřní nosná stěna do m.č. -1.05	13,08	2,087	-0,15	-4,14			
DN1	Vnitřní dveře do m.č. -1.01	2,00	1,800	-0,15	-0,55			
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-4,68	
$f_{ij} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$ $f_{ij,z0-c} = -0,15$								
Tepelné ztráty prostupem do země								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P2	Podlaha na zemině	19,77	0,151	2,99	1,45	0,50	1,00	0,73
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,jg}$							2,16	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							1,94	
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]				
15	-12	27	1,94	52,36				

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
51,40	20	15	80	-136,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				-136,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = -83,64$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
S3	Obvodová stěna	14,86	0,222	0,02	0,242	1,00	3,60	
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,50	1,200	0,00	1,200	1,00	1,80	
DO2	Vstupní dveře	3,94	1,200	0,00	1,200	1,00	4,73	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							10,12	
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$	
S4	Vnitřní nosná stěna	18,87	0,345	0,02	0,365	0,55	3,75	
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ne}$							3,75	
$b_u = (\theta_{int,j} - \theta_u) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$								
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
SN1	Strop do m.č. 1.28; 1.29	17,58	0,416	-0,21	-1,55			
SN1	Strop do m.č. 1.30	1,61	0,416	-0,15	-0,10			
SN1	Strop do m.č. 1.31	1,81	0,416	-0,27	-0,21			
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,jl}$							-1,86	
$f_{ia} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$ $f_{ij,20^\circ C} = -0,15$; $f_{ij,22^\circ C} = -0,21$; $f_{ij,24^\circ C} = -0,27$								
Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P2	Podlaha na zemině	31,26	0,151	4,72	1,45	0,44	1,00	0,64
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,jg}$							3,01	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							15,03	
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]				
15	-18	33	15,03	495,94				

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
109,41	-18	15	0,5	54,71
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
2	4,5	0,02	1	19,69
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$	$H_{V,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	
54,71	18,60	33	613,79	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{RH,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 1109,73 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
S3	Obvodová stěna	48,85	0,222	0,02	0,242	1,00	11,83	
DO2	Vstupní dveře	3,94	1,200	0,00	1,200	1,00	4,73	
OT1	Okno – izolační trojsklo	3,00	0,720	0,00	0,720	1,00	2,16	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							18,72	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
SN1	Strop do m.č. 1.32; 1.34	51,50	0,416	-0,15	-3,24			
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-3,24	
$f_{1a} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$				$f_{ij,20-c} = -0,15; f_{ij,24-c} = -0,27$				
Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P2	Podlaha na zemině	57,17	0,151	8,63	1,45	0,44	1,00	0,64
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,kg}$							5,50	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							20,97	
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]				
15	-18	33	20,97	692,15				

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
200,10	-18	15	1	200,10
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
3	4,5	0,02	1	36,02
Potřeba spalovacího vzduchu na spálení 1 kg pelet [m ³]	Předpokládaná spotřeba pelet [kg/h]	Tepelné zisky od tech. zařízení [W]	Potřeba spalovacího vzduchu V_{spal} [m ³]	
8,70	18,80	1000,00	163,56	
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}, V_{spal}$	$H_{V,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]	
200,10	68,03	33	1245,07	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{RH,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} = 937,22 \text{ W}$

Místnost -1.04 – Dílna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
S3	Obvodová stěna	18,21	0,222	0,02	0,242	1,00	4,41	
DO2	Vstupní dveře	3,94	1,200	0,00	1,200	1,00	4,73	
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,25	0,720	0,00	0,720	1,00	0,90	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							10,03	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$			
SN1	Strop do m.č. 1.34	30,58	0,416	-0,15	-1,93			
S8	Vnitřní nosná stěna do m.č. -1.05	19,46	2,087	-0,15	-6,15			
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-8,08	
$f_{1a} = (\theta_{int,j} - \theta_e) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$				$f_{1p,15^\circ C} = 0,13$				
Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P2	Podlaha na zemině	30,58	0,151	4,62	1,45	0,44	1,00	0,64
S2	Obvodová stěna přilehlá k zemině	19,25	0,163	3,14	1,45	0,44	1,00	0,64
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,jg}$							4,94	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							6,89	
$\theta_{int,j}$		θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20		-18	38	6,89	261,93			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	Hygienické požadavky	
	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
107,03	-18		15	0,5	53,52
Počet nechráněných otvorů	4,5	0,02	1	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)	
2				19,27	
Výpočet tepelné ztráty větráním					
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$		$H_{v,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	
53,52		18,20	33	600,44	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 862,37 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
S2	Obvodová stěna	0,75	0,192	0,02	0,212	1,00	0,16	
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,50	0,720	0,00	0,720	1,00	1,08	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							1,24	
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$	
S4	Vnitřní nosná stěna	19,46	0,345	0,02	0,365	0,61	4,30	
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ue}$							4,30	
$b_u = (\theta_{int,u} - \theta_u) / (\theta_{int,u} - \theta_e)$								
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$			
S8	Vnitřní nosná stěna do m.č. -1.01; -1.04	27,54	2,087	0,13	7,56			
DN1	Vnitřní dveře do m.č. -1.01	2,00	1,800	0,13	0,47			
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							8,04	
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{sp,15^\circ C} = 0,13$								
Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P2	Podlaha na zemině	32,25	0,151	4,87	1,45	0,44	1,00	0,64
S2	Obvodová stěna přilehlá k zemině	12,83	0,163	2,09	1,45	0,44	1,00	0,64
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,jg}$							4,44	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							18,01	
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]				
20	-18	38	18,01	684,27				

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
112,88	-18	20	0,5	56,44
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	20,32
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	
56,44	19,19	38	729,17	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{v,i} + \Phi_{RH} = 1413,44 \text{ W}$

První nadzemní podlaží

Místnost **1.01** – Zádveří

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	8,72	0,142	0,02	0,162	1,00	1,41
P3	Strop pod balkóny	7,55	0,134	0,02	0,154	1,00	1,16
DO1	Vstupní dveře	5,06	1,200	0,00	1,200	1,00	6,08
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							8,65
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	14,36	0,204	0,02	0,224	0,61	1,95
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ku}$							1,95
$b_u = (\theta_{int,j} - \theta_u) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.05	7,05	0,500	-0,15	-0,53		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.02; 1.34	17,63	1,063	-0,15	-2,84		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.02	3,20	1,800	-0,15	-0,87		
SN3	Strop do m.č. 2.04	3,76	0,415	-0,15	-0,24		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,jl}$							-4,48
$f_{ia} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$ $f_{ij,20^\circ C} = -0,15$; $f_{ij,3^\circ C} = 0,55$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							6,12
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
15	-18	33	6,12	201,87			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
37,34	-18	15	0,5	18,67
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	6,72
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$	$H_{V,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	
18,67	6,35	33	209,45	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 411,33 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	5,20	0,142	0,02	0,162	1,00	0,84
P3	Strop pod balkóny	2,70	0,134	0,02	0,154	1,00	0,42
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							1,26
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	52,21	0,204	0,02	0,224	0,61	7,09
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,juE}$							7,09
$b_u = (\theta_{int,j} - \theta_u) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.03; 1.35	11,21	0,500	0,13	0,74		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.03; 1.35	6,00	1,800	0,13	1,42		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.24; 1.25; 1.36	18,81	1,214	0,13	3,01		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.24; 1.36	3,80	1,800	0,13	0,90		
SN3	Strop do m.č. 2.03	10,76	0,415	-0,11	-0,47		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,jl}$							5,59
$f_{1a} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$ $f_{1b,15C} = 0,13$; $f_{1b,3C} = 0,61$; $f_{1b,24C} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							13,94
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	13,94	529,80			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
135,75	20	20	200	0,00	
Tepelná ztráta infilrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,j}$ (m ³ /h)	Ztráta infilrací Φ_{inf} [W]
0	1	0,02	1	5,43	70,15
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]					70,15

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 599,95$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	26,68	0,204	0,02	0,224	0,55	3,27
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ue}$							3,27
$b_u = (\theta_{int,j} - \theta_u) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.02; 1.12	3,90	0,500	-0,15	-0,30		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.02; 1.12	4,00	1,800	-0,15	-1,09		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.19; 1.20	16,51	1,063	-0,15	-2,66		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.05; 1.06; 1.08	12,01	1,063	-0,15	-1,93		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.05; 1.06; 1.08	6,00	1,800	-0,15	-1,64		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.16; 1.18	6,92	1,063	-0,15	-1,11		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.16; 1.18	4,00	1,800	-0,15	-1,09		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.04; 1.07; 1.09	24,90	1,063	-0,27	-7,22		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.15; 1.17	15,86	1,063	-0,27	-4,60		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,j}$							-21,64
$f_{ia} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$ $f_{ij,20^\circ C} = -0,15$; $f_{ij,24^\circ C} = -0,27$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							-18,38
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
15	-18	33	-18,38	-606,47			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
69,37	20	15	80	-136,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				-136,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = -742,47$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	8,69	0,204	0,02	0,224	0,64	1,25
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ub}$							1,25
$b_u = (\theta_{int,j} - \theta_u) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.06	1,43	0,500	0,10	0,07		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	9,04	1,063	0,21	2,06		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.05	13,74	1,214	0,10	1,59		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.05	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,dl}$							4,02
$f_{15;C} = (\theta_{int,j} - \theta) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$ $f_{15;C} = 0,21$; $f_{20;C} = 0,10$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							5,28
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$		Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
24	-18	42	5,28		221,64		

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
22,59	20	24	40	54,40	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční čísel ε	$V_{int,j}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				54,40	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 276,04 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	15,31	0,142	0,02	0,162	1,00	2,48
OT1	Okno – izolační trojsklo	5,63	0,720	0,00	0,720	1,00	4,05
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							6,53
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	35,80	0,204	0,02	0,224	0,61	4,86
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ue}$							4,86
$b_u = (\theta_{int,j} - \theta_u) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.01	7,05	0,500	0,13	0,46		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	5,09	1,063	0,13	0,71		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.03	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.04	13,74	1,214	-0,11	-1,76		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.04	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$							-0,45
$f_{i2} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$ $f_{i,15^\circ C} = 0,13; f_{i,24^\circ C} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							10,94
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	10,94	415,73			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$		Hygienické požadavky	
	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	n [h ⁻¹]	$V_{min,j}$ [m ³ /h]	
93,08	-18	20	0,5	0,5	46,54	
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)		
1	4,5	0,02	1	16,75		
Výpočet tepelné ztráty větráním						
max. z $V_{min,j}, V_{int,j}$		$H_{V,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]		
46,54		15,82	38	601,30		

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 1017,03 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	9,28	0,142	0,02	0,162	1,00	1,50
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							4,74
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	21,06	0,204	0,02	0,224	0,61	2,86
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ne}$							2,86
$b_u = (\theta_{int,j} - \theta_u) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.04	1,43	0,500	-0,11	-0,08		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	3,46	1,063	0,13	0,48		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.03	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.07	10,81	1,214	-0,11	-1,38		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.07	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,jl}$							-0,84
$f_{is} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$ $f_{i1,15^\circ C} = 0,13$; $f_{i1,24^\circ C} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							6,76
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	6,76	256,93			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$		Hygienické požadavky	
	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]	
54,76	-18	20	0,5	27,38		
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrace $V_{int,i}$ (m ³ /h)		
1	4,5	0,02	1	9,86		
Výpočet tepelné ztráty větráním						
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$	$H_{v,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,j}$ [W]			
27,38	9,31	38	353,72			

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{v,j} + \Phi_{RH} = 610,65 \text{ W}$

Místnost 1.07 – Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	5,49	0,204	0,02	0,224	0,64	0,79
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,NS}$							0,79
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	7,93	1,063	0,21	1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.06	10,81	1,063	0,10	1,09		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.06	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							3,21
$f_{i2} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{ij,15^\circ C} = 0,21$; $f_{ij,20^\circ C} = 0,10$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,I}$						4,00	
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,I}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,I}$ [W]			
24	-18	42	4,00	168,09			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,27	20	24	25	34,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,I} = \Phi_{p,I} + \Phi_{inf}$ [W]					34,00

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{RH,I} = \Phi_{T,I} + \Phi_{V,I} + \Phi_{RH} = 202,09$ W

Místnost 1.08 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	9,28	0,142	0,02	0,162	1,00	1,50
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,NS}$							4,74
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	21,06	0,204	0,02	0,224	0,61	2,86
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,NS}$							2,86
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	3,46	1,063	0,13	0,48		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.03	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.09	10,81	1,214	-0,11	-1,38		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.09	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							-0,76
$f_{i2} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{ij,15^\circ C} = 0,13$; $f_{ij,24^\circ C} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,I}$						6,83	
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,I}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,I}$ [W]			
20	-18	38	6,83	259,69			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
54,76	-18	20	0,5	27,38
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	9,86
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$		$H_{V,I}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,I}$ [W]
27,38		9,31	38	353,72

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{RH,I} = \Phi_{T,I} + \Phi_{V,I} + \Phi_{RH} = 613,41$ W

Místnost 1.09 – Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	5,49	0,204	0,02	0,224	0,64	0,79
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,NS}$							0,79
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	7,93	1,063	0,21	1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.08	10,81	1,214	0,10	1,25		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.08	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							3,36
$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{ij,15^\circ C} = 0,21$; $f_{ij,20^\circ C} = 0,10$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,J}$							4,16
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
24	-18	42	4,16	174,52			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,27	20	24	25	34,00	
Tepelná ztráta infilrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ε	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infilrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,J} = \Phi_{p,J} + \Phi_{inf}$ [W]					34,00

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{RH,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} = 208,52$ W

Místnost 1.10 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	18,12	0,142	0,02	0,162	1,00	2,94
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,KS}$							6,18
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	17,60	0,204	0,02	0,224	0,61	2,39
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,NS}$							2,39
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.11	6,60	1,214	-0,11	-0,84		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							-0,84
$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{ij,24^\circ C} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,J}$							7,72
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
20	-18	38	7,72	293,27			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
45,76	-18	20	0,5	22,88
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infilrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	8,24
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$		$H_{V,J}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,J}$ [W]
22,88		7,78	38	295,61

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{RH,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} = 588,88$ W

Místnost 1.11 – Koupelna

Teplotná ztráta prostupem

Teplotné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	4,76	0,204	0,02	0,224	0,64	0,69
Celková měrná teplotná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T_{ke}}$							0,69
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Teplotné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.10	6,60	1,214	0,10	0,76		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.12	9,88	1,214	0,10	1,14		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.12	1,60	1,800	0,10	0,27		
Celková měrná teplotná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T_{II}}$							2,18
$f_{12} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{11,20^\circ C} = 0,10$							
Celková měrná teplotná ztráta prostupem H_{T_j}							2,87
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	H_{T_j}	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
24	-18	42	2,87	120,35			

Teplotná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová teplotná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
12,38	20	24	20	27,20	
Teplotná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová teplotná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_p + \Phi_{inf}$ [W]					27,20

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{RH,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 147,55 \text{ W}$

Místnost 1.12 – Pokoj

Teplotná ztráta prostupem

Teplotné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	10,93	0,142	0,02	0,162	1,00	1,77
OT1	Okno – izolační trojsklo	3,38	0,720	0,00	0,720	1,00	2,43
Celková měrná teplotná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T_{ke}}$							4,20
Teplotné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	16,99	0,204	0,02	0,224	0,61	2,30
Celková měrná teplotná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T_{ke}}$							2,30
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Teplotné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.03	1,95	0,500	0,13	0,13		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.03	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.11	9,88	1,214	-0,11	-1,26		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.11	1,60	1,800	-0,11	-0,30		
Celková měrná teplotná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T_{II}}$							-0,96
$f_{12} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{11,15^\circ C} = 0,13$; $f_{11,24^\circ C} = -0,11$							
Celková měrná teplotná ztráta prostupem H_{T_j}							5,54
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	H_{T_j}	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	5,54	210,51			

Teplotná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
44,17	-18	20	0,5	22,09
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	7,95
Výpočet teplotné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$		$H_{V,j}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová teplotná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]
22,09		7,51	38	285,36

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{RH,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 495,88 \text{ W}$

Místnost 1.13 – WC

Teplotná ztráta prostupem

Teplotné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	2,61	0,204	0,02	0,224	0,64	0,38
Celková měrná teplotná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,WP}$							0,38
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Teplotné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.15	4,88	0,500	-0,11	-0,26		
Celková měrná teplotná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							-0,26
$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{II,24°C} = -0,11$							
Celková měrná teplotná ztráta prostupem $H_{T,J}$							0,12
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$			
24	-18	42	0,12	[W]			
							5,01
Teplotná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)							
Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová teplotná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]			
6,79	20	20	15	0,00			
Teplotná ztráta infiltračí							
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltračí Φ_{inf} [W]		
0	1	0	1	0,00	0,00		
Návrhová teplotná ztráta větráním $\Phi_{V,J} = \Phi_p + \Phi_{inf}$ [W]							0,00
Celkový návrhový teplotný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} =$							5,01 W

Místnost 1.14 – Pokoj

Teplotná ztráta prostupem

Teplotné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	18,12	0,142	0,02	0,162	1,00	2,94
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
Celková měrná teplotná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,KS}$							6,18
Teplotné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	17,60	0,204	0,02	0,224	0,61	2,39
Celková měrná teplotná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,WP}$							2,39
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Celková měrná teplotná ztráta prostupem $H_{T,J}$							8,56
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
20	-18	38	8,56	325,34			

Teplotná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
45,76	-18	20	0,5	22,88
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltračí $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	8,24
Výpočet teplotné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{V,J}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová teplotná ztráta větráním $\Phi_{V,J}$ [W]
22,88		7,78	38	295,61
Celkový návrhový teplotný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} =$				620,95 W

Místnost 1.15 – Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	5,49	0,204	0,02	0,224	0,64	0,79
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,NS}$							0,79
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.13	4,88	0,500	0,10	0,23		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	7,93	1,063	0,21	1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.16	10,81	1,214	0,10	1,25		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.16	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							3,60
$f_{i2} = (\theta_{int,i} - \theta_e) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{i1,15^\circ C} = 0,21$; $f_{i1,20^\circ C} = 0,10$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,J}$							4,39
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
24	-18	42	4,39	184,27			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,27	20	24	25	34,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,J} = \Phi_{p,J} + \Phi_{inf}$ [W]					34,00
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} =$					218,27 W

Místnost 1.16 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	9,28	0,142	0,02	0,162	1,00	1,50
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							4,74
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	21,06	0,204	0,02	0,224	0,61	2,86
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,NS}$							2,86
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	3,46	1,063	0,13	0,48		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.03	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.15	10,81	1,214	-0,11	-1,38		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.15	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							-0,76
$f_{i2} = (\theta_{int,i} - \theta_e) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{i1,15^\circ C} = 0,13$; $f_{i1,24^\circ C} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,J}$							6,83
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
20	-18	38	6,83	259,69			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
54,76	-18	20	0,5	27,38
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	9,86
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$		$H_{V,J}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,J}$ [W]
27,38		9,31	38	353,72

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} =$ 613,41 W

Místnost 1.17 – Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	5,49	0,204	0,02	0,224	0,64	0,79
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,kg}$							0,79
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.19	4,68	0,500	0,10	0,22		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	7,93	1,063	0,21	1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.18	10,81	1,214	0,10	1,25		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.18	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							3,59
$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{ij,15^\circ C} = 0,21$; $f_{ij,20^\circ C} = 0,10$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,J}$							4,38
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
24	-18	42	4,38	183,88			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,27	20	24	25	34,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ε	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,J} = \Phi_{p,J} + \Phi_{inf}$ [W]				34,00	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} =$				217,88 W	

Místnost 1.18 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	9,28	0,142	0,02	0,162	1,00	1,50
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,kg}$							4,74
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	21,06	0,204	0,02	0,224	0,61	2,86
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,kg}$							2,86
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	3,46	1,063	0,13	0,48		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.03	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.17	10,81	1,214	-0,11	-1,38		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.17	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							-0,76
$f_{ij} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{ij,15^\circ C} = 0,13$; $f_{ij,24^\circ C} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,J}$							6,83
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
20	-18	38	6,83	259,69			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
54,76	-18	20	0,5	27,38
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zclonění e	Výškový korekční	Množství vzduchu
1	4,5	0,02	1	9,86
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$		$H_{V,J}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,J}$ [W]
27,38		9,31	38	353,72
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} =$				613,41 W

Místnost 1.19 – WC Ženy

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	10,80	0,204	0,02	0,224	0,61	1,46
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,NS}$							1,46
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.17	4,68	0,500	-0,11	-0,25		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	9,36	1,063	0,13	1,31		
SN2	Strop do m.č. 2.20	10,80	0,416	-0,11	-0,47		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							0,59
$f_{15} = (\theta_{int,i} - \theta) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{15\text{C}} = 0,13$; $f_{24\text{C}} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,J}$							2,05
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
20	-18	38	2,05	78,06			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
28,08	20	20	100	0,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel	Výškový korekční	$V_{int,i}$	Ztráta infiltrací
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,J} = \Phi_{p,J} + \Phi_{inf}$ [W]				0,00	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} =$				78,06 W	

Místnost 1.20 – Předstíň

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	5,46	0,204	0,02	0,224	0,61	0,74
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,NS}$							0,74
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.03	6,76	1,063	0,13	0,95		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							0,95
$f_{15} = (\theta_{int,i} - \theta) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{15\text{C}} = 0,13$; $f_{24\text{C}} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,J}$							1,69
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
20	-18	38	1,69	64,06			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,20	20	20	30	0,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,J} = \Phi_{p,J} + \Phi_{inf}$ [W]				0,00	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} =$				64,06 W	

Místnost 1.21 – WC Invalidé**Tepelná ztráta prostupem**

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	6,89	0,204	0,02	0,224	0,61	0,93
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ne}$							0,93
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							0,93
$\theta_{int,i}$		θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
20		-18	38	0,93	35,50		

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
17,91	20	20	50	0,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel	Výškový korekční	$V_{int,i}$	Ztráta infiltrací
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				0,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,U} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 35,50$ W

Místnost 1.22 – WC Muži**Tepelná ztráta prostupem**

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	12,53	0,142	0,02	0,162	1,00	2,03
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,25	0,720	0,00	0,720	1,00	0,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							2,93
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	14,40	0,204	0,02	0,224	0,61	1,95
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ne}$							1,95
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							4,88
$\theta_{int,i}$		θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
20		-18	38	4,88	185,52		

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
37,44	20	20	100	0,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel	Výškový korekční	$V_{int,i}$	Ztráta infiltrací
1	1	0,02	1	1,50	19,35
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				19,35	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,U} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 204,87$ W

Místnost 1.23 – Předstíň

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	5,51	0,142	0,02	0,162	1,00	0,89
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,25	0,720	0,00	0,720	1,00	0,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							1,79
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	5,46	0,204	0,02	0,224	0,61	0,74
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ku}$							0,74
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							2,53
$\theta_{int,i}$		θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
20		-18	38	2,53	96,25		

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,20	20	20	30	0,00	
Tepelná ztráta infiltrace					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrace Φ_{inf} [W]
1	1	0,02	1	0,57	7,34
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]					7,34

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{RH,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 103,59$ W

Místnost 1.24 – Úklidová místnost

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	2,20	0,142	0,02	0,162	1,00	0,36
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,25	0,720	0,00	0,720	1,00	0,90
P3	Strop pod balkónem	3,00	0,134	0,02	0,154	1,00	0,46
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							1,72
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	3,00	0,204	0,02	0,224	0,55	0,37
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ku}$							0,37
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.02	2,10	1,214	-0,15	-0,39		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.02	1,80	1,800	-0,15	-0,49		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.27	3,90	1,214	-0,27	-1,29		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-1,29
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{9,24,c} = -0,11$; $f_{9,24,c} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							0,79
$\theta_{int,i}$		θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
15		-18	33	0,79	26,19		

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
7,80	-18	15	0,5	3,90
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrace $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	1,40
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{int,i}$		$H_{V,j}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]
3,90		1,33	33	43,76

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{RH,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 69,95$ W

Místnost 1.25 – Sklad

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	4,18	0,204	0,02	0,224	0,55	0,51
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ku}$							0,51
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.02; 1.26	9,83	1,214	-0,15	-1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.27	0,65	1,214	-0,27	-0,22		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-2,02
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{ij,20^\circ C} = -0,15$; $f_{ij,24^\circ C} = -0,27$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							-1,51
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
15	-18	33	-1,51	-49,90			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
10,87	20	15	15	-25,50	
Tepelná ztráta infiltrace					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrace Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				-25,50	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = -75,40$ W

Místnost 1.26 – WC

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	1,69	0,204	0,02	0,224	0,61	0,23
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ku}$							0,23
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.25; 1.36	6,99	1,214	0,13	1,12		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.27; 1.28	2,60	1,214	-0,11	-0,33		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.28	2,79	1,214	-0,05	-0,18		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.28	1,60	1,800	-0,05	-0,15		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							0,45
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{ij,15^\circ C} = 0,13$; $f_{ij,22^\circ C} = -0,05$; $f_{ij,24^\circ C} = -0,11$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							0,68
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	0,68	25,99			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
4,39	22	20	20	-13,60	
Tepelná ztráta infiltrace					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrace Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				-13,60	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 12,39$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	2,60	0,142	0,02	0,162	1,00	0,42
P3	Strop pod balkónem	1,50	0,134	0,02	0,154	1,00	0,23
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							0,65
Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	1,90	0,204	0,02	0,224	0,61	0,26
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěného prostoru $H_{T,ku}$							0,26
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.24; 1.25	4,94	1,214	0,21	1,29		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.26	2,60	1,214	0,10	0,30		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.28	2,79	1,214	0,05	0,16		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.28	1,60	1,800	0,05	0,14		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							1,88
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{il,15^\circ C} = 0,10$; $f_{il,20^\circ C} = 0,10$; $f_{il,22^\circ C} = 0,05$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							2,79
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
24	-18	42	2,79	117,36			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
4,94	22	24	80	54,40	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				54,40	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 171,76 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	4,86	0,142	0,02	0,162	1,00	0,79
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,25	0,720	0,00	0,720	1,00	0,90
P3	Strop pod balkónem	3,53	0,134	0,02	0,154	1,00	0,54
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							2,23
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN1	Podlaha do m.č. -1.02	3,83	0,416	0,18	0,28		
SN3	Strop do m.č. 2.24	3,83	0,415	0,05	0,08		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.26	2,79	1,214	0,05	0,17		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.26	1,60	1,800	0,05	0,14		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.27	3,34	1,214	-0,05	-0,20		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.27	1,60	1,800	-0,05	-0,14		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.36	4,31	1,214	0,18	0,92		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.36	1,80	1,800	0,18	0,57		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							1,81
$f_{13} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$		$f_{ij,15^\circ C} = 0,18; f_{ij,20^\circ C} = 0,05; f_{ij,22^\circ C} = -0,05$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							4,04
$\theta_{int,j}$	θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
22	-18	40	4,04	161,55			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
22,85	20	22	100	68,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
1	1	0,02	1	0,91	12,43
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				80,43	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 241,98 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	4,86	0,142	0,02	0,162	1,00	0,79
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,25	0,720	0,00	0,720	1,00	0,90
P3	Strop pod balkónem	3,53	0,134	0,02	0,154	1,00	0,54
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							2,23
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
SN1	Podlaha do m.č. -1.02	4,09	0,416	0,18	0,30		
SN3	Strop do m.č. 2.24	4,09	0,415	0,05	0,08		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.30	2,79	1,214	0,05	0,17		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.30	1,60	1,800	0,05	0,14		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.31	3,34	1,214	-0,05	-0,20		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.31	1,60	1,800	-0,05	-0,14		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.36	4,31	1,214	0,18	0,92		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.36	1,80	1,800	0,18	0,57		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							1,83
$f_{i2} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_c)$		$f_{i1,15^\circ C} = 0,18; f_{i1,20^\circ C} = 0,05; f_{i1,22^\circ C} = -0,05$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							4,06
$\theta_{int,i}$	θ_c	$\theta_{int,i} - \theta_c$	$H_{T,j}$		Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
22	-18	40	4,06		162,52		

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
22,85	20	22	100	68,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
1	1	0,02	1	0,91	12,43
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				80,43	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 242,96$ W

Místnost 1.30 – WC

Teplotná ztráta prostupem

Teplotné ztráty z/do priestorů vytápěných na rozdílné teploty					
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$
SN1	Podlaha do m.č. -1.02	1,69	0,416	0,13	0,09
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.29	2,79	1,214	-0,05	-0,18
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.29	1,60	1,800	-0,05	-0,15
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.31	2,60	1,214	-0,11	-0,33
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.36	2,60	1,214	0,13	0,42
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$					-0,15
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$		$f_{ij,15^\circ C} = 0,13; f_{ij,24^\circ C} = -0,11$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$					-0,15
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]	
20	-18	38	-0,15	-5,87	

Teplotná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
4,39	22	20	20	-13,60	
Teplotná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				-13,60	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = -19,47$ W

Místnost 1.31 – Sprcha

Teplotná ztráta prostupem

Teplotné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	2,60	0,142	0,02	0,162	1,00	0,42
P3	Strop pod balkónem	1,50	0,134	0,02	0,154	1,00	0,23
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							0,65
Teplotné ztráty z/do priestorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN1	Podlaha do m.č. -1.02	1,90	0,416	0,21	0,17		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.29	3,14	1,214	0,05	0,18		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.29	1,80	1,800	0,05	0,15		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.30; 1.32	7,54	1,214	0,10	0,87		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$					1,38		
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$		$f_{ij,15^\circ C} = 0,21; f_{ij,20^\circ C} = 0,10; f_{ij,22^\circ C} = 0,05$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$					2,03		
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
24	-18	42	2,03	85,22			

Teplotná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
4,94	22	24	80	54,40	
Teplotná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				54,40	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 139,62$ W

Teplotná ztráta prostupem

Teplotné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	20,48	0,142	0,02	0,162	1,00	3,32
OT1	Okno – izolační trojsklo	2,50	0,720	0,00	0,720	1,00	1,80
P3	Strop pod balkónem	8,25	0,134	0,02	0,154	1,00	1,27
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							6,39
Teplotné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
SN1	Podlaha do m.č. -1.03	24,54	0,416	0,13	1,34		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.31	4,94	1,214	-0,11	-0,63		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.33; 1.36	12,19	1,214	0,13	1,95		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.33; 1.36	3,80	1,800	0,13	0,90		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							3,56
$f_{is} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$				$f_{i,15^\circ C} = 0,13; f_{i,24^\circ C} = -0,11$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							9,95
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	9,95	378,03			

Teplotná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
63,80	20	20	1250	0,00	
Teplotná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{so}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
2	1	0,02	1	2,55	32,97
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				32,97	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 411,00$ W

Teplotná ztráta prostupem

Teplotné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	4,94	0,142	0,02	0,162	1,00	0,80
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							0,80
Teplotné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
SN3	Strop do m.č. 2.25	4,38	0,415	-0,15	-0,28		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.32; 1.34	17,44	1,214	-0,15	-3,21		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.32	1,80	1,800	-0,15	-0,49		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-3,97
$f_{is} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$				$f_{i,20^\circ C} = -0,15$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							-3,17
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
15	-18	33	-3,17	-104,74			

Teplotná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
11,39	20	15	15	-25,50	
Teplotná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{so}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				-25,50	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = -130,24$ W

Místnost 1.34 – Restaurace

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	35,40	0,142	0,02	0,162	1,00	5,74
OT1	Okno – izolační trojsklo	22,50	0,720	0,00	0,720	1,00	16,20
P3	Strop pod balkónem	17,28	0,134	0,02	0,154	1,00	2,66
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							24,60
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN1	Podlaha do m.č. -1.03; -1.04	58,63	0,416	0,13	3,21		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.35	26,91	0,500	0,13	1,77		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 1.01	7,05	1,063	0,13	0,99		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.33	7,15	1,214	0,13	1,14		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							7,11
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_e) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$		$f_{II,15^\circ C} = 0,13; f_{II,24^\circ C} = -0,11$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,J}$							31,70
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
20	-18	38	31,70	1204,73			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
152,44	20	20	1500	0,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční čísel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
5	1	0,02	1	6,10	78,78
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,J} = \Phi_{p,J} + \Phi_{inf}$ [W]				78,78	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,I,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} = 1283,51$ W

Místnost 1.35 – Schodiště

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 1.02; 1.34	29,15	0,500	-0,15	-2,21		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.02	4,00	1,800	-0,15	-1,09		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,II}$							-3,30
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_e) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$		$f_{II,20^\circ C} = -0,15$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,J}$							-3,30
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,J}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,J}$ [W]			
15	-12	27	-3,30	-89,08			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
51,40	20	15	80	-136,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční čísel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,J} = \Phi_{p,J} + \Phi_{inf}$ [W]				-136,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,I,J} = \Phi_{T,J} + \Phi_{V,J} + \Phi_{RH} = -225,08$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty do nevytápěného prostoru							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
ST2	Podlaha do m.č. -1.06	4,58	0,204	0,02	0,224	0,55	0,56
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							0,56
$b_u = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$							
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
SN3	Strop do m.č. 2.23; 2.24	13,69	0,415	-0,15	-0,86		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.02; 1.26; 1.30; 1.32	17,19	1,214	-0,15	-3,16		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.02; 1.32	4,00	1,800	-0,15	-1,09		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 1.28; 1.29	8,62	1,214	-0,21	-2,22		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.28; 1.29	3,60	1,800	-0,21	-1,37		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,jl}$							-8,71
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$ $f_{ij,20-c} = -0,15$; $f_{ij,22-c} = -0,21$							
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							-8,15
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
15	-18	33	-8,15	-268,90			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
36,27	20	15	80	-136,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				-136,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = -404,90$ W

Druhé nadzemní podlaží

Místnost 2.01 – Schodiště

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střechou	19,77	0,144	0,02	0,164	1,00	3,24
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							3,24
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.04; 2.23	8,14	0,500	-0,15	-0,62		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.24; 2.25	24,08	0,500	-0,15	-1,82		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 1.02	4,00	1,800	-0,15	-1,09		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-3,53
$f_{is} = (\theta_{int,i} - \theta_e) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$				$f_{ij,20°C} = -0,15$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							-0,29
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
15	-12	27	-0,29	-7,81			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
51,40	20	15	80	-136,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				-136,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = -143,81$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střešou	35,19	0,144	0,02	0,164	1,00	5,77
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							5,77
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.13	1,95	0,500	-0,15	-0,15		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.13	2,00	1,800	-0,15	-0,55		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02; 2.04; 2.06; 2.08	15,92	1,063	-0,15	-2,56		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.02; 2.04; 2.06; 2.08	8,00	1,800	-0,15	-2,18		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.16; 2.18; 2.20; 2.22	15,92	1,063	-0,15	-2,56		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.16; 2.18; 2.20; 2.22	8,00	1,800	-0,15	-2,18		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.03; 2.05; 2.07; 2.09	32,37	1,063	-0,27	-9,38		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.15; 2.17; 2.19; 2.21	32,37	1,063	-0,27	-9,38		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$							-28,95
$f_{is} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$				$f_{ij,20^\circ C} = -0,15; f_{ij,24^\circ C} = -0,27$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							-23,18
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$		Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
15	-18	33	-23,18		-765,03		

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
91,49	20	15	140	-238,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatečení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				-238,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = -1003,03$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střechou	5,49	0,144	0,02	0,164	1,00	0,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							0,90
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
SN2	Podlaha do m.č. 1.02	5,49	0,416	0,10	0,22		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.05	4,68	0,500	0,10	0,22		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	7,93	1,063	0,21	1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.04	10,81	1,214	0,10	1,25		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.04	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							3,81
$f_{15} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$		$f_{ij,15^\circ C} = 0,21; f_{ij,20^\circ C} = 0,10$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							4,71
$\theta_{int,j}$	θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
24	-18	42	4,71	197,63			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,27	20	24	25	34,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				34,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 231,63 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	9,28	0,142	0,02	0,162	1,00	1,50
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
ST1	Strop pod střešou	21,06	0,144	0,02	0,164	1,00	3,45
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,le}$							8,20
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
SN3	Podlaha do m.č. 1.01	3,76	0,415	0,13	0,21		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.01	3,25	0,500	0,13	0,21		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	3,46	1,063	0,13	0,48		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.02	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.03	10,81	1,214	-0,11	-1,38		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.03	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-0,35
$f_{1a} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$		$f_{0,15^\circ C} = 0,13; f_{0,24^\circ C} = -0,11$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							7,85
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	7,85	298,35			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$		Hygienické požadavky	
	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]				
54,76	-18		20		0,5	27,38
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ		Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)	
1	4,5	0,02	1		9,86	
Výpočet tepelné ztráty větráním						
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{v,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_e$		Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,j}$ [W]	
27,38		9,31	38		353,72	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{v,j} + \Phi_{RH} = 652,07 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	19,73	0,142	0,02	0,162	1,00	3,20
OT1	Okno – izolační trojsklo	5,63	0,720	0,00	0,720	1,00	4,05
ST1	Strop pod střešou	36,26	0,144	0,02	0,164	1,00	5,95
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							13,19
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.03	4,68	0,500	-0,11	-0,25		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	5,54	1,063	0,13	0,77		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.02	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.06	13,28	1,214	-0,11	-1,70		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.06	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$							-1,04
$f_{12} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$		$f_{11,15^\circ C} = 0,13; f_{11,24^\circ C} = -0,11$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							12,16
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	12,16	461,94			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$		Hygienické požadavky	
	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]				
94,28	-18		20		0,5	47,14
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ		Množství vzduchu infiltrace $V_{int,i}$ (m ³ /h)	
1	4,5	0,02	1		16,97	
Výpočet tepelné ztráty větráním						
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{v,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_e$		Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,j}$ [W]	
47,14		16,03	38		609,02	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{v,j} + \Phi_{RH} = 1070,96 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střechem	8,25	0,144	0,02	0,164	1,00	1,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							1,35
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.07	1,43	0,500	0,10	0,07		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	8,58	1,063	0,21	1,95		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.05	13,28	1,214	0,10	1,54		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.05	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							3,87
$f_{iz} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$				$f_{ij,15^\circ C} = 0,21; f_{ij,20^\circ C} = 0,10$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							5,22
$\theta_{int,j}$		θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
24		-18	42	5,22	219,22		

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
21,45	20	24	40	54,40	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ε	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				54,40	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 273,62$ W

Místnost 2.07 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	9,28	0,142	0,02	0,162	1,00	1,50
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
ST1	Strop pod střechem	21,06	0,144	0,02	0,164	1,00	3,45
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							8,20
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.06	1,43	0,500	-0,11	-0,08		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	3,46	1,063	0,13	0,48		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.02	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.08	10,81	1,214	-0,11	-1,38		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.08	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-0,84
$f_{iz} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$				$f_{ij,15^\circ C} = 0,13; f_{ij,24^\circ C} = -0,11$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							7,36
$\theta_{int,j}$		θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
20		-18	38	7,36	279,57		

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_c	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
54,76	-18	20	0,5	27,38
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	9,86
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{V,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_c$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]
27,38		9,31	38	353,72

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 633,29$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střechem	5,49	0,144	0,02	0,164	1,00	0,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							0,90
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	7,93	1,063	0,21	1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.07	10,81	1,214	0,10	1,25		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.07	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$							3,36
$f_{12} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$		$f_{ij,15\text{ }^\circ\text{C}} = 0,21; f_{ij,20\text{ }^\circ\text{C}} = 0,10$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							4,27
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$		Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
24	-18	42	4,27		179,13		

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,27	20	24	25	34,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				34,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 213,13 \text{ W}$

Místnost 2.09 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	9,28	0,142	0,02	0,162	1,00	1,50
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
ST1	Strop pod střechem	21,06	0,144	0,02	0,164	1,00	3,45
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							8,20
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	3,46	1,063	0,13	0,48		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.02	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.10	10,81	1,214	-0,11	-1,38		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.10	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$							-0,76
$f_{12} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$		$f_{ij,15\text{ }^\circ\text{C}} = 0,13; f_{ij,24\text{ }^\circ\text{C}} = -0,11$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							7,43
$\theta_{int,j}$	θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$		Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
20	-18	38	7,43		282,43		

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
54,76	-18	20	0,5	27,38
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	9,86
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{v,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]
27,38		9,31	38	353,72

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 636,15 \text{ W}$

Místnost 2.10 – Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střešou	5,49	0,144	0,02	0,164	1,00	0,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							0,90
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	7,93	1,063	0,21	1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.09	10,81	1,214	0,10	1,25		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.09	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							3,36
$f_{i2} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_c)$		$f_{ij,15^\circ C} = 0,21; f_{ij,20^\circ C} = 0,10$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							4,27
$\theta_{int,i}$	θ_c	$\theta_{int,i} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
24	-18	42	4,27	179,13			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,27	20	24	25	34,00	
Tepelná ztráta infilrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{so}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infilrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				34,00	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} =$				213,13 W	

Místnost 2.11 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	18,12	0,142	0,02	0,162	1,00	2,94
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
ST1	Strop pod střešou	17,60	0,144	0,02	0,164	1,00	2,89
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							9,06
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.12	6,60	1,214	-0,11	-0,84		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-0,84
$f_{i2} = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_c)$		$f_{ij,24^\circ C} = -0,11$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							8,22
$\theta_{int,i}$	θ_c	$\theta_{int,i} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	8,22	312,28			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_c	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
45,76	-18	20	0,5	22,88
Počet nechráněných otvorů	n_{so}	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infilrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	8,24
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{V,j}$	$\theta_{int,i} - \theta_c$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]
22,88		7,78	38	295,61

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 607,89$ W

Místnost 2.12 – Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střešou	4,76	0,144	0,02	0,164	1,00	0,78
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							0,78
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.11	6,60	1,214	0,10	0,76		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.13	9,88	1,214	0,10	1,14		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.13	1,60	1,800	0,10	0,27		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							2,18
$f_{is} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$				$f_{ij,20\text{ }^\circ\text{C}} = 0,10$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							2,96
$\theta_{int,i}$		θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$		Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]	
24		-18	42	2,96		124,35	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
12,38	20	24	20	27,20	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				27,20	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH}$				151,55 W	

Místnost 2.13 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	10,93	0,142	0,02	0,162	1,00	1,77
OT1	Okno – izolační trojsklo	3,38	0,720	0,00	0,720	1,00	2,43
ST1	Strop pod střešou	16,99	0,144	0,02	0,164	1,00	2,79
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							6,99
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.02	1,95	0,500	0,13	0,13		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.02	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.12	9,88	1,214	-0,11	-1,26		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.12	1,60	1,800	-0,11	-0,30		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-0,96
$f_{is} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$				$f_{ij,15\text{ }^\circ\text{C}} = 0,13; f_{ij,24\text{ }^\circ\text{C}} = -0,11$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							6,02
$\theta_{int,i}$		θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$		Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]	
20		-18	38	6,02		228,86	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$		Hygienické požadavky	
	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
44,17	-18	20	0,5	22,09	0,5	22,09
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)		
1	4,5	0,02	1	7,95		
Výpočet tepelné ztráty větráním						
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{V,j}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$		Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	
22,09		7,51	38		285,36	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 514,23 \text{ W}$

Místnost 2.14 – WC

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střešou	2,56	0,144	0,02	0,164	1,00	0,42
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							0,42
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.16	4,88	0,500	-0,11	-0,26		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$							-0,26
$f_{is} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$				$f_{ij,24\text{C}} = -0,11$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							0,16
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	0,16	6,20			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
6,66	20	20	15	0,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				0,00	
Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} =$				6,20 W	

Místnost 2.15 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	18,12	0,142	0,02	0,162	1,00	2,94
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
ST1	Strop pod střešou	17,60	0,144	0,02	0,164	1,00	2,89
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							9,06
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							9,06
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	9,06	344,35			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
45,76	-18	20	0,5	22,88
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	8,24
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{V,j}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]
22,88		7,78	38	295,61

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 639,96$ W

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střechem	5,49	0,144	0,02	0,164	1,00	0,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							0,90
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.14	4,78	0,500	0,10	0,23		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	7,93	1,063	0,21	1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.17	10,81	1,214	0,10	1,25		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.17	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							3,59
$f_{iz} = (\theta_{int,j} - \theta_i) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$				$f_{ij,15^{\circ}C} = 0,21; f_{ij,20^{\circ}C} = 0,10$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							4,49
$\theta_{int,j}$	θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
24	-18	42	4,49	188,70			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,27	20	24	25	34,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zatloučení e	Výškový korekční činitel ε	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				34,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 222,70 \text{ W}$

Místnost 2.17 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	9,28	0,142	0,02	0,162	1,00	1,50
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
ST1	Strop pod střešou	21,06	0,144	0,02	0,164	1,00	3,45
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,le}$							8,20
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	3,46	1,063	0,13	0,48		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.02	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.16	10,81	1,214	-0,11	-1,38		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.16	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-0,76
$f_{iz} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_c)$		$f_{i,15^{\circ}C} = 0,13; f_{i,24^{\circ}C} = -0,11$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							7,43
$\theta_{int,i}$	θ_c	$\theta_{int,i} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	7,43	282,43			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_c		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$		Hygienické požadavky	
	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]				
54,76	-18		20		0,5	27,38
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)		
1	4,5	0,02	1	9,86		
Výpočet tepelné ztráty větráním						
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_c$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]		
27,38		9,31	38	353,72		

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{v,i} + \Phi_{RH} = 636,15 \text{ W}$

Místnost 2.18 – Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střešou	5,49	0,144	0,02	0,164	1,00	0,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,le}$							0,90
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	7,93	1,063	0,21	1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.19	10,81	1,214	0,10	1,25		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.19	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							3,36
$f_{iz} = (\theta_{int,i} - \theta_i) / (\theta_{int,i} - \theta_c)$		$f_{i,15^{\circ}C} = 0,21; f_{i,20^{\circ}C} = 0,10$					
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							4,27
$\theta_{int,i}$	θ_c	$\theta_{int,i} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
24	-18	42	4,27	179,13			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,27	20	24	25	34,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i} = \Phi_{p,i} + \Phi_{inf}$ [W]				34,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{v,i} + \Phi_{RH} = 213,13 \text{ W}$

Místnost 2.19 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	9,28	0,142	0,02	0,162	1,00	1,50
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
ST1	Strop pod střešou	21,06	0,144	0,02	0,164	1,00	3,45
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							8,20
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.20	1,43	0,500	-0,11	-0,08		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	3,46	1,063	0,13	0,48		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.02	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.18	10,81	1,214	-0,11	-1,38		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.18	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$							-0,84
$f_{iz} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$				$f_{ij,15^\circ C} = 0,13; f_{ij,24^\circ C} = -0,11$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							7,36
$\theta_{int,j}$		θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
20		-18	38	7,36	279,57		

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_c		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$		Hygienické požadavky	
	n_{50}	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]	
54,76	-18	20	0,5	27,38		
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)		
1	4,5	0,02	1	9,86		
Výpočet tepelné ztráty větráním						
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{V,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_c$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]		
27,38		9,31	38	353,72		

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 633,29 \text{ W}$

Místnost 2.20 – Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střešou	8,25	0,144	0,02	0,164	1,00	1,35
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							1,35
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.19	1,43	0,500	0,10	0,07		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	8,58	1,063	0,21	1,95		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.21	13,28	1,214	0,10	1,54		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.21	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$							3,87
$f_{iz} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$				$f_{ij,15^\circ C} = 0,21; f_{ij,20^\circ C} = 0,10$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							5,22
$\theta_{int,j}$		θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
24		-18	42	5,22	219,22		

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
21,45	20	24	40	54,40	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				54,40	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 273,62 \text{ W}$

Místnost 2.21 – Pokoj

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	19,73	0,142	0,02	0,162	1,00	3,20
OT1	Okno – izolační trojsklo	5,63	0,720	0,00	0,720	1,00	4,05
ST1	Strop pod střešou	36,26	0,144	0,02	0,164	1,00	5,95
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							13,19
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.22	4,68	0,500	-0,11	-0,25		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	5,54	1,063	0,13	0,77		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.02	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.20	13,28	1,214	-0,11	-1,70		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.20	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-1,04
$f_{iz} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$				$f_{ij,15^\circ C} = 0,13; f_{ij,24^\circ C} = -0,11$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							12,16
$\theta_{int,j}$		θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$		Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]	
20		-18	38	12,16		461,94	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_c	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$		Hygienické požadavky	
		n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]		
94,28	-18	20	0,5	47,14	
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrace $V_{int,i}$ (m ³ /h)	
1	4,5	0,02	1	16,97	
Výpočet tepelné ztráty větráním					
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{V,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_c$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	
47,14		16,03	38	609,02	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 1070,96 \text{ W}$

Místnost 2.22 – Koupelna

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
ST1	Strop pod střešou	5,49	0,144	0,02	0,164	1,00	0,90
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							0,90
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
SN2	Podlaha do m.č. 1.02	5,49	0,416	0,10	0,22		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.21	4,68	0,500	0,10	0,22		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	7,93	1,063	0,21	1,81		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.23	10,81	1,214	0,10	1,25		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.23	1,80	1,800	0,10	0,31		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							3,81
$f_{iz} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$				$f_{ij,15^\circ C} = 0,21; f_{ij,20^\circ C} = 0,10$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							4,71
$\theta_{int,j}$		θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$		Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]	
24		-18	42	4,71		197,63	

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání (odvod)

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Návrhová tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
14,27	20	24	25	34,00	
Tepelná ztráta infiltrace					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrace Φ_{inf} [W]
0	1	0	1	0,00	0,00
Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				34,00	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 231,63 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	9,28	0,142	0,02	0,162	1,00	1,50
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
ST1	Strop pod střešou	21,06	0,144	0,02	0,164	1,00	3,45
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							8,20
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
SN3	Podlaha do m.č. 1.25; 1.36	7,61	0,415	0,13	0,42		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.01	3,25	0,500	0,13	0,21		
S6	Vnitřní stěna do m.č. 2.02	3,46	1,063	0,13	0,48		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.02	2,00	1,800	0,13	0,47		
S7	Vnitřní stěna do m.č. 2.22	10,81	1,214	-0,11	-1,38		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.22	1,80	1,800	-0,11	-0,34		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$							-0,14
$f_{15} = (\theta_{int,j} - \theta_e) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$				$f_{15,C} = 0,13; f_{15,C} = -0,11$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							8,06
$\theta_{int,j}$		θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
20		-18	38	8,06	306,34		

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_c		Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$		Hygienické požadavky	
	n [h ⁻¹]	$V_{min,j}$ [m ³ /h]				
54,76	-18		20		0,5	27,38
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ		Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)	
1	4,5	0,02	1		9,86	
Výpočet tepelné ztráty větráním						
max. z $V_{min,j}, V_{int,i}$		$H_{V,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_c$		Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	
27,38		9,31	38		353,72	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 660,06 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	10,58	0,142	0,02	0,162	1,00	1,71
OT1	Okno – izolační trojsklo	4,50	0,720	0,00	0,720	1,00	3,24
ST1	Strop pod střešou	19,70	0,144	0,02	0,164	1,00	3,23
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							8,18
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$		
SN3	Podlaha do m.č. 1.28; 1.29	7,92	0,415	-0,05	-0,17		
SN3	Podlaha do m.č. 1.36	8,72	0,415	0,13	0,48		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.01	13,08	0,500	0,13	0,86		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.01	2,00	1,800	0,13	0,47		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ij}$							1,64
$f_{1a} = (\theta_{int,j} - \theta_j) / (\theta_{int,j} - \theta_c)$				$f_{ij,15^{\circ}C} = 0,13; f_{ij,22^{\circ}C} = -0,05$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							9,82
$\theta_{int,j}$	θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$		Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]		
20	-18	38	9,82		373,24		

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota θ_c	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
51,22	-18	20	0,5	25,61
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	9,22
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$		$H_{v,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_c$	Navrhovaná tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,j}$ [W]
25,61		8,71	38	330,88

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{v,j} + \Phi_{RH} = 704,12 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
S1	Obvodová stěna	48,92	0,142	0,02	0,162	1,00	7,93
OT1	Okno – izolační trojsklo	27,00	0,720	0,00	0,720	1,00	19,44
ST1	Strop pod střechou	88,46	0,144	0,02	0,164	1,00	14,51
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							41,87
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S5	Vnitřní nosná stěna do m.č. 2.01	27,25	0,500	0,13	1,79		
DN1	Vnitřní dveře do m.č. 2.01	2,00	1,800	0,13	0,47		
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							2,27
$f_{12} = (\theta_{int,1} - \theta_1) / (\theta_{int,1} - \theta_c)$				$f_{12,15^\circ C} = 0,13; f_{12,24^\circ C} = -0,11$			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							44,14
$\theta_{int,j}$	θ_c	$\theta_{int,j} - \theta_c$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20	-18	38	44,14	1677,28			

Tepelná ztráta větráním - nucené větrání

Objem místnosti V [m ³]	Teplota přiváděného vzduchu θ_p	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	V_p [m ³ /h]	Navrhovaná tepelná ztráta přívodem vzduchu Φ_p [W]	
230,00	8,60	20	750	2907,00	
Tepelná ztráta infiltrací					
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Součinitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	$V_{int,i}$ (m ³ /h)	Ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]
4	1	0,02	1	9,20	118,86
Navrhovaná tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j} = \Phi_{p,j} + \Phi_{inf}$ [W]				3025,86	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 4703,14 \text{ W}$

3.3 Přehled tepelných ztrát jednotlivých místností

Podzemní podlaží – 1.S						
Č.m.	Účel místnosti	Způsob větrání místnosti	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	Tepelná ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]	Celkový tepelný výkon místnosti $\Phi_{HL,j}$ [W]
-1.01	Schodiště	Nucené větrání	52,36	-136,00	0,00	-84
-1.02	Strojovna VZT	Přirozené větrání	495,94	613,79	–	1 110
-1.03	Technická místnost	Přirozené větrání	692,15	1245,07	–	1 937
-1.04	Sklad pelet	Přirozené větrání	–	–	–	0
-1.05	Prádelna	Přirozené větrání	684,27	729,17	–	1 413
-1.06	Hromadná garáž	Nucené větrání	–	–	–	0

První nadzemní podlaží – 1.NP						
Č.m.	Účel místnosti	Způsob větrání místnosti	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	Tepelná ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]	Celkový tepelný výkon místnosti $\Phi_{H,j}$ [W]
1.01	Závětrí	Přirozené větrání	201,87	209,45	–	411
1.02	Recepce	Nucené větrání	529,80	0,00	70,15	600
1.03	Chodba	Nucené větrání	-606,47	-136,00	0,00	-742
1.04	Koupelna	Nucené větrání	221,64	54,40	0,00	276
1.05	Pokoj	Přirozené větrání	415,73	601,30	–	1 017
1.06	Pokoj	Přirozené větrání	256,93	353,72	–	611
1.07	Koupelna	Nucené větrání	168,09	34,00	0,00	202
1.08	Pokoj	Přirozené větrání	259,69	353,72	–	613
1.09	Koupelna	Nucené větrání	174,52	34,00	0,00	209
1.10	Pokoj	Přirozené větrání	293,27	295,61	–	589
1.11	Koupelna	Nucené větrání	120,35	27,20	0,00	148
1.12	Obývací pokoj	Přirozené větrání	210,51	285,36	–	496
1.13	WC	Nucené větrání	5,01	0,00	0,00	5
1.14	Pokoj	Přirozené větrání	325,34	295,61	–	621
1.15	Koupelna	Nucené větrání	184,27	34,00	0,00	218
1.16	Pokoj	Přirozené větrání	259,69	353,72	–	613
1.17	Koupelna	Nucené větrání	183,88	34,00	0,00	218
1.18	Pokoj	Přirozené větrání	259,69	353,72	–	613
1.19	WC Ženy	Nucené větrání	78,06	0,00	0,00	78
1.20	Předsíň	Nucené větrání	64,06	0,00	0,00	64
1.21	WC Invalidé	Nucené větrání	35,50	0,00	0,00	35
1.22	WC Muži	Nucené větrání	185,52	0,00	19,35	205
1.23	Předsíň	Nucené větrání	96,25	0,00	7,34	104
1.24	Úklidová místnost	Přirozené větrání	26,19	43,76	–	70
1.25	Sklad	Nucené větrání	-49,90	-25,50	0,00	-75
1.26	WC	Nucené větrání	25,99	-13,60	0,00	12
1.27	Sprcha	Nucené větrání	117,36	54,40	0,00	172
1.28	Šatna muži	Nucené větrání	161,55	68,00	12,43	242
1.29	Šatna ženy	Nucené větrání	162,52	68,00	12,43	243
1.30	WC	Nucené větrání	-5,87	-13,60	0,00	-19
1.31	Sprcha	Nucené větrání	85,22	54,40	0,00	140
1.32	Kuchyň	Nucené větrání	378,03	0,00	32,97	411
1.33	Sklad	Nucené větrání	-104,74	-25,50	0,00	-130
1.34	Restaurace	Nucené větrání	1204,73	0,00	78,78	1 284
1.35	Schodiště	Nucené větrání	-89,08	-136,00	0,00	-225
1.36	Chodba	Nucené větrání	-268,90	-136,00	0,00	-405

Druhé nadzemní podlaží – 2.NP						
Č.m.	Účel místnosti	Způsob větrání místnosti	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	Tepelná ztráta infiltrací Φ_{inf} [W]	Celkový tepelný výkon místnosti $\Phi_{H,j}$ [W]
2.01	Schodiště	Nucené větrání	-7,81	-136,00	0,00	-144
2.02	Chodba	Nucené větrání	-765,03	-238,00	0,00	-1 003
2.03	Koupelna	Nucené větrání	197,63	34,00	0,00	232
2.04	Pokoj	Přirozené větrání	298,35	353,72	–	652
2.05	Pokoj	Přirozené větrání	461,94	609,02	–	1 071
2.06	Koupelna	Nucené větrání	219,22	54,40	0,00	274
2.07	Pokoj	Přirozené větrání	279,57	353,72	–	633
2.08	Koupelna	Nucené větrání	179,13	34,00	0,00	213
2.09	Pokoj	Přirozené větrání	282,43	353,72	–	636
2.10	Koupelna	Nucené větrání	179,13	34,00	0,00	213
2.11	Pokoj	Přirozené větrání	312,28	295,61	–	608
2.12	Koupelna	Nucené větrání	124,35	27,20	0,00	152
2.13	Obývací pokoj	Přirozené větrání	228,86	285,36	–	514
2.14	WC	Nucené větrání	6,20	0,00	0,00	6
2.15	Pokoj	Přirozené větrání	344,35	295,61	–	640
2.16	Koupelna	Nucené větrání	188,70	34,00	0,00	223
2.17	Pokoj	Přirozené větrání	282,43	353,72	–	636
2.18	Koupelna	Nucené větrání	179,13	34,00	0,00	213
2.19	Pokoj	Přirozené větrání	279,57	353,72	–	633
2.20	Koupelna	Nucené větrání	219,22	54,40	0,00	274
2.21	Pokoj	Přirozené větrání	461,94	609,02	–	1 071
2.22	Koupelna	Nucené větrání	197,63	34,00	0,00	232
2.23	Pokoj	Přirozené větrání	306,34	353,72	–	660
2.24	Místnost pro zaměstnance	Přirozené větrání	373,24	330,88	–	704
2.25	Konferenční místnost	Nucené větrání	1677,28	2907,00	118,86	4 703
Celkový tepelný výkon místností [W]						30 089

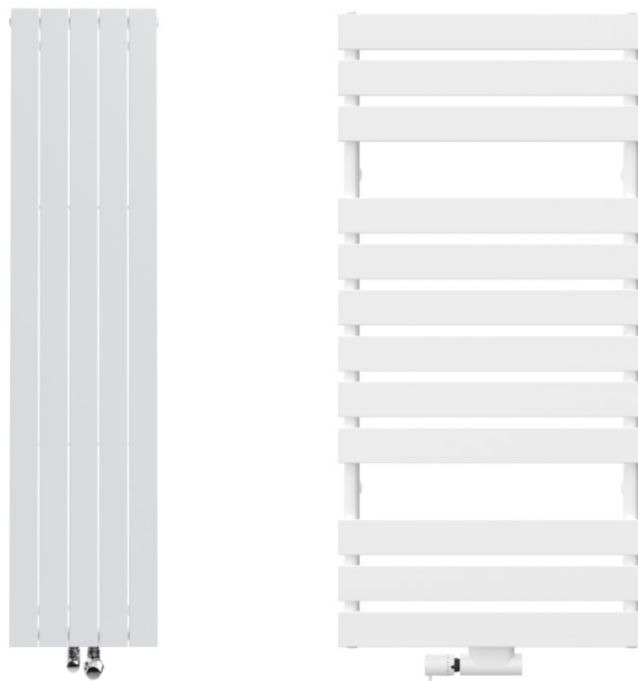
4. Návrh otopných ploch

Veškeré otopné plochy budú tvořeny deskovými otopnými tělesy od české firmy KORADO. V ubytovací a veřejné části penzionu navrhuji designová otopná tělesa KORATHERM VERTIKAL-M se svisle orientovanými profily a spodním středovým připojením rozvodů topného systému. Výjimku představují pouze koupelny jednotlivých pokojů, sprchy v šatnách zaměstnanců a suterénní místnosti. V prostorách koupelen a sprch jsou navržena designová otopná tělesa KORATHERM AQUAPANEL s vodorovně orientovanými panely a spodním středovým připojením rozvodů. V suterénu objektu jsou navržena tělesa typu RADIK, která umožňují pravé či levé spodní připojení. Všechna desková tělesa budou osazena termostatickou hlavici. Hydraulické vyregulování těles bude provedeno pomocí připojovací HM armatury, taktéž od výrobce KORADO.

Výpočet skutečného výkonu otopných těles

$$Q_{\text{skut}} = Q \cdot \varphi \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \text{ [W]}$$

kde:	Q	výkon tělesa pro dané návrhové podmínky [W]
	φ	součinitel způsobu připojení těles [-]
	z_1	součinitel zohledňující okolí tělesa [-]
	z_2	součinitel počtu článků (u deskových těles $z_2 = 1$) [-]
	z_3	součinitel umístění tělesa v místnosti [-]



Obr. 28 Deskové otopné těleso KORATHERM VERTIKAL-M a KORATHERM AQUAPANEL [25]

4.1 Přehled navržených deskových otopných těles

Č.m.	Název místnosti	t _i [°C]	Tepelná ztráta místnost Q _{HLI} [W]	Typ otopného tělesa	Výkon OT [W]		Počet OT [ks]	z1	z2	z3	ϕ	Skutečný výkon OT Q _{tskut} [W]
					75/65	60/50						
-1.01	Schodiště	15	-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-1.02	Strojovna VZT	15	1 110	RADIK VKL 700/1400	1808	1190	1	1	1	1	1	1190
-1.03	Kotelna	15	1 937	RADIK VK 700/1200	1549	1020	2	1	1	1	1	2040
-1.04	Sklad pelet	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-1.05	Prádelna	20	1 413	RADIK VKL 900/1400	2456	1513	1	1	1	1	1	1513
-1.06	Hromadná garáž	-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01	Závěťří	15	411	KORATHERM VERTIKAL-M - 600/884	741	495	1	1	1	0,9	1	446
1.02	Recepce	20	600	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,9	1	620
1.03	Chodba	15	-742	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.04	Koupelna	24	276	KORATHERM AQUAPANEL - 970/600	524	326	1	1	1	1	1	326
1.05	Pokoj	20	1 017	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/884	1884	1185	1	1	1	0,95	1	1126
1.06	Pokoj	20	611	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
1.07	Koupelna	24	202	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
1.08	Pokoj	20	613	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
1.09	Koupelna	24	209	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
1.10	Pokoj	20	589	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
1.11	Koupelna	24	148	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
1.12	Obývací pokoj	20	496	KORATHERM VERTIKAL-M - 1600/514	977	615	1	1	1	0,95	1	584
1.13	WC	20	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.14	Pokoj	20	621	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
1.15	Koupelna	24	218	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
1.16	Pokoj	20	613	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
1.17	Koupelna	24	218	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
1.18	Pokoj	20	613	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
1.19	WC Ženy	20	78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.20	Předsíň	20	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.21	WC Invalidé	20	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.22	WC Muži	20	205	KORATHERM VERTIKAL-M - 500/662	414	264	1	1	1	1	1	264
1.23	Předsíň	20	104	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.24	Úklidová místnost	15	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.25	Sklad	15	-75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.26	WC	20	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.27	Sprcha	24	172	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
1.28	Šatna muži	22	242	KORATHERM VERTIKAL-M - 500/662	414	264	1	1	1	0,95	1	251
1.29	Šatna ženy	22	243	KORATHERM VERTIKAL-M - 500/662	414	264	1	1	1	0,95	1	251
1.30	WC	20	-19	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Č.m.	Název místnosti	t _i [°C]	Tepelná ztráta místnost Q _{HL,i} [W]	Typ otopného tělesa	Výkon OT [W]	Výkon OT [W]	Počet OT [ks]	z1	z2	z3	q	Skutečný výkon OT Q _{skut} [W]
					75/65	60/50						
1.31	Sprcha	24	140	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
1.32	Kuchyň	20	411	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/366	780	491	1	1	1	0,9	1	442
1.33	Sklad	15	-130	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.34	Restaurace	20	1 284	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/366	695	490	4	0,9	1	0,95	1	1676
1.35	Schodiště	15	-225	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.36	Chodba	15	-405	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.01	Schodiště	15	-144	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.02	Chodba	15	-1 003	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.03	Koupelna	24	232	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
2.04	Pokoj	20	652	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
2.05	Pokoj	20	1 071	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/884	1884	1185	1	1	1	0,95	1	1126
2.06	Koupelna	24	274	KORATHERM AQUAPANEL - 970/600	524	326	1	1	1	1	1	326
2.07	Pokoj	20	633	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
2.08	Koupelna	24	213	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
2.09	Pokoj	20	636	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
2.10	Koupelna	24	213	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
2.11	Pokoj	20	608	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
2.12	Koupelna	24	152	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
2.13	Obývací pokoj	20	514	KORATHERM VERTIKAL-M - 1600/514	977	615	1	1	1	0,95	1	584
2.14	WC	20	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.15	Pokoj	20	640	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
2.16	Koupelna	24	223	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
2.17	Pokoj	20	636	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
2.18	Koupelna	24	213	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
2.19	Pokoj	20	633	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/514	1095	689	1	1	1	0,95	1	655
2.20	Koupelna	24	274	KORATHERM AQUAPANEL - 970/600	524	326	1	1	1	1	1	326
2.21	Pokoj	20	1 071	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/884	1884	1185	1	1	1	0,95	1	1126
2.22	Koupelna	24	232	KORATHERM AQUAPANEL - 970/500	444	277	1	1	1	1	1	277
2.23	Pokoj	20	660	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/588	1253	788	1	1	1	0,95	1	749
2.24	Místnost pro zaměstnance	20	704	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/588	1253	788	1	1	1	0,95	1	749
2.25	Konferenční místnost	20	4 703	KORATHERM VERTIKAL-M - 1800/958	2041	1284	4	1	1	0,95	1	4880
Instalovaný výkon otopných těles [W]												32 980

KORATHERM VERTIKAL - M



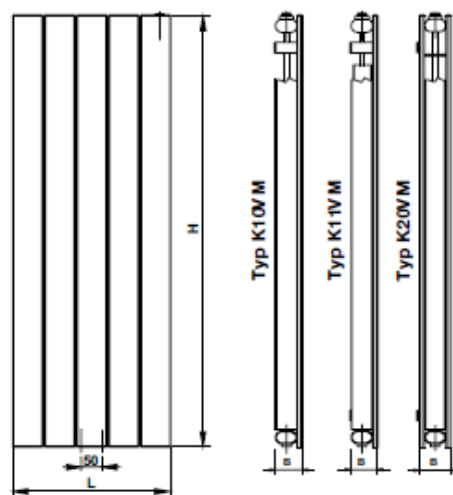
Popis

KORATHERM VERTIKAL - M je model designové řady otopných těles se svisle orientovanými profily, který umožňuje **spodní středové připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem teplotnosné látky. Těleso je dodáváno s plnými bočními kryty. Na zadní straně tělesa jsou přivařeny čtyři přichytky. Součástí dodávky je dělená konzola VERTIKAL, která zaručuje bezpečné upevnění tělesa. Pro připojení na otopnou soustavu lze použít připojovací armaturu HM (viz str. 24).

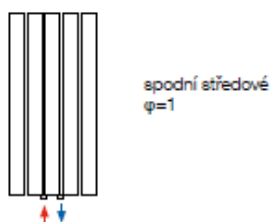
Technické údaje

Výška H	500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 mm
Délka L	144, 218, 366, 514, 588, 662, 884, 958 mm
Hloubka B	
Typ K10VM	61 mm
Typ K11VM	61 mm
Typ K20VM	72 mm
Připojovací rozteč h	50 mm
Připojovací závit	G ½ vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	0,4 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C

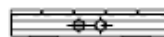
Přehled typů



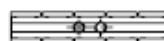
Způsoby připojení na otopnou soustavu



Typ K10VM, K11VM



Typ K20VM

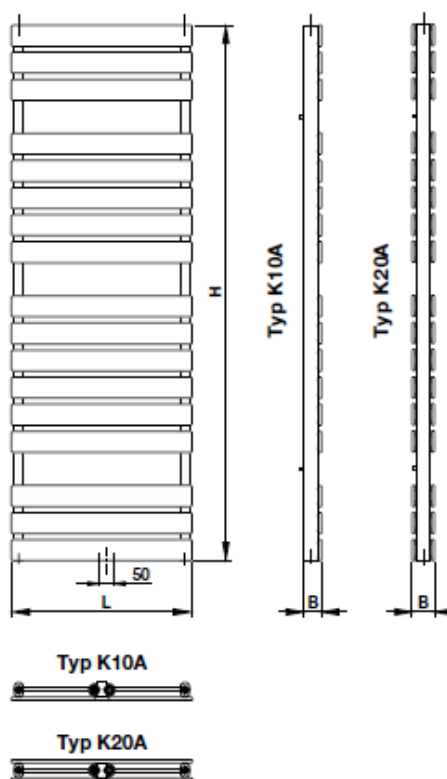




Popis

KORATHERM AQUAPANEL je model designové řady otopných těles s vodorovně orientovanými profily. Jeho konstrukce umožňuje především **spodní středové připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem teplotosné látky. Alternativně lze využít i připojení **spodní zdola dolů** nebo **oboustranné shora dolů**. Jako otopné profily jsou použity ocelové uzavřené prvky obdélníkového průřezu 70 x 11 mm, rozdělovací a sběrné profily mají oválný průřez 50 x 30 mm. Součástí dodávky je i speciální konzola, která zaručuje bezpečné upevnění tělesa na zeď.

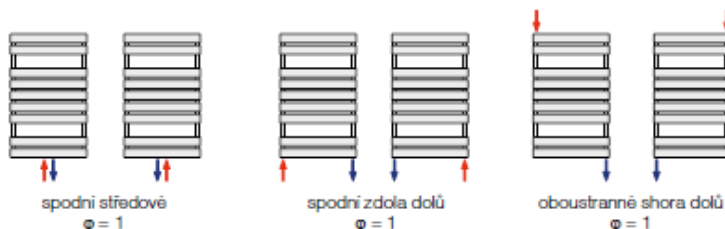
Přehled typů



Technické údaje

Výška H	790, 970, 1240, 1510, 1780 mm
Délka L	500, 600, 750 mm
Hloubka B	
Typ K10A	61 mm
Typ K20A	72 mm
Připojovací rozteč h	
spodní středové připojení	50 mm
spodní připojení z dolů dolů	L-50 mm
Připojovací závit	G 1/2" vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní tlak	0,4 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Průtokový součinitel A_v	
Typ K10A	3,2 x 10 ⁻⁵ m ²
Typ K20A	3,5 x 10 ⁻⁵ m ²
Součinitel odporu ξ_v	
Typ K10A	79,0
Typ K20A	66,0

Způsoby připojení na otopnou soustavu

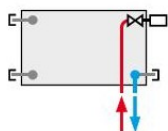




Technické údaje

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 x G 1/2" vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu

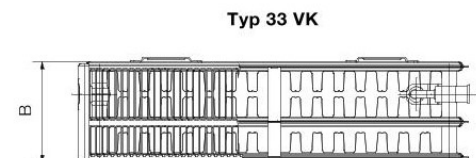
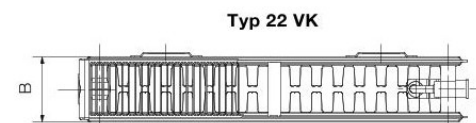
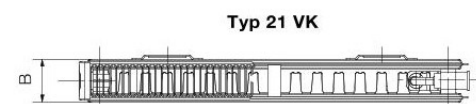
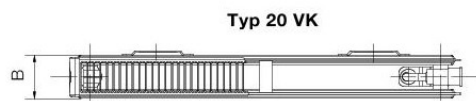
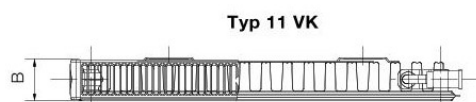
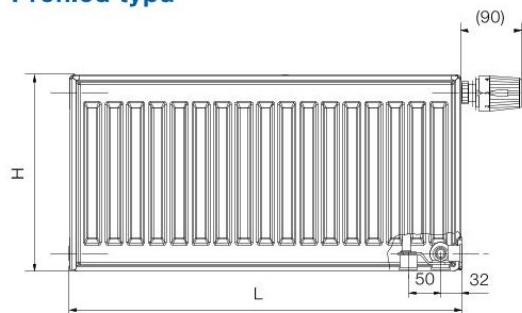


pravé spodní
 $\varphi = 1$

Popis

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 příchytek.

Přehled typů



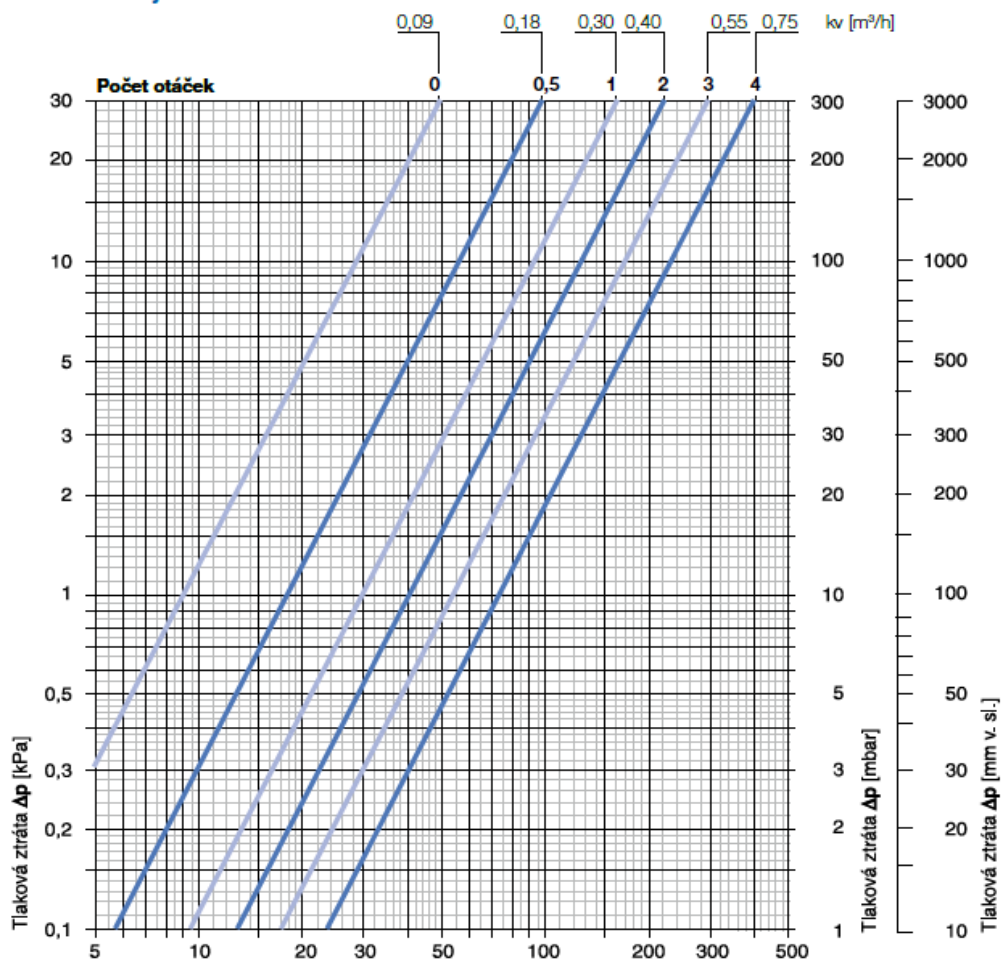
4.2 Regulace deskových otopných těles

Pro připojení otopných deskových těles ke dvoutrubkové otopné soustavě slouží ARMATURA HM taktéž od výrobce KORADO. Jedná se o armaturu s integrovaným ventilem a s regulačním uzavíracím šroubením. Armatura umožňuje hydraulické seřízení připojených otopných těles. Stupeň přednastavení je dán počtem otáček kuželky regulačního šroubení. Konkrétní počet otočení kuželky u jednotlivých těles je dán výpočtem hydraulického seřízení otopné soustavy. Součástí armatury je také termostatická hlavice, která umožňuje regulaci výkonu otopného tělesa v závislosti na okolní teplotě vzduchu.

ARMATURA HM



Technické údaje - armatura HM



Hmotnostní průtok m [kg/h] (při pásmu proporcionality $X_p=2K$)

ARMATURA HM s termostatickou hlavicí	X_p [K]	k_v [m³/h]						k_{vs} [m³/h]	Max. teplota [°C]	Max. provozní tlak [bar]	Max. tlaková diference, při níž ventil ještě uzavírá Δp [bar]
		při přednastavení na stupeň (počet otáček)									
		0	0,5	1	2	3	4				
DN 15 (½"); přímá a rohová armatura; dvoutrubková otopná soustava	1	0,09	0,17	0,22	0,25	0,28	0,38	1,10	120	10	1,0
	2	0,09	0,18	0,30	0,40	0,55	0,75				

ARMATURA HM je přednastavena na stupeň 4 - plně otevřena.

Obr. 29 Graf pro hydraulické seřízení těles pomocí armatury HM [25]

5. Návrh vzduchotechnických jednotek

Nucené větrání v objektu bude zabezpečeno třemi vzduchotechnickými jednotkami. Dvě vzduchotechnické jednotky budou osazeny výměníkem se zpětným získáváním tepla a vodním ohřivačem pro ohřev vzduchu v zimním období. Výměník ZZT bude pracovat s účinností 60 %. Vzduchotechnická jednotka sloužící pro výměnu vzduchu v konferenční místnosti bude osazena elektrickým ohřivačem. Tato jednotka bude v provozu pouze v případě užívání konferenční místnosti.

První VZT jednotka bude zajišťovat pouze výměnu vzduchu v kuchyni v 1. NP. Teplota přiváděného vzduchu do místností je uvažována 20 °C. Druhá VZT jednotka je navržena pro nucené větrání všech veřejných prostor včetně chodeb a hygienického zázemí v 1. NP. Teplota přivodního vzduchu je stanovena na 20 °C. Obě zmíněné jednotky budou umístěny ve strojovně v suterénu objektu. Třetí VZT jednotka bude zajišťovat větrání konferenční místnosti. Jedná se o podstropní jednotku umístěnou v místnosti pro zaměstnance ve 2. NP, která přímo sousedí s konferenční místností. Teplota přiváděného vzduchu v době provozu jednotky je uvažována na 20 °C.

5.1 Výpočtové vztahy

Teplota vzduchu za výměníkem ZZT

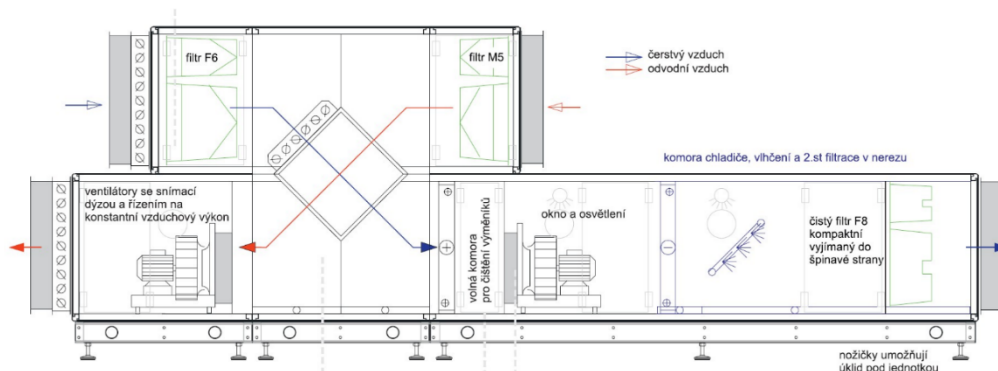
$$t_{zzt} = \frac{\eta \cdot (t_i - t_e)}{100} + t_e \text{ [}^\circ\text{C]}$$

kde: η účinnost výměníku ZZT [%]
 t_i teplota vnitřního vzduchu [°C]
 t_e teplota vnějšího prostředí [°C]

Výkon ohřivače VZT jednotky

$$Q_{VZT} = 0,34 \cdot V_p \cdot (t_p - t_{zzt}) \text{ [W]}$$

kde: V_p množství přiváděného vzduchu [m³/h]
 t_p teplota přiváděného vzduchu [°C]



Obr. 30 VZT jednotka se zabudovaným výměníkem ZZT [26]

5.2 Množství přiváděného vzduchu nuceným větráním

Č.m.	Místnost	Počet osob	Zařizovací předměty	Množství přiváděného vzduchu [m ³ /h]
-1.01	Schodiště	-	-	80
-1.06	Garáž	-	-	1200
1.02	Recepce	-	-	200
1.03	Chodba	-	-	80
1.04	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
1.07	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
1.09	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
1.11	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo	20
1.13	WC (odvod)	-	WC, umyvadlo	15
1.15	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
1.17	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
1.19	WC Ženy	-	3x WC	100
1.20	Předsíň	-	2x umyvadlo	30
1.21	WC Invalidé	-	umyvadlo, WC	50
1.22	WC Muži	-	2x pisoár, 2x WC	100
1.23	Předsíň	-	2x umyvadlo	30
1.25	Sklad (odvod)	-	-	15
1.26	WC (odvod)	-	umyvadlo, WC	20
1.27	Sprcha (odvod)	-	sprcha, umyvadlo	80
1.28	Šatna muži (přívod)	5	-	100
1.29	Šatna ženy (přívod)	5	umyvadlo	100
1.30	WC (odvod)	-	umyvadlo, WC	20
1.31	Sprcha (odvod)	-	sprcha, umyvadlo	80
1.32	Kuchyň	-	-	1250
1.33	Sklad (odvod)	-	-	15
1.34	Restaurace	30	-	1500
1.35	Schodiště	-	-	80
1.36	Chodba	-	-	80
2.01	Schodiště	-	-	80
2.02	Chodba	-	-	140
2.03	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
2.06	Koupelna (odvod)	-	vana, umyvadlo, WC	40
2.08	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
2.10	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
2.12	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo	20
2.14	WC (odvod)	-	umyvadlo, WC	15
2.16	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
2.18	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
2.20	Koupelna (odvod)	-	vana, umyvadlo, WC	40
2.22	Koupelna (odvod)	-	sprcha, umyvadlo, WC	25
2.25	Konferenční místnost	15	-	750

5.3 Výpočet výkonu ohřivače VZT jednotek

Výkon pro VZT jednotku č. 1 - m. č. 1.32

Odváděný vzduch	
Objem vzduchu [m ³ /h]	Teplota vzduchu [°C]
1250	20

Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č. 1					
ΣV_p [m ³ /h]	Venkovní teplota vzduchu t_e [°C]	Přívodní teplota vzduchu t_p [°C]	Teplota vzduchu za ZZT t_{ztt} [°C]	Účinnost výměníku [%]	Celkový výkon VZT jednotky [W]
1 250	-18	20	4,80	60	6 460

Výkon pro VZT jednotku č. 2

Odváděný vzduch	
Objem vzduchu [m ³ /h]	Teplota vzduchu [°C]
2700	20

Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č. 2					
ΣV_p [m ³ /h]	Venkovní teplota vzduchu t_e [°C]	Přívodní teplota vzduchu t_p [°C]	Teplota vzduchu za ZZT t_{ztt} [°C]	Účinnost výměníku [%]	Celkový výkon VZT jednotky [W]
2 700	-18	20	4,80	60	13 954

Výkon pro VZT jednotku č. 3 s elektrickým ohřivačem - m. č. 2.25

Odváděný vzduch	
Objem vzduchu [m ³ /h]	Teplota vzduchu [°C]
750	20

Celkový tepelný výkon pro VZT jednotku č. 3					
ΣV_p [m ³ /h]	Venkovní teplota vzduchu t_e [°C]	Přívodní teplota vzduchu t_p [°C]	Teplota vzduchu za ZZT t_{ztt} [°C]	Účinnost výměníku [%]	Celkový výkon VZT jednotky [W]
750	-18	18	8,60	70	2 397

VARIANTA A

6. Potřeba teplé vody

Potřeba teplé vody byla stanovena dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování.

6.1 Potřeba teplé vody pro bytovací část

Vstupní výpočtové hodnoty

- Počet osob: 34 osob
- Plocha pro úklid: 493,05 m²
- Potřebné množství TV dle zařizovacího předmětu:
 - umyvadlo – 0,002 m³/per
 - sprcha – 0,06 m³/per
 - vana – 0,1 m³/per
- Potřebné množství TV na úklid:
 - na 100 m² – 0,02 m³/per

Denní potřeba teplé vody pro mytí osob

$$V_o = \sum n_i \cdot V_d = 34 \cdot 0,002 + 30 \cdot 0,06 + 4 \cdot 0,1 = 2,268 \text{ m}^3$$

Denní potřeba teplé vody pro úklid

$$V_u = n_u \cdot V_d = 4,93 \cdot 0,02 = 0,099 \text{ m}^3$$

Celková potřeba teplé vody pro bytovací část

$$V_{2p,1} = V_o + V_u = 2,268 + 0,099 = 2,367 \text{ m}^3$$

6.2 Potřeba teplé vody pro veřejnou část včetně kuchyně

Vstupní výpočtové hodnoty

- Počet osob: 8 osob personálu
- Počet jídel: 68 jídel/den
- Plocha pro úklid: 395,67m²
- Potřebné množství TV dle zařizovacího předmětu:
 - umyvadlo – 0,002 m³/per
 - sprcha – 0,06 m³/per
- Potřebné množství TV na úklid:
 - na 100 m² – 0,02 m³/per
- Potřebné množství TV na přípravu a výdej jídel:
 - mytí varného a jídelního nádobí – 0,0015 m³/per

Denní potřeba teplé vody pro mytí osob

$$V_o = \Sigma n_i \cdot V_d = 8 \cdot 0,002 + 8 \cdot 0,06 = \mathbf{0,064 \text{ m}^3}$$

Denní potřeba teplé vody pro mytí nádobí

$$V_j = n_j \cdot V_d = 68 \cdot 0,0015 = \mathbf{0,102 \text{ m}^3}$$

Denní potřeba teplé vody pro úklid

$$V_u = n_u \cdot V_d = 3,96 \cdot 0,02 = \mathbf{0,079 \text{ m}^3}$$

Celková potřeba teplé vody pro veřejnou část včetně kuchyně

$$V_{2p,2} = V_o + V_j + V_u = 0,064 + 0,102 + 0,079 = \mathbf{0,245 \text{ m}^3}$$

6.3 Celková potřeba teplé vody pro objekt

$$V_{2p} = V_{2p,1} + V_{2p,2} = 2,367 + 0,245 = \mathbf{2,612 \text{ m}^3}$$

6.4 Stanovení potřeby tepla

Teoretické teplo odebrané z ohřivače

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 2,612 \cdot (55 - 10) = \mathbf{136,70 \text{ kWh}}$$

Teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 136,70 \cdot 0,3 = \mathbf{41,01 \text{ kWh}}$$

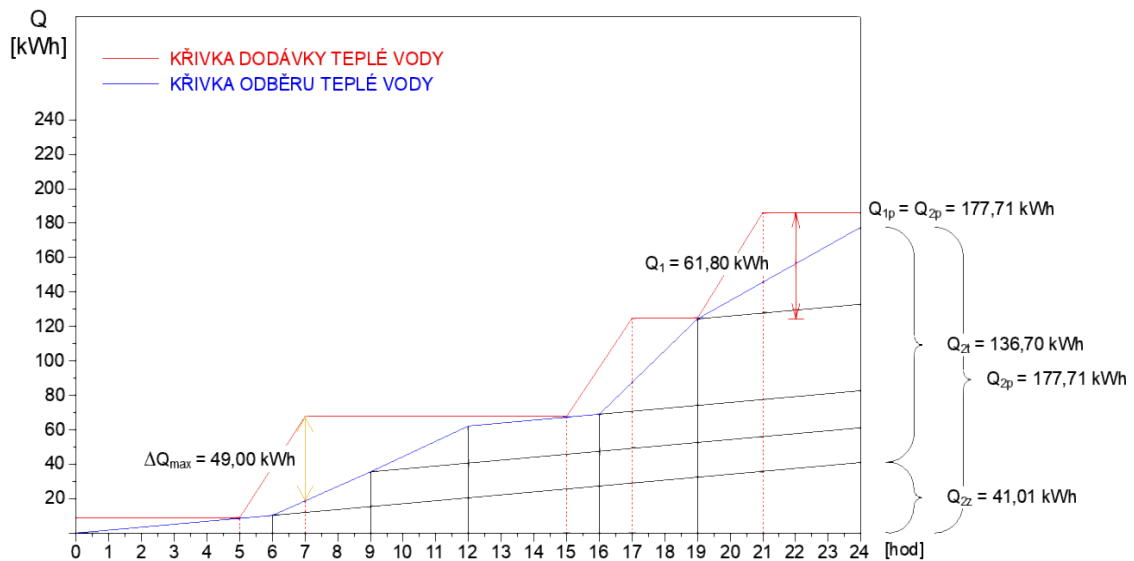
Celková potřeba tepla dodaného do ohřivače TV

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 136,70 + 41,01 = \mathbf{177,71 \text{ kWh}}$$

6.5 Návrh ohřevu teplé vody

Časový rozsah [h]	Podíl odběru [%]	Teplo odebrané Q_{2t} [kWh]	Teplo ztracené Q_{2z} [kWh]	Celkové teplo Q_{2p} [kWh]
6:00–9:00	20	27,34	8,20	35,54
9:00–12:00	15	20,51	6,15	26,66
16:00–19:00	35	47,84	14,36	62,20
19:00–24:00	30	41,01	12,30	53,31
Celkem	100	136,70	41,01	177,71

6.5.1 Zásobníkový ohřev TV v zimním období – 2 h ohřev (od 5 do 22 h)



Velikost zásobníku vody

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{1,163 \cdot \Delta \theta} = \frac{49,00}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,936 \text{ m}^3$$

Jmenovitý výkon ohřevu

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{61,80}{2} = 30,90 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha (60/50)

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(60 - 55) - (50 - 10)}{\ln \frac{(60 - 55)}{(50 - 10)}} = 16,83 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{30,90 \cdot 10^3}{420 \cdot 16,83} = 4,37 \text{ m}^2$$

Skutečný výkon zásobníku

$$Q_{1n} = \frac{A \cdot U \cdot \Delta t}{10^3} = \frac{4,5 \cdot 420 \cdot 16,83}{10^3} = 31,81 \text{ kW}$$

Příprava teplé vody v zimním období bude zajištěna pomocí nepřímotopného stacionárního zásobníku OKC 1000 NTR/BP s užitným objemem 945 litrů a teplosměnnou plochou výměníku 4,5 m². Ohřev TV je v průběhu dne navržený ve třech cyklech s dvouhodinovým ohřevem TV. Zdrojem tepla bude navržený kotel na pelety.

Technické parametry navrženého zásobníku TV

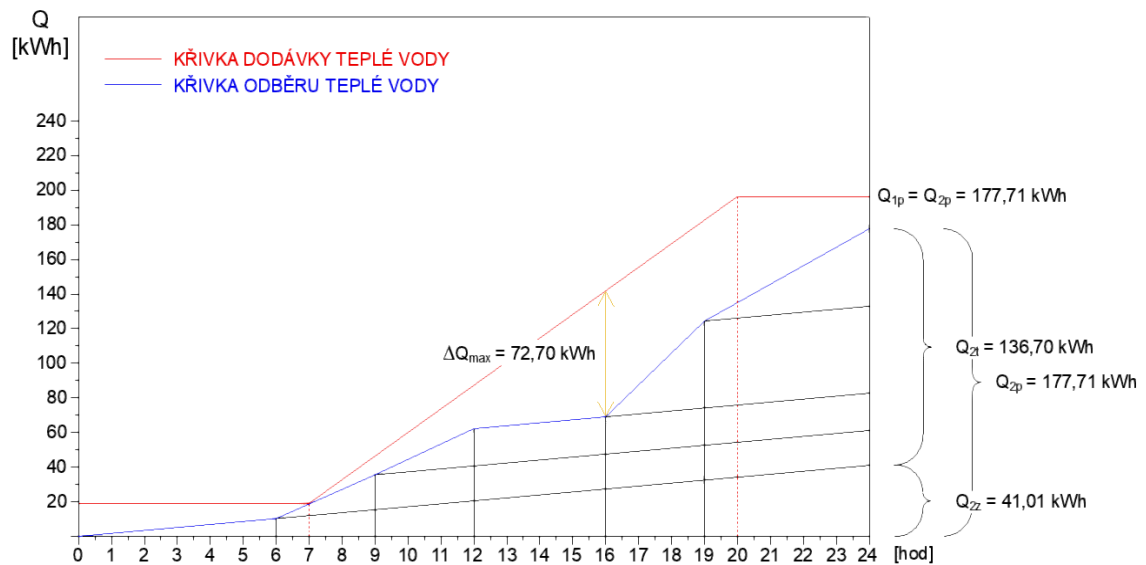
MODEL		OKC 750 NTR/BP	OKC 750 NTRR/BP	OKC 1000 NTR/BP	OKC 1000 NTRR/BP
OBJEM ZÁSObNÍKU	l	725	710	945	930
PRŮMĚR	mm	910	910	1010	1010
HMOTNOST	kg	208	197	260	248
PROVOZní TLAK TEPLÉ VODY	bar		10		
PROVOZní TLAK TOPNÉ VODY	bar		10		
MAX. PROVOZní TEPLOTA VE VÝMĚNÍKU	°C		110		
MAX. PROVOZní TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C		95		
VÝHŘEVNÁ PLOCHA HORNÍHO VÝMĚNÍKU	m ²	-	1,17	-	1,12
VÝHŘEVNÁ PLOCHA SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	m ²	3,7	1,93	4,5	2,45
VÝKONNOSTNÍ ČÍSL0 DLE DIN 4708 HORNÍHO VÝMĚNÍKU	NL	-	6,2	-	7,1
VÝKONNOSTNÍ ČÍSL0 DLE DIN 4708 SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	NL	30,5	21	38,8	26
TRVALÝ VÝKON TEPLÉ VODY ¹ HORNÍHO / SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	l/h	- /2440	815/1460	- /2715	780/1490
DOBA OHŘEVU HORNÍM / SPODNÍM VÝMĚNÍKEM Z 10 °C NA 60 °C	min	- /24	28/37	- /26	37/43
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI				C	
STATICKÉ ZTRÁTY	W	127	129	140	142

¹ Teplá voda 45 °C

* hodnota odvozena výpočtem

Obr. 31 Technické parametry navrženého zásobníku OKC 1000 NTR/BP [27]

6.5.2 Zásobníkový ohřev TV v letním období – průběžný ohřev 13 h (fotovoltaika)



Velikost zásobníku vody

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{1,163 \cdot \Delta \theta} = \frac{72,70}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 1,39 \text{ m}^3$$

Jmenovitý výkon ohřevu

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{177,71}{13} = 13,67 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha (60/50)

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(60 - 55) - (50 - 10)}{\ln \frac{(60 - 55)}{(50 - 10)}} = 16,83 \text{ K}$$

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{13,67 \cdot 10^3}{420 \cdot 16,83} = 1,93 \text{ m}^2$$

Příprava teplé vody v letním období bude zajištěna dvěma stacionárními zásobníky. Zásobníkem OKC 1000 NTR/BP s užitným objemem 945 litrů a zásobníkem OKC NTR/BP 500 s užitným objemem 447 litrů. Do každého zásobníku bude umístěna elektrická topná jednotka TJ 6/4“-7,5 o výkonu 7,5 kW. Celkový instalovaný výkon topných jednotek činí 15 kW. Zdrojem elektrické energie pro pokrytí ohřevu TV v letních měsících bude navržená fotovoltaická elektrárna na střeše hotelu. V případě nepříznivých dnů pro výrobu elektrické energie pomocí fotovoltaických panelů bude energie odebírána ze sítě.

Technické parametry navrženého zásobníku TV

MODEL		OKC 300 NTR/BP	OKC 300 NTRR/BP	OKC 400 NTR/BP	OKC 400 NTRR/BP	OKC 500 NTR/BP	OKC 500 NTRR/BP
OBJEM	l	296	285	373	363	447	433
HMOTNOST BEZ VODY	kg	108	126	139	153	149	158
MAXIMÁLNÍ PROVOZNÍ PŘETLAK V NÁDOBĚ	bar				10		
MAXIMÁLNÍ PROVOZNÍ PŘETLAK VE VÝMĚNÍKU	bar				10		
MAX. TEPLOTA TOPNÉ VODY	°C				110		
MAX. PROVOZNÍ TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C				80		
VÝHŘEVNÁ PLOCHA HORNÍHO VÝMĚNÍKU	m ²	-	1	-	1	-	1,4
VÝHŘEVNÁ PLOCHA SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	m ²	1,5	1,5	2	2	2	2
VÝKON HORNÍHO / SPODNÍHO VÝMĚNÍKU PŘI TEPLOTĚ TOPNÉ VODY 80 °C A PRŮTOKU 720 l/h *	kW	- /35	24/35	- /58	26/58	- /58	37/58
TRVALÝ VÝKON TEPLÉ VODY ¹ HORNÍHO / SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	l/h	- /1100	670/1100	- /1423	638/1423	- /1448	908/1448
DOBA OHŘEVU HORNÍM / SPODNÍM VÝMĚNÍKEM Z 10 °C NA 60 °C	min	- /30	16/24	- /22	22/23	- /26	26/27
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI					C		
STATICKÁ ZTRÁTA	W	83	83	99	102	110	111

¹ Teplá voda 45 °C

² Tyto údaje se nevztahují na typy NTR/BP, které nemají těleso

* hodnota odvozena výpočtem

Obr. 32 Technické parametry navrženého zásobníku OKC 500 NTR/BP [27]

7. Fotovoltaická elektrárna

Elektrická energie potřebná pro pokrytí ohřevu TV v letních měsících bude vyrobena pomocí fotovoltaických panelů. Panely budou instalovány na jihozápadní část střechy hotelu, která má sklon 30°. Vyrobena elektrická energie bude využita pouze na ohřev TV.

Hodnoty klimatických dat, (tj. dopadající množství sluneční energie) pro danou oblast, byly získány z údajů poskytovaných portálem PVGIS.

7.1 Postup návrhu fotovoltaických panelů

Vyrobena energie FV panely za měsíc

$$E_{\text{vyr,m}} = H \cdot \frac{\eta}{100} \quad [\text{kWh/m}^2 \cdot \text{měsíc}]$$

kde: H množství dopadající sluneční energie [$\text{kWh/m}^2 \cdot \text{měsíc}$]
 η účinnost fotovoltaického panelu [%]

Vyrobena energie FV panely za den

$$E_{\text{vyr,d}} = \frac{E_{\text{vyr,m}}}{n} \quad [\text{kWh/m}^2 \cdot \text{den}]$$

kde: n počet dnů v měsíci

Potřebná plocha FV panelů

$$S_{\text{pnl}} = \frac{Q_{2p}}{E_{\text{vyr,d}}} \quad [\text{m}^2]$$

kde: Q_{2p} celková potřeba tepla pro ohřev TV [kWh/den]

Potřebný počet FV panelů

$$N_{\text{pnl}} = \frac{S_{\text{pnl}}}{A_{\text{pnl}}} \quad [\text{ks}]$$

kde: A_{pnl} účinná plocha jednoho FV panelu [m^2]

Vyrobena energie instalovanými FV panely

$$E_{\text{ins,d}} = N_{\text{ins}} \cdot E_{\text{vyr,d}} \cdot A_{\text{pnl}} \quad [\text{kWh/den}]$$

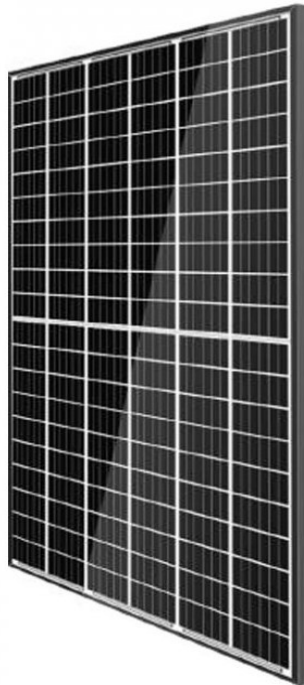
kde: N_{ins} instalovaný počet FV panelů [ks]

7.2 Výběr fotovoltaických panelů

Navrhuji monokrystalické fotovoltaické panely LP 182–M–54–MH od firmy Leapton.

Základní údaje

- Rozměr: 1724 x 1134 x 30 mm
- Hmotnost panelu: 21,5 kg
- Maximální výkon: 400 Wp
- Účinnost při normových zkušebních podmínkách: 20,46 %
- Jmenovitá provozní teplota článku: 41 °C
- Teplotní součinitel výkonu: - 0,36 %/°C
- Orientace panelů: jihozápad (odklon 16° od jihu)



Obr. 33 Fotovoltaický panel LP 182–M–54–MH [28]

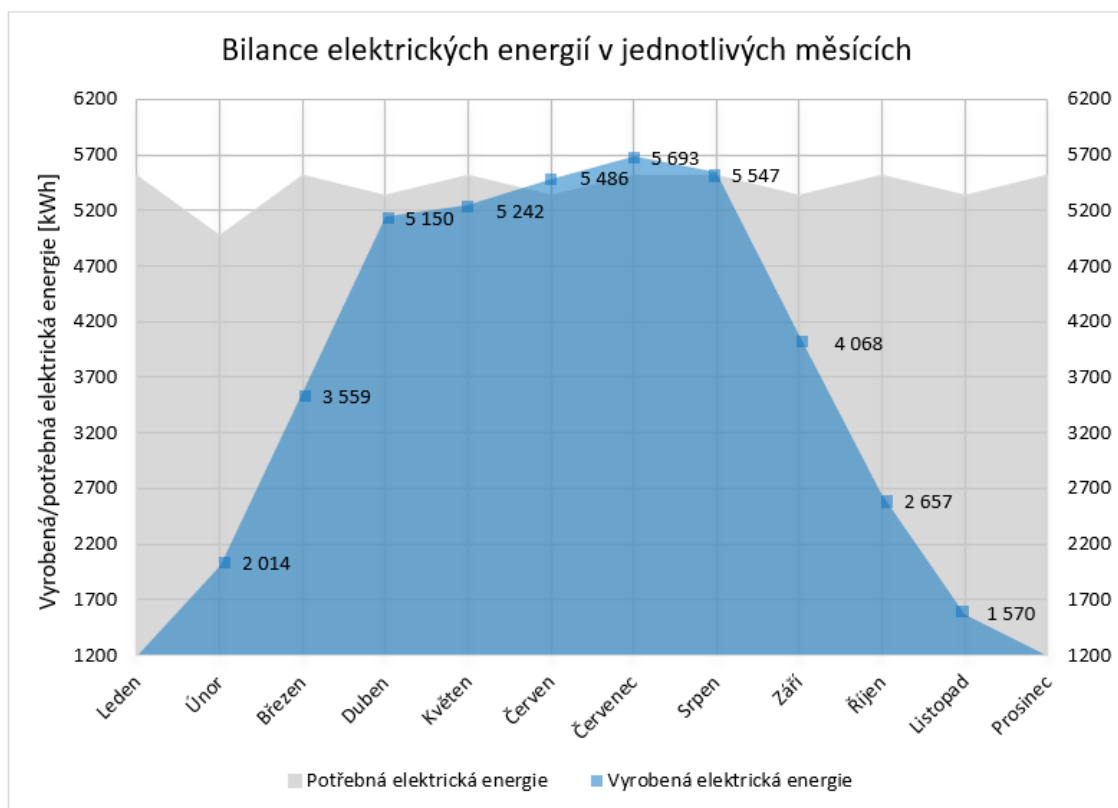
7.3 Návrh fotovoltaické elektrárny

Množství dopadající sluneční energie pod úhlem 30° H [kWh/m ² .měsíc]							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Průměr
Leden	35,18	39,70	38,54	34,11	33,63	40,22	36,90
Únor	64,92	55,25	44,32	40,26	91,47	75,47	61,95
Březen	113,17	79,55	106,48	88,70	129,79	139,21	109,48
Duben	156,46	128,20	113,12	183,29	167,56	201,86	158,42
Květen	137,87	166,12	164,76	196,40	138,54	163,81	161,25
Červen	159,47	161,48	193,21	152,12	206,34	139,82	168,74
Červenec	203,80	163,84	165,43	173,50	170,15	173,95	175,11
Srpen	178,57	159,07	175,95	179,56	164,62	165,98	170,63
Září	113,50	144,49	89,89	142,92	126,01	133,95	125,13
Říjen	76,49	51,35	86,37	107,07	106,02	63,08	81,73
Listopad	65,40	42,05	46,03	51,01	44,88	40,38	48,29
Prosinec	46,03	50,69	27,49	24,86	42,28	29,59	36,82

Obr. 34 Tabulka klimatických dat

	Vyrobená energie fotovoltaickými panely za měsíc $E_{vyr,m}$	Vyrobená energie včetně ztrát celého systému $E_{vyr,m}$	Vyrobená energie fotovoltaickými panely za jeden den $E_{vyr,d}$	Potřebná plocha panelů S_{pnl} pro pokrytí potřeby tepla ohřevu TV	Potřebný počet fotovoltaických panelů N_{pnl}	Instalovaný počet fotovoltaických panelů N_{ins}	Vyrobená energie instalovanými panely za jeden den $E_{ins,d}$	Vyrobená energie instalovanými panely za jeden měsíc $E_{ins,m}$	Potřebná energie pro ohřev TV za měsíc $E_{pot,m}$
	kWh/m ² .měsíc	kWh/m ² .měsíc	kWh/m ² .den	m ²	ks	ks	kWh/den	kWh/měsíc	kWh/měsíc
Leden	5,57	5,29	0,17	1041,53	533	116	38,69	1199,51	5509,01
Únor	9,35	8,88	0,32	560,31	287		71,93	2013,94	4975,88
Březen	16,52	15,69	0,51	351,00	180		114,82	3559,31	5509,01
Duben	23,90	22,71	0,76	234,76	120		171,67	5150,08	5331,30
Květen	24,33	23,12	0,75	238,32	122		169,10	5242,25	5509,01
Červen	25,46	24,19	0,81	220,40	113		182,86	5485,75	5331,30
Červenec	26,42	25,10	0,81	219,46	112		183,64	5692,89	5509,01
Srpen	25,75	24,46	0,79	225,23	115		178,94	5547,03	5509,01
Září	18,88	17,94	0,60	297,21	152		135,60	4067,87	5331,30
Říjen	12,33	11,72	0,38	470,20	241		85,71	2657,05	5509,01
Listopad	7,29	6,92	0,23	770,10	394		52,33	1569,96	5331,30
Prosinec	5,56	5,28	0,17	1043,61	534		38,62	1197,13	5509,01

Obr. 35 Tabulka návrhu FV panelů



Obr. 36 Bilance vyrobené a potřebné elektrické energie pro ohřev TV

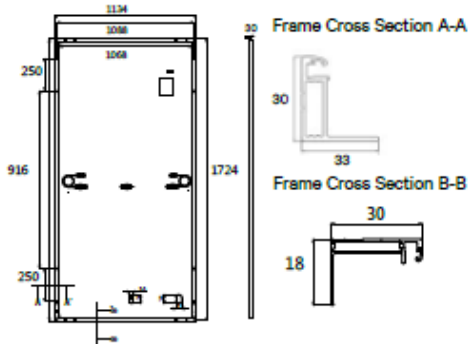
Z výše uvedeného grafu bilance elektrických energií je patrné, že navržený počet fotovoltaických panelů (116 ks) vyhoví pro pokrytí potřeb ohřevu TV v letních měsících. Celkový instalovaný výkon FV panelů činí 46,40 kWp. Výkon FV elektrárny převyšuje dovolený limit pro výrobu elektrické energie bez licence Energetického regulačního úřadu (10 kWp). Zároveň je překročen limit pro prokazování odborné způsobilosti provozovatele FV elektrárny (taktéž 10 kWp). Budoucí provozovatel FV elektrárny je povinen získat licenci pro výrobu elektrické energie od ERÚ a prokázat odbornou způsobilost pro provoz celého systému před uvedením FV elektrárny do provozu.

Technický list navržených fotovoltaických panelů



LP182*182-M-54-MH

MECHANICAL DIAGRAMS



SPECIFICATIONS

Weight	21.5kg
Dimensions	1724mm*1134mm*30mm
Cell Dimensions	182*182mm
Cell Amount	54*2 pcs
Maximum System Voltage	1500V
Junction Box	IP68
Frame	Aluminum Alloy
Cable	4mm ² , Landscape: N 1100mm/P 1100mm Portrait: N 200mm/P 300mm
Connector	MC4 compatible
Application Level	Class A

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

Power	390W	395W	400W	405W	410W
Open Circuit Voltage	36.54V	36.74V	36.94V	37.14V	37.34V
Short Circuit Current	13.50A	13.55A	13.60A	13.65A	13.70A
Maximum Power Voltage	30.42V	30.62V	30.82V	31.02V	31.22V
Maximum Power Current	12.82A	12.88A	12.94A	13.00A	13.06A
Module Efficiency	19.95%	20.20%	20.46%	20.72%	20.97%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NMOT

Power	287W	291W	295W	298W	302W
Open Circuit Voltage	34.09V	34.29V	34.49V	34.69V	34.89V
Short Circuit Current	10.60A	10.65A	10.70A	10.75A	10.80A
Maximum Power Voltage	28.38V	28.58V	28.78V	28.98V	29.18V
Maximum Power Current	10.11A	10.18A	10.25A	10.28A	10.35A
Module Efficiency	14.68%	14.88%	15.09%	15.24%	15.45%

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

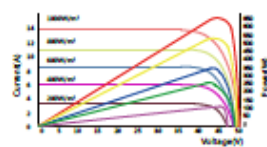
NMOT	41±3°C	Temp Coefficient of ISC	+0.05%/°C
Temp Coefficient of VOC	-0.28%/°C	Temp Coefficient of Pmax	-0.36%/°C

PACKING CONFIGURATION

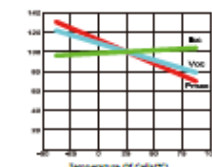
Modules/Pallet	36 Pieces	Modules/40'Container	936 Pieces
Packing Description	26 Pallets, Total=(36+36)x13=936 Pieces		

CHARACTERISTICS

LP182*182-M-54-MH-390W



LP182*182-M-54-MH-390W



MAXIMUM RATING

Output Tolerance	0~+5W
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Wind Load/Snow Load	2400pa/5400pa
Fuse Current	25A



Headquarter : Leapton Energy Co., Ltd.
 Tosei Bldg. 6F, 1-2-1 Aioi-cho, Chuo-ku Kobe-shi, Hyogo, 650-0025, Japan ☎ +81-78-382-3182 🌐 www.leaptonenergy.jp
 Manufacturer : Leapton Solar (Chengshu) Co., Ltd.
 No.9, Sunshine Avenue, Changshu City, Jiangsu, China ☎ +86-512-88800068 ✉ info@leaptonenergy.com 🌐 www.leaptonpv.com

Obr. 37 Technický list FV panelu LP 182-M-54-MH [28]

8. Návrh zdroje tepla

Vstupní výpočtové hodnoty

- návrhový tepelný výkon pro vytápění: $Q_{VYT} = 30,10 \text{ kW}$
- návrhový tepelný výkon pro VZT jednotky: $Q_{VZT} = 20,41 \text{ kW}$
- požadovaný tepelný výkon pro ohřev TV: $Q_{TV} = 30,90 \text{ kW}$

Výpočet tepelného výkonu zdroje tepla

- $Q_{PRIP,1} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV}$
 $Q_{PRIP,1} = 0,7 \cdot 30,10 + 0,7 \cdot 20,41 + 30,90 = 66,26 \text{ kW}$
- $Q_{PRIP,2} = Q_{VYT} + Q_{VZT}$
 $Q_{PRIP,2} = 30,10 + 20,41 = 50,51 \text{ kW}$

Požadovaný tepelný výkon zdroje tepla

- $Q_{PRIP} = \max(Q_{PRIP,1}; Q_{PRIP,2}) = \max(66,26; 50,51) = 66,26 \text{ kW}$

Požadovaný tepelný výkon zdroje tepla v zimním období činí 66,26 kW. Navrhují automatický peletový kotel D85P od firmy ATMOS s maximálním tepelným výkonem 80 kW, který splňuje požadované parametry. Zdroj tepla bude doplněn akumulacním zásobníkem z důvodu maximálního využití vyrobeného tepla. Jelikož výkon zdroje tepla přesahuje hodnotu 50 kW, místnost s jeho umístěním představuje kotelnu. Kotelna musí splňovat veškeré normové požadavky na její provoz (větrání, požární odolnost atd.).



Obr. 38 Navržený zdroj tepla ATMOS D 85 P s mezizásobníkem a extérním popelníkem [7]

Technické parametry navrženého zdroje tepla

Technické údaje		D85P
Výkon kotle	kW	24 – 80
Výhřevná plocha	m ²	6,5
Objem spalovací komory	dm ³ (l)	492
Rozměr plnicího otvoru	mm	280 x 450
Předepsaný tah komína	Pa/mbar	22/0,22
Max. pracovní přetlak vody	kPa/bar	250/2,5
Hmotnost kotle	kg	774
Průměr odtahového hrdla	mm	200
Krytí elektrické části	IP	20
Elektrický příkon – při spuštění – při provozu	W	635 (1135) 134
Účinnost kotle	%	91,6
Třída kotle	5	5
Třída energetické účinnosti	A+	A+
Teplota spalin při jmenovitém výkonu (pelety)	°C	149,2
Hmot. průtok spalin při jmen. výkonu (pelety)	kg/s	0,062
Předepsané palivo (preferované)	kvalitní pelety o průměru 6 – 8 mm o délce 5 až 25 mm a výhřevnosti 16 – 19 MJ.kg ⁻¹ (bílé pelety)	
Průměrná spotřeba paliva – pelet při jm. výkonu	kg.h ⁻¹	18,8
Objem vody v kotli	l	230
Hydraulická ztráta kotle	mbar	0,24
Minimální objem vyrovnávací nádrže	l	1000
Připojovací napětí	V/Hz	230/50
Předepsaná minimální teplota vratné vody v provozu je 65 °C. Předepsaná provozní teplota kotle je 80 – 90 °C.		

Obr. 39 Technické parametry zdroje tepla [7]

9. Návrh větrání kotelny

Z tabulky výpočtu tepelných ztrát pro kotelnu je patrné, že potřeba spalovacího vzduchu (V_{spal}) je menší, než potřebné množství vzduchu ($V_{\text{min},i}$) nutné pro zajištění jednonásobné výměny objemu vzduchu v kotelně. Velikost větracího otvoru je proto navržena na zajištění požadavku výměny vzduchu v kotelně $n = 1$ [h⁻¹]. Velikost větracího otvoru je nutné volit s ohledem na instalaci protidešťové žaluzie, která zmenší celkovou průtočnou plochu otvoru zhruba o 40 %.

Návrh velikosti přívodního větracího otvoru

$$A_{\text{potř}} = \frac{V_{\text{min},i}}{v} = \frac{0,056}{1,0} = \mathbf{0,056 \text{ m}^2}$$

kde: $V_{\text{min},i}$ požadované množství přiváděného vzduchu [m^3/h]
 v rychlost proudění vzduchu [m/s]

$$A_{\text{ot}} = 0,6 \cdot 0,2 = \mathbf{0,120 \text{ m}^2}$$

$$A_{\text{ot,skut}} = A_{\text{ot}} \cdot \phi = 0,12 \cdot 0,6 = \mathbf{0,072 \text{ m}^2}$$

kde: ϕ redukční součinitel zmenšení otvoru instalací protidešťové žaluzie [-]

$$A_{\text{ot,skut}} = \mathbf{0,072 \text{ m}^2} \geq A_{\text{potř}} = \mathbf{0,056 \text{ m}^2} \text{ VYHOVÍ}$$

Navrhuji větrací otvor o rozměrech 600 x 200 mm. Otvor bude zabudován ve vstupních dveřích do kotelny a bude opatřen protidešťovou žaluzií. Skutečná volná plocha otvoru činí 0,072 m². Požadavek velikosti otvoru pro zajištění jednonásobné výměny vzduchu a přívodu dostatečného množství spalovacího vzduchu ke zdroji tepla v kotelně je splněn.

Návrh velikosti odvodního větracího otvoru

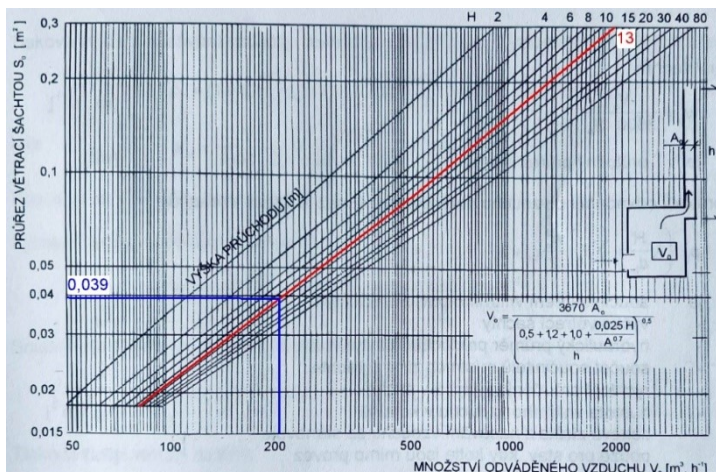
$$A_{\text{potř}} = \mathbf{0,039 \text{ m}^2}$$

$$A_{\text{šachty}} = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 0,125^2 = \mathbf{0,049 \text{ m}^2}$$

$$A_{\text{šachty,skut}} = A_{\text{šachty}} \cdot \phi = 0,049 \cdot 0,9 = \mathbf{0,044 \text{ m}^2}$$

$$A_{\text{šachty}} = \mathbf{0,044 \text{ m}^2} \geq A_{\text{potř}} = \mathbf{0,039 \text{ m}^2} \text{ VYHOVÍ}$$

Navrhuji větrací šachtu pro odvod větracího vzduchu z kotelny nad střechu. Šachta bude zhotovena z kruhového vzduchotechnického potrubí SPIRO o průměru 250 mm. Potrubí bude obaleno tepelnou izolací pro zamezení vzniku kondenzátu. Větrací šachta bude nad střechou ukončena pomocí výfukové stříšky. V kotelně bude potrubí ukončeno větrací mřížkou.



Obr. 40 Návrhový diagram větrací šachty

10. Návrh větrání skladu pelet

Větrání skladu pelet řeší norma ČSN EN ISO 20023 Tuhá biopaliva – bezpečnost pelet z tuhých biopaliv – Bezpečná manipulace a skladování při použití dřevních pelet v obytných a jiných malých instalacích. Navržené větrání skladu musí zajistit udržování maximální koncentrace CO na hodnotě 300 ppm. Otvory musí být chráněny protidešťovými žaluziemi. Pro přirozené větrání norma uvádí velikost větracího průřezu 4 cm²/t skladovaných pelet.

Hmotnost skladovaných pelet

$$m_{\text{pel}} = V_{\text{skl}} \cdot \rho_{\text{pel}} = 69,20 \cdot 650 = 44\,980 \text{ kg} \sim \mathbf{45 \text{ t}}$$

kde: V_{skl} objem skladu pelet [m³]
 ρ_{pel} objemová prostorová hmotnost pelet [kg/m³]

Návrh velikosti větracího otvoru

$$A_{\text{př}} = m_{\text{pel}} \cdot s_{\text{p}} = 45 \cdot 0,0004 = \mathbf{0,018 \text{ m}^2}$$

kde: s_{p} velikost větracího otvoru na tunu skladovaných pelet [m²/t]

Velikost instalovaných větracích otvorů – potrubí DN 110

$$A_{\text{ot}} = \pi \cdot r^2 \cdot n = \pi \cdot 0,05^2 \cdot 4 = \mathbf{0,0314 \text{ m}^2}$$

kde: n počet větracích otvorů [ks]

$$A_{\text{ot,skut}} = A_{\text{ot}} \cdot \phi = 0,0314 \cdot 0,6 = \mathbf{0,0188 \text{ m}^2}$$

Navržené plnicí potrubí skladu pelet vyhoví požadavkům na přirozené větrání skladovacího prostoru.



Obr. 41 Spojka STORZ typ A [29]

11. Návrh akumulční nádrže

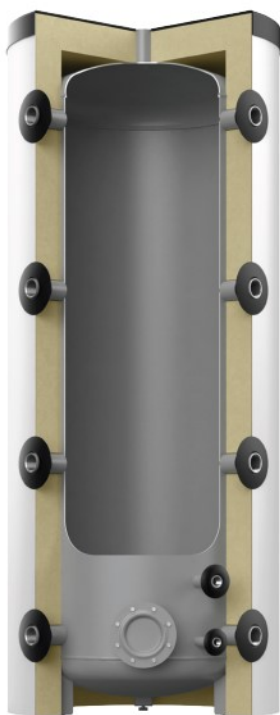
Instalace akumulční nádrže napomáhá ke snížení spotřeby paliva a umožňuje práci kotle na plný výkon. Zároveň tímto opatřením dochází k prodloužení životnosti kotle a komínového systému.

Potřebný objem akumulční nádrže byl stanoven z předpokladu nutnosti 25 litrů na 1 kW výkonu kotle. Tento předpoklad vyhovuje minimálním požadavkům na velikost akumulční nádrže předepsanou výrobcem – 1000 litrů.

Velikost akumulční nádrže

$$V_{AN,min} = Q_{zdr} \cdot 25 = 80 \cdot 25 = \mathbf{2000\ l}$$

Navrhují akumulční zásobník Reflex Storatherm Heat HF 2000/R_C určený pro topné a chladicí soustavy s celkovým objemem 2000 litrů.



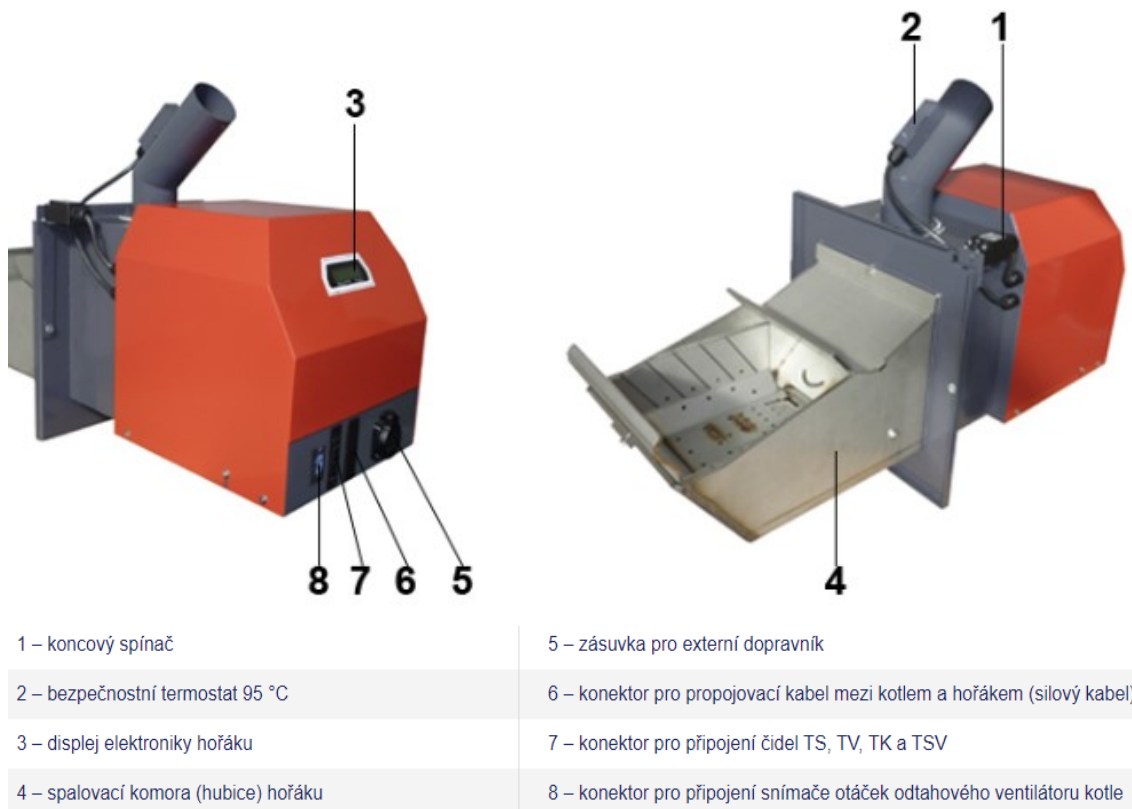
Typ	HF 2000/R_C
Barva	stříbrná
Izolace	✓
Druh izolace	foliový plášť
Tloušťka izolace	120 mm
Třída energetické účinnosti	C
Jmenovitý objem	2000 l
Počet nátrubků	9 St.
Provozní teplota	95 °C
Provozní tlak	6 bar
Připojení	Rp 1 1/2"
Tepelné ztráty	188 W
Průměr	1440 mm
Max. výška	2122 mm
Sklopný rozměr cca	2200 mm
Hmotnost	269,00 kg

Obr. 42 Akumulční zásobník Reflex Storatherm Heat HF 2000/R_C [30]

12. Příslušenství zdroje tepla

12.1 Hořák na pelety

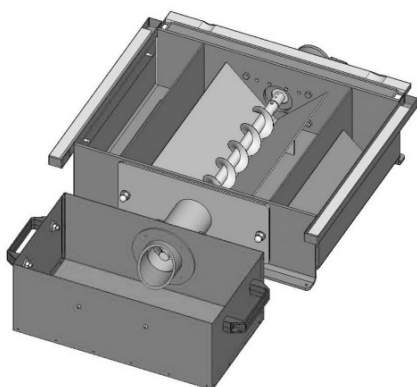
Součástí kotle na pelety je hořák vybavený elektronickou řídicí jednotkou, která řídí provoz celého systému. Vhodným typem hořáku pro navržený zdroj tepla je hořák ATMOS A85 s výkonem 27–89 kW.



Obr. 43 Hořák na pelety ATMOS A85 [7]

12.2 Automatické odpopelnění

Automatické odpopelnění prodlužuje dobu provozu celého systému bez zásahu obsluhy a zvyšuje komfort vytápění pomocí pelet. Externí zásobník popela je vybaven šnekovým dopravníkem, který automaticky odvádí vzniklý popel z komory pod hořákem. Součástí dodávky s navrženým zdrojem tepla je přídatný popelník o objemu 135 litrů.

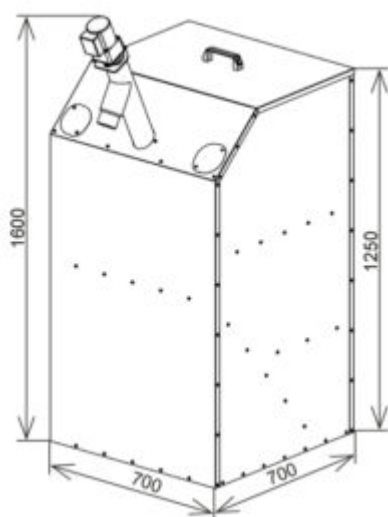


Obr. 44 Externí popelník [7]

12.3 Pneumatická doprava pelet

Navrhují pneumatickou dopravu pelet ATMOS APS 250 SPK3 pro průběžnou přepravu pelet ze skladovacího prostoru do přílehlého mezizásobníku umístěného v těsné blízkosti kotle. Sestava se skládá ze speciálního odlučovacího zásobníku se zabudovaným sacím ventilátorem a z rotačního snímače hladiny pelet. Nasávání pelet v prostoru skladovacího zásobníku bude zajištěno vícebodovým nasáváním pomocí sond. Přeprava pelet do zásobníku bude uskutečněna pomocí antistatických hadic.

Vhodným typem mezizásobníku z hlediska minimálních prostorových nároků je kompaktní nádrž na pelety AZPD 400 R se zabudovaným šnekovým dopravníkem DRA 25 o délce 1,3 m. Šnekový zásobník zajistí dopravu pelet přímo do hořáku dle aktuální potřeby.



Obr. 45 Kompaktní nádrž na pelety AZPD 400 R [7]



Obr. 46 Nádrž na pelety s připojeným systémem pneumatické dopravy [7]

12.4 Termostatický ventil

Termostatický ventil slouží k ochraně kotle před nízkoteplotní korozí, která vzniká vlivem nízké teploty vratné otopné vody do kotlového tělesa. Ventil je nutné osadit na vratné potrubí a pomocí zkratu jej spojit s výstupním potrubím z kotle. V případě nízkých teplot na vratném potrubí dojde k otevření zkratu. Teplá vody vyrobená v kotlovém tělese se postupně přimíchá do vratné otopné vody, čímž se dosáhne požadované teploty ve vratném potrubí. Konstatní teplota vratné vody rovněž zajišťuje vyšší účinnost kotle a prodlužuje i jeho životnost.

13. Dimenzování a hydraulická regulace soustavy

V objektu navrhují dvoutrubkovou otopnou soustavu s nuceným oběhem. Soustava se bude skládat celkem z 5 otopných větví, které budou odděleny od kotlového okruhu akumulací nádrží. Propojení akumulací nádrže a jednotlivých otopných větví bude realizováno pomocí kombinovaného rozdělovače a sběrače. Veškeré potrubní rozvody budou z měděného potrubí spojovaného lisováním. Potrubí bude opatřeno tepelnou izolací dle návrhu.

13.1 Regulace jednotlivých větví otopné soustavy

- Dimenzování otopných těles v bytovací části objektu (větev OT 1)
- Dimenzování otopných těles ve veřejné části objektu (větev OT 2)

Teplotní spád výše zmíněných větví je navržen na hodnotu 60/50 °C. Hydraulické seřízení otopných deskových těles bude realizováno regulačním šroubením zabudovaným v přípojovací armatuře HM. Hydraulické vyvážení přilehlých úseků vůči základnímu okruhu bude zajištěno vyvažovacími ventily STAD–PN25. Návrhy jmenovitých světlostí DN a tlakové ztráty armatur jsou uvedeny ve výpočtu hydraulického regulování jednotlivých větví (tabulky 13.2–13.3).

- Dimenzování otopných těles v konferenční místnosti (větev OT 3)

Teplotní spád větve je navržen na hodnotu 60/50 °C. Hydraulické seřízení otopných deskových těles bude realizováno pomocí regulačního šroubení přípojovací armatury HM. (tabulka 13.4)

- Dimenzování větve vzduchotechnických jednotek (větev VZT)

Teplotní spád větve je navržen na hodnotu 60/50 °C. Rozvody k jednotlivým VZT jednotkám budou vůči sobě vzájemně regulovány pomocí vyvažovacích ventilů STAD–PN25. (tabulka 13.5)

- Dimenzování větve ohřívače teplé vody (větev TV)

Teplotní spád větve je navržen na hodnotu 60/50 °C. Větev není nutné hydraulicky regulovat. (tabulka 13.6)



Obr. 47 Vyvažovací ventil STAD – PN25 [31]

13.2 Dimenzování a hydraulická regulace otopných těles v bytovací části objektu – větev OT 1

Dimenzování větve OT 1 - otopná tělesa v bytovací části														
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi (-)$	Z [Pa]	Ztráta vyvažovacího ventilu Δp_{VV} [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*I+Z+ Δp_{RV} + Δp_{VV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu														
1	655,00	56,32	14,79	15x1	0,12	18,40	272,06	11,10	78,78	0,00	350,84	HM(4) 575	925,84	926
2	1 894,00	162,85	4,45	18x1	0,23	57,50	255,88	4,80	125,14	0,00	381,02	0,00	381,02	1 307
3	2 171,00	186,67	7,77	18x1	0,26	71,40	554,78	7,70	256,54	0,00	811,32	0,00	811,32	2 118
4	4 342,00	373,34	5,79	28x1,5	0,21	27,70	160,49	8,40	182,57	2 000,00	343,07	0,00	2 343,07	4 461
5	6 206,00	533,62	0,60	28x1,5	0,31	55,20	33,12	1,20	56,84	0,00	89,96	0,00	89,96	4 551
6	8 070,00	693,90	19,77	35x1,5	0,24	25,60	506,06	11,30	320,79	0,00	826,85	0,00	826,85	5 378
7	9 934,00	854,17	0,60	35x1,5	0,30	38,20	22,92	0,90	39,92	0,00	62,84	0,00	62,84	5 441
8	11 798,00	1 014,45	3,28	35x1,5	0,36	52,90	173,62	1,20	76,65	0,00	250,27	0,00	250,27	5 691
9	14 702,00	1 264,14	1,00	42x1,5	0,30	29,80	29,80	0,90	39,92	0,00	69,72	0,00	69,72	5 761
10	16 154,00	1 388,99	12,40	42x1,5	0,33	35,30	437,72	11,30	606,49	0,00	1 044,21	0,00	1 044,21	6 805
11	17 086,00	1 469,13	1,30	42x1,5	0,35	39,30	51,09	0,90	54,34	0,00	105,43	0,00	105,43	6 911
12	18 112,00	1 557,35	43,75	42x1,5	0,37	43,40	1 898,71	23,40	1 578,83	0,00	3 477,53	5 500,00	8 977,53	15 888
Na větev OT 1 (úsek 4) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 20; $\Delta p_{VV} = 2000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,50 otáček														
Navržen třicestný směšovací ventil REGULUS LK 840, Cu 28 – 6,3 ($K_{Vs} = 6,3$ m ³ /h; $\Delta p_{RV} = 5500$ Pa; autorita = 0,35)														
Dimenzování přílehlého úseku 1														
Dimenzování OT v m.č. 1.10														
13	1 239,00	106,53	3,51	18x1	0,15	27,30	95,90	3,50	38,81	0,00	134,72	0,00	134,72	926
14	655,00	56,32	10,02	15x1	0,12	18,40	184,44	5,90	41,87	0,00	226,31	0,00	226,31	791
Návrh přednastavení ventilu u OT:					791	-	226	=	565	Pa	56,32	kg/h	stupeň přednastavení (4)	
Dimenzování OT v m.č. 1.12														
15	584,00	50,21	3,12	15x1	0,11	14,50	45,30	5,60	33,40	0,00	78,69	0,00	78,69	791
Návrh přednastavení ventilu u OT:					791	-	79	=	712	Pa	50,21	kg/h	stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování přílehlého úseku 2														
Dimenzování OT v m.č. 1.11														
16	277,00	23,82	2,34	15x1	0,05	4,70	10,98	8,20	10,10	0,00	21,09	0,00	21,09	1 307
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1307	-	21	=	1286	Pa	23,82	kg/h	stupeň přednastavení (0,5)	

Dimenzování přilehlého úseku 3														
Dimenzování OT v m.č. 2.15														
17	2 171,00	186,67	3,17	18x1	0,26	71,40	226,20	7,40	246,54	0,00	472,74	0,00	472,74	2 118
18	1 894,00	162,85	4,45	18x1	0,23	57,50	255,88	4,80	125,14	0,00	381,02	0,00	381,02	1 645
19	655,00	56,32	14,79	15x1	0,12	18,40	272,06	11,10	78,78	0,00	350,84	0,00	350,84	1 264
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1264	-	351	=	914 Pa		56,32 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování OT v m.č. 2.11														
20	1 239,00	106,53	3,51	18x1	0,15	27,30	95,90	3,80	42,14	0,00	138,04	0,00	138,04	1 264
21	655,00	56,32	10,02	15x1	0,12	18,40	184,44	5,90	41,87	0,00	226,31	0,00	226,31	1 126
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1126	-	226	=	900 Pa		56,32 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování OT v m.č. 2.13														
22	584,00	50,21	3,12	15x1	0,11	14,50	45,30	5,60	33,40	0,00	78,69	0,00	78,69	1 126
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1126	-	79	=	1048 Pa		50,21 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování OT v m.č. 2.12														
23	277,00	23,82	2,34	15x1	0,05	4,70	10,98	8,20	10,10	0,00	21,09	0,00	21,09	1 645
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1645	-	21	=	1624 Pa		23,82 kg/h		stupeň přednastavení (0,5)	
Dimenzování přilehlého úseku 4														
Dimenzování OT v m.č. 1.08														
24	1 864,00	160,28	4,17	18x1	0,22	53,20	221,90	7,40	176,52	2 000,00	398,42	0,00	2 398,42	4 461
25	932,00	80,14	9,89	15x1	0,17	44,40	439,12	9,00	128,19	0,00	567,31	0,00	567,31	2 063
26	655,00	56,32	12,45	15x1	0,12	18,40	229,08	8,20	58,20	0,00	287,28	0,00	287,28	1 496
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1495,52	-	287,28	=	1208,24 Pa		56,32 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Na větev OT 1 (úsek 24) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{VV} = 2000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,71 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.09														
27	277,00	23,82	1,25	15x1	0,05	4,70	5,88	5,60	6,90	0,00	12,77	0,00	12,77	1 496
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1496	-	13	=	1483 Pa		23,82 kg/h		stupeň přednastavení (0,5)	
Dimenzování OT v m.č. 2.09														
28	932,00	80,14	5,29	15x1	0,17	44,40	234,88	9,00	128,19	0,00	363,07	0,00	363,07	2 063
29	655,00	56,32	12,45	15x1	0,12	18,40	229,08	8,20	58,20	0,00	287,28	0,00	287,28	1 700
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1700	-	287	=	1412 Pa		56,32 kg/h		stupeň přednastavení (2,5)	
Dimenzování OT v m.č. 2.10														
30	277,00	23,82	1,25	15x1	0,05	4,70	5,88	5,60	6,90	0,00	12,77	0,00	12,77	1 700
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1700	-	13	=	1687 Pa		23,82 kg/h		stupeň přednastavení (0,5)	

Dimenzování přilehlého úseku 5														
Dimenzování OT v m.č. 1.16														
31	1 864,00	160,28	1,20	18x1	0,22	53,20	63,84	6,10	145,51	2 000,00	209,35	0,00	2 209,35	4 551
32	932,00	80,14	9,89	15x1	0,17	44,40	439,12	9,00	128,19	0,00	567,31	0,00	567,31	2 342
33	655,00	56,32	12,45	15x1	0,12	18,40	229,08	8,20	58,20	0,00	287,28	0,00	287,28	1 775
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1775	-	287	=	1487	Pa	56,32	kg/h	stupeň přednastavení (2,5)	
Na větev OT 1 (úsek 31) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{VV} = 2000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,71 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.15														
34	277,00	23,82	1,25	15x1	0,05	4,70	5,88	5,60	6,90	0,00	12,77	0,00	12,77	1 775
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1775	-	13	=	1762	Pa	23,82	kg/h	stupeň přednastavení (0,5)	
Dimenzování OT v m.č. 2.17														
35	932,00	80,14	5,29	15x1	0,17	44,40	234,88	9,00	128,19	0,00	363,07	0,00	363,07	2 342
36	655,00	56,32	12,45	15x1	0,12	18,40	229,08	8,20	58,20	0,00	287,28	0,00	287,28	1 979
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1979	-	287	=	1692	Pa	56,32	kg/h	stupeň přednastavení (2)	
Dimenzování OT v m.č. 2.16														
37	277,00	23,82	1,25	15x1	0,05	4,70	5,88	5,60	6,90	0,00	12,77	0,00	12,77	1 979
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1979	-	13	=	1966	Pa	23,82	kg/h	stupeň přednastavení (0,5)	
Dimenzování přilehlého úseku 6														
Dimenzování OT v m.č. 1.18														
38	1 864,00	160,28	1,20	18x1	0,22	53,20	63,84	6,10	145,51	3 000,00	209,35	0,00	3 209,35	5 378
39	932,00	80,14	9,89	15x1	0,17	44,40	439,12	9,00	128,19	0,00	567,31	0,00	567,31	2 169
40	655,00	56,32	12,45	15x1	0,12	18,40	229,08	8,20	58,20	0,00	287,28	0,00	287,28	1 601
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1601	-	287	=	1314	Pa	56,32	kg/h	stupeň přednastavení (3)	
Na větev OT 1 (úsek 38) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{VV} = 3000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,49 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.17														
41	277,00	23,82	1,25	15x1	0,05	4,70	5,88	5,60	6,90	0,00	12,77	0,00	12,77	1 601
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1601	-	13	=	1589	Pa	23,82	kg/h	stupeň přednastavení (0,5)	
Dimenzování OT v m.č. 2.19														
42	932,00	80,14	5,29	15x1	0,17	44,40	234,88	9,00	128,19	0,00	363,07	0,00	363,07	2 169
43	655,00	56,32	12,45	15x1	0,12	18,40	229,08	8,20	58,20	0,00	287,28	0,00	287,28	1 806
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1806	-	287	=	1518	Pa	56,32	kg/h	stupeň přednastavení (2,5)	
Dimenzování OT v m.č. 2.18														
44	277,00	23,82	1,25	15x1	0,05	4,70	5,88	5,60	6,90	0,00	12,77	0,00	12,77	1 806
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1806	-	13	=	1793	Pa	23,82	kg/h	stupeň přednastavení (0,5)	

Dimenzování přilehlého úseku 7														
Dimenzování OT v m.č. 1.06														
45	1 864,00	160,28	4,17	18x1	0,22	53,20	221,90	7,40	176,52	3 000,00	398,42	0,00	3 398,42	5 441
46	932,00	80,14	9,89	15x1	0,17	44,40	439,12	9,00	128,19	0,00	567,31	0,00	567,31	2 042
47	655,00	56,32	12,45	15x1	0,12	18,40	229,08	8,20	58,20	0,00	287,28	0,00	287,28	1 475
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1475	-	287	=	1188 Pa		56,32 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Na větev OT 1 (úsek 45) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{VV} = 3000 Pa$, přednastavení ventilu - 2,49 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.07														
48	277,00	23,82	1,25	15x1	0,05	4,70	5,88	5,60	6,90	0,00	12,77	0,00	12,77	1 475
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1475	-	13	=	1462 Pa		23,82 kg/h		stupeň přednastavení (0,5)	
Dimenzování OT v m.č. 2.07														
49	932,00	80,14	5,29	15x1	0,17	44,40	234,88	9,00	128,19	0,00	363,07	0,00	363,07	2 042
50	655,00	56,32	12,45	15x1	0,12	18,40	229,08	8,20	58,20	0,00	287,28	0,00	287,28	1 679
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1679	-	287	=	1392 Pa		56,32 kg/h		stupeň přednastavení (2,5)	
Dimenzování OT v m.č. 2.08														
51	277,00	23,82	1,25	15x1	0,05	4,70	5,88	5,60	6,90	0,00	12,77	0,00	12,77	1 679
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1679	-	13	=	1667 Pa		23,82 kg/h		stupeň přednastavení (0,5)	
Dimenzování přilehlého úseku 8														
Dimenzování OT v m.č. 1.05														
52	2 904,00	249,70	3,52	22x1	0,22	39,90	140,45	6,10	145,51	2 000,00	285,96	0,00	2 285,96	5 691
53	1 452,00	124,85	11,79	18x1	0,17	33,90	399,68	9,00	128,19	0,00	527,87	0,00	527,87	3 405
54	1 126,00	96,82	16,29	15x1	0,21	64,10	1 044,19	8,50	184,74	0,00	1 228,93	0,00	1 228,93	2 877
Návrh přednastavení ventilu u OT:					2877	-	1229	=	1648 Pa		96,82 kg/h		stupeň přednastavení (4)	
Na větev OT 1 (úsek 52) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{VV} = 2000 Pa$, přednastavení ventilu - 3,25 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.04														
55	326,00	28,03	1,25	15x1	0,06	5,70	7,13	5,90	10,47	0,00	17,59	0,00	17,59	2 877
Návrh přednastavení ventilu u OT:					2877	-	18	=	2860 Pa		28,03 kg/h		stupeň přednastavení (0,5)	
Dimenzování OT v m.č. 2.05														
56	1 452,00	124,85	6,29	18x1	0,17	33,90	213,23	9,00	128,19	0,00	341,42	0,00	341,42	3 405
57	1 126,00	96,82	17,18	15x1	0,21	64,10	1 101,24	8,50	184,74	0,00	1 285,98	0,00	1 285,98	3 064
Návrh přednastavení ventilu u OT:					3064	-	1286	=	1778 Pa		96,82 kg/h		stupeň přednastavení (4)	
Dimenzování OT v m.č. 2.06														
58	326,00	28,03	2,15	15x1	0,06	5,70	12,26	5,90	10,47	0,00	22,72	0,00	22,72	3 064
Návrh přednastavení ventilu u OT:					3064	-	23	=	3041 Pa		28,03 kg/h		stupeň přednastavení (0,5)	

Dimenzování přilehlého úseku 9														
Dimenzování OT v m.č. 2.21														
59	1 452,00	124,85	8,37	18x1	0,17	33,90	283,68	14,20	202,26	2 000,00	485,93	0,00	2 485,93	5 761
60	1 126,00	96,82	17,18	15x1	0,21	64,10	1 101,49	8,50	184,74	0,00	1 286,24	0,00	1 286,24	3 275
Návrh přednastavení ventilu u OT:					3275	-	1286	=	1989 Pa		96,82 kg/h		stupeň přednastavení (4)	
Na větev OT 1 (úsek 59) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 10; $\Delta p_{VV} = 2000$ Pa, přednastavení ventilu - 3,10 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 2.20														
61	326,00	28,03	2,15	15x1	0,06	5,70	12,26	5,90	10,47	0,00	22,72	0,00	22,72	3 275
Návrh přednastavení ventilu u OT:					3275	-	23	=	3252 Pa		28,03 kg/h		stupeň přednastavení (0,5)	
Dimenzování přilehlého úseku 10														
Dimenzování OT v m.č. 2.04														
62	932,00	80,14	9,42	15x1	0,17	44,40	418,25	14,20	202,26	4 500,00	620,50	0,00	5 120,50	6 805
63	655,00	56,32	12,76	15x1	0,12	18,40	234,86	8,20	58,20	0,00	293,05	0,00	293,05	1 685
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1685	-	293	=	1392 Pa		56,32 kg/h		stupeň přednastavení (2,5)	
Na větev OT 1 (úsek 62) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 10; $\Delta p_{VV} = 4500$ Pa, přednastavení ventilu - 2,33 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 2.03														
64	277,00	23,82	2,15	15x1	0,05	4,70	10,11	5,60	6,90	0,00	17,00	0,00	17,00	1 685
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1685	-	17	=	1668 Pa		23,82 kg/h		stupeň přednastavení (0,5)	
Dimenzování přilehlého úseku 11														
Dimenzování OT v m.č. 2.23														
65	1 026,00	88,22	7,09	15x1	0,19	53,90	382,15	14,20	252,64	4 500,00	634,80	0,00	5 134,80	6 911
66	749,00	64,40	12,76	15x1	0,14	28,20	359,94	8,20	79,21	0,00	439,16	0,00	439,16	1 776
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1776	-	439	=	1337 Pa		64,40 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Na větev OT 1 (úsek 62) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 10; $\Delta p_{VV} = 4500$ Pa, přednastavení ventilu - 2,41 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 2.22														
67	277,00	23,82	2,15	15x1	0,05	4,70	10,11	5,60	6,90	0,00	17,00	0,00	17,00	1 776
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1776	-	17	=	1759 Pa		23,82 kg/h		stupeň přednastavení (0,5)	

13.3 Dimenzování a hydraulická regulace otopných těles ve veřejné části objektu – větev OT 2

Dimenzování větve OT 2 - otopná tělesa ve veřejné části														
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi (-)$	Z [Pa]	Ztráta vyvažovacího ventilu Δp_{VV} [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*I+Z+ Δp_{RV} + Δp_{VV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu														
1	1 513,00	130,09	16,89	18x1	0,18	37,50	633,53	13,70	218,77	0,00	852,29	HM(4) 2460	3 312,29	3 312
2	2 579,00	221,75	18,33	22x1	0,20	33,80	619,69	9,00	177,43	0,00	797,12	0,00	797,12	4 109
3	3 371,00	289,85	1,34	22x1	0,26	53,70	71,96	1,20	39,98	0,00	111,94	0,00	111,94	4 221
4	5 090,00	437,66	6,23	28x1,5	0,25	37,70	234,95	0,90	27,72	0,00	262,67	0,00	262,67	4 484
5	6 280,00	539,98	0,70	28x1,5	0,31	55,20	38,64	1,20	56,84	0,00	95,48	0,00	95,48	4 579
6	8 353,00	718,23	5,82	35x1,5	0,25	27,60	160,74	3,50	107,81	0,00	268,55	0,00	268,55	4 848
7	10 032,00	862,60	8,69	35x1,5	0,30	38,20	331,88	6,10	270,57	0,00	602,46	4 600,00	5 202,46	10 050
Navržen třicestný směšovací ventil REGULUS LK 840, Cu 28 – 4,0 ($K_{vs} = 4,0 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta p_{RV} = 4600 \text{ Pa}$; autorita = 0,46)														

Dimenzování přílehlého úseku 1														
Dimenzování OT v m.č. 1.02														
8	1 066,00	91,66	6,04	18x1	0,13	21,30	128,65	6,10	50,81	2 000,00	179,46	0,00	2 179,46	3 312
9	620,00	53,31	13,82	15x1	0,11	14,50	200,36	11,10	66,19	0,00	266,56	0,00	266,56	1 133
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1133	-	267	=	866	Pa	53,31	kg/h	stupeň přednastavení (3)	
Na větev OT 2 (úsek 8) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{VV} = 2000 \text{ Pa}$, přednastavení ventilu - 2,04 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.01														
10	446,00	38,35	6,54	15x1	0,08	7,60	49,70	8,50	26,81	0,00	76,52	0,00	76,52	1 133
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1133	-	77	=	1056	Pa	38,35	kg/h	stupeň přednastavení (2)	

Dimenzování přilehlého úseku 2														
Dimenzování OT v m.č. 1.22														
11	792,00	68,10	9,28	15x1	0,14	28,20	261,75	15,20	146,83	3 000,00	408,58	0,00	3 408,58	4 109
12	541,00	46,52	3,55	15x1	0,10	11,20	39,76	0,90	4,44	0,00	44,20	0,00	44,20	701
13	264,00	22,70	20,29	15x1	0,05	4,70	95,35	13,40	16,51	0,00	111,86	0,00	111,86	657
Návrh přednastavení ventilu u OT:					657	-	112	=	545 Pa		22,70 kg/h		stupeň přednastavení (1)	
Na větev OT 2 (úsek 11) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 10; $\Delta p_{VV} = 3000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,38 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.27														
14	277,00	23,82	6,54	15x1	0,05	4,70	30,74	5,60	6,90	0,00	37,64	0,00	37,64	657
Návrh přednastavení ventilu u OT:					657	-	38	=	619 Pa		23,82 kg/h		stupeň přednastavení (1)	
Dimenzování OT v m.č. 1.28														
15	251,00	21,58	6,54	15x1	0,05	4,70	30,74	8,20	10,10	0,00	40,84	0,00	40,84	701
Návrh přednastavení ventilu u OT:					701	-	41	=	660 Pa		21,58 kg/h		stupeň přednastavení (1)	
Dimenzování přilehlého úseku 3														
Dimenzování OT v m.č. 2.24														
16	1 719,00	147,81	2,37	18x1	0,21	49,00	116,03	3,80	82,59	2 800,00	198,62	0,00	2 998,62	4 221
17	749,00	64,40	12,05	15x1	0,14	28,20	339,81	13,70	132,34	0,00	472,15	0,00	472,15	1 223
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1223	-	472	=	751 Pa		64,40 kg/h		stupeň přednastavení (4)	
Na větev OT 2 (úsek 16) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{VV} = 2800$ Pa, přednastavení ventilu - 2,45 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.32														
18	970,00	83,40	1,67	15x1	0,18	49,00	81,83	7,40	118,17	0,00	200,00	0,00	200,00	1 223
19	442,00	38,01	11,23	15x1	0,08	7,60	85,37	13,40	42,27	0,00	127,64	0,00	127,64	1 023
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1023	-	128	=	895 Pa		38,01 kg/h		stupeň přednastavení (2)	
Dimenzování OT v m.č. 1.29														
20	528,00	45,40	4,70	15x1	0,10	49,00	230,30	3,50	17,25	0,00	247,55	0,00	247,55	1 023
21	251,00	21,58	4,48	15x1	0,05	4,70	21,04	8,20	10,10	0,00	31,14	0,00	31,14	775
Návrh přednastavení ventilu u OT:					775	-	31	=	744 Pa		21,58 kg/h		stupeň přednastavení (1)	
Dimenzování OT v m.č. 1.31														
22	277,00	23,82	4,46	15x1	0,05	4,70	20,97	8,20	10,10	0,00	31,07	0,00	31,07	775
Návrh přednastavení ventilu u OT:					775	-	31	=	744 Pa		23,82 kg/h		stupeň přednastavení (1)	

Dimenzování přilehlého úseku 4														
Dimenzování OT v m.č. -1.02														
23	1 190,00	102,32	18,66	15x1	0,14	24,20	451,57	13,70	132,34	0,00	583,91	0,00	583,91	4 484
Návrh přednastavení ventilu u OT:					4484	-	584	=	3900 Pa		102,32 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování přilehlého úseku 5														
Dimenzování OT-1 v m.č. -1.03														
24	2 040,00	175,41	9,30	18x1	0,25	66,60	619,51	14,20	437,40	0,00	1 056,92	0,00	1 056,92	4 579
25	1 020,00	87,70	6,12	15x1	0,19	53,90	329,76	11,10	197,49	0,00	527,25	0,00	527,25	3 523
Návrh přednastavení ventilu u OT-1:					3523	-	527	=	2995 Pa		87,70 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování OT-2 v m.č. -1.03														
26	1 020,00	87,70	0,30	15x1	0,19	53,90	16,17	16,30	290,01	0,00	306,18	0,00	306,18	3 523
Návrh přednastavení ventilu u OT-2:					3523	-	306	=	3216 Pa		87,70 kg/h		stupeň přednastavení (2,5)	
Dimenzování přilehlého úseku 6														
Dimenzování OT-1 v m.č. 1.34														
27	1 676,00	144,11	22,05	18x1	0,20	45,00	992,25	9,00	177,43	2 500,00	1 169,68	0,00	3 669,68	4 848
28	1 257,00	108,08	9,70	18x1	0,15	27,30	264,92	6,40	70,97	0,00	335,89	0,00	335,89	1 178
29	838,00	72,06	5,10	15x1	0,15	34,20	174,42	3,50	38,81	0,00	213,23	0,00	213,23	842
30	419,00	36,03	7,49	15x1	0,08	7,60	56,92	8,20	25,86	0,00	82,79	0,00	82,79	629
Návrh přednastavení ventilu u OT-1:					629	-	83	=	546 Pa		36,03 kg/h		stupeň přednastavení (2,5)	
Na větev OT 2 (úsek 27) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{Vv} = 2500$ Pa, přednastavení ventilu - 2,47 otáček														
Dimenzování OT-2 v m.č. 1.34														
31	419,00	36,03	0,89	15x1	0,08	7,60	6,75	5,60	17,66	0,00	24,41	0,00	24,41	629
Návrh přednastavení ventilu u OT-2:					629	-	24	=	605 Pa		36,03 kg/h		stupeň přednastavení (2,5)	
Dimenzování OT-3 v m.č. 1.34														
32	419,00	36,03	4,24	15x1	0,08	7,60	32,22	5,90	18,61	0,00	50,83	0,00	50,83	842
Návrh přednastavení ventilu u OT-3:					842	-	51	=	792 Pa		36,03 kg/h		stupeň přednastavení (2)	
Dimenzování OT-4 v m.č. 1.34														
33	419,00	36,03	1,79	15x1	0,08	7,60	13,60	5,90	18,61	0,00	32,21	0,00	32,21	1 178
Návrh přednastavení ventilu u OT-4:					1178	-	32	=	1146 Pa		36,03 kg/h		stupeň přednastavení (1,5)	

13.4 Dimenzování a hydraulická regulace otopných těles v konferenční místnosti – větev OT 3

Dimenzování větve OT 3 - otopná tělesa v konferenční místnosti														
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi (-)$	Z [Pa]	Ztráta vyvažovacího ventilu Δp_{VV} [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*I+Z+ Δp_{RV} + Δp_{VV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu														
1	1 220,00	104,90	7,89	15x1	0,22	69,60	549,00	8,50	202,76	0,00	751,76	HM(4) 2155	2 906,76	2 907
2	2 440,00	209,80	9,34	18x1	0,29	86,60	809,02	3,80	157,51	0,00	966,52	0,00	966,52	3 873
3	3 660,00	314,70	12,20	22x1	0,28	61,20	746,40	3,80	146,83	0,00	893,23	0,00	893,23	4 767
4	4 880,00	419,60	26,75	28x1,5	0,24	35,00	936,32	13,90	394,60	0,00	1 330,92	2 800,00	4 130,92	8 897
Navržen třicestný směšovací ventil REGULUS LK 840 1/2" F – 2,5 ($K_{Vs} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$; $\Delta p_{RV} = 2800 \text{ Pa}$; autorita = 0,32)														

Dimenzování přilehlých otopných těles														
Dimenzování OT-2														
5	1 220,00	104,90	0,89	15x1	0,22	69,60	61,94	5,90	140,74	0,00	202,68	0,00	202,68	2 907
Návrh přednastavení ventilu u OT-2:					2907	-	203	=	2704 Pa		104,90	kg/h	stupeň přednastavení (3,5)	
Dimenzování OT-3														
6	1 220,00	104,90	3,39	15x1	0,22	69,60	235,80	5,90	140,74	0,00	376,54	0,00	376,54	3 873
Návrh přednastavení ventilu u OT-3:					3873	-	377	=	3497 Pa		104,90	kg/h	stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování OT-4														
6	1 220,00	104,90	8,70	15x1	0,22	69,60	605,52	8,50	202,76	0,00	808,28	0,00	808,28	4 767
Návrh přednastavení ventilu u OT-4:					4767	-	808	=	3958 Pa		104,90	kg/h	stupeň přednastavení (3)	

13.5 Dimenzování a hydraulická regulace ohřivačů vzduchotechnických jednotek – větev VZT

Dimenzování větve VZT - vzduchotechnické jednotky													
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\sum \xi (-)$	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp [Pa]	R*I+Z+ Δp [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu													
1	6 460,00	555,46	10,76	28x1,5	0,32	58,50	629,52	8,60	434,02	1 063,54	7 400,00	8 463,54	8464
2	20 414,00	1 755,29	18,70	42x1,5	0,41	52,20	976,24	7,30	604,79	1 581,04	0,00	1 581,04	10045
Na úsek 1 navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 20; $\Delta p_{VV} = 3000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,63 otáček													
Dimenzování přilehlého úseku - VZT č.2													
3	13 954,00	1 199,83	6,61	35x1,5	0,42	69,80	461,45	11,20	973,71	1 435,16	3 100,00	4 535,16	8464
Návrh přednastavení ventilu: = 8464 - 4535 = 3928 Pa													
Na úsek 3 navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 25; $\Delta p_{VV} = 3930$ Pa, přednastavení ventilu - 2,78 otáček													

13.6 Dimenzování a hydraulická regulace ohřivače teplé vody – větev TV

Dimenzování větve TV - ohřivač teplé vody													
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\sum \xi (-)$	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp [Pa]	R*I+Z+ Δp [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu													
1	31 810,00	2 735,17	22,71	54x2	0,39	35,00	794,68	19,00	1 424,29	2 218,96	12 960,00	15 178,96	15 179
Navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 50; $\Delta p_{VV} = 3000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,49 otáček													

13.7 Dimenzování a hydraulická regulace kotlového úseku

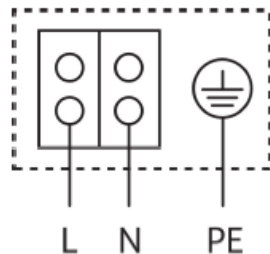
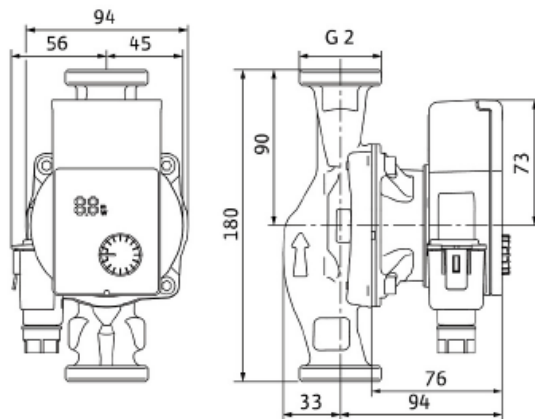
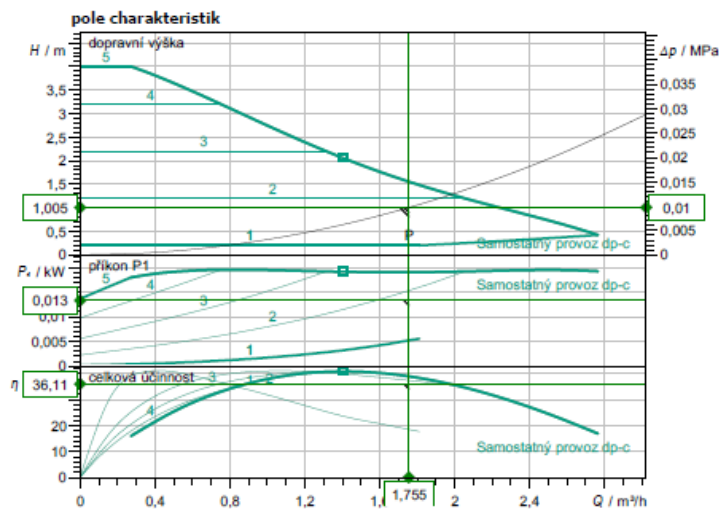
Dimenzování rozvodů ze zdroje tepla do R+S													
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\sum \xi (-)$	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp [Pa]	R*I+Z+ Δp [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu													
R+S – AN	–	7 330,01	5,62	64x2	0,73	87,80	493,00	10,50	2 735,90	3 228,89	0,00	3 228,89	3 229
AN – KOTEL	80 000,00	4 585,84	30,20	64x2	0,57	54,10	1 633,93	21,90	3 479,03	5 112,96	10 800,00	15 912,96	15 913

14. Návrh oběhových čerpadel

Návrh oběhových čerpadel jednotlivých větví otopného systému byl proveden pomocí výpočetních online aplikací firem WILO a GRUNDFOS.

Čerpadlo č. 1 – WILO YONOS PICO 1.0 30/1-4 (větev VZT)

- Tlaková ztráta větve: 10,05 kPa
- Hmotnostní průtok: 1755,29 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na konstantní křivku



zadání provozních údajů

dopravné množství	1,76 m ³ /h
dopravní výška	1,00 m
prostředky	Voda 100 %
Teplota média	55,00 °C
hustota	985,70 kg/m ³
kinematická viskozita	0,51 mm ² /s

hydraulické údaje (provozní bod)

dopravné množství	1,76 m ³ /h
dopravní výška	1,00 m
příkon P1	0,01 kW

parametry produktu

Glandless standard high-efficiency pump

Yonos PICO1.0 30/1-4

druh provozu

dp-c

max. provozní tlak

1 MPa

Teplota média

-10 °C ... +95 °C

max. teplota okolí

40 °C

Minimální výška nátoku

50 / 95 / 110°C

motorové údaje

Konstrukce motoru

EC motor

Index energetické účinnosti (EEI)

1~230 V / 50 Hz

Síťová přípojka

±10 %

Přípustná tolerance napětí

Max. otáčky

0,02 kW

příkon P1

0,26 A

Příkon

IPX4D

krytí

F

Izolační třída

integrovaný

Ochrana motoru

EN 61800-3

Elektromagnetická kompatibilita

EN 61000-6-3

Emitted interference

EN 61000-6-2

Interference resistance

Kabelové šroubení

Připojovací rozměry

Přípojka trubky na straně sání

G 2, PN 10

Přípojka trubky na výtaku

G 2, PN 10

montážní délka

180 mm

Materiály

Skříň čerpadla

EN-GJL-200

Oběžné kolo

PP-GF40

Hřídel

Stainless steel

Materiál ložiska

uhlík, impregnovaný kovem

Informace k objednávce

Hmotnost cca

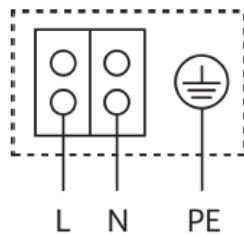
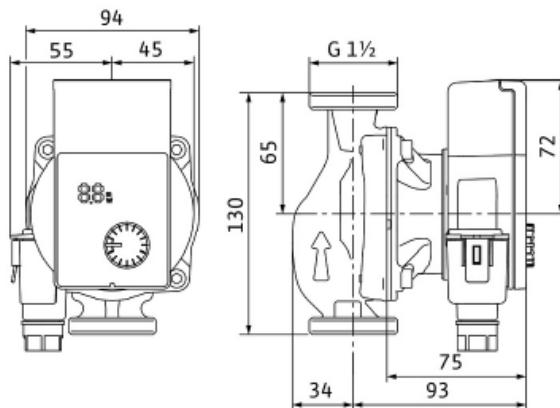
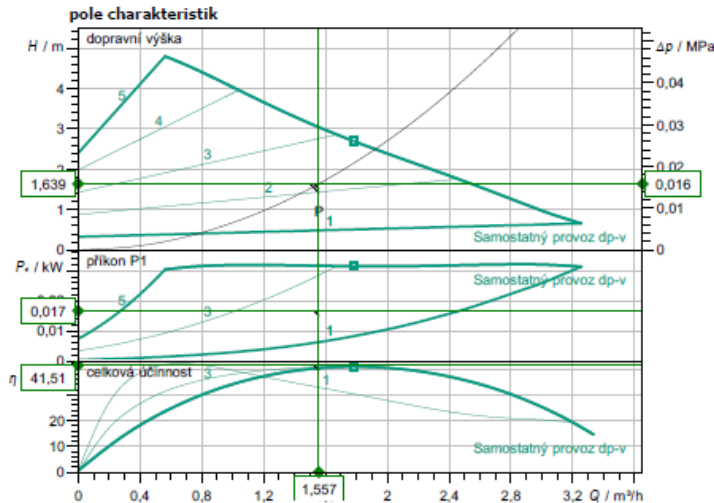
2 kg

číslo druhu zboží

4248088

Čerpadlo č. 2 – WILO YONOS PICO 1.0 25/1–5 130 (větev OT 1)

- Tlaková ztráta větve: 15,89 kPa
- Hmotnostní průtok: 1557,35 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na proporcionální tlak



zadání provozních údajů

dopravované množství	1,56 m ³ /h
dopravní výška	1,64 m
prostředky	Voda 100 %
Teplota média	55,00 °C
hustota	985,70 kg/m ³
kinematická viskozita	0,51 mm ² /s

hydraulické údaje (provozní bod)

dopravované množství	1,56 m ³ /h
dopravní výška	1,64 m
příkon P1	0,02 kW

parametry produktu

Glandless standard high-efficiency pump

Yonos PICO1.0 25/1-5-130

druh provozu	dp-v
max. provozní tlak	1 MPa
Teplota média	-10 °C ... +95 °C
max. teplota okolí	40 °C
Minimální výška nátoku	50 / 95 / 110°C
	0,5 / 3 / 10

motorové údaje

Konstrukce motoru	EC motor
Index energetické účinnosti (EEI)	
Síťová přípojka	1~ 230 V / 50 Hz
Přípustná tolerance napětí	+/-10 %
Max. otáčky	
příkon P1	0,03 kW
Příkon	0,36 A
krytí	IPX4D
Izolační třída	F
Ochrana motoru	integrovaný
Elektromagnetická kompatibilita	EN 61800-3
Emitted interference	EN 61000-6-3
Interference resistance	EN 61000-6-2
Kabelové šroubení	

Přípojovací rozměry

Přípojka trubky na straně sání	G 1½, PN 10
Přípojka trubky na výtaku	G 1½, PN 10
montážní délka	130 mm

Materiály

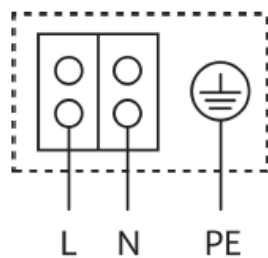
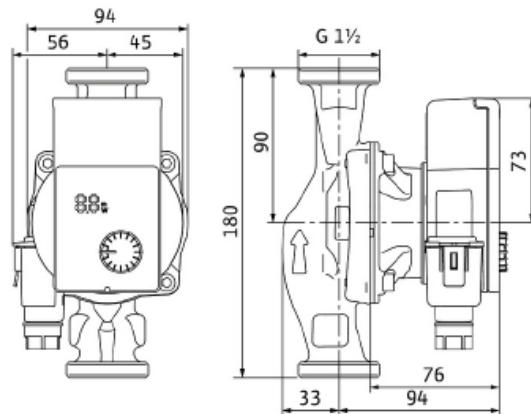
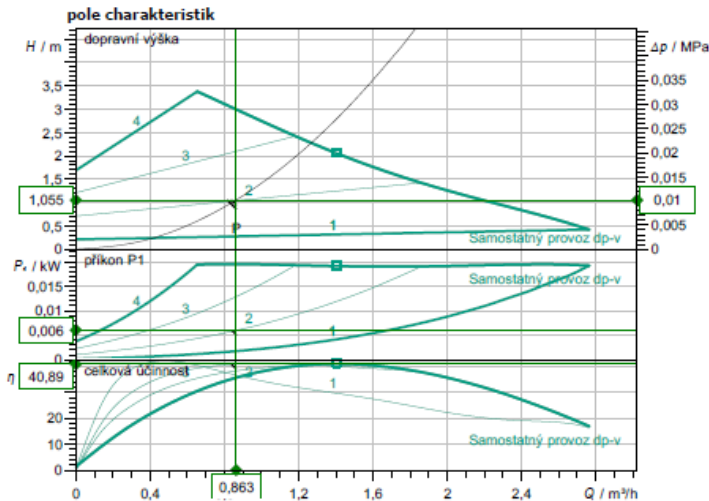
Skříň čerpadla	EN-GJL-200
Oběžné kolo	PP-GF40
Hřídel	Stainless steel
Materiál ložiska	uhlík, impregnovaný kovem

Informace k objednávce

Hmotnost cca	1,7 kg
číslo druhu zboží	4248092

Čerpadlo č. 3 – WILO YONOS PICO 1.0 25/1–4 (větev OT 2)

- Tlaková ztráta větve: 10,05 kPa
- Hmotnostní průtok: 862,60 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na proporcionální tlak



zadání provozních údajů

dopravné množství	0,86 m ³ /h
dopravní výška	1,06 m
prostředky	Voda 100 %
Teplota média	55,00 °C
hustota	985,70 kg/m ³
kinematická viskozita	0,51 mm ² /s

hydraulické údaje (provozní bod)

dopravné množství	0,86 m ³ /h
dopravní výška	1,05 m
příkon P1	0,01 kW

parametry produktu

Glandless standard high-efficiency pump	
Yonos PICO1.0 25/1-4	
druh provozu	dp-v
max. provozní tlak	1 MPa
Teplota média	-10 °C ... +95 °C
max. teplota okolí	40 °C
Minimální výška nátok	50 / 95 / 110°C
	0,5 / 3 / 10

motorové údaje

Konstrukce motoru	EC motor
Index energetické účinnosti (EEI)	
Síťová přípojka	1~ 230 V / 50 Hz
Přípustná tolerance napětí	+/-10 %
Max. otáčky	
příkon P1	0,02 kW
Příkon	0,26 A
krytí	IPX4D
Izolační třída	F
Ochrana motoru	integrováný
Elektromagnetická kompatibilita	EN 61800-3
Emitted interference	EN 61000-6-3
Interference resistance	EN 61000-6-2
Kabelové šroubení	

Přípojovací rozměry

Přípojka trubky na straně sání	G 1½, PN 10
Přípojka trubky na výtlačku	G 1½, PN 10
montážní délka	180 mm

Materiály

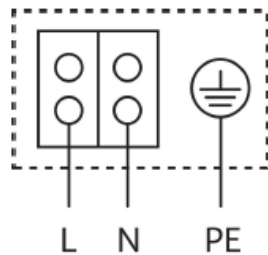
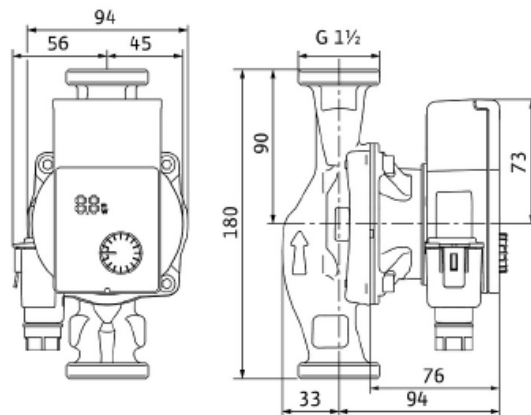
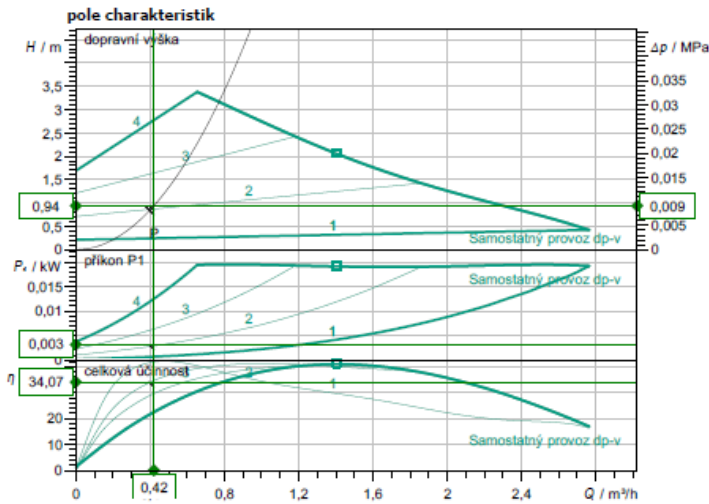
Skříň čerpadla	EN-GJL-200
Oběžné kolo	PP-GF40
Hřídel	Stainless steel
Materiál ložiska	uhlík, impregnovaný kovem

Informace k objednávce

Hmotnost cca	1,8 kg
číslo druhu zboží	4248082

Čerpadlo č. 4 – WILO YONOS PICO 1.0 25/1–4 (větev OT 3)

- Tlaková ztráta větve: 8,90 kPa
- Hmotnostní průtok: 419,60 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na proporcionální tlak



zadáni provozních údajů

dopravné množství	0,42 m ³ /h
dopravní výška	0,94 m
prostředky	Voda 100 %
Teplota média	55,00 °C
hustota	985,70 kg/m ³
kinematická viskozita	0,51 mm ² /s

hydraulické údaje (provozní bod)

dopravné množství	0,42 m ³ /h
dopravní výška	0,94 m
příkon P1	0,00 kW

parametry produktu

Glandless standard high-efficiency pump

Yonos PICO1.0 25/1-4

druh provozu	dp-v
max. provozní tlak	1 MPa
Teplota média	-10 °C ... +95 °C
max. teplota okolí	40 °C
Minimální výška nátok	50 / 95 / 110°C
	0,5 / 3 / 10

motorové údaje

Konstrukce motoru	EC motor
Index energetické účinnosti (EEI)	
Síťová přípojka	1~ 230 V / 50 Hz
Přípustná tolerance napětí	+10 %
Max. otáčky	
příkon P1	0,02 kW
Příkon	0,26 A
krytí	IPX4D
Izolační třída	F
Ochrana motoru	integrovaný
Elektromagnetická kompatibilita	EN 61800-3
Emitted interference	EN 61000-6-3
Interference resistance	EN 61000-6-2
Kabelové šroubení	

Připojovací rozměry

Přípojka trubky na straně sání	G 1 1/2, PN 10
Přípojka trubky na výtlačku	G 1 1/2, PN 10
montážní délka	180 mm

Materiály

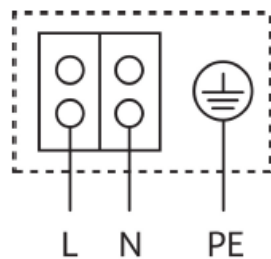
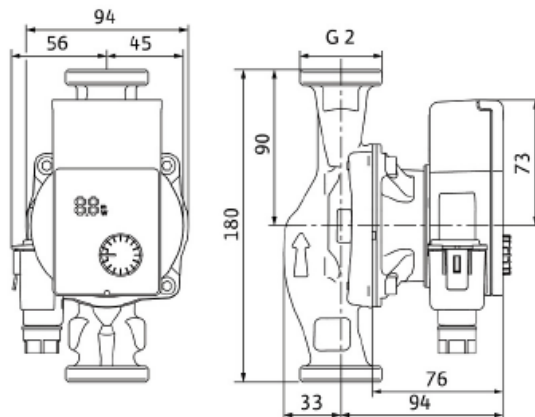
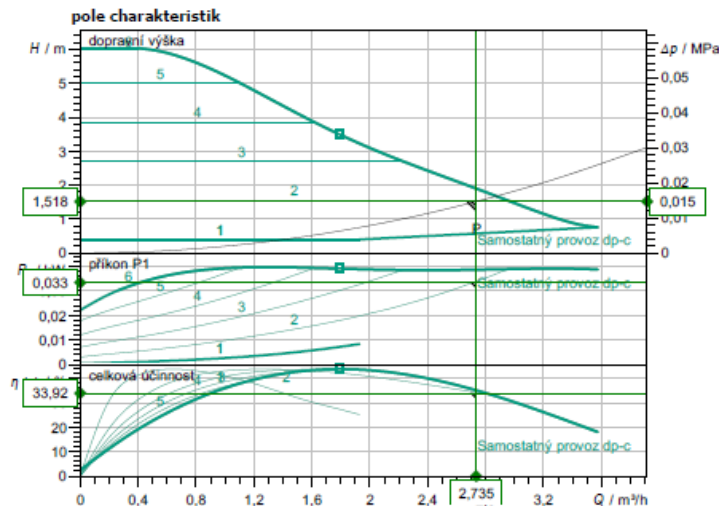
Skříň čerpadla	EN-GJL-200
Oběžné kolo	PP-GF40
Hřídel	Stainless steel
Materiál ložiska	uhlík, impregnovaný kovem

Informace k objednávce

Hmotnost cca	1,8 kg
číslo druhu zboží	4248082

Čerpadlo č. 5 – WILO YONOS PICO 1.0 30/1–6 (větev TV)

- Tlaková ztráta větve: 15,18 kPa
- Hmotnostní průtok: 2735,17 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na konstantní křivku



zadání provozních údajů

dopravné množství	2,74 m ³ /h
dopravní výška	1,52 m
prostředky	Voda 100 %
Teplota média	55,00 °C
hustota	985,70 kg/m ³
kinematická viskozita	0,51 mm ² /s

hydraulické údaje (provozní bod)

dopravné množství	2,74 m ³ /h
dopravní výška	1,52 m
příkon P1	0,03 kW

parametry produktu

Glandless standard high-efficiency pump	
Yonos PICO1.0 30/1-6	
druh provozu	dp-c
max. provozní tlak	1 MPa
Teplota média	-10 °C ... +95 °C
max. teplota okolí	40 °C
Minimální výška nátok	50 / 95 / 110°C
	0,5 / 3 / 10

motorové údaje

Konstrukce motoru	EC motor
Index energetické účinnosti (EEI)	
Síťová přípojka	1~ 230 V / 50 Hz
Přípustná tolerance napětí	+/-10 %
Max. otáčky	
příkon P1	0,04 kW
Příkon	0,44 A
krytí	IPX4D
Izolační třída	F
Ochrana motoru	integrovaný
Elektromagnetická kompatibilita	EN 61800-3
Emitted interference	EN 61000-6-3
Interference resistance	EN 61000-6-2
Kabelové šroubení	

Připojovací rozměry

Přípojka trubky na straně sání	G 2, PN 10
Přípojka trubky na výtlačku	G 2, PN 10
montážní délka	180 mm

Materiály

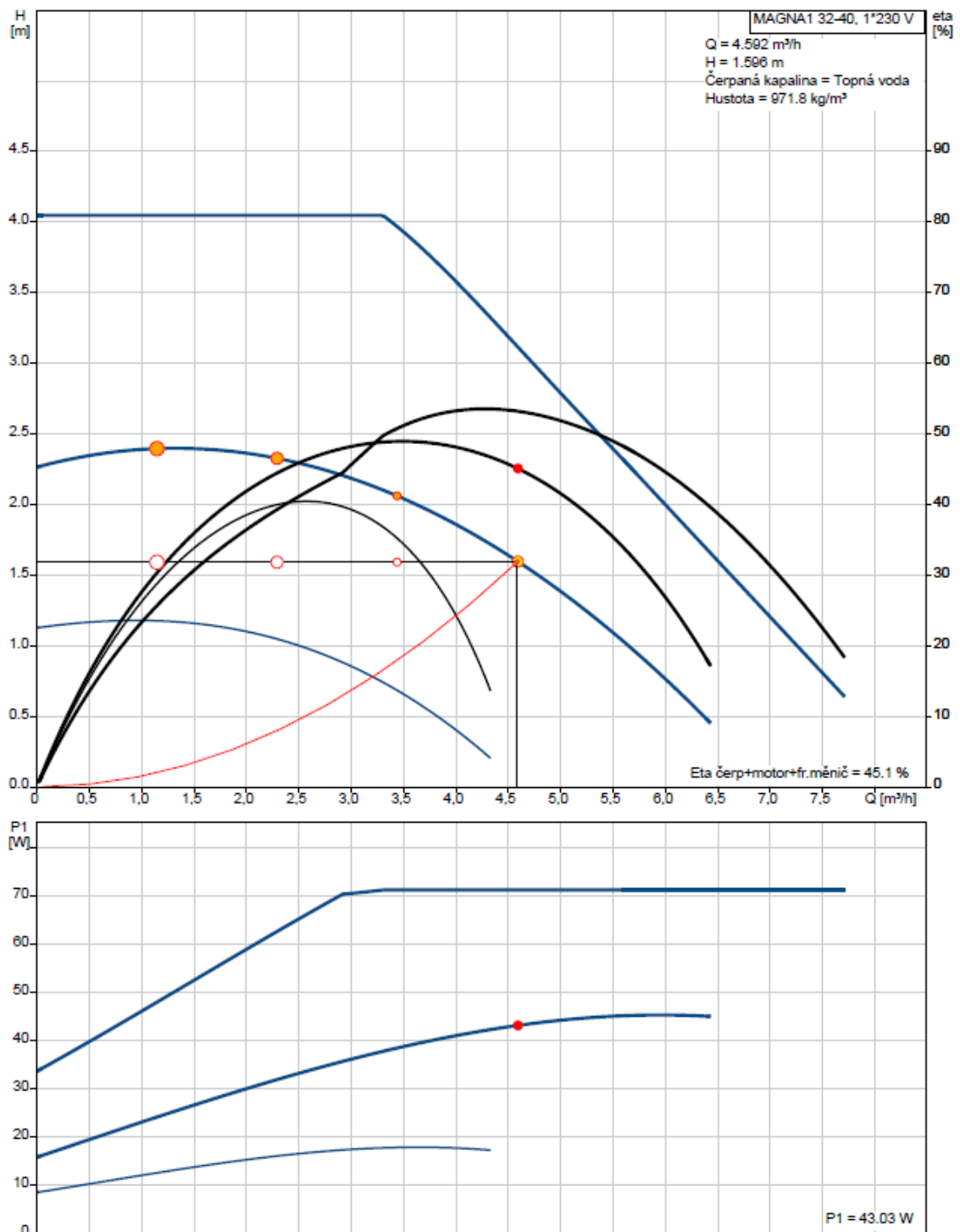
Skříň čerpadla	EN-GJL-200
Oběžné kolo	PP-GF40
Hřídel	Stainless steel
Materiál ložiska	uhlík, impregnovaný kovem

Informace k objednávce

Hmotnost cca	2 kg
číslo druhu zboží	4248089

Čerpadlo č. 6 – GRUNDFOS MAGNA 1 32–40 (kotlový okruh)

- Tlaková ztráta úseku: 15,91 kPa
- Hmotnostní průtok: 4585,84 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na konstantní křivku



15. Návrh ostatních technických zařízení soustavy

15.1 Rozdělovač a sběrač

Propojení jednotlivých větví se zdrojem tepla bude realizováno kombinovaným rozdělovačem a sběračem RS KOMBI od firmy ETL. Vzhledem k dodržení výrobcem doporučených roztečí jednotlivých hrdel a maximální možné délce jednotlivých modulů navrhuji RS KOMBI modul 200. Maximální průtok modulu je 15 m³/h. Maximální délka je stanovena na 3 metry. Skutečný průtok soustavy činí 7,330 m³/h.

TABULKA UVÁDÍ POUZE ORIENTAČNÍ VÝKONOVÉ PARAMETRY! VŽDY ZÁLEŽÍ NA ROZMÍSTĚNÍ HRDEL!								
Q _{max} = [m ³ /hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok, průřez komor S _p (m ²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Obr. 48 Přehled modulů RS KOMBI [32]

15.2 Automatické doplňování vody

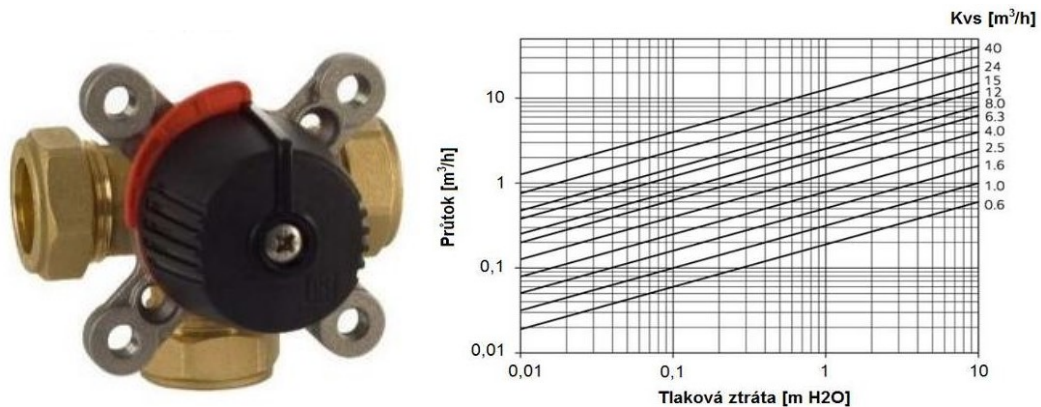
Doplňování otopné vody do soustavy bude realizováno pitnou vodou z domovního řadu pomocí automatického plnicího zařízení Reflex Fillcontrol doplněného úpravnou vody Fillsoft II. Doplnění otopné vody bude řízeno v závislosti na provozním tlaku otopné soustavy. Plnicí tlak z vodovodního řadu musí být alespoň o 1,3 baru vyšší, než je minimální provozní tlak soustavy.



Obr. 49 Navržené automatické doplňování vody [30]

15.3 Třícestný směšovací ventil

Teplota otopné vody jednotlivých větví deskových otopných těles bude řízena pomocí třícestných směšovacích ventilů REGULUS LK 840. Směšovací ventily budou osazeny servopohony, které umožní přesné řízení teploty otopné vody podle aktuálních požadavků systému. Návrhy jmenovitých světlostí DN a tlakové ztráty armatur jsou uvedeny ve výpočtu hydraulického regulování jednotlivých větví (tabulky 13.2–13.7) a ve výkresové dokumentaci (výkres D.1.4.3.05).



Obr. 50 Třícestný směšovací ventil REGULUS [33]

16. Návrh komínového tělesa

Pro navržený peletový kotel je předepsaný tah komína od výrobce 22 Pa. Účinná výška komínového tělesa činí 16 m. Návrh průměru komínového tělesa byl stanoven pomocí návrhového diagramu firmy Schiedel.

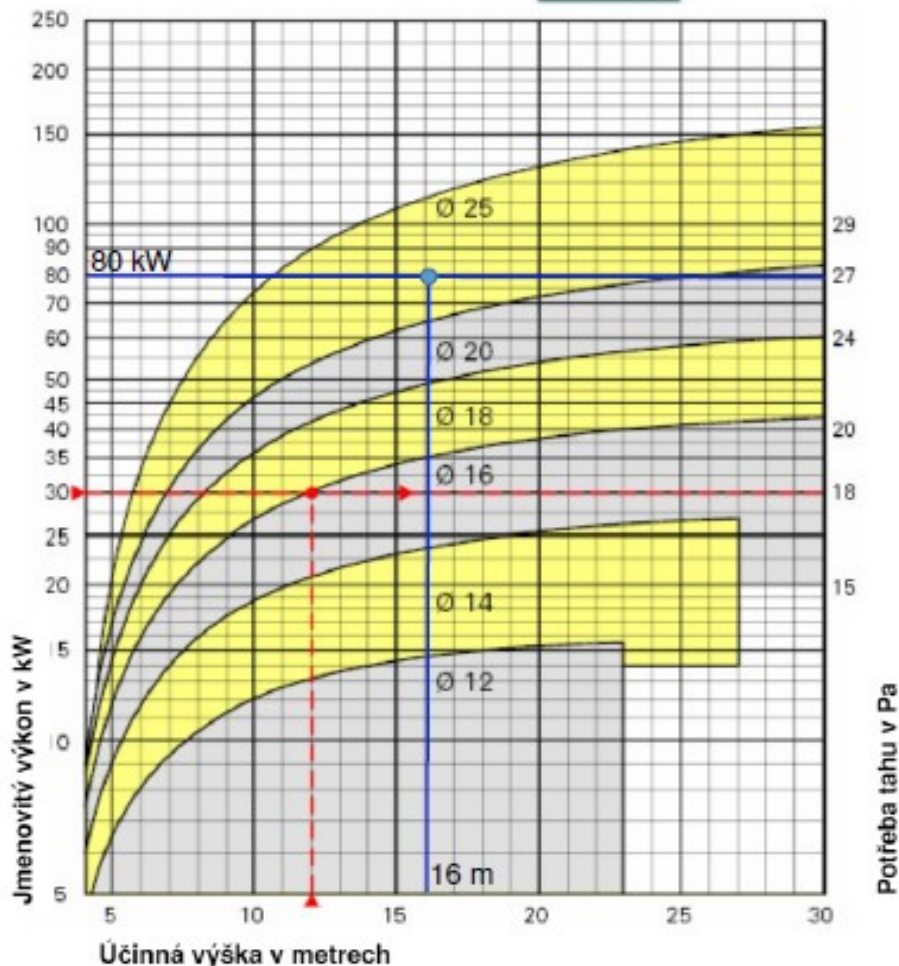
Dimenzování komínů ABSOLUT

Diagram 10.7.1 Pelety

Kotel s potřebou tahu
Teplota spalin na výstupu z kotle
 $T_w \geq 140^\circ\text{C} < 190^\circ\text{C}$



140 °C



Obr. 51 Návrhový diagram komínu Schiedel ABSOLUT [34]

Navrhuji komínové těleso Schiedel ABSOLUT s vnitřním průměrem 250 mm. Komínové těleso je tvořeno tenkostěnnou izostatickou vložkou, která je odolná proti vyhoření sazí a je určená pro kondenzační provoz.

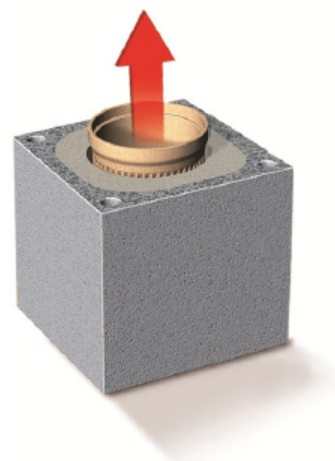
Technické parametry navrženého komínového tělesa

SCHIEDEL

Technický list

ABSOLUT

Charakteristika:	Vícevrstvý izolovaný komín s tenkostěnnou keramickou vložkou bez zadního odvětrání. Univerzální z hlediska typu spotřebiče, druhu paliva a typu objektu.
Stavba:	Všechny typy objektů včetně nízkoenergetických domů a domů s řízeným větráním.
Paliva:	Plyn, olej, pevná paliva včetně pelet
Provozní teplota:	≤ 400 °C
Odolnost při vyhoření:	Ano
Provoz:	Podtlak, třída N1 - Suchý, třída D - Mokrý, třída W
Vnitřní vložka:	Tenkostěnná keramická, hrdlové spoje
Komínová tvárnice:	Lehčený beton $\rho = 1100 \text{ kg/m}^3$ sendvičová konstrukce
Tepelná izolace:	Pěnový beton $\rho = 300 \text{ kg/m}^3$
Tepelný odpor:	0,39 m ² K/W při 200 °C, Ø200 mm
Střední drsnost:	1,5 mm podle ČSN EN 13384-1, 13384-2
Výška nad poslední podporou:	≤ 3,0 m (Ø140 - Ø400 mm) se systémovou výztuží v rozích tvárnice
Vzdálenost mezi bočním podepřením:	Max 4,0 m (Ø120 - Ø400 mm) bez výztužení



Rozměry a hmotnosti

Průměr [cm]	Typ	Vnější rozměr [cm]	Rozměr šachty [cm]	Hmotnost [kg/bm]
12	ABS 12	36/36	-	71
14	ABS 14	36/36	-	71
16	ABS 16	36/36	-	71
18	ABS 18	36/36	-	71
20	ABS 20	38/38	-	80
25	ABS 25	48/48	-	130
30	ABS 30	55/55	-	169
40	ABS 40	67/67	-	230



Obr. 52 Technické parametry Schiedel ABSOLUT [35]

17. Návrh zabezpečovacího zařízení

Otopnou soustavu je zapotřebí vybavit pojistným ventilem zabraňujícím překročení maximálního provozního přetlaku. Zároveň je také nutné navrhnout expanzní membránovou nádobu, která zajistí vyrovnaní změny objemu vody při ohřívání otopné soustavy a udržuje přetlak v otopném systému.

17.1 Objem vody v otopné soustavě

Celkový objem otopné vody v navržené soustavě činí 3 132 litrů.

Objem vody v zařízení	
Druh zařízení	Objem vody v zařízení [l]
Ohřívač TV	39,00
VZT	5,00
Oddělovací nádrž	40,00
Akumulační nádrž	2000,00
R+S (kotelna)	21,00
Kotel na pelety	230,00
Celkový objem [l]:	2335,00

Objem vody v potrubí			
DN x t	Objem vody na 1m [l/m]	Délka potrubí [m]	Objem v potrubí [l]
15x1	0,133	497,46	66,03
18x1	0,201	135,30	27,20
22x1	0,314	35,39	11,12
28x1,5	0,491	50,84	24,96
35x1,5	0,804	44,77	36,01
42x1,5	1,195	77,15	92,16
54x2	1,963	22,71	44,58
64x2	2,827	35,82	101,27
Celkový objem vody v potrubí [l]:			403,33

Objem vody v otopných tělesech			
Typ otopného tělesa	Objem vody v tělese [l]	Počet [ks]	Objem vody [l]
RADIK TYP 11 VK 700/1200	4,20	2	8,40
RADIK TYP 11 VKL 700/1400	4,90	1	4,90
RADIK TYP 21 VKL 900/1400	11,62	1	11,62
KORATHERM VERTIKAL-M K10 500/662	3,90	3	11,70
KORATHERM VERTIKAL-M K10 600/884	5,70	1	5,70
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1800/366	5,70	5	28,50
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1600/514	7,20	2	14,40
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1800/514	8,00	14	112,00
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1800/588	9,10	2	18,20
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1800/884	13,40	3	40,20
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1800/958	14,50	4	58,00
KORATHERM AQUAPANEL K10 970/500	4,60	14	64,40
KORATHERM AQUAPANEL K10 970/600	5,10	3	15,30
Celkový objem vody v otopných tělesech [l]:			393,32

17.2 Návrh pojistného ventilu

Průřez sedla pojistného ventilu

$$S_o = \frac{Q_p}{\alpha_v \cdot K} = \frac{80}{0,565 \cdot 1,03} = 137,47 \text{ mm}^2$$

kde: α_v výtokový součinitel pojistného ventilu [-]
 K konstanta závislá na stavu syté vodní páry při přetlaku p_{ot} [kW/mm²]

Ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 \cdot \sqrt{\frac{S_o}{\pi}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{137,47}{\pi}} = 13,23 \text{ mm}$$

Průměr sedla skutečného pojistného ventilu

$$d_o = a \cdot d_i = 1,34 \cdot 13,23 = 17,73 \text{ mm}$$

kde: a součinitel zvětšení sedla [-]

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 80^{0,5} = 27,52 \text{ mm}$$

Navrhuji pojišťovací ventil Prescor 1" x 1 1/4" 2.0 s otevíracím přetlakem 200 kPa.



Obr. 53 Pojistný ventil Flamco Prescor [36]

17.3 Návrh expanzní nádoby

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 3,132 \cdot 0,03225 = \mathbf{0,1313 \text{ m}^3}$$

kde: V_e expanzní objem [m^3]
 V_o objem vody v soustavě [m^3]
 n koeficient tepelné roztažnosti

Nejnižší dovolený provozní přetlak

$$p_{\text{ddov}} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g + \Delta p_z$$

$$p_{\text{ddov}} \geq 1,1 \cdot 9,35 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 16 = \mathbf{116,90 \text{ kPa}}$$

kde: p_{ddov} nejnižší dovolený přetlak [kPa]
 h výška mezi neutrálním bodem a nejvyšším místem soustavy [m]
 Δp_z tlaková ztráta soustavy mezi neutrálním bodem a nejvyšším bodem ve směru proudění [kPa]

Volím: 130 kPa \geq 116,90 kPa VYHOVÍ

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy

$$p_{\text{hdov}} \leq p_k - (h_{\text{MR}} \cdot \rho \cdot g)$$

$$p_{\text{hdov}} \leq 250 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = \mathbf{240,19 \text{ kPa}}$$

kde: p_{hdov} nejvyšší dovolený přetlak [kPa]
 p_k nejmenší konstrukční přetlak prvku v soustavě
 h_{MR} výška manometrické roviny [m]

Volím: 200 kPa \leq 240,19 kPa VYHOVÍ

Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{\text{ep}} = \frac{V_e \cdot (p_{\text{hp}} + 100)}{p_{\text{hp}} - p_d} = \frac{0,1313 \cdot (200 + 100)}{200 - 130} = \mathbf{0,563 \text{ m}^3 = 563 \text{ l}}$$

kde: p_{hp} nejvyšší provozní přetlak [kPa]
 p_d nejnižší provozní přetlak [kPa]

Navrhuji expanzní nádobu Reflex N 600/6 o objemu 600 l s maximálním provozním přetlakem 600 kPa, která je vhodná pro uzavřené otopné soustavy.

Návrh expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 80^{0,5} = 15,37 \text{ mm} \Rightarrow \text{Navrhuji potrubí } 18 \times 1 \text{ mm.}$$

kde: Q_p pojistný výkon [kW]

Reflex Reflex N 600, membránová tlaková expanzní nádoba, šedá, 6/1,5 bar

Číslo výrobku: 8218400



podrobnosti

Typ	N 600
Jmenovitý objem	600 l
Max. využitelný objem	386 l
Max. přípustná teplota soustavy	120 °C
Max. dovol. provozní teplota	70 °C
Max. dovol. provozní tlak	6 bar
Předtlak plynu – nastavení z výroby	1,5 bar
Připojení	R 1"
Průměr	740 mm
Max. výška	1531 mm
Výška přípojky vody	245 mm
Sklopný rozměr cca	1700 mm
Hmotnost	66,00 kg

Popis

Reflex Reflex N 600

Tlaková expanzní nádoba s membránou pro uzavřené topné a chladicí soustavy. Nádoby v provedení podle DIN EN 13831. Povolení podle směrnice o tlakových zařízeních 2014/68/EU.

- epoxidový nátěr s dlouhou životností
- nevyměnitelná zalisovaná membrána dle DIN EN 13831
- od 35 litrů stojatě
- pro koncentraci mrazuvzdorného prostředku nejméně 25 až 50 %
- se závitovým připojením
- max. dovolená teplota soustavy 120 °C
- dovolená provozní teplota 70 °C

Obr. 54 Technické parametry expanzní nádoby Reflex N 600 [30]

17.4 Expanzní nádoba pro zabezpečení kotle proti podtlaku

V navrženém zdroji tepla se vyskytuje velké množství otopné vody (230 litrů). V případě uzavření přívodního a odvodního potrubí z kotle by mohlo dojít ke vzniku podtlaku vlivem chlazení teploty látky. Je proto vhodné navrhnout další expanzní nádobu, která zabrání vzniku podtlaku ve zdroji tepla.

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 0,23 \cdot 0,03225 = \mathbf{0,00964 \text{ m}^3}$$

Nejnižší dovolený provozní přetlak

$$130 \text{ kPa} \geq 116,90 \text{ kPa} \quad \text{VYHOVÍ}$$

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy

$$200 \text{ kPa} \leq 240,19 \text{ kPa} \quad \text{VYHOVÍ}$$

Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{p_{hp} - p_d} = \frac{0,00964 \cdot (200 + 100)}{200 - 130} = \mathbf{0,041 \text{ m}^3 = 41 \text{ l}}$$

Navrhuji expanzní nádobu Reflex N 50/6 o objemu 50 l s maximálním provozním přetlakem 600 kPa, která je vhodná pro uzavřené otopné soustavy.

Z důvodu vysoké teploty (nad 70 °C) vratné otopné vody do kotle navrhuji oddělovací nádobu Reflex V 12/10 o objemu 12 l. V oddělovací nádrži se nachází teplotní látka o nižší teplotě než v ohřívání otopné soustavy. Tato chladnější kapalina je následně vlivem teplotní roztažnosti otopné vody vhnána do expanzní nádoby a je tak zabráněno poškození membrány expanzní nádoby vlivem vysoké teploty otopné vody.

Návrh expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 80^{0,5} = 15,37 \text{ mm} \Rightarrow \text{Navrhuji potrubí } 18 \times 1 \text{ mm.}$$

Reflex Reflex N 50, membránová tlaková expanzní nádoba, šedá, 6/1,5 bar

Číslo výrobku: 8209300



podrobnosti

Typ	N 50
Jmenovitý objem	50 l
Max. využitelný objem	45 l
Max. přípustná teplota soustavy	120 °C
Max. dovol. provozní teplota	70 °C
Max. dovol. provozní tlak	6 bar
Předtlak plynu – nastavení z výroby	1,5 bar
Připojení	R 3/4"
Průměr	441 mm
Max. výška	487 mm
Výška přípojky vody	175 mm
Sklopný rozměr cca	657 mm
Hmotnost	9,60 kg

Popis

Reflex Reflex N 50

Tlaková expanzní nádoba s membránou pro uzavřené topné a chladicí soustavy. Nádoby v provedení podle DIN EN 13831. Povolení podle směrnice o tlakových zařízeních 2014/68/EU.

- epoxidový nátěr s dlouhou životností
- nevyměnitelná zalisovaná membrána dle DIN EN 13831
- od 35 litrů stojatě
- pro koncentraci mrazuvzdorného prostředku nejméně 25 až 50 %
- se závitovým připojením
- max. dovolená teplota soustavy 120 °C
- dovolená provozní teplota 70 °C

Obr. 55 Technické parametry expanzní nádoby Reflex N 50 [30]

18. Návrh záložního zdroje

V případě výpadku elektrické energie je vhodné navrhnout záložní zdroj, který zajistí chod zdroje tepla, oběhových čerpadel, směšovacích ventilů a nouzového osvětlení. Otopný systém v případě výpadku energie bude pracovat plynule dále bez přerušení a nemůže dojít k tzv. přetopení systému. Pro návrh záložního zdroje je nutné znát příkon jednotlivých spotřebičů otopné soustavy a stanovit dobu provozu celého systému na záložní zdroj.

18.1 Návrh kapacity externí baterie

Spotřebič	Typ spotřebiče	Příkon [W]	Počet [ks]	Celkový příkon [W]
Zdroj tepla	ATMOS D 85 P	134	1	394,50
Oběhová čerpadla	WILO YONOS PICO1.0 25 1-4	20	2	
	WILO YONOS PICO1.0 25 1-5	30	1	
	WILO YONOS PICO1.0 30 1-4	20	1	
	WILO YONOS PICO1.0 30 1-6	40	1	
Servopohon směš. ventilů	ESBE ARA 600	5	3	
Nouzové osvětlení	Ecolite LED 10XSMD	3,3	35	

Potřebný proud pro provoz soustavy

$$I = \frac{P}{U} = \frac{394,50}{12} = \mathbf{32,88\ A}$$

kde: P celkový příkon spotřebičů [W]
U napětí záložní baterie [V]

Kapacita externí baterie

$$K = I \cdot h = 32,88 \cdot 3 = \mathbf{98,64\ Ah}$$

kde: h doba provozu systému na záložní zdroj [h]

Navrhuji záložní zdroj Regulus PG 600 S s kapacitou baterie 100 Ah, který zajistí provoz soustavy v případě výpadku elektřiny po dobu 3 hodin. Záložní zdroj má výstupní napětí ve tvaru hladké sinusoidy, čímž umožňuje bezproblémový provoz nízkoenergetických oběhových čerpadel.



Obr. 56 Záložní zdroj Regulus PG 600 S [37]

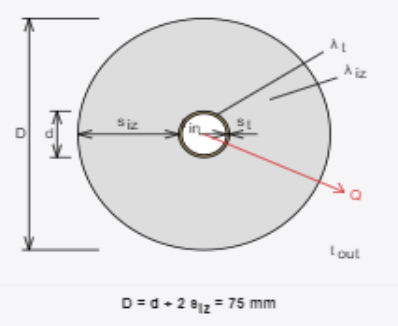
19. Návrh tepelné izolace potrubí

Návrh vhodné tloušťky tepelné izolace, včetně posouzení možného vzniku kondenzace na povrchu potrubí, byl proveden pomocí on-line výpočetního programu „Výpočet tepelných ztrát potrubí s izolací“ dostupného na stránkách webu tzb-info.cz

Měděné potrubí 15x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (30 mm)

Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIP0/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 30	
Tloušťka	$s_{iz} = 30$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K

Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 15x1	
Průměr	$d = 15$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K



Potrubí

Teplota média	$t_{in} = 60$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 24$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\rho_h = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 17.5$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_o = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 153/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,153/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.138 \leq 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 153/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 26.1$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 17$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	71 %
Sřediní spotřeba izolace	0.1414 m ² - platí pro plošnou izolaci



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Měděné potrubí 18x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (30 mm)

Izolace - podrobné technické informace															
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS															
Rozměry izolace - tl. 30															
Tloušťka	$s_{iz} = 30$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K														
Trubka															
Měď															
Rozměry trubky - 18x1															
Průměr	$d = 18$ mm														
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K														
<p style="text-align: center;">$D = d + 2 s_{iz} = 78$ mm</p>															
<p>Potrubí</p> <table border="1"> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 60$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 15$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>$\varphi = 65$ % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 8.7$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>$l = 1$ m</td> </tr> </table>		Teplota média	$t_{in} = 60$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi = 65$ % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí	$l = 1$ m
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C														
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C														
Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi = 65$ % ???														
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C														
Součinitel přestupu tepla															
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K														
Délka potrubí	$l = 1$ m														
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K														
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.149 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007														
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci														
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 25.4$ W/m														
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 6.7$ W/m														
Energetická úspora izolovaného potrubí	74 %														
Střední spotřeba izolace	0.1508 m ² - platí pro plošnou izolaci														



Olezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařirovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Měděné potrubí 22x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (30 mm)

Izolace - podrobné technické informace															
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS															
Rozměry izolace - tl. 30															
Tloušťka	$s_{iz} = 30$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K														
Trubka															
Měď															
Rozměry trubky - 22x1															
Průměr	$d = 22$ mm														
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K														
<p style="text-align: center;">$D = d + 2 s_{iz} = 82$ mm</p>															
<p>Potrubí</p> <table border="1"> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 60$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 15$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>$\varphi = 65$ % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 8.7$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>$l = 1$ m</td> </tr> </table>		Teplota média	$t_{in} = 60$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi = 65$ % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí	$l = 1$ m
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C														
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C														
Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi = 65$ % ???														
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C														
Součinitel přestupu tepla															
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K														
Délka potrubí	$l = 1$ m														
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K														
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.165 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007														
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.9$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci														
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 31.1$ W/m														
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.4$ W/m														
Energetická úspora izolovaného potrubí	76 %														
střední spotřeba izolace	0.1634 m ² - platí pro plošnou izolaci														



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařirovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Měděné potrubí 28x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (40 mm)

Izolace - podrobné technické informace															
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS															
Rozměry izolace - tl. 40															
Tloušťka	$s_{iz} = 40$ mm														
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K															
Trubka															
Měď															
Rozměry trubky - 28x1.5															
Průměr	$d = 28$ mm														
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm														
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K															
<p style="text-align: center;">$D = d + 2 s_{iz} = 108$ mm</p>															
<p>Potrubí</p> <table border="1"> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 60$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 15$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>$\phi_h = 65$ % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 8.7$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>$l = 1$ m</td> </tr> </table>		Teplota média	$t_{in} = 60$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	$\phi_h = 65$ % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí	$l = 1$ m
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C														
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C														
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi_h = 65$ % ???														
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C														
Součinitel přestupu tepla															
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K														
Délka potrubí	$l = 1$ m														
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K														
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.164 \pm 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007														
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.2$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci														
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 39.6$ W/m														
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.4$ W/m														
Energetická úspora izolovaného potrubí	81 %														
Střední spotřeba izolace	0.2136 m ² - platí pro plošnou izolaci														



Ďezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařirovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Měděné potrubí 35x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)

Izolace - podrobné technické informace															
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS															
Rozměry izolace - tl. 50															
Tloušťka	$s_{iz} = 50$ mm														
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K															
Trubka															
Měď															
Rozměry trubky - 35x1.5															
Průměr	$d = 35$ mm														
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm														
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K															
<p style="text-align: center;">$D = d + 2 \cdot s_{iz} = 135$ mm</p>															
<p>Potrubí</p> <table border="1"> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 60$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 15$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>$\varphi = 65$ % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 8.7$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>$l = 1$ m</td> </tr> </table>		Teplota média	$t_{in} = 60$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi = 65$ % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí	$l = 1$ m
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C														
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C														
Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi = 65$ % ???														
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C														
Součinitel přestupu tepla															
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K														
Délka potrubí	$l = 1$ m														
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K														
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.165 \pm 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007														
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 16.8$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci														
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 49.5$ W/m														
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.4$ W/m														
Energetická úspora izolovaného potrubí	85 %														
Střední spotřeba izolace	0.267 m ² - platí pro plošnou izolaci														



Ďezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařirovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Měděné potrubí 42x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 50	
Tloušťka	$s_{iz} = 50$ mm
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K	
Trubka Měď	
Rozměry trubky - 42x1.5	
Průměr	$d = 42$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 20$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi_h = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 13.6$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí $l = 1$ m	
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{0,193/2007} = 0.27$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.184 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 21.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 52.8$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.4$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	86 %
Sřediní spotřeba izolace	0.289 m ² - platí pro plošnou izolaci



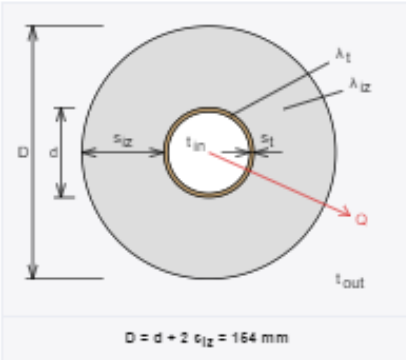
Øezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařirovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Měděné potrubí 54x2 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)

Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIPQ/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 50	
Tloušťka	$s_{iz} = 50$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K

Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 54x2	
Průměr	$d = 54$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 2$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K



$D = d + 2 \cdot s_{iz} = 154$ mm

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi = 65$ % 222
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitele přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_o = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určuji/ol souč. prostupu tepla (dle vyhl. 183/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{o,183/2007} = 0.27$ W / m K
Součinitele prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.212 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 153/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 78.3$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 8.6$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	88 %
Sřední spotřeba izolace	0.3287 m ² - platí pro plošnou izolaci



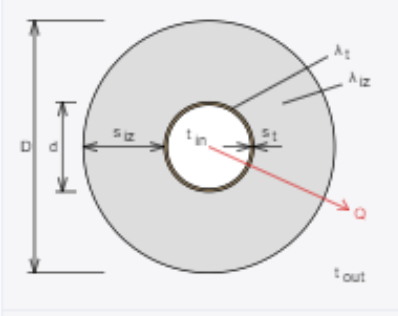
Čezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařinovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 260 °C

Měděné potrubí 64x2 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (60 mm)

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 60	
Tloušťka	$s_{iz} = 60$ mm
Souč. tepelná vodivost	$\lambda_{iz} = 0.039$ W / m K

Trubka Měď	
Rozměry trubky - 64x2	
Průměr	$d = 64$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 2$ mm
Souč. tepelná vodivost	$\lambda_t = 372$ W / m K



$D = d + 2 s_{iz} = 184$ mm

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 85$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi = 65$ % 222
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_o = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007} = 0.27$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.221 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_D = 140.7$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 15.6$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	89 %
Střední spotřeba izolace	0.3398 m ² - platí pro plošnou izolaci



Čezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 16 °C do 260 °C

20. Roční potřeba tepla a spotřeba paliva

Výpočet potřeby tepelné energie a spotřeby paliva pro posuzovaný objekt byl proveden pomocí denostupňové metody. Hodnoty roční provozní účinnosti zdroje tepla a účinnosti distribuce byly stanoveny dle ČSN 73 0331-1 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty výpočtu – Část 1.

20.1 Potřeba tepla pro vytápění

Potřeba tepla pro vytápění v hodnoceném objektu pokrývá jeho tepelné ztráty prostupem a tepelné ztráty větráním v přirozeně větraných místnostech.

Vstupní údaje

- Tepelná ztráta části objektu: $Q_t = 24,28 \text{ kW}$
- Vnitřní průměrná teplota: $t_{is} = 20 \text{ °C}$
- Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -18 \text{ °C}$

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací

$$H_{T+I} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{24\,280}{20 - (-18)} = 639 \text{ W/K}$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+I} = 24 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 4526 \cdot 639 = 56,22 \text{ MWh/r}$$

kde: ε součinitel vyjadřující nesoučasnost infiltrace během roku
 e součinitel vyjadřující vliv přerušovaného vytápění
 D počet denostupňů... $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 271 \cdot (20 - 3,3) = 4526$
 t_{is} průměrná teplota vytápěných místností
 t_{es} průměrná venkovní teplota otopného období

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{UT} = \frac{E}{n_{zdroj} \cdot n_{distr}} = \frac{56,22}{0,90 \cdot 0,92} = 67,90 \text{ MWh/r}$$

20.2 Potřeba tepla pro přípravu TV

Vstupní údaje

- Spotřeba TV za den: $V = 2,612 \text{ m}^3/\text{den}$
- Vstupní teplota vody: $t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ (zima); $15 \text{ }^\circ\text{C}$ (léto)
- Výstupní teplota vody: $t_2 = 55 \text{ }^\circ\text{C}$

Požadovaná energie

$$E_{\text{TV,d}} = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \cdot z = 2,612 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) \cdot 1,3 = 177,71 \text{ kWh/den}$$

Korekce na proměnlivou teplotu vstupní vody

$$k_t = \frac{t_{\text{tv}} - t_{\text{sv,L}}}{t_{\text{tv}} - t_{\text{sv,Z}}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E = E_{\text{TV,d}} \cdot d + k_t \cdot E_{\text{TV,d}} \cdot (N - d) = 177,71 \cdot 271 + 0,89 \cdot 177,71 \cdot (365 - 271) = \\ = 63,03 \text{ MWh/r}$$

kde: d počet dnů otopného období
 N počet pracovních dnů soustavy

Skutečná roční potřeba tepelné energie na přípravu TV bude o něco nižší, neboť je na budovu instalována fotovoltaická soustava. V letním období bude ohřev TV zajištěn pomocí elektrické energie vyrobené instalovanou FV elektrárnou. Ve zbylém období bude FV soustava zajišťovat pouze přehřev TV. Celková energie vyrobená instalovanou FV elektrárnou činí 43,38 MWh.

$$E_{\text{skut}} = E - E_{\text{FV}} = 63,03 - 43,38 = 19,65 \text{ MWh/r}$$

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{\text{TV}} = \frac{E_{\text{skut}}}{n_{\text{zdroj}} \cdot n_{\text{distr}}} = \frac{19,65}{0,90 \cdot 0,95} = 22,98 \text{ MWh/r}$$

20.3 Potřeba tepla pro nucené větrání

Vstupní údaje

- Tepelný výkon ohřívačů VZT jednotek: $Q_{VZT} = 20,414 \text{ kW}$
- Provoz VZT jednotek celoročně 7 dní v týdnu, 18 hodin denně

Měrná tepelná ztráta větráním

$$H_V = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{20\,414}{20 - (-18)} = 537 \text{ W/K}$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E = e \cdot h \cdot D_V \cdot H_V = \frac{7}{7} \cdot 18 \cdot 4788 \cdot 537 = 46,28 \text{ MWh/r}$$

- kde: e součinitel vyjadřující vliv přerušovaného provozu
h počet provozních hodin denně
D_V počet větracích denostupňů (pro t_{em} = 15 °C)
D_V = z · (t_{iv} - t_{es}) = 315 · (20 - 4,8) = 4788
z počet dnů s teplotou nižší než ve větraném prostoru
t_{iv} průměrná teplota větraných místností
t_{es} průměrná venkovní teplota období s ohřevem vzduchu

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{VZT} = \frac{E_{VZT}}{n_{zdroj} \cdot n_{distr}} = \frac{46,28}{0,90 \cdot 0,95} = 54,13 \text{ MWh/r}$$

20.4 Celková roční spotřeba tepelné energie

$$\sum E = E_{UT} + E_{TV} + E_{VZT} = 67,90 + 22,98 + 54,13 = 145,01 \text{ MWh/r}$$

20.5 Roční spotřeba paliva

Roční provozní účinnost automatického peletového kotle dle ČSN 73 0331-1 dosahuje hodnoty 90 %. Minimální výhřevnost dřevěných pelet činí 16 MJ/kg.

$$Q_P = \sum E \cdot 3600 = 145,01 \cdot 3600 = 522\,036 \text{ MJ}$$

$$P = \frac{Q_P}{n_{zdroj} \cdot H} = \frac{522\,036}{16 \cdot 0,90} = 36\,253 \text{ kg/r}$$

20.6 Potřebná velikost skladu pelet

Prostorová objemová hmotnost pelet činí 650 kg/m^3 .

$$V_p = \frac{P}{650} = \frac{36\,253}{650} = 55,77 \text{ m}^3$$

Sklad pelet má půdorysné rozměry $5,56 \times 5,50 \text{ m}$. Světlá výška skladu je $3,75 \text{ m}$. Sklon desek uvnitř peletového skladu činí 40° . Hladina uskladněných pelet musí být minimálně ve vzdálenosti 20 cm od osy plnicího potrubí. Maximální výška uskladněných pelet tedy činí $3,35 \text{ m}$.

Výška nakloněných desek skladu

$$h_d = \text{tg}(40) \cdot \left(\frac{5,56}{2} - 0,15 \right) = 2,207 \text{ m}$$

Objem skladu pelet

$$V_{\text{skladu}} = 5,56 \cdot 5,50 \cdot 3,35 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2,207 \cdot \left(\frac{5,56}{2} - 0,15 \right) \cdot 5,50 = 70,52 \text{ m}^3$$

Procento pokrytí roční potřeby paliva

$$\frac{V_{\text{skladu}}}{V_p} = \frac{70,52}{55,77} = 1,26 \Rightarrow 126 \%$$

Navržený skladovací prostor vyhoví požadavkům na uskladnění pelet. Při úplném naplnění skladu není potřeba doplňovat palivo během topné sezóny, neboť kapacita skladu převyšuje potřebu o 26% .

21. Technická zpráva

21.1 Úvod

Projekt se zabývá návrhem otopné soustavy a přípravou teplé vody v horském penzionu s maximální kapacitou 34 hostů. Jedná se o dvoupodlažní podsklepený objekt se sedlovou střechou. Sklon střechy je 30°. Celková zastavěná plocha objektu činí 709,87 m². Penzion se nachází v Moravskoslezském kraji, v Nížkém Jeseníku, ve městě Bruntál. Nadmořská výška v dané lokalitě je 547 m n.m.

21.1.1 Popis objektu

Objekt je tvořen stěnovým konstrukčním systémem. Výjimku představuje pouze prostor hromadné garáže, kde hlavní nosnou funkci zajišťují železobetonové sloupy v kombinaci s železobetonovými obvodovými stěnami. Veškeré konstrukce podzemního podlaží jsou monolitické železobetonové. Hlavní nosnou funkci nadzemních pater budovy zajišťují příčné nosné stěny z keramických bloků POROTHERM. Vodorovné nosné konstrukce tvoří železobetonové monolitické stropy. Obvodový plášť objektu je zateplen pomocí polystyrenových izolačních desek ISOVER EPS 70 F, které splňují požadavky kontaktního zateplovacího systému ETICS. Obvodové stěny podzemního podlaží, které jsou přilehlé k zemině, jsou zatepleny extrudovaným polystyrenem ISOVER XPS STYRODUR 2800 C. Vnitřní nosné konstrukce a příčky jsou taktéž zhotoveny z keramických bloků POROTHERM. Výplně otvorů tvoří plastová okna s izolačním trojsklem.

Podsklepenou část objektu představuje zejména technické zázemí. Nachází se zde technická místnost, strojovna VZT, dílna a prádelna. Podstatnou část podlaží tvoří hromadná garáž určená pro návštěvníky penzionu.

První nadzemní podlaží je rozděleno na veřejnou a ubytovací část. V ubytovací části se nachází 4 dvoulůžkové pokoje, 1 pokoj pro invalidního hosta včetně doprovodu a apartmán pro 4 osoby. Všechny pokoje jsou vybaveny malou předsíňkou a hygienickým zázemím. Veřejnou část tvoří zádveří, které navazuje na recepci uvnitř dispozice penzionu. Podstatnou část veřejného prostoru prvního nadzemní podlaží představuje restaurační zařízení včetně kuchyně a malého skladu. Dále se na tomto podlaží nachází hygienické zázemí pro hosty, úklidový prostor, sklad lůžkovin a šatny pro zaměstnance včetně sprch a toalet.

Druhé nadzemní podlaží představují zejména ubytovací prostory. Nachází se zde 6 dvoulůžkových pokojů, 2 apartmány pro 2 osoby a obdobně jako v prvním podlaží 1 apartmán pro 4 osoby. V levé části dispozice se nachází konferenční místnost a místnost pro zaměstnance.

Objekt bude vytápěn teplovodním otopným systémem s deskovými otopnými tělesy. Příprava teplé vody bude řešena pomocí dvou stacionárních nepřímotopných ohřivačů s vloženými elektrickými jednotkami pro letní ohřev TV. Zdrojem tepla v zimním období bude automatický peletový kotel. V letním období bude docházet pouze k ohřevu TV pomocí elektrických jednotek. Zdrojem elektrické energie bude navržená fotovoltaická elektrárna na střeše penzionu.

Ubytovací prostory budou větrány přirozeným větráním. V hygienickém zázemí pokojů bude odváděn znehodnocený vzduch pomocí VZT systému. Technické zázemí suterénu bude větráno přirozeně. Výjimku tvoří pouze prostor hromadné garáže, kde bude instalována podstropní VZT jednotka, která zajistí požadovanou výměnu vzduchu a nebude osazena žádným dalším technickým zařízením. Ostatní prostory objektu budou větrány nuceně pomocí VZT jednotek se zpětným získáváním tepla a vodním výměníkem pro ohřev vzduchu v zimních měsících.

21.2 Podklady projektu

21.2.1 Výkresová dokumentace

Podkladem pro zpracování byla projektová dokumentace stavební části (půdorysy, řezy a pohledy).

21.2.2 Právní předpisy a normy

Projekt byl vypracován v souladu s platnými normami a legislativními předpisy. Jedná se zejména o:

- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
- ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody
- ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
- ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN EN 12828+A1 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav
- Vyhláška 193/2007, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhláška 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších požadavků bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

21.3 Základní technické údaje

21.3.1 Klimatické poměry – lokalita Bruntál

- Venkovní výpočtová teplota -18 °C
- Průměrná teplota otopného období 3,3 °C
- Nadmořská výška 547 m n.m.

21.3.2 Vnitřní návrhové teploty

- Zádveří, chodba, sklad, technická místnost, strojovna, dílna, úklidová místnost 15 °C
- Recepce, pokoje, restaurace, kuchyň, hygienické zázemí, konferenční místnost, kuchyňka, prádelna, 20 °C
- Šatny zaměstnanců 22 °C
- Koupelny, sprchy 24 °C

21.3.3 Tepelně-technické parametry stavebních konstrukcí

Hodnoty výpočtových tepelně-technických parametrů jednotlivých stavebních konstrukcí vyhovují požadavkům stanovených normou ČSN 73 0540–2 – Tepelná ochrana budov.

21.3.4 Tepelné ztráty objektu

Tepelná ztráta prostupem: 15,895 kW
Tepelná ztráta větráním: 13,842 kW
Tepelná ztráta infilrací: 0,352 kW

Celkový potřebný tepelný výkon pro vytápění hodnoceného objektu činí 30,09 kW.

21.3.5 Roční potřeba tepelné energie a spotřeba paliva

Výpočet potřeby tepelné energie a spotřeby paliva pro daný objekt byl proveden pomocí denostupňové metody.

Roční potřeba tepelné energie:

- Ohřev teplé vody 19,65 MWh/r
- Vytápění 56,22 MWh/r
- Nucené větrání 46,28 MWh/r

Roční spotřeba tepelné energie se zahrnutím účinnosti jednotlivých zařízení:

- Ohřev teplé vody 22,98 MWh/r
- Vytápění 67,90 MWh/r
- Nucené větrání 54,13 MWh/r

Celková roční spotřeba paliva (pelet) pro posuzovaný objekt činí 36,25 t/r.

21.4 Technické řešení

21.4.1 Zdroj tepelné energie

Zdrojem tepelné energie v hodnoceném objektu bude automatický peletový kotel D85P od firmy ATMOS s maximálním tepelným výkonem 80 kW. Zdroj tepla bude doplněn akumulacním zásobníkem z důvodu maximálního využití vyrobeného tepla. Požadovaný objem akumulacní nádoby je stanoven na 2000 litrů. V kotlovém okruhu mezi akumulacní nádrží a kotlem je nutné na potrubí zřídit zkrat osazený termostatickým ventilem. Termostatický ventil bude sloužit k zajištění minimální požadované teploty vratné vody (nad 65 °C) do kotlového tělesa pomocí směšování vody z přívodního do vratného potrubí. Dojde tak k zamezení vzniku nízkoteplotní koroze uvnitř kotle. Peletový kotel bude instalován na betonový základ o výšce minimálně 50 mm. Odvod spalin z kotle bude zajištěn kouřovodem o průměru 250 mm. Kouřovod bude vyústěn do vícevrstvého komínového tělesa Schiedel Absolut s tenkostěnnou keramickou vložkou o průměru 250 mm. Komín bude vyústěn nad střechu objektu, minimálně 1 m nad závětrný úhel od hřebene střechy. Oběh topné vody v kotlovém okruhu bude zajištěn oběhovým čerpadlem MAGNA 1 32-40 od firmy Grundfos. Jelikož výkon zdroje tepla přesahuje hodnotu 50 kW, místnost s jeho umístěním představuje kotelnu. Předepsaným palivem pro automatický peletový kotel jsou pelety o výhřevnosti 16–18 MJ/kg s maximální vlhkostí do 10 %.

21.4.2 Pneumatická doprava pelet

Doprava pelet z extérního skladu ke kotli bude řízena pneumatickou dopravou ATMOS APS 250 SPK3. Pelety budou ze skladu přepraveny do mezizásobníku umístěného v těsné blízkosti kotle. Sestava se skládá ze speciálního odlučovacího zásobníku se zabudovaným sacím ventilátorem a z rotačního snímače hladiny pelet. Nasávání pelet v prostoru skladovacího zásobníku bude zajištěno vícebodovým nasáváním pomocí sond. Přeprava pelet do mezizásobníku bude uskutečněna pomocí antistatických hadic. Z hlediska minimálních prostorových nároků bude mezizásobník tvořit kompaktní nádrž na pelety AZPD 400 R se zabudovaným šnekovým dopravníkem DRA 25 o délce 1,3 m. Šnekový zásobník zajistí dopravu pelet přímo do hořáku dle aktuální potřeby.

21.4.3 Příprava teplé vody

Příprava teplé užitkové vody bude probíhat pomocí dvou nepřímotopných stacionárních zásobníků OKC 500 NTR/BP a OKC 1000 NTR/BP s celkovým užitným objemem 1392 litrů. Zásobníky budou zapojeny sériově za sebou (znázornění viz půdorys kotelny). Do každého zásobníku bude umístěna elektrická topná jednotka TJ 6/4“-7,5 o výkonu 7,5 kW z důvodu ohřevu TV v letním období pomocí FV elektrárny. Celkový instalovaný výkon topných jednotek činí 15 kW.

Příprava teplé vody v zimním období bude zajištěna pomocí nepřímotopného stacionárního zásobníku OKC 1000 NTR/BP s teplosměnnou plochou výměníku 4,5 m². Ohřev TV je v průběhu dne navržený ve třech cyklech s dvouhodinovým ohřevem TV. Zdrojem tepla bude navržený peletový kotel. Energie vyrobená FV elektrárnou bude sloužit k předehřevu TV.

Příprava teplé vody v letním období bude zajištěna oběma stacionárními zásobníky. Zdrojem elektrické energie pro pokrytí ohřevu TV v letních měsících bude navržená fotovoltaická elektrárna na střeše hotelu. V případě nepříznivých dnů pro výrobu elektrické energie pomocí fotovoltaických panelů bude energie odebírána ze sítě. Vyrobena elektrická energie bude primárně usměrňována do elektrické topné jednotky umístěné v zásobníku OKC 1000 NTR/BP. Jakmile bude teplá voda v zásobníku ohřáta na požadovanou teplotu, dojde k ohřívání druhého zásobníku (OKC 500 NTR/BP). Výstupní potrubí teplé užitkové vody ze zásobníkového ohříváče je nutné opatřit termostatickým směšovací ventilem, aby nedošlo u výtokových armatur k opaření uživatelů v případě nahřátí zásobníku na vysoké teploty.

21.4.4 Zabezpečovací zařízení

Otopná soustava bude vybavena uzavřenou expanzní membránovou nádobou Reflex N 600/6 o objemu 600 l s maximálním provozním přetlakem 600 kPa. Z důvodu velkého množství otopné vody (230 litrů) ve zdroji tepla a možné hrozby vzniku podtlaku v kotli v případě uzavření přívodního a odvodního potrubí bude soustava doplněna druhou expanzní nádobou Reflex N 50/6 o objemu 50 l s maximálním provozním přetlakem 600 kPa. Obě expanzní nádoby budou připojeny na vratné potrubí otopné soustavy expanzním měděným potrubím 18x1mm. Expanzní nádoba Reflex N 50/6 bude od otopné soustavy oddělena oddělovací nádrží Reflex V 12/10 o objemu 12 l z důvodu vysoké teploty vratné vody v kotlovém okruhu.

Dále bude soustava vybavena pojistným ventilem Prescor 1“ x 1 ¼“ 2.0 s otevíracím přetlakem 200 kPa. Pojistný ventil chrání soustavu před překročením maximálního provozního přetlaku. Minimální provozní přetlak soustavy činí 130 kPa. Před ohříváčem teplé vody musí být osazen pojistný ventil. Podrobnou specifikaci pojistného ventilu ohříváče TV řeší projekt ZTI.

21.4.5 Záložní zdroj

V případě výpadku elektrické energie je navržen záložní zdroj, který zajistí chod zdroje tepla, oběhových čerpadel, směšovacích ventilů a nouzového osvětlení. Otopný systém v případě výpadku energie bude pracovat plynule dále bez přerušování a nemůže tak dojít k přetopení systému. Záložní zdroj bude tvořit jednotka Regulus PG 600 S s externí baterií o kapacitě 100 Ah. Provoz systému na záložní zdroj bude možný po dobu 3 hodin.

21.4.6 Fotovoltaická elektrárna

Elektrická energie potřebná pro pokrytí ohřevu TV v letních měsících bude vyrobena pomocí fotovoltaických panelů. Panely budou instalovány na jihozápadní část střechy hotelu, která má sklon 30°. Vyrobená elektrická energie bude využita pouze na ohřev TV. Celkově je navrženo 116 kusů monokrystalických fotovoltaických panelů LP 182–M–54–MH od firmy Leapton. Instalovaný výkon FV panelů činí 46,40 kWp.

21.5 Otopná soustava

21.5.1 Popis otopné soustavy

Jedná se o teplovodní uzavřenou dvoutrubkovou soustavu s nuceným oběhem, která bude rozčleněna pomocí kombinovaného rozdělovače a sběrače na 5 větví. Jednotlivé rozvody budou tvořeny měděným potrubím spojovaným lisováním. Hlavní větev otopného systému pro ubytovací část bude vedena v podhledu 1. NP. Ostatní hlavní větve budou vedeny pod stropem suterénu. Potrubní rozvody k jednotlivým otopným tělesům v 1. NP a 2. NP budou vedeny v podlaze, musí být izolované a v místě prostupu stavebními konstrukcemi musí být opatřeny chráničkou. Pouze v prostorách suterénu budou potrubní rozvody vedeny v liště nad podlahou.

Přehled otopných větví a jejich teplotní spády:

- Otopná tělesa v ubytovací části (OT 1) 60/50 °C
- Otopná tělesa ve veřejné části (OT 2) 60/50 °C
- Otopná tělesa v konferenční místnosti (OT 3) 60/50 °C
- Větev vzduchotechnických jednotek (VZT) 60/50 °C
- Větev přípravy teplé vody (TV) 60/50 °C

Kotlový okruh bude pracovat s teplotním spádem 85/70 °C a s průtokem 4 586 kg/h.

21.5.2 Čerpací technika

Nucený oběh teplotnosné látky v otopné soustavě zajistí oběhová čerpadla od firmy Wilo a Grundfos. Umístění jednotlivých čerpadel je znázorněno v projektové dokumentaci (D.1.4.3.05).

Přehled navržených čerpadel:

- Grandfos MAGNA 1 32-40 kotlový okruh
- Wilo Yonos PICO1.0 25/1-5 130 větev OT 1
- Wilo Yonos PICO1.0 25/1-4 větev OT 2, OT 3
- Wilo Yonos PICO1.0 30/1-4 větev VZT
- Wilo Yonos PICO1.0 30/1-6 větev TV

21.5.3 Plnění a vypouštění otopné soustavy

Doplňování otopné vody do soustavy bude realizováno pitnou vodou z domovního řadu pomocí automatického plnicího zařízení Reflex Fillcontrol doplněného úpravou vody Fillsoft II. Doplnění otopné vody bude řízeno v závislosti na provozním tlaku otopné soustavy. Plnicí tlak z vodovodního řadu musí být alespoň o 1,3 baru vyšší, než je minimální provozní tlak soustavy.

Vypouštění otopné soustavy bude probíhat pomocí vypouštěcích kohoutů umístěných v nejnižších místech soustavy.

21.5.4 Otopné plochy

Veškeré otopné plochy budou tvořeny deskovými otopnými tělesy od české firmy KORADO. V ubytovací a veřejné části penzionu jsou navržena designová otopná tělesa KORATHERM VERTIKAL-M se svisle orientovanými profily a spodním středovým připojením rozvodů topného systému. Výjimku představují pouze koupelny jednotlivých pokojů, sprchy v šatnách zaměstnanců a suterénní místnosti. V prostorách koupelen a sprch jsou navržena designová otopná tělesa KORATHERM AQUAPANEL s vodorovně orientovanými panely a spodním středovým připojením rozvodů. V suterénu objektu jsou navržena tělesa typu RADIK, která umožňují pravé či levé spodní připojení. Všechna desková tělesa budou osazena termostatickou hlavicí. Hydraulické vyregulování těles bude provedeno pomocí přípojovací HM armatury, taktéž od výrobce KORADO.

21.5.5 Regulace a měření

Řídící jednotka peletového kotle musí být propojena s řízením instalovaného hořáku. Řídící systém hořáku bude dále napojen na teplotní čidla umístěná na horní a spodní straně akumulární nádrže, podle kterých se bude řídit provoz zdroje tepla. Teplotní čidla na akumulárních nádržích budou nastavena na hodnotu 70/55 °C (horní/spodní čidlo). Celý systém musí být také propojený s oběhovými čerpadly, pohony směšovacích ventilů a venkovním čidlem.

Větve otopných těles – OT 1 a OT 2 budou řízeny ekvitermní regulací (v závislosti na teplotě vnějšího prostředí) pomocí trojcestných směšovacích ventilů umístěných za R+S v technické místnosti. Větev OT 3 zajišťující pouze vytápění konferenčních prostor bude řízena podle vnitřní teploty místnosti. Regulace větve vzduchotechnických jednotek bude probíhat kvantitativně pomocí směšovacích uzlů osazených před každou jednotkou. Větev ohřevu teplé vody nebude regulována, bude fungovat pouze na principu zapnuto/vypnuto.

21.5.6 Izolace potrubí

Návrh tloušťky izolace byl proveden v souladu s vyhláškou č. 193/2007 Sb. Pro izolaci volně vedeného potrubí bude použita minerální vlna s kaširovanou fólií značky ROCKWOOL. Navržené tloušťky tepelné izolace vyhovují stanoveným požadavkům.

Tloušťky tepelné izolace potrubních rozvodů [mm]								
Druh tepelné izolace	Dimenze potrubí x tloušťka stěny [mm]							
	15x1	18x1	22x1	28x1,5	35x1,5	42x1,5	54x2	64x2
ROCKWOOL PIPO ALS	30	30	30	40	50	50	50	60

21.6 Požadavky na ostatní profese

21.6.1 Stavební práce

V rámci stavebních prací je nutné zhotovit prostupy jednotlivými konstrukcemi (stěny, stropy), kterými budou procházet potrubní rozvody otopné soustavy. Vstupní dveře do kotelny musí být osazeny větracím otvorem o rozměru 600x200 mm pro přívod spalovacího vzduchu. Otvor bude osazen protidešťovou žaluzií. V prostoru skladu pelet budou osazeny 4 kusy plnicího potrubí Storz, typ A (DN 110), taktéž osazené protidešťovou žaluzií. Musí být zhotoven betonový základ pod kotel o minimální výšce 50 mm a vyzděné komínové těleso, aby bylo možné provést napojení odvodního spalínového systému od zdroje tepla. Je také nutné zajistit instalaci pochozí lávky na střeše penzionu včetně dalších střešních stupadel, aby byl umožněn servis a údržba fotovoltaických panelů.

21.6.2 Zdravotechnika

V prostorách technické místnosti musí být zřízen přívod studené pitné vody určený pro doplňování vody do otopného systému a přívod pitné vody do zásobníku TV. Zásobníkový ohřívač musí být připojen na cirkulační potrubí a na rozvod teplé užitkové vody. V technické místnosti, strojovně VZT a prádelně je zapotřebí zhotovit podlahovou vpusť a provést její napojení na kanalizační potrubí přes zápachovou uzávěrku.

21.6.3 Elektroinstalace

Pro připojení veškerého technického zařízení na rozvody elektrické energie je nezbytné zřídit samostatně jištěný přívod elektrické energie ukončený zásuvkami na 230 V v blízkosti těchto spotřebičů. Rovněž je třeba nainstalovat pohony regulace směšovacích uzlů a třicestných ventilů včetně zajištění propojení jednotlivých pohonů s řídicí jednotkou.

Typ oběhového čerpadla	Jmenovité napětí	Příkon
Wilo Yonos PICO1.0 25/1-4	1x230 V	20 W
Wilo Yonos PICO1.0 30/1-4	1x230 V	20 W
Wilo Yonos PICO1.0 25/1-5 130	1x230 V	30 W
Wilo Yonos PICO1.0 30/1-6	1x230 V	40 W
Grundfos MAGNA 1 32-40	1x230 V	73 W

21.6.4 Vzduchotechnika

Je nutné zajistit osazení vzduchotechnických jednotek regulačním uzlem se směšovacím ventilem, servopohonem, kulovým ventilem a oběhovým čerpadlem pro regulaci vodního ohříváče vzduchu. V kotelně je zapotřebí zhotovit větrací šachtu pro odvod odpadního vzduchu. Šachta bude zhotovena z kruhového vzduchotechnického potrubí SPIRO o průměru 250 mm a bude vyústěna nad střechu objektu. Ukončení větrací šachty nad střechou bude provedeno pomocí výfukové mřížky.

21.7 Montáž a uvedení do provozu

21.7.1 Zdroj tepelné energie

Instalaci zařízení a následné uvedení do provozu může provádět pouze oprávněná osoba s příslušnou kvalifikací a vlastníci osvědčení k provádění dané činnosti. Je zapotřebí dodržovat pokyny stanovené v uživatelské příručce výrobce. Před uvedením do provozu musí být provedena revize elektroinstalace a spalinové cesty.

21.7.2 Otopná soustava

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu podléhá normě ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách. Před instalací jakéhokoli zařízení otopné soustavy je nutné výrobek řádně propláchnout čistou pitnou vodou. Rovněž je potřebné provést propláchnutí veškerých potrubních rozvodů soustavy před uvedením do provozu. Dále je nutné vykonat topnou zkoušku a zkoušku těsnosti otopného systému vytápění.

Zkouška těsnosti musí být provedena před zabetonováním prostupů jednotlivými konstrukcemi, před realizací nátěrů a před instalací izolací potrubních rozvodů. Otopná soustava se napustí vodou, odvzdušní a dojde ke kontrole celého systému, zda se neprojeví viditelné netěsnosti. Zkouší se nejvyšší dovolený přetlak stanovený projektem. Přetlak se udržuje po dobu 6 hodin. Pokud se neobjeví žádné netěsnosti, považujeme zkoušku za úspěšnou.

Topná zkouška se uskutečňuje z důvodu zjištění správné funkce, nastavení a seřízení otopné soustavy. Lze ji uskutečnit až po úspěšném absolvování zkoušky těsnosti. Zkouškou se prokáže zejména správná funkce armatur, regulačních a měřících zařízení, rovnoměrné ohřívání otopných těles a správná funkce zabezpečovacích zařízení.

21.7.3 Revize technických zařízení

Musí být zajištěna pravidelná kontrola těsnosti systému a správné funkce zabezpečovacích zařízení včetně pravidelných kontrol jednotlivých technických zařízení v intervalech stanovených výrobcem nebo závaznými právními předpisy.

21.8 Ochrana zdraví a životního prostředí

21.8.1 Vliv na životní prostředí

Navržený systém vytápění nezpůsobuje žádné nežádoucí vlivy, které by vedly k negativnímu dopadu na životní prostředí.

21.8.2 Emise vzniklé spalováním zemního plynu

Při spalování pelet dochází zejména ke vzniku oxidu uhelnatého (CO) či oxidu uhličitého (CO₂).

21.8.3 Hospodaření s odpady

Během instalace a provozu otopného systému musí být dodrženy legislativní požadavky na nakládání s odpady dle zákona č. 541/2020 Sb., zákon o odpadech.

21.9 Bezpečnost práce a požární ochrana

21.9.1 Požární ochrana

Při instalaci a provozu systému nejsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu stanovené dle ČSN 73 0810.

21.9.2 Bezpečnost práce při realizaci díla

Realizace díla musí být prováděna v souladu s legislativními požadavky dle nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a dle zákona č. 309/2006 Sb., upravujícího další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Instalaci zařízení a následné uvedení do provozu může provádět pouze oprávněná osoba s příslušnou kvalifikací a vlastníci osvědčení k provádění dané činnosti.

21.9.3 Bezpečnost práce při provozu zařízení

Osoba pověřená obsluhou otopného systému musí být řádně seznámena s provozními podmínkami zařízení, které stanovil výrobce daného zařízení, a možnými bezpečnostními riziky. Proškolení obsluhy zařízení je povinností zhotovitele, včetně předání potřebných návodů k užívání zařízení.

VARIANTA B

Druhá varianta představuje vytápění objektu kaskádovým zapojením dvou plynových kondenzačních kotlů. Ve srovnání s první variantou instalace plynových spotřebičů a ostatního technického zařízení vyžaduje mnohem menší prostorové nároky. Proto došlo k dispozičním změnám v půdoryse podzemního podlaží. Technická místnost byla zmenšena a v její severní části byl vytvořen sklad zahradního nářadí. Místo skladu pelet byla vytvořena dílna. Veškeré ostatní dispoziční uspořádání objektu zůstává beze změn, a proto v následující části budu uvádět pouze změny návrhu otopného systému, ke kterým došlo vlivem změny zdroje tepla.

22. Výpočet tepelné ztráty nově navržených místností

Místnost -1.03 – Sklad

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
S3	Obvodová stěna	23,44	0,222	0,02	0,242	1,00	5,67	
DO2	Vstupní dveře	3,94	1,200	0,00	1,200	1,00	4,73	
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,50	0,720	0,00	0,720	1,00	1,08	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							11,48	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_{kc} \cdot f_{ij}$			
SN1	Strop do m.č. 1.32	15,13	0,416	-0,15	-0,95			
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-0,95	
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_e) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$				$f_{ij,20\text{C}} = -0,15; f_{ij,24\text{C}} = -0,27$				
Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P2	Podlaha na zemině	15,13	0,151	2,28	1,45	0,44	1,00	0,64
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,kg}$							1,46	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							11,98	
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]				
15	-18	33	11,98	395,31				

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
52,96	-18	15	0,5	26,48
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
2	4,5	0,02	1	9,53
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	
26,48	9,00	33	297,08	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{H,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,j} + \Phi_{RH} = 692,39 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
S3	Obvodová stěna	24,40	0,222	0,02	0,242	1,00	5,91	
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,50	0,720	0,00	0,720	1,00	1,08	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ke}$							6,99	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
SN1	Strop do m.č. 1.32; 1.34	36,32	0,416	-0,15	-2,29			
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,ji}$							-2,29	
$f_{ia} = (\theta_{int,i} - \theta_e) / (\theta_{int,i} - \theta_e)$				$f_{ij,20\text{C}} = -0,15; f_{ij,24\text{C}} = -0,27$				
Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P2	Podlaha na zemině	40,70	0,151	6,15	1,45	0,44	1,00	0,64
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,kz}$							3,92	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							8,62	
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$				
15	-18	33	8,62	[W]				
							284,40	

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venkovní teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
142,45	-18	15	1	142,45
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{int,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	25,64
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}, V_{int,i}$	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Tepelné zisky od tech. zařízení [W]	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,i}$ [W]
142,45	48,43	33	1000	598,29

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,j} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH} - \Phi_{zisky} = 882,69 \text{ W}$

Tepelná ztráta prostupem

Tepelné ztráty z vytápěného prostoru přímo do venkovního prostředí								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$	
S3	Obvodová stěna	18,21	0,222	0,02	0,242	1,00	4,41	
DO2	Vstupní dveře	3,94	1,200	0,00	1,200	1,00	4,73	
OT1	Okno – izolační trojsklo	1,25	0,720	0,00	0,720	1,00	0,90	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,je}$							10,03	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Ozn.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
SN1	Strop do m.č. 1.34	30,58	0,416	-0,15	-1,93			
S8	Vnitřní nosná stěna do m.č. -1.05	19,46	2,087	-0,15	-6,15			
Celková měrná tepelná ztráta z/do vytápěných prostor na rozdílné teploty $H_{T,jl}$							-8,08	
$f_{iz} = (\theta_{int,j} - \theta_e) / (\theta_{int,j} - \theta_e)$		$f_{iz,15^\circ C} = 0,13$						
Tepelné ztráty prostupem do zeminy								
Ozn.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
P2	Podlaha na zemině	30,58	0,151	4,62	1,45	0,44	1,00	0,64
S2	Obvodová stěna přilehlá k zemině	19,25	0,163	3,14	1,45	0,44	1,00	0,64
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,zk}$							4,94	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,j}$							6,89	
$\theta_{int,j}$		θ_e	$\theta_{int,j} - \theta_e$	$H_{T,j}$	Navrhovaná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]			
20		-18	38	6,89	261,93			

Tepelná ztráta větráním - přirozené větrání

Objem místnosti V_i [m ³]	Výpočtová venková teplota	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,j}$	Hygienické požadavky	
			n [h ⁻¹]	$V_{min,i}$ [m ³ /h]
107,03	-18	15	0,5	53,52
Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
2	4,5	0,02	1	19,27
Výpočet tepelné ztráty větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$	$H_{v,j}$	$\theta_{int,j} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,j}$ [W]	
53,52	18,20	33	600,44	

Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost: $\Phi_{HL,j} = \Phi_{T,j} + \Phi_{v,j} + \Phi_{RH} = 862,37$ W

22.1 Přehled tepelných výkonů nově navržených místností

Podzemní podlaží – 1.S						
Č.m.	Účel místnosti	Způsob větrání místnosti	Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,j}$ [W]	Tepelná ztráta větráním $\Phi_{V,j}$ [W]	Tepelná ztráta infilrací Φ_{inf} [W]	Celkový tepelný výkon místnosti $\Phi_{HL,j}$ [W]
-1.01	Schodiště	Nucené větrání	52,36	-136,00	0,00	-84
-1.02	Strojovna VZT	Přirozené větrání	495,94	613,79	-	1 110
-1.03	Sklad	Přirozené větrání	395,31	297,08	-	692
-1.04	Technická místnost	Přirozené větrání	284,40	598,29	-	883
-1.05	Dílna	Přirozené větrání	261,93	600,44	-	862
-1.06	Prádelna	Přirozené větrání	684,27	729,17	-	1 413
-1.07	Hromadná garáž	Nucené větrání	-	-	-	0

První nadzemní podlaží – 1.NP	
Celkový tepelný výkon místností v prvním nadzemním podlaží $\Phi_{HL,i}$ [W]	10 520

Druhé nadzemní podlaží – 2.NP	
Celkový tepelný výkon místností ve druhém nadzemním podlaží $\Phi_{HL,i}$ [W]	15 193
Celkový tepelný výkon místností [W]	30 589

23. Přehled nově navržených deskových otopných těles

Instalovaný výkon otopných těles v 1.S												
Č.m.	Název místnosti	t_i [°C]	Tepelná ztráta místnost $Q_{HL,i}$ [W]	Typ otopného tělesa	Výkon OT [W]	Výkon OT [W]	Počet OT [ks]	z1	z2	z3	q	Skutečný výkon OT Q_{tskut} [W]
					75/65	60/50						
-1.01	Schodiště	15	-84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-1.02	Strojovna VZT	15	1 110	RADIK VKL 700/1400	1808	1190	1	1	1	1	1	1190
-1.03	Sklad	15	692	RADIK VK 700/1200	1549	1020	1	1	1	1	1	1020
-1.04	Kotelna	15	862	RADIK VKL 700/1200	1549	1020	1	1	1	1	1	1020
-1.05	Dílna	15	862	RADIK VK 700/1200	1549	1020	1	1	1	0,9	1	918
-1.06	Prádelna	20	1 413	RADIK VKL 900/1400	2456	1513	1	1	1	1	1	1513
-1.07	Hromadná garáž	-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instalovaný výkon otopných těles v 1.NP [W]												11 851
Instalovaný výkon otopných těles ve 2.NP [W]												16 386
Celkový instalovaný výkon otopných těles v objektu [W]												33 898

24. Potřeba teplé vody

Potřeba teplé vody byla stanovena dle ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování.

24.1 Potřeba teplé vody pro bytovací část

Vstupní výpočtové hodnoty

- Počet osob: 34 osob
- Plocha pro úklid: 493,05 m²
- Potřebné množství TV dle zařizovacího předmětu:
 - umyvadlo – 0,002 m³/per
 - sprcha – 0,06 m³/per
 - vana – 0,1 m³/per
- Potřebné množství TV na úklid:
 - na 100 m² – 0,02 m³/per

Denní potřeba teplé vody pro mytí osob

$$V_o = \sum n_i \cdot V_d = 34 \cdot 0,002 + 30 \cdot 0,06 + 4 \cdot 0,1 = 2,268 \text{ m}^3$$

Denní potřeba teplé vody pro úklid

$$V_u = n_u \cdot V_d = 4,93 \cdot 0,02 = 0,099 \text{ m}^3$$

Celková potřeba teplé vody pro bytovací část

$$V_{2p,1} = V_o + V_u = 2,268 + 0,099 = 2,367 \text{ m}^3$$

24.2 Potřeba teplé vody pro veřejnou část včetně kuchyně

Vstupní výpočtové hodnoty:

- Počet osob: 8 osob personálu
- Počet jídel: 68 jídel/den
- Plocha pro úklid: 395,67m²
- Potřebné množství TV dle zařizovacího předmětu:
 - umyvadlo – 0,002 m³/per
 - sprcha – 0,06 m³/per
- Potřebné množství TV na úklid:
 - na 100 m² – 0,02 m³/per
- Potřebné množství TV na přípravu a výdej jídel:
 - mytí varného a jídelního nádobí – 0,0015 m³/per

Denní potřeba teplé vody pro mytí osob

$$V_o = \Sigma n_i \cdot V_d = 8 \cdot 0,002 + 8 \cdot 0,06 = \mathbf{0,064 \text{ m}^3}$$

Denní potřeba teplé vody pro mytí nádobí

$$V_j = n_j \cdot V_d = 68 \cdot 0,0015 = \mathbf{0,102 \text{ m}^3}$$

Denní potřeba teplé vody pro úklid

$$V_u = n_u \cdot V_d = 3,96 \cdot 0,02 = \mathbf{0,079 \text{ m}^3}$$

Celková potřeba teplé vody pro veřejnou část včetně kuchyně

$$V_{2p,2} = V_o + V_j + V_u = 0,064 + 0,102 + 0,079 = \mathbf{0,245 \text{ m}^3}$$

24.3 Celková potřeba teplé vody pro objekt

$$V_{2p} = V_{2p,1} + V_{2p,2} = 2,367 + 0,245 = \mathbf{2,612 \text{ m}^3}$$

24.4 Stanovení potřeby tepla

Teoretické teplo odebrané z ohřivače

$$Q_{2t} = c \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1) = 1,163 \cdot 2,612 \cdot (55 - 10) = \mathbf{136,70 \text{ kWh}}$$

Teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z = 136,70 \cdot 0,3 = \mathbf{41,01 \text{ kWh}}$$

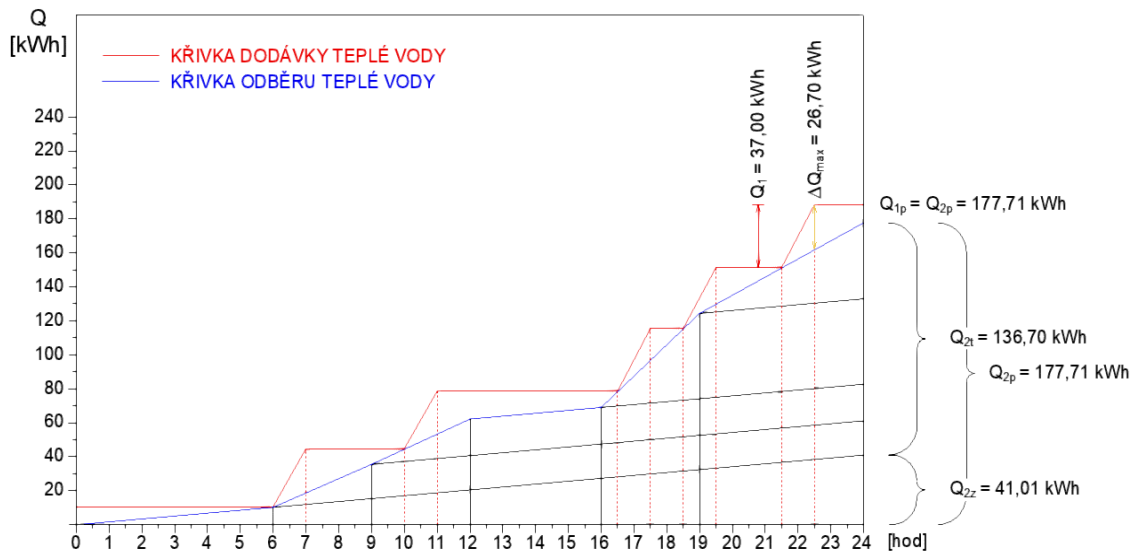
Celková potřeba tepla dodaného do ohřivače TV

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 136,70 + 41,01 = \mathbf{177,71 \text{ kWh}}$$

24.5 Návrh ohřevu teplé vody

Časový rozsah [h]	Podíl odběru [%]	Teplo odebrané Q_{2t} [kWh]	Teplo ztracené Q_{2z} [kWh]	Celkové teplo Q_{2p} [kWh]
6:00–9:00	20	27,34	8,20	35,54
9:00–12:00	15	20,51	6,15	26,66
16:00–19:00	35	47,84	14,36	62,20
19:00–24:00	30	41,01	12,30	53,31
Celkem	100	136,70	41,01	177,71

24.5.1 Zásobníkový ohřev TV – 1 h ohřev (od 6 do 22:30h)



Velikost zásobníku vody

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{1,163 \cdot \Delta \theta} = \frac{26,70}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,510 \text{ m}^3$$

Jmenovitý výkon ohřevu

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{t} = \frac{37,00}{1,0} = 37,00 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha (70/50)

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (50 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(50 - 10)}} = 25,49 \text{ K}$$

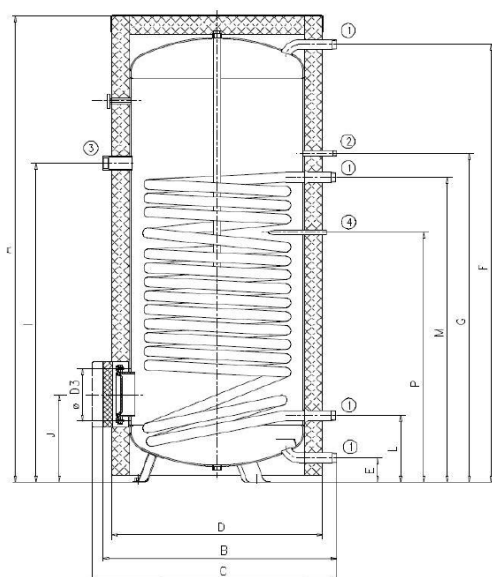
$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{37 \cdot 10^3}{420 \cdot 25,49} = 3,46 \text{ m}^2$$

Skutečný výkon zásobníku

$$Q_p = \frac{A \cdot U \cdot \Delta t}{10^3} = \frac{3,7 \cdot 420 \cdot 25,49}{10^3} = 39,61 \text{ kW}$$

Výše uvedeným požadavkům vyhovuje stacionární nepřímotopný zásobník OKC 750 NTR/BP s celkovým užitným objemem 725 litrů. Teplosměnná plocha výměníku činí 3,7 m². Zdrojem tepla pro ohřev TV bude kaskádové zapojení dvou plynových kondenzačních kotlů.

Technické parametry navrženého zásobníku TV



OKC 750 NTR/BP

A 2030

B 1030

C max. 1140

D 910

D3 225

E 106

F 1890

G 1422

I 1380

J 383

L 293

M 1319

P 1081

MODEL		OKC 750 NTR/BP	OKC 750 NTRR/BP	OKC 1000 NTR/BP	OKC 1000 NTRR/BP
OBJEM ZÁSObNÍKU	l	725	710	945	930
PRŮMĚR	mm	910	910	1010	1010
HMOTNOST	kg	208	197	260	248
PROVOZNÍ TLAK TEPLÉ VODY	bar		10		
PROVOZNÍ TLAK TOPNÉ VODY	bar		10		
MAX. PROVOZNÍ TEPLOTA VE VÝMĚNÍKU	°C		110		
MAX. PROVOZNÍ TEPLOTA V NÁDOBĚ	°C		95		
VÝHŘEVNÁ PLOCHA HORNÍHO VÝMĚNÍKU	m ²	-	1,17	-	1,12
VÝHŘEVNÁ PLOCHA SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	m ²	3,7	1,93	4,5	2,45
VÝKONNOSTNÍ ČÍSLO DLE DIN 4708 HORNÍHO VÝMĚNÍKU	NL	-	6,2	-	7,1
VÝKONNOSTNÍ ČÍSLO DLE DIN 4708 SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	NL	30,5	21	38,8	26
TRVALÝ VÝKON TEPLÉ VODY ¹ HORNÍHO / SPODNÍHO VÝMĚNÍKU	l/h	- /2440	815/1460	- /2715	780/1490
DOBA OHŘEVU HORNÍM / SPODNÍM VÝMĚNÍKEM Z 10 °C NA 60 °C	min	- /24	28/37	- /26	37/43
TŘÍDA ENERGETICKÉ ÚČINNOSTI				C	
STATICKE ZTRÁTY	W	127	129	140	142

Obr. 57 Technické parametry navrženého zásobníku OKC 750 NTR/BP [27]

25. Návrh zdroje tepla

Vstupní výpočtové hodnoty

- návrhový tepelný výkon pro vytápění: $Q_{VYT} = 30,59 \text{ kW}$
- návrhový tepelný výkon pro VZT jednotky: $Q_{VZT} = 20,41 \text{ kW}$
- požadovaný tepelný výkon pro ohřev TV: $Q_{TV} = 39,61 \text{ kW}$

Výpočet tepelného výkonu zdroje tepla

- $Q_{PRIP,1} = 0,7 \cdot Q_{VYT} + 0,7 \cdot Q_{VZT} + Q_{TV}$
 $Q_{PRIP,1} = 0,7 \cdot 30,59 + 0,7 \cdot 20,41 + 39,61 = 75,31 \text{ kW}$
- $Q_{PRIP,2} = Q_{VYT} + Q_{VZT}$
 $Q_{PRIP,2} = 30,59 + 20,41 = 51,00 \text{ kW}$

Požadovaný tepelný výkon zdroje tepla

Požadovaný tepelný výkon zdroje tepla pro zimní období činí 75,31 kW. V letním období bude dostačující tepelný výkon zdroje tepla 39,61 kW, neboť bude docházet pouze k ohřevu TV. Navrhuji kaskádové zapojení dvou závěsných plynových kondenzačních kotlů THERM 49 KD o tepelném příkonu jednoho kotle od 6,5 kW do 47 kW. Celkový instalovaný tepelný příkon činí 94 kW. Jmenovitý tepelný výkon jednoho kotle nepřesahuje hranici 50 kW a součtový výkon kaskádového zapojení nepřesahuje hodnotu 100 kW, nejedná se o kotelnu III. kategorie. Navržené plynové kotle jsou v provedení typu C (uzavřený spotřebič). Přívod spalovacího vzduchu bude zajištěn pro každý kotel zvlášť z fasády objektu. Spaliny bude odváděny nad střechu objektu.



Obr. 58 Plynový kotel THERM 49 KD [38]

Technické parametry navrženého zdroje tepla

Technický popis	Jedn.	THERM 49 KD	THERM 65 KD	
Palivo	-	zemní plyn	zemní plyn	
Provedení	-	C ₁₃ , C ₂₂ , C ₄₂ , C ₅₂ , C ₈₂ , C ₉₃	C ₁₃ , C ₂₂ , C ₄₂ , C ₅₂ , C ₈₂ , C ₉₃	
Kategorie spotřebiče	-	I _{2A} , I _{2C}	I _{2A} , I _{2C}	
Jmenovitý tepelný příkon na topení Q _n	kW	47,0	65,0	
Minimální tepelný příkon na topení Q _n	kW	6,5	8,0	
Jmenovitý tepelný výkon na vytápění P _n	Δt = 80/60 °C	45,5	63,0	
	Δt = 50/30 °C	49,5	68,5	
Minimální tepelný výkon P _n	Δt = 50/30 °C	7,4	8,4	
	Δt = 80/60 °C	6,2	7,3	
Vrtání clony plynu	mm	7,1	11,5	
Přetlak plynu na vstupu spotřebiče	mbar	20	20	
Spotřeba plynu	m ³ .h ⁻¹	0,6 – 4,7	0,8 – 6,3	
Max. přetlak topného systému PMS	bar	3,0	3,0	
Min. přetlak topného systému	bar	0,8	0,8	
Max. výstupní teplota topné vody	°C	80	80	
Varianty odtahu spalin	mm	80/125, 2x 80	80/125, 2x 80	
Průměrná teplota spalin	°C	48	44	
Teplota spalin při přehřátí	°C	86	88	
Nejnižší teplota spalin při min. tepelném výkonu	°C	34	32	
Hmotnostní průtok spalin	g.s ⁻¹	3,1 – 23,1	3,5 – 33,2	
Hladina akustického výkonu	dB (A)	54	54	
Účinnost kotle	%	98 – 107	98 – 106	
Třída NOx kotle	-	6	6	
Druh elektrického napájení	-	~	~	
Jmenovité napájecí napětí / frekvence	V / Hz	230 / 50	230 / 50	
Jmenovitý proud pojistky spotřebiče	A	2	2	
Pomocná elektrická energie při	jmenovitým tepelném příkonu	W	86,0	74,5
	částečném zatížení	W	18,0	24,2
	pohotovostním stavu	W	4,0	4,5
Stupeň krytí el. částí	-	IP x1D	IP x1D	
Prostředí dle ČSN 33 20 00 – 3	-	základní AA5 / AB5	základní AA5 / AB5	
Rozměry kotle: výška / šířka / hloubka	mm	800 / 430 / 395	800 / 430 / 455	
Hmotnost kotle	kg	39	42	

Obr. 59 Technické parametry plynového kotle [38]

26. Dimenzování a hydraulická regulace soustavy

V objektu navrhuji dvoutrubkovou otopnou soustavu s nuceným oběhem. Soustava se bude skládat celkem z 5 otopných větví napojených na rozdělovač a sběrač. Oddělení otopných větví od kotlového okruhu bude zajištěno pomocí HVDT. Veškeré potrubní rozvody budou z měděného potrubí spojovaného lisováním. Potrubí bude opatřeno tepelnou izolací dle návrhu.

26.1 Regulace jednotlivých větví otopné soustavy

- Dimenzování otopných těles v bytovací části objektu (větev OT 1) a otopných těles v konferenční místnosti (větev OT 3)

Podrobný přehled dimenzování jednotlivých větví je uveden ve výpočtové části varianty A (strana č. 132–140).

- Dimenzování otopných těles ve veřejné části objektu (větev OT 2)

Teplotní spád je navržen na hodnotu 60/50 °C. Hydraulické seřízení otopných deskových těles bude realizováno regulačním šroubením zabudovaným v přípojovací armatuře HM. Hydraulické vyvážení přilehlých úseků vůči základnímu okruhu bude zajištěno vyvažovacími ventily STAD–PN25. Návrhy jmenovitých světlostí DN a tlakové ztráty armatur jsou uvedeny ve výpočtu hydraulického regulování jednotlivých větví (tabulka 5.2).

- Dimenzování větve vzduchotechnických jednotek (větev VZT)

Teplotní spád větve je navržen na hodnotu 70/50 °C. Rozvody k jednotlivým VZT jednotkám budou vůči sobě vzájemně regulovány pomocí vyvažovacích ventilů STAD–PN25. (tabulka 5.3)

- Dimenzování větve ohřívače teplé vody (větev TV)

Teplotní spád větve je navržen na hodnotu 70/50 °C. Větev není nutné hydraulicky regulovat. (tabulka 5.4)

26.2 Dimenzování a hydraulická regulace otopných těles ve veřejné části objektu – větev OT 2

Dimenzování větve OT 2 - otopná tělesa ve veřejné části														
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\Sigma \xi (-)$	Z [Pa]	Ztráta vyvažovacího ventilu Δp_{VV} [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp_{RV} [Pa]	R*I+Z+ Δp_{RV} + Δp_{VV} [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu														
1	1 513,00	130,09	16,89	18x1	0,18	37,50	633,53	13,70	218,77	0,00	852,29	HM(4) 2460	3 312,29	3 312
2	2 579,00	221,75	18,33	22x1	0,20	33,80	619,69	9,00	177,43	0,00	797,12	0,00	797,12	4 109
3	3 371,00	289,85	1,34	22x1	0,26	53,70	71,96	1,20	39,98	0,00	111,94	0,00	111,94	4 221
4	5 090,00	437,66	6,23	28x1,5	0,25	37,70	234,95	0,90	27,72	0,00	262,67	0,00	262,67	4 484
5	6 280,00	539,98	0,70	28x1,5	0,31	55,20	38,64	1,20	56,84	0,00	95,48	0,00	95,48	4 579
6	8 320,00	715,39	5,82	35x1,5	0,25	27,60	160,74	3,50	107,81	0,00	268,55	0,00	268,55	4 848
7	11 016,00	947,21	8,69	35x1,5	0,33	45,30	393,57	6,10	327,40	0,00	720,96	5 600,00	6 320,96	11 169
Navržen třicestný směšovací ventil REGULUS LK 840, Cu 28 – 4,0 ($K_{Vs} = 4,0$ m³/h; $\Delta p_{RV} = 5600$ Pa; autorita = 0,50)														

Dimenzování přílehlého úseku 1														
Dimenzování OT v m.č. 1.02														
8	1 066,00	91,66	6,04	18x1	0,13	21,30	128,65	6,10	50,81	2 000,00	179,46	0,00	2 179,46	3 312
9	620,00	53,31	13,82	15x1	0,11	14,50	200,36	11,10	66,19	0,00	266,56	0,00	266,56	1 133
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1133	-	267	=	866	Pa	53,31	kg/h	stupeň přednastavení (3)	
Na větev OT 2 (úsek 8) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{VV} = 2000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,04 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.01														
10	446,00	38,35	6,54	15x1	0,08	7,60	49,70	8,50	26,81	0,00	76,52	0,00	76,52	1 133
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1133	-	77	=	1056	Pa	38,35	kg/h	stupeň přednastavení (2)	

Dimenzování přilehlého úseku 2														
Dimenzování OT v m.č. 1.22														
11	792,00	68,10	9,28	15x1	0,14	28,20	261,75	15,20	146,83	3 000,00	408,58	0,00	3 408,58	4 109
12	541,00	46,52	3,55	15x1	0,10	11,20	39,76	0,90	4,44	0,00	44,20	0,00	44,20	701
13	264,00	22,70	20,29	15x1	0,05	4,70	95,35	13,40	16,51	0,00	111,86	0,00	111,86	657
Návrh přednastavení ventilu u OT:					657	-	112	=	545	Pa	22,70	kg/h	stupeň přednastavení (1)	
Na větev OT 2 (úsek 11) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 10; $\Delta p_{VV} = 3000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,38 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.27														
14	277,00	23,82	6,54	15x1	0,05	4,70	30,74	5,60	6,90	0,00	37,64	0,00	37,64	657
Návrh přednastavení ventilu u OT:					657	-	38	=	619	Pa	23,82	kg/h	stupeň přednastavení (1)	
Dimenzování OT v m.č. 1.28														
15	251,00	21,58	6,54	15x1	0,05	4,70	30,74	8,20	10,10	0,00	40,84	0,00	40,84	701
Návrh přednastavení ventilu u OT:					701	-	41	=	660	Pa	21,58	kg/h	stupeň přednastavení (1)	
Dimenzování přilehlého úseku 3														
Dimenzování OT v m.č. 2.24														
16	1 719,00	147,81	2,37	18x1	0,21	49,00	116,03	3,80	82,59	2 800,00	198,62	0,00	2 998,62	4 221
17	749,00	64,40	12,05	15x1	0,14	28,20	339,81	13,70	132,34	0,00	472,15	0,00	472,15	1 223
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1223	-	472	=	751	Pa	64,40	kg/h	stupeň přednastavení (4)	
Na větev OT 2 (úsek 16) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{VV} = 2800$ Pa, přednastavení ventilu - 2,45 otáček														
Dimenzování OT v m.č. 1.32														
18	970,00	83,40	1,67	15x1	0,18	49,00	81,83	7,40	118,17	0,00	200,00	0,00	200,00	1 223
19	442,00	38,01	11,23	15x1	0,08	7,60	85,37	13,40	42,27	0,00	127,64	0,00	127,64	1 023
Návrh přednastavení ventilu u OT:					1023	-	128	=	895	Pa	38,01	kg/h	stupeň přednastavení (2)	
Dimenzování OT v m.č. 1.29														
20	528,00	45,40	4,70	15x1	0,10	49,00	230,30	3,50	17,25	0,00	247,55	0,00	247,55	1 023
21	251,00	21,58	4,48	15x1	0,05	4,70	21,04	8,20	10,10	0,00	31,14	0,00	31,14	775
Návrh přednastavení ventilu u OT:					775	-	31	=	744	Pa	21,58	kg/h	stupeň přednastavení (1)	
Dimenzování OT v m.č. 1.31														
22	277,00	23,82	4,46	15x1	0,05	4,70	20,97	8,20	10,10	0,00	31,07	0,00	31,07	775
Návrh přednastavení ventilu u OT:					775	-	31	=	744	Pa	23,82	kg/h	stupeň přednastavení (1)	

Dimenzování přilehlého úseku 4														
Dimenzování OT v m.č. -1.02														
23	1 190,00	102,32	18,66	15x1	0,14	24,20	451,57	13,70	132,34	0,00	583,91	0,00	583,91	4 484
Návrh přednastavení ventilu u OT:					4484	-	584	=	3900 Pa		102,32 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování přilehlého úseku 5														
Dimenzování OT-1 v m.č. -1.03														
24	2 040,00	175,41	18,57	18x1	0,25	66,60	1 236,63	14,20	437,40	0,00	1 674,03	0,00	1 674,03	4 579
25	1 020,00	87,70	2,71	15x1	0,19	53,90	146,28	11,10	197,49	0,00	343,77	0,00	343,77	2 905
Návrh přednastavení ventilu u OT-1:					2905	-	344	=	2562 Pa		87,70 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování OT-2 v m.č. -1.03														
26	1 020,00	87,70	2,71	15x1	0,19	53,90	146,28	16,30	290,01	0,00	436,29	0,00	436,29	2 905
Návrh přednastavení ventilu u OT-2:					2905	-	436	=	2469 Pa		87,70 kg/h		stupeň přednastavení (3)	
Dimenzování přilehlého úseku 6														
Dimenzování OT-1 v m.č. 1.34														
27	2 594,00	223,04	4,90	22x1	0,20	33,80	165,62	1,20	23,66	2 500,00	189,28	0,00	2 689,28	4 848
28	1 676,00	144,11	17,15	18x1	0,20	45,00	771,75	9,00	177,43	0,00	949,18	0,00	949,18	2 159
29	1 257,00	108,08	9,70	18x1	0,15	27,30	264,92	6,40	70,97	0,00	335,89	0,00	335,89	1 210
30	838,00	72,06	5,10	15x1	0,15	34,20	174,42	3,50	38,81	0,00	213,23	0,00	213,23	874
31	419,00	36,03	7,49	15x1	0,08	7,60	56,92	8,20	25,86	0,00	82,79	0,00	82,79	660
Návrh přednastavení ventilu u OT-1:					660	-	83	=	578 Pa		36,03 kg/h		stupeň přednastavení (2,5)	
Na větev OT 2 (úsek 27) navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{Vv} = 2500$ Pa, přednastavení ventilu - 2,94 otáček														
Dimenzování OT-2 v m.č. 1.34														
32	419,00	36,03	0,89	15x1	0,08	7,60	6,75	5,60	17,66	0,00	24,41	0,00	24,41	660
Návrh přednastavení ventilu u OT-2:					660	-	24	=	636 Pa		36,03 kg/h		stupeň přednastavení (2,5)	
Dimenzování OT-3 v m.č. 1.34														
33	419,00	36,03	4,24	15x1	0,08	7,60	32,22	5,90	18,61	0,00	50,83	0,00	50,83	874
Návrh přednastavení ventilu u OT-3:					874	-	51	=	823 Pa		36,03 kg/h		stupeň přednastavení (2)	
Dimenzování OT-4 v m.č. 1.34														
34	419,00	36,03	1,79	15x1	0,08	7,60	13,60	5,90	18,61	0,00	32,21	0,00	32,21	1 210
Návrh přednastavení ventilu u OT-4:					1210	-	32	=	1177 Pa		36,03 kg/h		stupeň přednastavení (1,5)	
Dimenzování OT v m.č. -1.04														
35	918,00	78,93	16,07	15x1	0,17	44,40	713,33	11,10	158,10	0,00	871,43	0,00	871,43	2 159
Návrh přednastavení ventilu u OT:					2159	-	871	=	1287 Pa		78,93 kg/h		stupeň přednastavení (4)	

26.3 Dimenzování a hydraulická regulace ohřivačů vzduchotechnických jednotek – větev VZT

Dimenzování větve VZT - vzduchotechnické jednotky													
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\sum \xi (-)$	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp [Pa]	R*I+Z+ Δp [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu													
1	6 460,00	277,73	10,76	22x1	0,25	47,10	506,84	8,60	264,91	771,75	7 900,00	8 671,75	8672
2	20 414,00	877,64	18,70	35x1,5	0,31	38,30	716,29	7,30	345,75	1 062,04	0,00	1 062,04	9734
Na úsek 1 navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 15; $\Delta p_{VV} = 3500$ Pa, přednastavení ventilu - 3,02 otáček													
Dimenzování přilehlého úseku - VZT č.2													
3	13 954,00	599,91	6,61	28x1,5	0,35	64,90	429,05	11,20	676,19	1 105,24	4 100,00	5 205,24	8672
Návrh přednastavení ventilu: = 8672 - 5205 = 3467 Pa													
Na úsek 3 navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 20; $\Delta p_{VV} = 3500$ Pa, přednastavení ventilu - 2,75 otáček													

26.4 Dimenzování a hydraulická regulace ohřivače teplé vody – větev TV

Dimenzování větve TV - ohřivač teplé vody													
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\sum \xi (-)$	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp [Pa]	R*I+Z+ Δp [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu													
1	39 610,00	1 702,92	14,83	42x1,5	0,40	47,40	702,94	14,30	1 127,64	1 830,58	7 960,00	9 790,58	9 791
Navržen vyvažovací ventil STAD-PN25 DN 32; $\Delta p_{VV} = 5000$ Pa, přednastavení ventilu - 2,47 otáček													

26.5 Dimenzování a hydraulická regulace kotlového okruhu

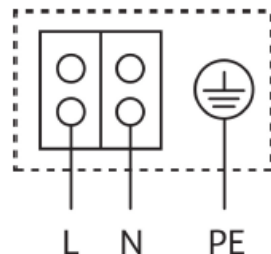
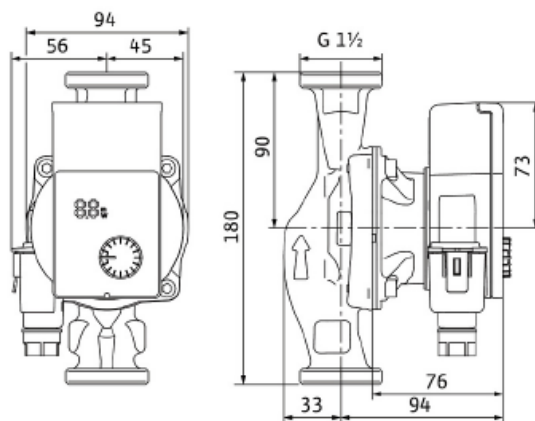
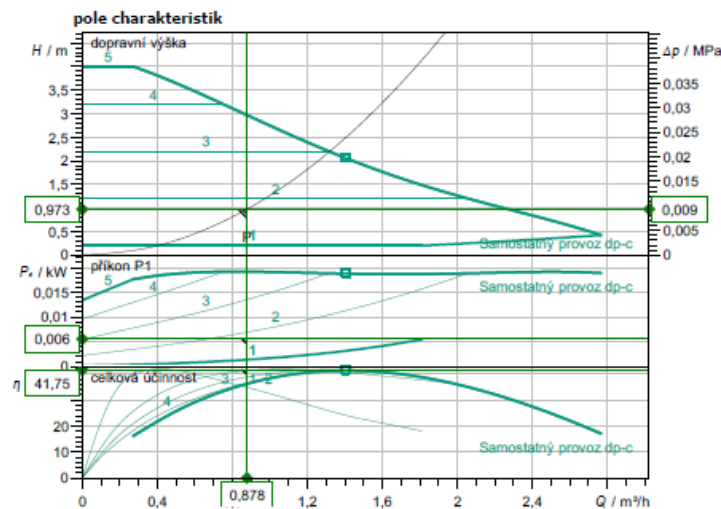
Dimenzování kotlového okruhu													
Úsek	Q [W]	M [kg/h]	l [m]	Dimenze potrubí [mm]	w [m/s]	R [Pa/m]	R*I [Pa]	$\sum \xi (-)$	Z [Pa]	R*I+Z [Pa]	Δp [Pa]	R*I+Z+ Δp [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Dimenzování základního okruhu													
R+S – HVDT	–	5 504,73	5,55	54x2	0,80	125,00	693,75	15,70	4 912,97	5 606,72	0,00	5 606,72	5 607
HVDT – KOTEL	70 000,00	5 504,73	25,87	54x2	0,80	125,00	3 233,13	28,90	9 043,62	12 276,74	0,00	12 276,74	12 277

27. Návrh oběhových čerpadel

Návrh oběhových čerpadel jednotlivých částí otopného systému byl proveden pomocí výpočetní online aplikace firmy WILO.

Čerpadlo č. 1 – WILO YONOS PICO 1.0 25/1-4 (větev VZT)

- Tlaková ztráta větve: 9,73 kPa
- Hmotnostní průtok: 877,64 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na konstantní křivku



zadáni provozních údajů

dopravené množství	0,88 m ³ /h
dopravní výška	0,97 m
prostředky	Voda 100 %
Teplota média	70,00 °C
hustota	977,70 kg/m ³
kinematická viskozita	0,41 mm ² /s

hydraulické údaje (provozní bod)

dopravené množství	0,88 m ³ /h
dopravní výška	0,97 m
příkon P1	0,01 kW

parametry produktu

Glandless standard high-efficiency pump	
Yonos PICO1.0 25/1-4	
druh provozu	dp-c
max. provozní tlak	1 MPa
Teplota média	-10 °C ... +95 °C
max. teplota okolí	40 °C
Minimální výška nátoku	50 / 95 / 110°C
	0,5 / 3 / 10

motorové údaje

Konstrukce motoru	EC motor
Index energetické účinnosti (EEI)	
Síťová přípojka	1~ 230 V / 50 Hz
Přípustná tolerance napětí	+/-10 %
Max. otáčky	
příkon P1	0,02 kW
Příkon	0,26 A
krytí	IPX4D
Izolační třída	F
Ochrana motoru	integrovány
Elektromagnetická kompatibilita	EN 61800-3
Emitted interference	EN 61000-6-3
Interference resistance	EN 61000-6-2
Kabelové šroubení	

Připojovací rozměry

Přípojka trubky na straně sání	G 1½, PN 10
Přípojka trubky na výtlačku	G 1½, PN 10
montážní délka	180 mm

Materiály

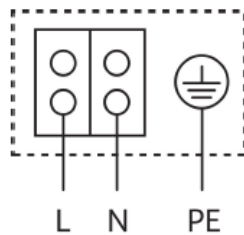
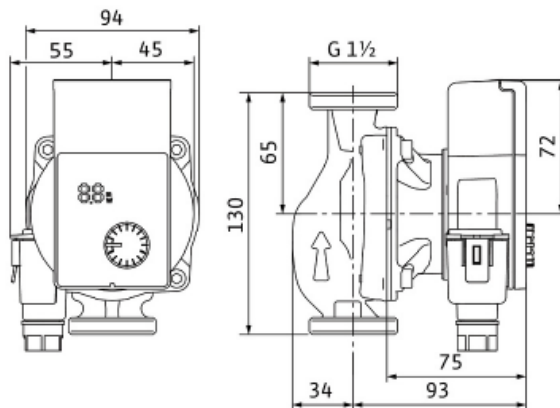
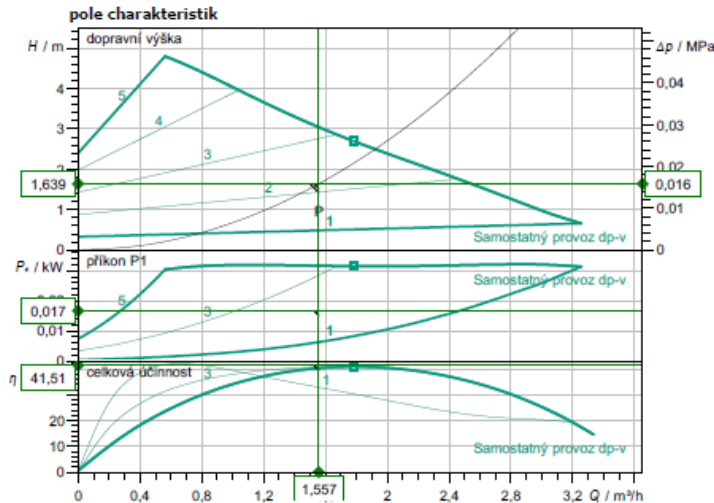
Skříň čerpadla	EN-GJL-200
Oběžné kolo	PP-GF40
Hřídel	Stainless steel
Materiál ložiska	uhlík, impregnovaný kovem

Informace k objednávce

Hmotnost cca	1,8 kg
číslo druhu zboží	4249082

Čerpadlo č. 2 – WILO YONOS PICO 1.0 25/1–5 130 (větev OT 1)

- Tlaková ztráta větve: 15,89 kPa
- Hmotnostní průtok: 1557,35 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na proporcionální tlak



zadání provozních údajů

doprovávané množství	1,56 m ³ /h
dopravní výška	1,64 m
prostředky	Voda 100 %
Teplota média	55,00 °C
hustota	985,70 kg/m ³
kinematická viskozita	0,51 mm ² /s

hydraulické údaje (provozní bod)

doprovávané množství	1,56 m ³ /h
dopravní výška	1,64 m
příkon P1	0,02 kW

parametry produktu

Glandless standard high-efficiency pump

Yonos PICO1.0 25/1-5-130

druh provozu	dp-v
max. provozní tlak	1 MPa
Teplota média	-10 °C ... +95 °C
max. teplota okolí	40 °C
Minimální výška nátoku	50 / 95 / 110°C
	0,5 / 3 / 10

motorové údaje

Konstrukce motoru	EC motor
Index energetické účinnosti (EEI)	
Síťová přípojka	1~ 230 V / 50 Hz
Přípustná tolerance napětí	+/-10 %
Max. otáčky	
příkon P1	0,03 kW
Příkon	0,36 A
krytí	IPX4D
Izolační třída	F
Ochrana motoru	integrovaný
Elektromagnetická kompatibilita	EN 61800-3
Emitted interference	EN 61000-6-3
Interference resistance	EN 61000-6-2
Kabelové šroubení	

Přípojovací rozměry

Přípojka trubky na straně sání	G 1½, PN 10
Přípojka trubky na výtlačku	G 1½, PN 10
montážní délka	130 mm

Materiály

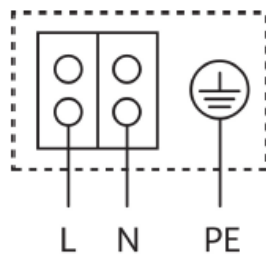
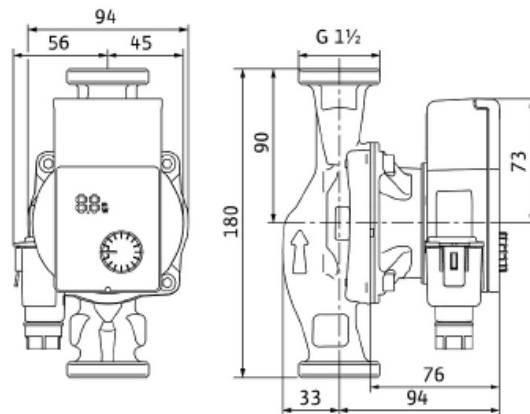
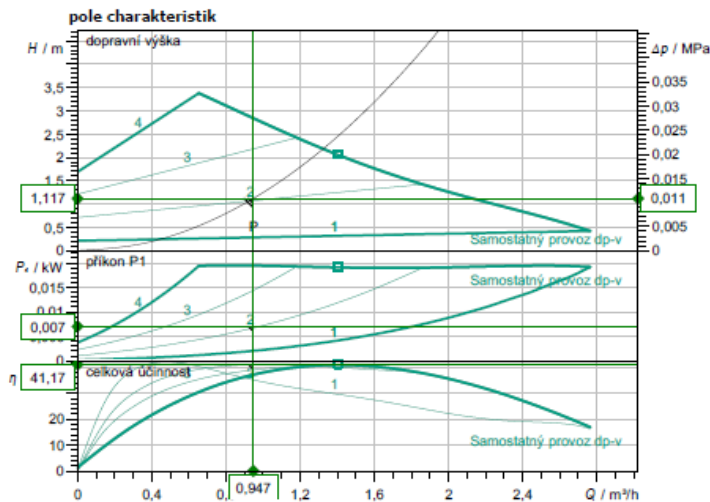
Skříň čerpadla	EN-GJL-200
Oběžné kolo	PP-GF40
Hřídel	Stainless steel
Materiál ložiska	uhlík, impregnovaný kovem

Informace k objednávce

Hmotnost cca	1,7 kg
číslo druhu zboží	4248092

Čerpadlo č. 3 – WILO YONOS PICO 1.0 25/1–4 (větev OT 2)

- Tlaková ztráta větve: 11,17 kPa
- Hmotnostní průtok: 947,21 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na proporcionální tlak



zadání provozních údajů

doprovávané množství	0,95 m ³ /h
dopravní výška	1,12 m
prostředky	Voda 100 %
Teplota média	55,00 °C
hustota	985,70 kg/m ³
kinematická viskozita	0,51 mm ² /s

hydraulické údaje (provozní bod)

doprovávané množství	0,95 m ³ /h
dopravní výška	1,12 m
příkon P1	0,01 kW

parametry produktu

Glandless standard high-efficiency pump	
Yonos PICO1.0 25/1-4	
druh provozu	dp-v
max. provozní tlak	1 MPa
Teplota média	-10 °C ... +95 °C
max. teplota okolí	40 °C
Minimální výška nátok	50 / 95 / 110°C
	0,5 / 3 / 10

motorové údaje

Konstrukce motoru	EC motor
Index energetické účinnosti (EEI)	
Síťová přípojka	1~ 230 V / 50 Hz
Přípustná tolerance napětí	±10 %
Max. otáčky	
příkon P1	0,02 kW
Příkon	0,26 A
krytí	IPX4D
Izolační třída	F
Ochrana motoru	integrovaný
Elektromagnetická kompatibilita	EN 61800-3
Emitted interference	EN 61000-6-3
Interference resistance	EN 61000-6-2
Kabelové šroubení	

Přípojovací rozměry

Přípojka trubky na straně sání	G 1 1/2, PN 10
Přípojka trubky na výtlaku	G 1 1/2, PN 10
montážní délka	180 mm

Materiály

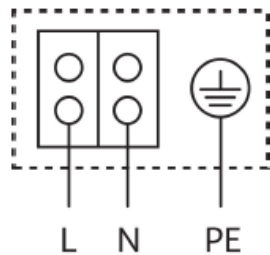
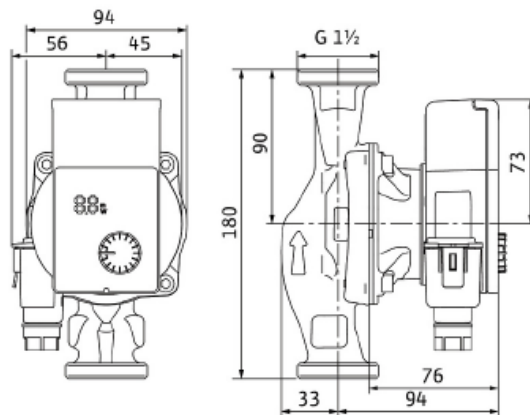
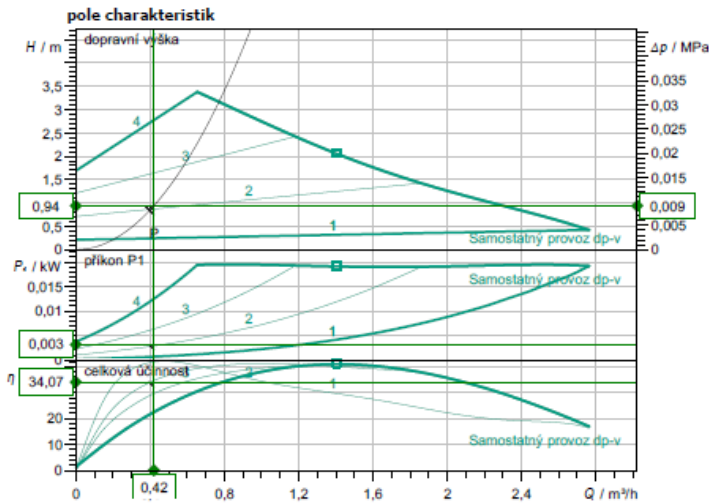
Skříň čerpadla	EN-GJL-200
Oběžné kolo	PP-GF40
Hřídel	Stainless steel
Materiál ložiska	uhlík, impregnovaný kovem

Informace k objednávce

Hmotnost cca	1,8 kg
číslo druhu zboží	4248082

Čerpadlo č. 4 – WILO YONOS PICO 1.0 25/1–4 (větev OT 3)

- Tlaková ztráta větve: 8,90 kPa
- Hmotnostní průtok: 419,60 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na proporcionální tlak



zadáni provozních údajů

dopravené množství	0,42 m³/h
dopravní výška	0,94 m
prostředky	Voda 100 %
Teplota média	55,00 °C
hustota	985,70 kg/m³
kinematická viskozita	0,51 mm²/s

hydraulické údaje (provozní bod)

dopravené množství	0,42 m³/h
dopravní výška	0,94 m
příkon P1	0,00 kW

parametry produktu

Glandless standard high-efficiency pump

Yonos PICO1.0 25/1-4

druh provozu	dp-v
max. provozní tlak	1 MPa
Teplota média	-10 °C ... +95 °C
max. teplota okolí	40 °C
Minimální výška nátok	50 / 95 / 110°C
	0,5 / 3 / 10

motorové údaje

Konstrukce motoru	EC motor
Index energetické účinnosti (EEI)	
Síťová přípojka	1~ 230 V / 50 Hz
Přípustná tolerance napětí	+10 %
Max. otáčky	
příkon P1	0,02 kW
Příkon	0,26 A
krytí	IPX4D
Izolační třída	F
Ochrana motoru	integrovaný
Elektromagnetická kompatibilita	EN 61800-3
Emitted interference	EN 61000-6-3
Interference resistance	EN 61000-6-2
Kabelové šroubení	

Přípojovací rozměry

Přípojka trubky na straně sání	G 1 1/2, PN 10
Přípojka trubky na výtlačku	G 1 1/2, PN 10
montážní délka	180 mm

Materiály

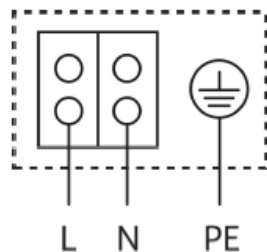
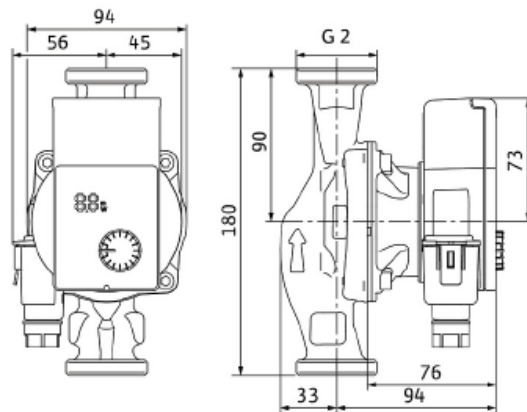
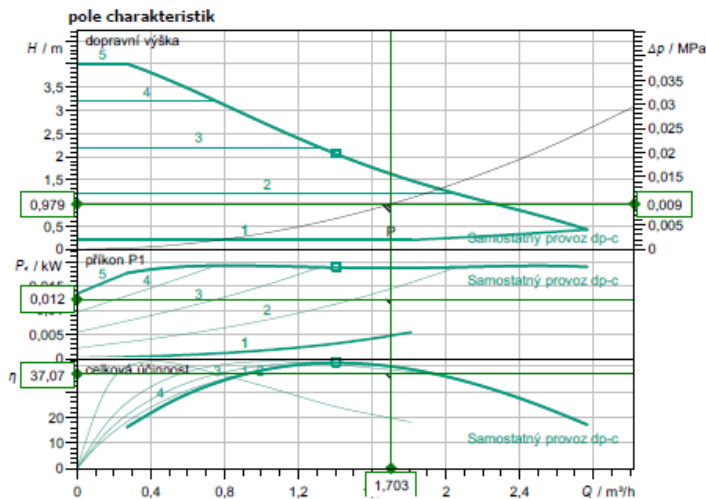
Skříň čerpadla	EN-GJL-200
Oběžné kolo	PP-GF40
Hřídel	Stainless steel
Materiál ložiska	uhlík, impregnovaný kovem

Informace k objednávce

Hmotnost cca	1,8 kg
číslo druhu zboží	4248082

Čerpadlo č. 5 – WILO YONOS PICO 1.0 30/1–4 (větev TV)

- Tlaková ztráta větve: 9,79 kPa
- Hmotnostní průtok: 1702,92 kg/h
- Řízení regulace čerpadla na konstantní křivku



zadáni provozních údajů

dopravené množství	1,70 m³/h
dopravní výška	0,98 m
prostředky	Voda 100 %
Teplota média	70,00 °C
hustota	977,70 kg/m³
kinematická viskozita	0,41 mm²/s

hydraulické údaje (provozní bod)

dopravené množství	1,70 m³/h
dopravní výška	0,98 m
příkon P1	0,01 kW

parametry produktu

Glandless standard high-efficiency pump	
Yonos PICO1.0 30/1-4	
druh provozu	dp-c
max. provozní tlak	1 MPa
Teplota média	-10 °C ... +95 °C
max. teplota okolí	40 °C
Minimální výška nátoků	50 / 95 / 110°C
	0,5 / 3 / 10

motorové údaje

Konstrukce motoru	EC motor
Index energetické účinnosti (EEI)	
Síťová přípojka	1~ 230 V / 50 Hz
Přípustná tolerance napětí	±10 %
Max. otáčky	
příkon P1	0,02 kW
Příkon	0,26 A
krytí	IPX4D
Izolační třída	F
Ochrana motoru	integrovaný
Elektromagnetická kompatibilita	EN 61800-3
Emitted interference	EN 61000-6-3
Interference resistance	EN 61000-6-2
Kabelové šroubení	

Připojovací rozměry

Přípojka trubky na straně sání	G 2, PN 10
Přípojka trubky na výtlaku	G 2, PN 10
montážní délka	180 mm

Materiály

Skříň čerpadla	EN-GJL-200
Oběžné kolo	PP-GF40
Hřídel	Stainless steel
Materiál ložiska	uhlík, impregnovaný kovem

Informace k objednávce

Hmotnost cca	2 kg
číslo druhu zboží	4248088

28. Návrh ostatních technických zařízení soustavy

28.1 Rozdělovač a sběrač

Propojení jednotlivých větví se zdrojem tepla bude realizováno kombinovaným rozdělovačem a sběračem RS KOMBI od firmy ETL. Vzhledem k dodržení výrobcem doporučených roztečí jednotlivých hrdel a maximální možné délce jednotlivých modulů navrhuji RS KOMBI modul 200. Maximální průtok modulu je 15 m³/h. Maximální délka je stanovena na 3 metry. Skutečný průtok soustavy činí 5,505 m³/h.

TABULKA UVÁDÍ POUZE ORIENTAČNÍ VÝKONOVÉ PARAMETRY! VŽDY ZÁLEŽÍ NA ROZMÍSTĚNÍ HRDEL!								
Q _{max} = [m ³ /hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok, průřez komor S _p (m ²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

Obr. 60 Přehled modulů RS KOMBI [32]

28.2 Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků odděluje otopnou soustavu od navržených zdrojů tepla. Zabráňuje tak přenosu přebytku dynamických tlaků vyvolaných oběhovými čerpadly zdroje tepla do otopné soustavy. Navrhuji HVDT – typ II s maximálním průtokem 8 m³/h.

Typ HVDT	Max. průtok (m ³ /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	S (mm)	d (mm)	e	f	Hmotnost (kg)
24B	1,8	100	300	65	89	200	5/4"	-	-	5
63B	2,5	110	380	80	108	230	6/4"	-	-	9
1B	4,0	110	400	100	108	240	2"	-	-	9,5
I	4,0	100	400	100	108	385	57	1"	5/4"	33
II	8,0	150	500	100	159	400	76	1"	5/4"	43
III	12,0	200	700	200	219	500	89	1"	5/4"	80
IV	20,0	200	700	200	219	500	108	5/4"	5/4"	86
V	30,0	250	900	200	273	560	133	6/4"	6/4"	145
VI	50,0	300	1000	200	324	620	159	6/4"	6/4"	191
Vla	80,0	350	1300	300	406	750	219	2"	6/4"	239
VII	100,0	400	1500	300	508	800	219	2 1/2"	6/4"	305

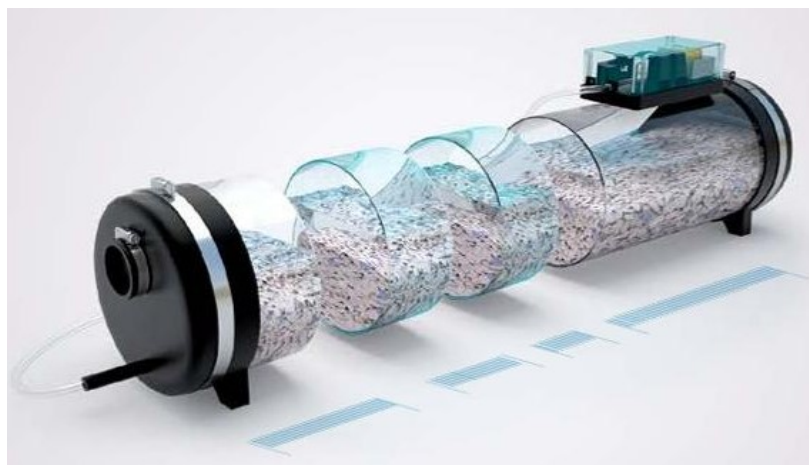
Obr. 61 Přehled jednotlivých typů HVDT [32]

28.3 Automatické doplňování vody

Automatické doplňování otopné vody do soustavy bude zajištěno automatickým plnicím zařízením Reflex Fillcontrol doplněného úpravnou vody Fillsoft II. Jedná se o stejný systém doplňování vody jako ve variantě A. Podrobný popis systému viz varianta A, strana č. 148.

28.4 Neutralizační box

Pro neutralizaci kyselého kondenzátu vznikajícího při provozu plynových kondenzačních kotlů navrhuji na odvodní potrubí kondenzátu neutralizační box BRILON NEUTRAKON 100/70. Navržený neutralizační box umožňuje napojení kotlů s nerezovým výměníkem až do výkonu 100 kW.



Obr. 62 Neutralizační box Neutrakon [39]

28.5 Třícestný směšovací ventil

Teplota otopné vody jednotlivých větví deskových otopných těles bude řízena pomocí třícestných směšovacích ventilů REGULUS LK 840. Návrhy jmenovitých světlostí DN a tlakové ztráty armatur jsou uvedeny ve výpočtu hydraulického regulování jednotlivých větví (tabulka 5.2) a ve výkresové dokumentaci (výkres D.1.4.3.10).

29. Návrh zabezpečovacího zařízení

U instalovaných plynových kotlů je pojistný ventil již součástí výrobku. Soustavu je tedy nutné opatřit pouze expanzní membránovou nádobou.

29.1 Objem vody v otopné soustavě

Celkový objem otopné vody v navržené soustavě činí **815** litrů.

Objem vody v zařízení	
Druh zařízení	Objem vody v zařízení [l]
Ohřívač TV	32,50
VZT	5,00
HVDT	14,90
R+S (kotelna)	21,00
Plynový kotel (2x)	18,00
Celkový objem [l]:	91,40

Objem vody v potrubí			
DN x t	Objem vody na 1m [l/m]	Délka potrubí [m]	Objem v potrubí [l]
15x1	0,133	501,90	66,62
18x1	0,201	126,45	25,42
22x1	0,314	51,05	16,04
28x1,5	0,491	46,69	22,92
35x1,5	0,804	56,86	45,73
42x1,5	1,195	73,28	87,54
54x2	1,963	31,42	61,68
Celkový objem vody v potrubí [l]:			325,95

Objem vody v otopných tělesech			
Typ otopného tělesa	Objem vody v tělese [l]	Počet [ks]	Objem vody [l]
RADIK TYP 11 VK 700/1200	4,20	3	12,60
RADIK TYP 11 VKL 700/1400	4,90	1	4,90
RADIK TYP 21 VKL 900/1400	11,62	1	11,62
KORATHERM VERTIKAL-M K10 500/662	3,90	3	11,70
KORATHERM VERTIKAL-M K10 600/884	5,70	1	5,70
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1800/366	5,70	5	28,50
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1600/514	7,20	2	14,40
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1800/514	8,00	14	112,00
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1800/588	9,10	2	18,20
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1800/884	13,40	3	40,20
KORATHERM VERTIKAL-M K10 1800/958	14,50	4	58,00
KORATHERM AQUAPANEL K10 970/500	4,60	14	64,40
KORATHERM AQUAPANEL K10 970/600	5,10	3	15,30
Celkový objem vody v otopných tělesech [l]:			397,52

29.2 Expanzní nádoba

Expanzní objem

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 0,815 \cdot 0,023 = \mathbf{0,0244 \text{ m}^3}$$

kde: V_e expanzní objem [m^3]
 V_o objem vody v soustavě [m^3]
 n koeficient tepelné roztažnosti

Nejnižší dovolený provozní přetlak

$$p_{\text{ddov}} \geq 1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g + \Delta p_z$$

$$p_{\text{ddov}} \geq 1,1 \cdot 9,35 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 16 = \mathbf{116,90 \text{ kPa}}$$

kde: p_{ddov} nejnižší dovolený přetlak [kPa]
 h výška mezi neutrálním bodem a nejvyšším místem soustavy [m]
 Δp_z tlaková ztráta soustavy mezi neutrálním bodem a nejvyšším bodem ve směru proudění [kPa]

Volím: 130 kPa \geq 116,90 kPa VYHOVÍ

Nejvyšší dovolený přetlak soustavy

$$p_{\text{hdov}} \leq p_k - (h_{\text{MR}} \cdot \rho \cdot g)$$

$$p_{\text{hdov}} \leq 300 - 0 = \mathbf{300,00 \text{ kPa}}$$

kde: p_{hdov} nejvyšší dovolený přetlak [kPa]
 p_k nejmenší konstrukční přetlak prvku v soustavě
 h_{MR} výška manometrické roviny [m]

Volím: 300 \leq 300 kPa VYHOVÍ

Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{\text{ep}} = \frac{V_e \cdot (p_{\text{hp}} + 100)}{p_{\text{hp}} - p_d} = \frac{0,0244 \cdot (300 + 100)}{300 - 130} = \mathbf{0,0574 \text{ m}^3 = 57,40 \text{ l}}$$

kde: p_{hp} nejvyšší provozní přetlak [kPa]
 p_d nejnižší provozní přetlak [kPa]

Navrhuji expanzní nádobu Reflex N 80/6 o objemu 80 l s maximálním provozním přetlakem 600 kPa, která je vhodná pro uzavřené otopné soustavy.

Návrh expanzního potrubí

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 94^{0,5} = 15,82 \text{ mm} \Rightarrow \text{Navrhuji potrubí 18x1 mm.}$$

kde: Q_p pojistný výkon [kW]

Reflex Reflex N 80, membránová tlaková expanzní nádoba, šedá, 6/1,5 bar

Číslo výrobku: 8210200



Thinking solutions.



podrobnosti

Typ	N 80
Jmenovitý objem	80 l
Max. využitelný objem	72 l
Max. přípustná teplota soustavy	120 °C
Max. dovol. provozní teplota	70 °C
Max. dovol. provozní tlak	6 bar
Předtlak plynu – nastavení z výroby	1,5 bar
Připojení	R 1"
Průměr	512 mm
Max. výška	558 mm
Výška přípojky vody	172 mm
Sklopný rozměr cca	757 mm
Hmotnost	13,28 kg

Popis

Reflex Reflex N 80

Tlaková expanzní nádoba s membránou pro uzavřené topné a chladicí soustavy. Nádoby v provedení podle DIN EN 13831. Povolení podle směrnice o tlakových zařízeních 2014/68/EU.

- epoxidový nátěr s dlouhou životností
- nevyměnitelná zalisovaná membrána dle DIN EN 13831
- od 35 litrů stojatě
- pro koncentraci mrazuvzdorného prostředku nejméně 25 až 50 %
- se závitovým připojením
- max. dovolená teplota soustavy 120 °C
- dovolená provozní teplota 70 °C

Obr. 63 Technické parametry expanzní nádoby Reflex N 80 [30]

30. Návrh tepelné izolace potrubí

Měděné potrubí 15x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (30 mm)

Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 30	
Tloušťka	$s_{iz} = 30$ mm
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K	
Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 15x1	
Průměr	$d = 15$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
$D = d + 2 s_{iz} = 75$ mm	
Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 24$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi_h = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 17.5$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí $l = 1$ m	
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 153/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{0,153/2007} = 0.15$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.138 \pm 0.15$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 153/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 26.1$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 17$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 5$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	71 %
střední spotřeba izolace 0.1414 m ² - platí pro plošnou izolaci	



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Měděné potrubí 18x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (30 mm)

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 30	
Tloušťka	$s_{iz} = 30$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K
Trubka Měď	
Rozměry trubky - 18x1	
Průměr	$d = 18$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K
$D = d + 2 \cdot s_{iz} = 78$ mm	
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 153/2007)	
DN 20 - DN 32 => $U_{0,153/2007} = 0.18$ W / m K	
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí $U_0 = 0.149 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 153/2007	
Povrchová teplota izolovaného potrubí $t_{p,iz} = 17.7$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci	
Tepelná ztráta potrubí bez izolace $q_p = 25.4$ W/m	
Tepelná ztráta potrubí s izolací $q_{iz} = 6.7$ W/m	
Energetická úspora izolovaného potrubí 74 %	
Střední spotřeba izolace 0.1508 m ² - platí pro plošnou izolaci	

Olezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařirovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Potrubí			
Teplota média	$t_{in} =$	60	°C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	15	°C
Relativní vlhkost vzduchu	$rh =$	65	% ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	8.7	°C
Součinitel přestupu tepla			
na vnějším povrchu	$\alpha_e =$	10	W / m ² K
Délka potrubí			
	$l =$	1	m

Měděné potrubí 22x1 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (30 mm)

Izolace - podrobné technické informace															
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS															
Rozměry izolace - tl. 30															
Tloušťka	$s_{iz} = 30$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K														
Trubka															
Měď															
Rozměry trubky - 22x1															
Průměr	$d = 22$ mm														
Tloušťka stěny	$s_t = 1$ mm														
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K														
<p style="text-align: center;">$D = d + 2 s_{iz} = 82$ mm</p>															
<p>Potrubí</p> <table border="1"> <tr> <td>Teplota média</td> <td>$t_{in} = 60$ °C</td> </tr> <tr> <td>Teplota v okolí potrubí</td> <td>$t_{out} = 15$ °C</td> </tr> <tr> <td>Relativní vlhkost vzduchu</td> <td>$\varphi = 65$ % ???</td> </tr> <tr> <td>Teplota rosného bodu</td> <td>$t_w = 8.7$ °C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Součinitel přestupu tepla</td> </tr> <tr> <td>na vnějším povrchu</td> <td>$\alpha_e = 10$ W / m² K</td> </tr> <tr> <td>Délka potrubí</td> <td>$l = 1$ m</td> </tr> </table>		Teplota média	$t_{in} = 60$ °C	Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C	Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi = 65$ % ???	Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C	Součinitel přestupu tepla		na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K	Délka potrubí	$l = 1$ m
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C														
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C														
Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi = 65$ % ???														
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C														
Součinitel přestupu tepla															
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K														
Délka potrubí	$l = 1$ m														
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 153/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,153/2007} = 0.18$ W / m K														
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.165 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 153/2007														
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.9$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci														
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 31.1$ W/m														
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.4$ W/m														
Energetická úspora izolovaného potrubí	76 %														
Sřřední spotřeba izolace	0.1634 m ² - platí pro plošnou izolaci														



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařirovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Měděné potrubí 28x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (40 mm)

Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 40	
Tloušťka	$s_{iz} = 40$ mm
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K	
Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 28x1.5	
Průměr	$d = 28$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm
Souč. tepelné vodivosti $\lambda_t = 372$ W / m K	
$D = d + 2 s_{iz} = 108$ mm	
Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 60$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi_h = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí $l = 1$ m	
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 153/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,153/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.164 \leq 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 153/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.2$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 39.6$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 7.4$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	81 %
Střední spotřeba izolace	0.2136 m ² - platí pro plošnou izolaci



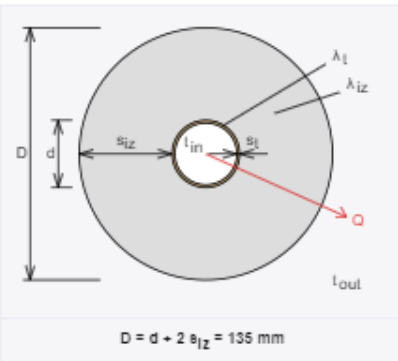
Ďezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, ka'řirovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Měděné potrubí 35x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)

Izolace - podrobné technické informace ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 50	
Tloušťka	$s_{iz} = 50$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K

Trubka Měď	
Rozměry trubky - 35x1.5	
Průměr	$d = 35$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K



$D = d + 2 s_{iz} = 135$ mm

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 70$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{0,193/2007} = 0.18$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.168 \pm 0.18$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.2$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 60.5$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 9.3$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	85 %
Střední spotřeba izolace	0.267 m ² - platí pro plošnou izolaci




Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Měděné potrubí 42x1,5 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)

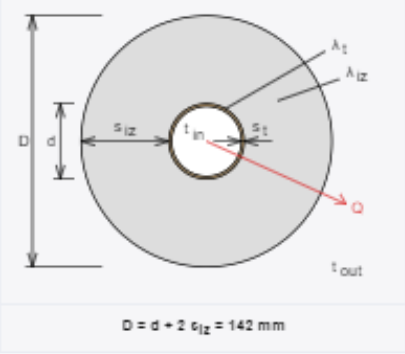
Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIP0/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 50	
Tloušťka	$s_{iz} = 50$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.037$ W / m K



Čezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kařtovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 16 °C do 260 °C

Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 42x1.5	
Průměr	$d = 42$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 1.5$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K



$D = d + 2 s_{iz} = 142$ mm

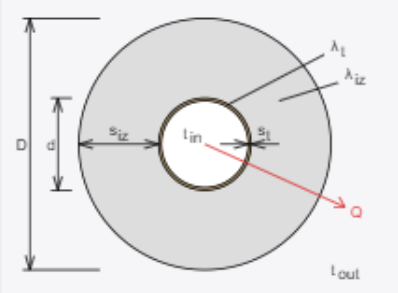
Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 65$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\varphi = 65$ % 277
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 183/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{0,183/2007} = 0.27$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.184 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 183/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.1$ °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 88$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 8.2$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	88 %
šřední spotřeba izolace	0.289 m ² - platí pro plošnou izolaci

Měděné potrubí 57x2 mm – návrh tloušťky tepelné izolace (50 mm)

Izolace - podrobné technické informace	
ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS	
Rozměry izolace - tl. 50	
Tloušťka	$s_{iz} = 50$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_{iz} = 0.038$ W / m K

Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 57x2	
Průměr	$d = 57$ mm
Tloušťka stěny	$s_t = 2$ mm
Souč. tepelné vodivosti	$\lambda_t = 372$ W / m K



$D = d + 2 s_{iz} = 157$ mm

Potrubí	
Teplota média	$t_{in} = 70$ °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} = 15$ °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi = 65$ % ???
Teplota rosného bodu	$t_w = 8.7$ °C
Součinitel přestupu tepla	
na vnějším povrchu	$\alpha_e = 10$ W / m ² K
Délka potrubí	$l = 1$ m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{0,193/2007} = 0.27$ W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_0 = 0.223 \leq 0.27$ W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 17.5$ °C > $t_w = 8.7$ °C => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 98.5$ W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 12.3$ W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	88 %
Střední spotřeba izolace	0.3362 m ² - platí pro plošnou izolaci



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

31. Roční potřeba tepla a spotřeba paliva

Výpočet potřeby tepelné energie a spotřeby paliva pro posuzovaný objekt byl proveden pomocí denostupňové metody. Hodnoty roční provozní účinnosti zdroje tepla a účinnosti distribuce byly stanoveny dle ČSN 73 0331-1 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty výpočtu – Část 1.

31.1 Potřeba tepla pro vytápění

Potřeba tepla pro vytápění v hodnoceném objektu pokrývá jeho tepelné ztráty prostupem a tepelné ztráty větráním v přirozeně větraných místnostech.

Vstupní údaje

- Tepelná ztráta části objektu: $Q_t = 24,78 \text{ kW}$
- Vnitřní průměrná teplota: $t_{is} = 20 \text{ °C}$
- Venkovní výpočtová teplota: $t_e = -18 \text{ °C}$

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací

$$H_{T+I} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{24\,780}{20 - (-18)} = 652 \text{ W/K}$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+I} = 24 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 4526 \cdot 652 = 57,37 \text{ MWh/r}$$

- kde: ε součinitel vyjadřující nesoučasnost infiltrace během roku
 e součinitel vyjadřující vliv přerušovaného vytápění
 D počet denostupňů... $D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 271 \cdot (20 - 3,3) = 4255$
 t_{is} průměrná teplota vytápěných místností
 t_{es} průměrná venkovní teplota otopného období

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{UT} = \frac{E}{n_{zdroj} \cdot n_{distr}} = \frac{57,37}{0,98 \cdot 0,92} = 63,63 \text{ MWh/r}$$

31.2 Potřeba tepla pro přípravu TV

Vstupní údaje

- Spotřeba TV za den: $V = 2,612 \text{ m}^3/\text{den}$
- Vstupní teplota vody: $t_1 = 10 \text{ °C}$ (zima); 15 °C (léto)
- Výstupní teplota vody: $t_2 = 55 \text{ °C}$

Požadovaná energie

$$E_{TV,d} = V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) \cdot z = 2,612 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) \cdot 1,3 = \mathbf{177,71 \text{ kWh/den}}$$

Korekce na proměnlivou teplotu vstupní vody

$$k_t = \frac{t_{tv} - t_{sv,L}}{t_{tv} - t_{sv,Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = \mathbf{0,89}$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E = E_{TV,d} \cdot d + k_t \cdot E_{TV,d} \cdot (N - d) = 177,71 \cdot 271 + 0,89 \cdot 177,71 \cdot (365 - 271) = \\ = \mathbf{63,03 \text{ MWh/r}}$$

kde: d počet dnů otopného období
N počet pracovních dnů soustavy

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{TV} = \frac{E_{TV}}{n_{zdroj} \cdot n_{distr}} = \frac{63,03}{0,98 \cdot 0,95} = \mathbf{67,70 \text{ MWh/r}}$$

31.3 Potřeba tepla pro nucené větrání

Vstupní údaje

- Tepelný výkon ohřivačů VZT jednotek: $Q_{VZT} = 20,414 \text{ kW}$
- Provoz VZT jednotek celoročně 7 dní v týdnu, 18 hodin denně

Měrná tepelná ztráta větráním

$$H_V = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{20\,414}{20 - (-18)} = \mathbf{537 \text{ W/K}}$$

Roční potřeba tepelné energie

$$E = e \cdot h \cdot D_V \cdot H_V = \frac{7}{7} \cdot 18 \cdot 4788 \cdot 537 = \mathbf{46,28 \text{ MWh/r}}$$

kde: e součinitel vyjadřující vliv přerušovaného provozu
h počet provozních hodin denně
D_V počet větracích denostupňů (pro t_{em} = 15 °C)
D_V = z · (t_{iv} - t_{es}) = 315 · (20 - 4,8) = 4788
z počet dnů s teplotou nižší než ve větraném prostoru
t_{iv} průměrná teplota větraných místností
t_{es} průměrná venkovní teplota období s ohřevem vzduchu

Roční spotřeba tepelné energie

$$E_{VZT} = \frac{E_{VZT}}{n_{zdroj} \cdot n_{distr}} = \frac{46,28}{0,98 \cdot 0,95} = \mathbf{49,71 \text{ MWh/r}}$$

31.4 Celková roční spotřeba tepelné energie

$$\sum E = E_{UT} + E_{TV} + E_{VZT} = 63,63 + 67,70 + 49,71 = \mathbf{181,04 \text{ MWh/r}}$$

31.5 Roční spotřeba paliva

$$E = 3600 \cdot \frac{\sum E}{H} = 3600 \cdot \frac{181,04}{35} = \mathbf{18\,621,26 \text{ m}^3/\text{r}}$$

kde: H výhřevnost paliva (pro zemní plyn H = 35 MJ/m³)

32. Technická zpráva

32.1 Úvod

Projekt se zabývá návrhem otopné soustavy a přípravou teplé vody v horském penzionu s maximální kapacitou 34 hostů. Jedná se o dvoupodlažní podsklepený objekt se sedlovou střechou. Sklon střechy je 30°. Celková zastavěná plocha objektu činí 709,87 m². Penzion se nachází v Moravskoslezském kraji, v Nízkém Jeseníku, ve městě Bruntál. Nadmořská výška v dané lokalitě je 547 m n.m.

32.1.1 Popis objektu

Objekt je tvořen stěnovým konstrukčním systémem. Výjimku představuje pouze prostor hromadné garáže, kde hlavní nosnou funkci zajišťují železobetonové sloupy v kombinaci s železobetonovými obvodovými stěnami. Veškeré konstrukce podzemního podlaží jsou monolitické železobetonové. Hlavní nosnou funkci nadzemních pater budovy zajišťují příčné nosné stěny z keramických bloků POROTHERM. Vodorovné nosné konstrukce tvoří železobetonové monolitické stropy. Obvodový plášť objektu je zateplen pomocí polystyrenových izolačních desek ISOVER EPS 70 F, které splňují požadavky kontaktního zateplovacího systému ETICS. Obvodové stěny podzemního podlaží, které jsou přilehlé k zemině, jsou zatepleny extrudovaným polystyrenem ISOVER XPS STYRODUR 2800 C. Vnitřní nosné konstrukce a příčky jsou zhotoveny z keramických bloků POROTHERM. Výplně otvorů tvoří plastová okna s izolačním trojsklem.

Podsklepenou část objektu představuje zejména technické zázemí. Nachází se zde technická místnost, strojovna VZT, sklad, dílna a prádelna. Podstatnou část podlaží tvoří hromadná garáž určená pro návštěvníky penzionu.

První nadzemní podlaží je rozděleno na veřejnou a ubytovací část. V ubytovací části se nachází 4 dvoulůžkové pokoje, 1 pokoj pro invalidního hosta včetně doprovodu a apartmán pro 4 osoby. Všechny pokoje jsou vybaveny malou předsíňkou a hygienickým zázemím. Veřejnou část tvoří zádveří, které navazuje na recepci uvnitř dispozice penzionu. Podstatnou část veřejné části prvního nadzemní podlaží představuje restaurační zařízení včetně kuchyně a malého skladu. Dále se na tomto podlaží nachází hygienické zázemí pro hosty, úklidový prostor, sklad lůžkovin a šatny pro zaměstnance včetně sprch a toalet.

Druhé nadzemní podlaží představují zejména ubytovací prostory. Nachází se zde 6 dvoulůžkových pokojů, 2 apartmány pro 2 osoby a obdobně jako v prvním podlaží 1 apartmán pro 4 osoby. V levé části dispozice se nachází konferenční místnost a místnost pro zaměstnance.

32.1.2 Technické řešení – obecné informace

Objekt bude vytápěn teplovodním otopným systémem s deskovými otopnými tělesy. Příprava teplé vody bude zajištěna stacionárním nepřímotopným ohřívačem. Zdrojem tepla budou dva plynové kondenzační kotle v kaskádovém zapojení.

Ubytovací prostory budou větrány přirozeným větráním. V hygienickém zázemí pokojů bude odváděn znehodnocený vzduch pomocí VZT systému. Technické zázemí suterénu bude větráno přirozeně. Výjimku tvoří pouze prostor hromadné garáže, kde bude instalována podstropní VZT jednotka, která zajistí požadovanou výměnu vzduchu a nebude osazena žádným dalším technickým zařízením. Ostatní prostory objektu budou větrány nuceně pomocí VZT jednotek se zpětným získáváním tepla a vodním výměníkem pro ohřev vzduchu v zimních měsících.

32.2 Podklady projektu

32.2.1 Výkresová dokumentace

Podkladem pro zpracování byla projektová dokumentace stavební části (půdorysy, řezy a pohledy).

32.2.2 Právní předpisy a normy

Projekt byl vypracován v souladu s platnými normami a legislativními předpisy. Jedná se zejména o:

- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
- ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
- ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
- ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody
- ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
- ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu
- ČSN EN 12828+A1 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních otopných soustav
- Vyhláška 193/2007, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhláška 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších požadavků bezpečnosti a ochrany zdraví při práci

32.3 Základní technické údaje

32.3.1 Klimatické poměry – lokalita Bruntál

- Venkovní výpočtová teplota -18 °C
- Průměrná teplota otopného období 3,3 °C
- Nadmořská výška 547 m n.m.

32.3.2 Vnitřní návrhové teploty

- Zádveří, chodba, sklad, technická místnost, strojovna, úklidová místnost 15 °C
- Recepce, pokoje, restaurace, kuchyň, hygienické zázemí, konferenční místnost, kuchyňka, prádelna, 20 °C
- Šatny 22 °C
- Koupelny, sprchy 24 °C

32.3.3 Tepelně-technické parametry stavebních konstrukcí

Hodnoty výpočtových tepelně-technických parametrů jednotlivých stavebních konstrukcí vyhovují požadavkům stanovených normou ČSN 73 0540-2 – Tepelná ochrana budov.

32.3.4 Tepelné ztráty objektu

Tepelná ztráta prostupem: 16,144 kW
Tepelná ztráta větráním: 14,092 kW
Tepelná ztráta infilrací: 0,352 kW

Celkový potřebný tepelný výkon pro vytápění hodnoceného objektu činí 30,59 kW.

32.3.5 Roční potřeba tepelné energie a spotřeba paliva

Výpočet potřeby tepelné energie a spotřeby paliva pro daný objekt byl proveden pomocí denostupňové metody.

Roční potřeba tepelné energie:

- Ohřev teplé vody 63,03 MWh/r
- Vytápění 57,37 MWh/r
- Nucené větrání 46,28 MWh/r

Roční spotřeba tepelné energie se zahrnutím účinnosti jednotlivých zařízení:

- Ohřev teplé vody 67,70 MWh/r
- Vytápění 63,63 MWh/r
- Nucené větrání 49,71 MWh/r

Celková roční spotřeba paliva (plynu) pro posuzovaný objekt činí 18 621 m³/r.

32.4 Technické řešení

32.4.1 Zdroj tepelné energie

Zdrojem tepelné energie v hodnoceném objektu budou dva závěsné plynové kondenzační kotle v kaskádovém zapojení THERM 49 KD o tepelném příkonu jednoho kotle od 6,5 kW do 47 kW. Celkový instalovaný tepelný příkon činí 94 kW. Jmenovitý tepelný výkon jednoho kotle nepřesahuje hranici 50 kW a součtový výkon kaskádového zapojení nepřesahuje hodnotu 100 kW, nejedná se o kotelnu III. kategorie. Navržené plynové kotle budou instalovány v technické místnosti objektu. Kotle jsou z hlediska přívodu a odvodu spalovacího vzduchu typu C (uzavřený spotřebič). Přívod spalovacího vzduchu bude zajištěn pro každý kotel zvlášť z fasády objektu pomocí plastového spalínového systému od firmy ALMEVA o průměru 80 mm. Spaliny budou odváděny pomocí plastového potrubí o průměru 200 mm do komínové tvárnice SCHIEDEL MULTI 400x400. Komínové tvárnice jsou osazeny tenkostěnnou keramickou vložkou o vnitřním průměru 200 mm. Spaliny jsou odváděny nad střechu objektu. Součástí plynových kotlů jsou zabudovaná oběhová čerpadla WILO PARA MS/8-75, která zajišťují oběh otopné vody v kotlovém okruhu. Před každý plynový spotřebič je zapotřebí instalovat magnetický filtr a uzavírací armatury.

32.4.2 Příprava teplé vody

Příprava teplé užitkové vody bude probíhat v nepřímotopném stacionárním zásobníku OKC 750 NTR/BP s celkovým užitným objemem 725 litrů a teplosměnnou plochou výměníku 3,7 m². Zdrojem tepla pro ohřev TV budou navržené plynové kondenzační kotle v kaskádovém zapojení.

32.4.3 Zabezpečovací zařízení

Otopná soustava bude vybavena uzavřenou expanzní membránovou nádobou Reflex N 80/6 o objemu 80 l a maximálním provozním přetlakem 600 kPa. Nádoba bude připojena na vratné potrubí otopné soustavy expanzním měděným potrubím 18x1mm. Dále bude soustava vybavena pojistnými ventily (součást kotlů) zabráňujícími překročení maximálního provozního přetlaku. Otevírací přetlak pojistných ventilů bude nastaven na hodnotu 300 kPa. Minimální provozní přetlak činí 130 kPa. Před ohřivač teplé vody bude osazen pojistný ventil. Podrobnou specifikaci pojistného ventilu ohřivače teplé vody řeší projekt ZTI.

32.5 Otopná soustava

32.5.1 Popis otopné soustavy

Jedná se o teplovodní uzavřenou dvoutrubkovou soustavu s nuceným oběhem, která bude rozčleněna pomocí kombinovaného rozdělovače a sběrače na 5 větví. Jednotlivé rozvody budou tvořeny měděným potrubím spojovaným lisováním. Hlavní větev otopného systému pro bytovací část bude vedena v podhledu 1. NP. Ostatní hlavní větve budou vedeny pod stropem suterénu. Potrubní rozvody k jednotlivým otopným tělesům v 1. NP a 2. NP budou vedeny v podlaze, musí být izolované a v místě prostupu stavebními konstrukcemi musí být opatřeny chráničkou. Pouze v prostorách suterénu budou potrubní rozvody vedeny v liště nad podlahou.

Přehled otopných větví a jejich teplotní spády:

- Otopná tělesa v bytovací části (OT 1) 60/50 °C
- Otopná tělesa ve veřejné části (OT 2) 60/50 °C
- Otopná tělesa v konferenční místnosti (OT 3) 60/50 °C
- Větev vzduchotechnických jednotek (VZT) 70/50 °C
- Větev přípravy teplé vody (TV) 70/50 °C

Kotlový okruh bude pracovat s teplotním spádem 70/50 °C a s průtokem 5 505 kg/h.

32.5.2 Čerpací technika

Nucený oběh teplotnosné látky v otopné soustavě zajistí oběhová čerpadla od firmy Wilo. Umístění jednotlivých čerpadel je znázorněno v projektové dokumentaci (výkres D.1.4.3.10).

Přehled navržených čerpadel:

- Wilo Para MS/8-75 kotlový okruh
- Wilo Yonos PICO1.0 25/1-5 130 větev OT 1
- Wilo Yonos PICO1.0 25/1-4 větev OT 2, OT 3, VZT
- Wilo Yonos PICO1.0 30/1-4 větev TV

32.5.3 Plnění a vypouštění otopné soustavy

Doplňování otopné vody do soustavy bude realizováno pitnou vodou z domovního řadu pomocí automatického plněního zařízení Reflex Fillcontrol doplněného úpravnou vody Fillsoft II. Doplnění otopné vody bude řízeno v závislosti na provozním tlaku otopné soustavy. Plnicí tlak z vodovodního řadu musí být alespoň o 1,3 baru vyšší, než je minimální provozní tlak soustavy.

Vypouštění otopné soustavy bude probíhat pomocí vypouštěcích kohoutů umístěných v nejnižších místech soustavy.

32.5.4 Otopné plochy

Veškeré otopné plochy budou tvořeny deskovými otopnými tělesy od české firmy KORADO. V ubytovací a veřejné části penzionu jsou navržena designová otopná tělesa KORATHERM VERTIKAL-M se svisle orientovanými profily a spodním středovým připojením rozvodů topného systému. Výjimku představují pouze koupelny jednotlivých pokojů, sprchy v šatnách zaměstnanců a suterénní místnosti. V prostorách koupelen a sprch jsou navržena designová otopná tělesa KORATHERM AQUAPANEL s vodorovně orientovanými panely a spodním středovým připojením rozvodů. V suterénu objektu jsou navržena tělesa typu RADIK, která umožňují pravé či levé spodní připojení. Všechna desková tělesa budou osazena termostatickou hlavicí. Hydraulické vyregulování těles bude provedeno pomocí připojovací HM armatury, taktéž od výrobce KORADO.

32.5.5 Regulace a měření

Plynové kotle budou napojeny na kaskádový regulátor THERM TKR MAS/3, který účinně reguluje chod jednotlivých kotlů, aniž by byl jeden kotel vyčleňován jako řídicí kotel kaskády. Regulátor musí být také propojený s oběhovými čerpadly, pohony směšovacích ventilů a venkovním čidlem.

Větve otopných těles – OT 1 a OT 2 budou řízeny ekvitermní regulací (v závislosti na teplotě vnějšího prostředí) pomocí trojcestných směšovacích ventilů umístěných za R+S v technické místnosti. Větev OT 3 zajišťující pouze vytápění konferenčních prostor bude řízena podle vnitřní teploty místnosti. Regulace větve vzduchotechnických jednotek bude probíhat kvantitativně pomocí směšovacích uzlů osazených před každou jednotkou. Větev ohřevu teplé vody nebude regulována. V případě sepnutí oběhového čerpadla TV budou kotle dodávat otopnou vodu o teplotě 70 °C.

32.5.6 Izolace potrubí

Návrh tloušťky izolace byl proveden v souladu s vyhláškou č. 193/2007 Sb. Pro izolaci volně vedeného potrubí bude použita minerální vlna s kaširovanou fólií značky ROCKWOOL. Navržené tloušťky tepelné izolace vyhovují stanoveným požadavkům.

Tloušťky tepelné izolace potrubních rozvodů [mm]							
Druh tepelné izolace	Dimenze potrubí x tloušťka stěny [mm]						
	15x1	18x1	22x1	28x1,5	35x1,5	42x1,5	57x2
ROCKWOOL PIPO ALS	30	30	30	40	50	50	50

32.6 Požadavky na ostatní profese

32.6.1 Stavební práce

V rámci stavebních prací je nutné zhotovit prostupy jednotlivými konstrukcemi (stěny, stropy), kterými budou procházet potrubní rozvody otopné soustavy. Musí být zhotoveno komínové těleso, aby bylo možné provést napojení odvodního spalínového systému od plynových kotlů.

32.6.2 Zdravotechnika

V prostorách technické místnosti musí být zřízen přívod studené pitné vody určený pro doplňování vody do otopného systému a přívod pitné vody do zásobníku TV. Zásobníkový ohřívač musí být připojen na cirkulační potrubí a na rozvod teplé užitkové vody. V technické místnosti, strojovně VZT a prádelně je zapotřebí zhotovit podlahovou vpusť a provést její napojení na kanalizační potrubí přes zápachovou uzávěrku. V technické místnosti je nutné vybudovat také místo pro napojení odvodu kondenzátu, rovněž napojené na kanalizace přes zápachovou uzávěrku. Dále je zapotřebí nainstalovat přívodní potrubí plynu k plynovým kotlům.

32.6.3 Elektroinstalace

Pro připojení plynových kotlů a ostatního technického zařízení na rozvody elektrické energie je nezbytné zřídit samostatně jištěný přívod elektrické energie ukončený zásuvkami na 230 V v blízkosti těchto spotřebičů. Rovněž je třeba nainstalovat pohony regulace směšovacích uzlů, třicestných ventilů s teplotními čidly a zajistit propojení jednotlivých pohonů s kaskádovým regulátorem.

Typ oběhového čerpadla	Jmenovité napětí	Příkon
Wilo Yonos PICO1.0 25/1-4	1x230 V	20 W
Wilo Yonos PICO1.0 30/1-4	1x230 V	20 W
Wilo Yonos PICO1.0 25/1-5 130	1x230 V	30 W
Wilo Para MS/8-75	1x230 V	75 W

32.6.4 Vzduchotechnika

Je nutné zajistit osazení vzduchotechnických jednotek regulačním uzlem se směšovacím ventilem, servopohonem, kulovým ventilem a oběhovým čerpadlem pro regulaci vodního ohřívače vzduchu.

32.7 Montáž a uvedení do provozu

32.7.1 Zdroj tepelné energie

Instalaci zařízení a následné uvedení do provozu může provádět pouze oprávněná osoba s příslušnou kvalifikací a vlastníci osvědčení k provádění dané činnosti. Je zapotřebí dodržovat pokyny stanovené v uživatelské příručce výrobce. Před uvedením do provozu musí být provedena revize elektroinstalace, plynovodu a spalinové cesty.

32.7.2 Otopná soustava

Montáž a uvedení otopné soustavy do provozu podléhá normě ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách. Před instalací jakéhokoliv zařízení otopné soustavy je nutné výrobek řádně propláchnout čistou pitnou vodou. Rovněž je potřebné provést propláchnutí veškerých potrubních rozvodů soustavy před uvedením do provozu. Dále je nutné vykonat topnou zkoušku a zkoušku těsnosti otopného systému vytápění.

Zkouška těsnosti musí být provedena před zabetonováním prostupů jednotlivými konstrukcemi, před realizací nátěrů a před instalací izolací potrubních rozvodů. Otopná soustava se napustí vodou, odvzdušní a dojde ke kontrole celého systému, zda se neprojeví viditelné netěsnosti. Zkouší se nejvyšší dovolený přetlak stanovený projektem. Přetlak se udržuje po dobu 6 hodin. Pokud se neobjeví žádné netěsnosti, považujeme zkoušku za úspěšnou.

Topná zkouška se uskutečňuje z důvodu zjištění správné funkce, nastavení a seřízení otopné soustavy. Lze ji uskutečnit až po úspěšném absolvování zkoušky těsnosti. Zkouškou se prokáže zejména správná funkce armatur, regulačních a měřicích zařízení, rovnoměrné ohřívání otopných těles a správná funkce zabezpečovacích zařízení.

32.7.3 Revize technických zařízení

Musí být zajištěna pravidelná kontrola těsnosti systému a správné funkce zabezpečovacích zařízení včetně pravidelných kontrol jednotlivých technických zařízení v intervalech stanovených výrobcem nebo závaznými právními předpisy.

32.8 Ochrana zdraví a životního prostředí

32.8.1 Vliv na životní prostředí

Navržený systém vytápění nezpůsobuje žádné nežádoucí vlivy, které by vedly k negativnímu dopadu na životní prostředí.

32.8.2 Emise vzniklé spalováním zemního plynu

Při spalování zemního plynu dochází zejména ke vzniku oxidu uhličitého (CO₂), oxidu uhelnatého (CO) či oxidu dusíku (NO).

32.8.3 Hospodaření s odpady

Během instalace a provozu otopného systému musí být dodrženy legislativní požadavky na nakládání s odpady dle zákona č. 541/2020 Sb., Zákon o odpadech.

32.9 Bezpečnost práce a požární ochrana

32.9.1 Požární ochrana

Při instalaci a provozu systému nejsou kladeny zvláštní požadavky na požární ochranu stanovené dle ČSN 73 0810.

32.9.2 Bezpečnost práce při realizaci díla

Realizace díla musí být prováděna v souladu s legislativními požadavky dle nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a dle zákona č. 309/2006 Sb., upravujícího další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Instalaci zařízení a následné uvedení do provozu může provádět pouze oprávněná osoba s příslušnou kvalifikací a vlastníci osvědčení k provádění dané činnosti.

32.9.3 Bezpečnost práce při provozu zařízení

Osoba pověřená obsluhou otopného systému musí být řádně seznámena s provozními podmínkami zařízení, které stanovil výrobce daného zařízení a možnými bezpečnostními riziky. Proškolení obsluhy zařízení je povinností zhotovitele, včetně předání potřebných návodů k užívání zařízení.

33. Zhodnocení navržených variant

Pro zadaný horský penzion byly zpracovány dvě možné varianty řešení otopného systému.

První varianta představuje vytápění objektu tuhými palivy. Konkrétně se jedná o dřevěné pelety spalované v automatickém kotli. Spalování tuhých paliv s sebou nese zvýšené nároky na celkové vybavení kotelen (popřípadě technických místností) a na uskladnění paliva. Aby byl zajištěn co nejvíce automatický provoz otopného systému bez zásahu člověka, musel být navržen extévní sklad paliva s pneumatickou dopravou pelet ke zdroji tepla. Ohřev teplé vody pomocí tuhých paliv není v letních měsících optimální, a proto byla navržena na střechu hotelu fotovoltaická elektrárna, která vyrobí dostatek elektrické energie pro ohřev TV v letním období.

Druhá varianta představuje vytápění objektu zemním plynem. Byly navrženy dva závěsné plynové kondenzační kotle v kaskádovém zapojení. Kotle vyžadují minimální prostorové nároky, minimální nároky na další vybavení kotelen (technických místností) a umožňují celosezónní ohřev TV bez potřeby instalace dalších zdrojů tepla. Vzhledem k menším prostorovým nárokům technických zařízení bylo možné zmenšit technickou místnost a vytvořit tak další místnost, která bude sloužit pro účely skladování zahradního nářadí.

33.1 Kvalita vnitřního prostředí

Požadované kvality vnitřního prostředí je v obou variantách dosaženo stejným způsobem. Vytápění jednotlivých místností je zajištěno deskovými otopnými tělesy. Výměnu vzduchu ve veřejné části a hygienickém zázemí zajišťují vzduchotechnické jednotky se zpětným získáváním tepla. Ubytovací prostory jsou větrány přirozeným větráním.

33.2 Uživatelský komfort

V první variantě je jako zdroj tepla navržen kotel na pelety o tepelném výkonu 80 kW. Jedná se tudíž o kotelnu a musí být dodržena řada zvláštních požadavků (technických, stavebních, požárních atd.). Při spalování dřevěných pelet vzniká malé množství popela, které musí obsluha pravidelně vynášet. Dále je zapotřebí také kontrolovat, zda nedochází ke vzniku tzv. spečenců (nevyhořelé zbytky paliva) na povrchu miskového hořáku.

Navržená FV elektrárna dosahuje výkonu 46,40 kWp, což převyšuje dovolený limit pro výrobu elektrické energie bez licence Energetického regulačního úřadu. Zároveň je překročen limit pro prokazování odborné způsobilosti provozovatele FV elektrárny. Provozovatel FV elektrárny musí vlastnit licenci pro výrobu elektrické energie od ERÚ a prokázat odbornou způsobilost pro provoz celého FV systému. V současné době se ovšem očekává schválení novely energetického zákona, která by umožňovala provoz FV soustavy bez licence ERÚ až do výkonu 50 kW. Proto je možné, že v době realizace projektu nebude muset provozovatel vlastnit dané povolení.

Ve druhé variantě navržené plynové kondenzační kotle dosahují tepelného příkonu jednoho kotle 47 kW. Celkový tepelný příkon kaskády činí 94 kW a nejsou tak splněny podmínky pro kotelnu III. kategorie. Místnost s navrženými zdroji tepla je tudíž považována za technickou místnost s plynovými spotřebiči a nevztahují se na ní žádné zvláštní požadavky. Provoz celého systému je plně automatický a není potřeba žádná pravidelná obsluha topného systému.

33.3 Pořizovací náklady

Pořizovací náklady na kotelnu s automatickým kotlem na pelety budou řádově mnohonásobně vyšší než u plynové kotelny. Peletový kotel bude zapotřebí dovybavit velkým počtem technických zařízení (šnekový dopravník, pneumatická doprava včetně nasávacích sond, akumulací nádrž, mezizásobník, atd.), které není nutné u plynových spotřebičů instalovat.

Kotel na pelety

Druh zařízení	Pořizovací cena [Kč]
Kotel na pelety	219 600
Pneumatická doprava	61 000
Mezizásobník	29 000
Akumulační nádrž	65 000
FV panely	602 000
Zásobníky TV	136 000
Celkem	1 112 600

Kaskáda plynových kotlů

Druh zařízení	Pořizovací cena [Kč]
Plynové kotle	81 000
HVDT	14 500
Zásobník TV	78 000
Celkem	173 500

33.4 Ekonomika provozu

Provozní náklady plynových spotřebičů budou v porovnání s vytápěním peletami vyšší. Navíc bude nutné vykonávat pravidelný servis plynových zařízení, aby byla zajištěna bezpečnost jejich provozu a prodloužila se životnost kotlů. Současné ceny veškerých paliv jsou vlivem energetické krize značně vysoké. Vytápění dřevěnými peletami při kvalitě ENplus A1 odpovídá přibližně 2,25 Kč/kWh. Náklady na vytápění plynovými spotřebiči v současné době odpovídají 4,19 Kč/kWh.

Dle hodnot z vypočítané roční spotřeby tepelné energie pro jednotlivé metody se provozní náklady pohybují v následujících cenových relacích:

- **Kotel na pelety**

$$N_1 = \sum E \cdot 2,25 = 145\,010 \cdot 2,25 = \mathbf{326\,273\text{ Kč/rok}}$$

- **Plynové kotle**

$$N_2 = \sum E \cdot 4,19 = 181\,040 \cdot 4,19 = \mathbf{758\,558\text{ Kč/rok}}$$

Doba životnosti obou navržených zdrojů tepla je identická a pohybuje se v řádu 15–20 let.

33.5 Ekonomická efektivnost investice

Pomocí online finančního kalkulátoru na stránkách tzb-info.cz jsem provedl zhodnocení ekonomické efektivnosti investice pořízení navrženého kotle na pelety v porovnání s ekonomickou efektivností investice pořízení plynových kondenzačních kotlů.

Základní parametry investice

Doba životnosti projektu let **???**
Celková investice do zařízení Kč **???**

Úvěr nutný pro pořízení zařízení ???

Úvěr (vypůjčená částka) Kč
Úroková sazba %
Doba splácení úvěru let

Roční výnos z provozovaného zařízení ???

Roční výnos z pořízovaného zařízení Kč
Roční změna výnosu z pořízovaného zařízení %

Roční náklady na provoz pořízovaného zařízení ???

	Roční náklady [Kč]	Roční změna nákladů [%]
č. 1	<input type="text" value="326273"/>	<input type="text" value="5"/>
č. 2	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Doplňkové parametry investice

Diskont - výnos alternativní investice % **???**
Bude se danit zisk z projektu? **???** Ne Ano

VÝSLEDKY	
NPV - čistá současná hodnota projektu:	718113 Kč ???
Roční ekvivalentní finanční toky investice:	62608 Kč ???
Doba návratnosti:	9 let ???
Diskontovaná doba návratnosti:	12 let ???
IRR - vnitřní výnosové procento investice:	12 % ???

Obr. 64 Ekonomické zhodnocení investice [40]

I přes značně vyšší pořizovací náklady kotlů na pelety se jejich instalace budoucím provozovatelům penzionu vyplatí, neboť roční náklady na provoz budou značně nižší než v případě instalace plynových kotlů. Doba návratnosti instalace kotle na pelety, včetně započítání zvyšujících se nákladů na energie a míry inflace, se pohybuje okolo 9 let. Náklady na provoz plynových kondenzačních kotlů by se výrazně snížili v kombinaci s navrženou FV elektrárnou, ale i tak by byly vyšší než u provozu kotle na pelety.

C. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

1. Úvod

Cílem experimentálního měření bylo stanovit provozní účinnost kotle na pelety při běžném užívání a naměřené hodnoty porovnat s deklarovanými hodnotami provozní účinnosti kotle od výrobce daného zařízení. Deklarovaná provozní účinnost kotle výrobcem představuje hodnotu stanovenou za ideálních podmínek v laboratorním prostředí. Znamená to, že výrobce při testování svých výrobků zohlední všechny vlivy působící na účinnost kotle a zajistí minimalizaci jejich negativního působení na zkoušené výrobky. Mezi tyto vlivy patří například ideální přívod spalovacího vzduchu do kotle, ideální tah komínového tělesa, použití kvalitního paliva s nízkým obsahem vlhkosti atd. Provozní účinnost kotlů na pevná paliva se stanovuje dle normy ČSN EN 303-5 Kotle pro ústřední vytápění – Část 5. Norma stanovuje přesné postupy a metody, které musí výrobce při určování provozní účinnosti jednotlivých zařízení dodržet.

V reálném provozu bývá velmi obtížné dosáhnout stejných podmínek jako při laboratorních měřeních, a proto se snažíme těmto podmínkám alespoň co nejvíce přiblížit. Odchylky deklarovaných a skutečných provozních účinností poté způsobují, že spotřebitelé vlivem menších účinností zaznamenávají vyšší náklady spojené s provozem daných zařízení. Zejména se jedná o náklady související s potřebou paliva a vyšší spotřebou energií, než se kterými kalkulovali při pořizování.

Pro stanovení reálné provozní účinnosti kotlů existují dvě metody. Jedná se o přímou a nepřímou metodu. Nejčastěji používanou metodou je metoda nepřímá, která je založena na měření pomocí analyzátoru spalin. Na základě známého druhu paliva lze měřit obsah kyslíku a oxidu uhelnatého ve spalinách. Analyzátor následně pomocí obecně známých vztahů dopočítá další údaje vztahující se k průběhu spalovacího procesu (obsah oxidu uhličitého, přebytek vzduchu ve spalinách a hodnotu komínové ztráty) a stanoví provozní účinnost měřeného zařízení. Nepřímá metoda vychází z předpokladu, že účinnost ideálního stroje nabývá hodnoty 100 % a u reálný zařízení bývá snížena o různé ztráty. Hodnoty jednotlivých ztrát nám poskytují potřebné informace o funkčnosti a kvalitě posuzovaného zařízení.

Přímá metoda využívá jednoduchých výpočtů založených na energetických vstupech a výstupech. Určení provozní účinnosti kotle na tuhá paliva pomocí přímé metody bývá obtížné, neboť je často problém přesně stanovit spotřebu paliva a množství základní vrstvy hořícího paliva na počátku a konci měření. Z těchto důvodů bývá přímá metoda zatížena značnou chybou.

V experimentálním měření jsem použil nepřímou metodu a pomocí analyzátoru spalin stanovil provozní účinnost peletového kotle.

2. Místo měření

Měření probíhalo ve dvougeneračním částečně podsklepeném rodinném domě. Jedná se o nezateplený objekt, kde je vytápěno pouze první nadzemní podlaží. Podsklepenou část objektu tvoří technická místnost s přilehlým skladem. Objekt se nachází v Pardubickém kraji ve městě Slatiňany. Nadmořská výška v daném místě činí 268 m n.m. Návrhová výpočtová teplota v dané lokalitě je -12 °C.

3. Popis otopné soustavy

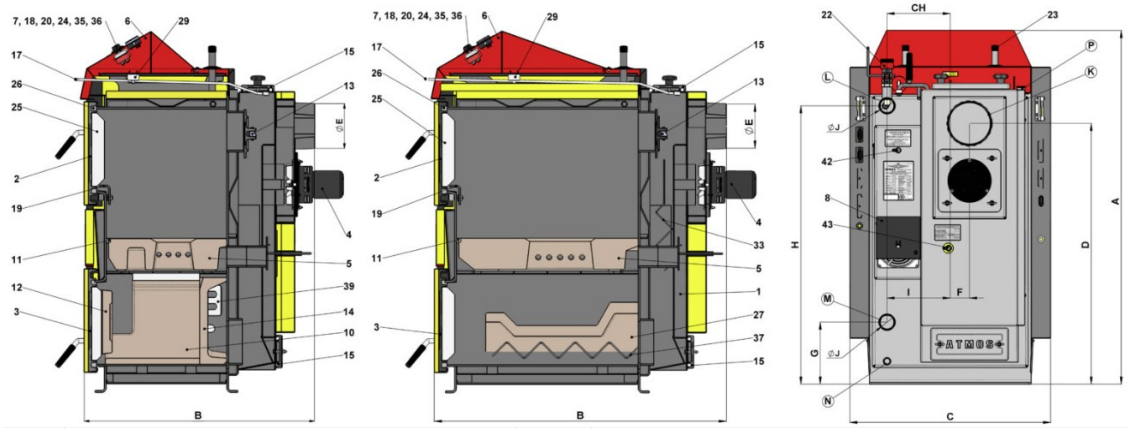
Jedná se o teplotní dvoutrubkovou otopnou soustavu s nuceným oběhem. Potrubní rozvody jsou ocelové bezešvé. Rozvody jsou vedeny v jednotlivých místnostech převážně podél stěn. Propojení místností a technického zázemí je uskutečněno pomocí rozvodu vedeného v podlaze chodby. Veškeré místnosti jsou vytápěny deskovými otopnými tělesy, která jsou osazena termostatickými hlavicemi. Zdroj tepelné energie představuje kotel ATMOS DC 18 S. Kotel umožňuje kombinované vytápění, a to pomocí dřevěných pelet či kusového dřeva. Soustava je doplněna dvěma akumulacími nádržemi o celkovém objemu 1000 litrů. Zabezpečovací zařízení systému představuje expanzní membránová nádoba Reflex NG 80/6 o objemu 80 litrů s maximálním provozním přetlakem 600 kPa a pojišťovací ventil Herz, PN 2,5 baru.

3.1 Kotel ATMOS DC 18 S

Jedná se o zplyňovací kotel na tuhá paliva/pelety, který je opatřen odnímatelným hořákem na pelety ATMOS A25. Maximální výkon kotle činí 20 kW. Zdroj tepla vyhovuje požadavkům 3. emisní třídy a splňuje tak nové požadavky Ekodesignu platné od září roku 2022. Těleso kotle je zhotoveno jako svařenec z ocelových plechů o tloušťce 3-8 mm. Mezi vnější kryty pláště kotlů je vložena tepelná izolace z minerální plsti. Přední stěna kotle obsahuje příkládací dvířka s odnímatelným otvorem, který slouží pro umístění miskového hořáku. Zadní část kotle představuje svislý spalinový kanál opatřený ve vrchní části odtahovým hrdlem pro připojení kouřovodu.



Obr. 65 Kotel ATMOS DC18S s úpravou [21]



1.	Těleso kotle	23.	Chladicí smyčka proti přetopení
2.	Dvířka plnicí	24.	Regulační termostat ventilátoru (kotlový)
3.	Dvířka popelníková	25.	Výplň dvířek – Sibra
4.	Ventilátor odtahový (S)	26.	Těsnění dvířek – šňůra 18 x 18
5.	Žárovzdorná tvarovka – tryska	27.	Žárovzdorná tvarovka – keramická střecha
6.	Ovládací panel	29.	Kondenzátor odtahového ventilátoru
7.	Bezpečnostní termostat	33.	Brzdící do kouřového kanálu (DC22SX, DC30SX, DC40SX, DC50S, DC70S)
8.	Regulační záklopka	35.	Spalinový termostat
10.	Žárovzdorná tvarovka – kulový prostor L+ P (DC18S)	36.	Bezpečnostní termostat (Pozor – při přetopení nutno zamáčknout)
11.	Těsnění – trysky	37.	Brzdící – pod střechem (DC30SX, DC40SX, DC50S)
12.	Žárovzdorná tvarovka – půlměsíc	39.	Brzdící spalin podél kulového prostoru (DC18S)
13.	Zatápěcí záklopka	42.	Regulace primárního vzduchu
14.	Žárovzdorná tvarovka – zadní čelo	43.	Regulace sekundárního vzduchu
15.	Víko čistící	K	– hrdlo kouřovodu
17.	Táhlo zatápěcí záklopky	L	– výstup vody z kotle
18.	Teploměr	M	– vstup vody do kotle
19.	Clona rámečku	N	– nátrubek pro napouštěcí kohout
20.	Vypínač s kontrolkou	P	– nátrubek pro čidlo ventilu ovládajícího chladicí smyčku (TS 131, STS 20)
22.	Regulátor tahu – Honeywell FR 124		

Obr. 66 Popis kotle na pelety [21]



Obr. 67 Výrobní štítek kotle

3.2 Hořák na pelety ATMOS A25

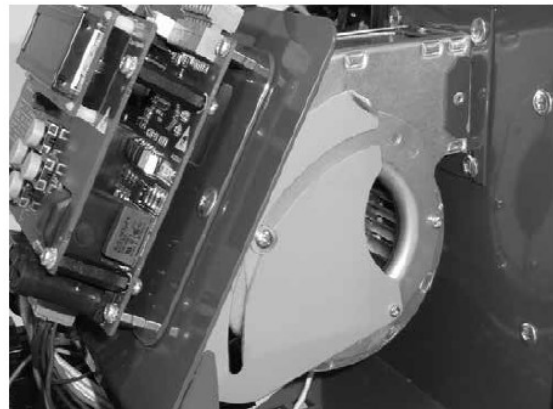
Hořák na pelety ATMOS A25 je standardně osazen automatickým zapalováním paliva, které probíhá pomocí dvou elektrických zapalovacích spirál. Řídící jednotka hořáku je propojena s kotlem, šnekovým dopravníkem a teplotními čidly umístěnými na akumulacích nádržích. Při provozu celá sestava pracuje zcela automaticky bez potřeby lidského zásahu. Řízení provozu hořáku zajišťuje elektronická regulace prostřednictvím tzv. fotocely (čidla plamene). Dávkování paliva a přívod spalovacího vzduchu do hořáku je uzpůsoben tak, aby došlo k dokonalému shoření paliva s co nejvyšší účinností. Přívod spalovacího vzduchu do hořáku zajišťuje ventilátor zabudovaný v hořáku. Množství přiváděného vzduchu se nastavuje vzduchovou klapkou osazenou před ventilátorem.

Na přívodu palivo do hořáku je umístěn bezpečnostní termostat, který hlídá teplotu přívodního potrubí. V případě překročení teploty 95 °C dojde k okamžitému odstavení hořáku z důvodu ochrany proti zpětnému zahoření pelet ve šnekovém dopravníku.

Řízení chodu hořáku je zajištěno dvojicí teplotních čidel TS a TV umístěných na horní a dolní části akumulacích nádrží. TS čidlo snímá teplotu na spodní straně nádrže. Při vysokých teplotách vydá řídicí jednotka hořáku pokyn k zastavení procesu nabíjení nádrží. TV čidlo snímá teplotu na horní straně nádrže a určuje, kdy má začít opětovné nabíjení nádrží. Tento systém řízení chodu hořáku je doporučen výrobcem, neboť zaručuje dostatečné množství energie pro topný systém, šetří palivo, elektrickou energii a výrazně zvyšuje životnost hořáku na pelety. [37]



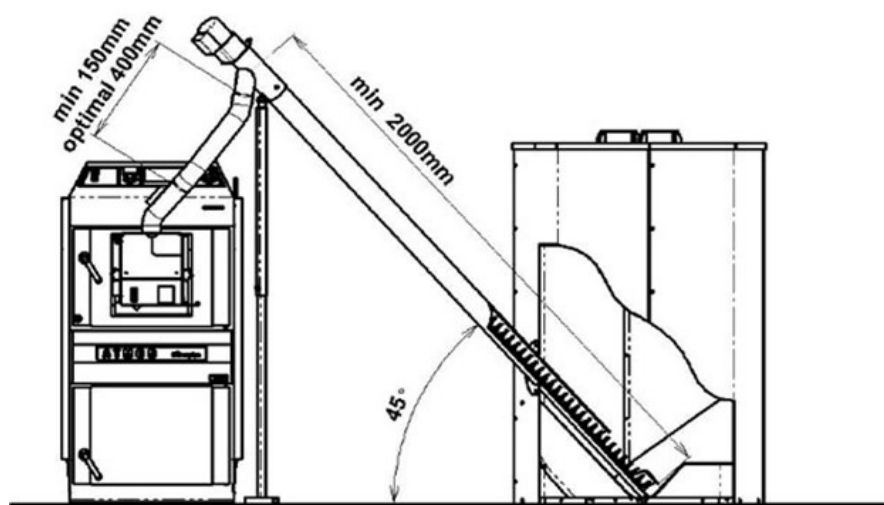
Obr. 68 Hořák ATMOS A25 [41]



Obr. 69 Vzduchová klapka ventilátoru [41]

3.3 Šnekový dopravník

Prívod paliva do hořáku zajišťuje šnekový dopravník DA2000 od firmy ATMOS. Průměr hrdla dopravníku je 75 mm a jeho celková délka činí 2 m. Délka dopravníku se volí s ohledem na délku spojovací hadice mezi hořákem a dopravníkem. Hadice musí být napnutá, řádně připevněná a musí splňovat minimální délku 15 cm (optimálně však 40 cm) z důvodu požární bezpečnosti. Maximální délka hadice by neměla být větší než 1 m. Šnekové dopravníky jsou dodávány s podpěrnou nohou, která má nastavitelnou délku. Podpěrná noha zajišťuje optimální sklon dopravníku 45°. Sklon dopravníku a délka spojovací hadice musí umožnit bezproblémový přísun paliva do hořáku. Přivádění pelety musí volně padat do misky hořáku. [36]



Obr. 70 Schéma doporučeného propojení zásobníku na pelety s hořákem [41]

3.4 Palivo

Doporučeným typem paliva jsou kvalitní pelety bez příměsí kůry, tzv. bílé pelety, které se nespékají. Tento druh pelet je vyroben pouze z měkkého dřeva. Pelety obvykle dosahují průměru 6 až 8 mm, délky 5 až 25 mm a jejich výhřevnost se pohybuje v rozmezí 16–19 MJ.kg⁻¹. V případě použití méně kvalitních pelet s obsahem kůry dojde v průběhu spalování ke vzniku spečence na misce hořáku. Vzniklý spečenec je nutné každý den odstraňovat. [36]

4. Měřicí přístroje

4.1 Analyzátor spalin SEITRON CASPER 202

Jedná se o chemický multifunkční analyzátor spalin určený zejména pro servisní techniky, kteří vykonávají profesionální servis a kontrolu malých (středních) kotlů na tuhá, kapalná a plynná paliva. Analyzátor CASPER 202 umožňuje měření spalovacího procesu až 10 různých paliv. Obsahuje zabudovanou paměť umožňující uchovat záznam až 300 měření. Výsledky jednotlivých měření lze následně stáhnout pomocí softwaru do PC a provést jejich vyhodnocení. Elektrochemické měřicí články O₂ mají životnost přibližně 2 roky, články na měření CO a NO 4–6 let. [42]



Parameter	Snímač	Rozsah	Rozlišení	Presnosť
O ₂	elektrochemický	0 až 25 %obj.	0,1 %	±0,2 % obj.
CO (H ₂ komp.)	elektrochemický	0 až 8000 ppm	1 ppm	± 10 ppm do 200 ppm; ±5% H do 2000 ppm; ±10 % nad
NO	elektrochemický	0 až 5000 ppm	1 ppm	± 5 ppm do 100 ppm; ±5% H nad 100 ppm
NO _x	výpočet	-	1 ppm	-
Teplota vzduchu	Pt100	-20 až +120 °C	0,1 °C	± 1 °C
Teplota plynu	termočlánok K	-30 až 900 °C	0,1 °C	± 1 % z hodnoty
ΔT	výpočet	-	-	-
Statický tlak ΔP	piezoodporový	0 až 10000 Pa	1 Pa	± 1 % z hodnoty
Prebytok vzduchu Λ	výpočet	0,0 až 9,9	0,1 Pa	-
Q _s - účinnosť spaľ.	výpočet	0 až 120 %	0,01	-
qA - komínová strata	výpočet	0 až 100 %	1 %	-
Tmavosť dymu	Bacharachová pumpa	1 až 9	0,1 %	-

Obr. 71 Analyzátor spalin CASPER 202 včetně technických parametrů [42]

4.2 Měřicí ústředna ALMEMO 2590-4AS

Měřicí ústředna ALMEMO slouží jako univerzální dataloger se 4 univerzálními vstupy a 2 výstupy. Pomocí speciálních programovatelných konektorů lze k přístroji připojit čidla pro měření fyzikálních, elektrických či chemických veličin. Ústředna umožňuje měření teploty, vlhkosti, proudění vzduchu, průtok kapalin atd. [39]

V experimentálním měření jsem ústřednu využíval pro zjišťování teplot v přívodním a vratném potrubí kotlového okruhu měřené otopné soustavy.



Obr. 72 Měřicí ústředna AHLBORN AMEMO 2590 [43]

4.3 Dotykový teploměr THERM 2420

Digitální teploměr obsahuje dotykové teplotní čidlo, které umožňuje okamžité měření teplot až do hodnoty 500 °C. Dotykový teploměr jsem využil k měření povrchových teplot kotle na pelety. Z naměřených hodnot jsem následně vypočetl ztrátu pláštěm kotle.



Obr. 73 Dotykový teploměr AHLBORN THERM 2420 [43]

5. Popis provozu kotle

5.1 Start kotle

V případě poklesu teploty otopné vody v akumulacích nádržích pod nastavené hodnoty, vyšle čidlo TV (čidlo horní teploty na nádrži) signál do hořáku. Dojde ke spuštění šnekového dopravníku a zapalovacích spirál. Šnekový dopravník postupně dopravuje palivo do hořáku po dobu 100 sekund. Jedná se o dobu potřebnou pro podání zapalovací dávky pelet, která je stanovena výrobcem. Následně dojde k odstavení dopravníku, zapnutí ventilátoru hořáku na zapalovací otáčky a k zapnutí odtahového ventilátoru kotle. Jakmile jsou pelety zapáleny, fotocela zaznamená světlo a vydá pokyn pro zastavení zapalovacích spirál. Následně hořák přechází do fáze dokonalého rozhoření paliva. [37]

5.2 Provoz kotle

Palivo je již plně rozhořeno a hořák pozvolně zvyšuje svůj výkon. Jakmile je dosaženo jmenovitého výkonu, hořák nemění rytmus práce a pracuje konstantním způsobem. Nabíjení akumulacích nádrží je ukončeno v momentě, kdy čidlo TS (čidlo spodní teploty na nádrži) vyšle signál, že je akumulacní nádrž nahráta na stanovenou teplotu.

Šnekový dopravník v průběhu spalovacího procesu vykonává přerušovanou práci. Dopravník po dobu 12 sekund přivádí palivo do hořáku a následně je po dobu 8 sekund odstaven. Tento rytmus práce se neustále opakuje.

Jmenovitý výkon hořáku je vždy nutné vyregulovat s množstvím přiváděného spalovacího vzduchu. Množství přiváděného vzduchu výrazně ovlivňuje kvalitu spalování paliva. Nastavení probíhá na vzduchové klapce ventilátoru hořáku. Optimální nastavení hořáku by mělo zajistit, aby obsah O₂ ve spalinách nepřesahoval hodnoty 12 % (doporučuje se 8–10 %), průměrný obsah CO byl menší než 500 mg/m³, teplota spalin při provozu neklesla pod 110 °C a zároveň nepřesáhla teplotu 250 °C. [41]

Výkon kotle	Parametr T1	Parametr T4	Parametr T6	Parametr S3	Otevření vzduchové klapky na ventilátoru hořáku u kotle s odtahovým ventilátorem	Otevření vzduchové klapky na ventilátoru hořáku u kotle bez odtahového ventilátoru
10 – 12 kW	100 s	6 s	11 s	70 %	1/4 (12 mm)	1/2 (25 mm)
15 – 16 kW	100 s	8 s	10 s	100 %	1/4 (14 mm)	2/3 (37 mm)
20 – 24 kW	100 s	12 s	8 s	100 %	1/2 (27 mm)	3/4 (42 mm)

Obr. 74 Nastavení hořáku v závislosti na výkonu kotle [41]

5.3 Odstavení kotle

Při dosažení nastavené teploty na čidle TS, elektronická regulace hořáku vypne šnekový dopravník paliva. Pelety nahromaděné ve spalovací komoře postupně dohoří. Optimální dohoření pelet zajišťuje chod ventilátoru hořáku po dobu 15 minut od chvíle vypnutí

šnekového dopravníku. Následně dochází k chladnutí celého systému, dokud není opět zaznamenán pokles teploty pod stanovenou mez na čidle TV. [41]

5.4 Údržba a čištění hořáku

Kotle na pelety jsou navrženy tak, aby nároky na údržbu byly minimální. Při spalování dochází ke vzniku 1–2 % popela z celkového objemu spálených dřevěných pelet. Jedná se o velmi malé množství popela, proto není nutné provádět údržbu každý den. Četnost údržby systému se odvíjí od nastaveného výkonu hořáku, intenzity vytápění a kvality použitého paliva. Za vhodný interval čištění se považuje období v rozmezí 7–30 dnů. Tento interval se však velmi liší u jednotlivých zařízení. [41]

6. Průběh měření

Experimentální měření probíhalo ve dvou termínech, aby bylo možné porovnat výsledky naměřených hodnot a eliminovat možné chyby měření. První měření jsem prováděl v únoru roku 2022, druhé poté v prosinci roku 2022.

Před samotným měřením bylo nutné zkontrolovat, zda je kotel přepnut na vytápění pomocí pelet a zda jsou všechny řídicí jednotky technického vybavení otopné soustavy (kotel, hořák, šnekový dopravník) vzájemně propojeny. Dále bylo zapotřebí nastavit analyzátor spalin na konkrétní druh paliva a vytvořit otvor v kouřovodu pro zasunutí měřicí sondy. Na přívodní a vratné potrubí v kotlovém okruhu jsem následně nainstaloval 4 teplotní čidla, kterými jsem zjišťoval teploty otopné látky. Čidla byla instalována v párech po dvou tak, abych zabránil případným chybám v průběhů měření, které by mohlo způsobit vadné čidlo.

Primárními sledovanými veličinami byly teploty přívodní a vratné otopné vody, obsah O₂ a CO ve spalinách, teplota spalin, provozní účinnost kotle včetně komínové ztráty. Měřil jsem také povrchové teploty pláště kotle, abych mohl stanovit ztrátu pláštěm daného zařízení a dosáhl tak přesnějších výsledků. Naměřené hodnoty jsem následně porovnal s hodnotami, které jsem vypočetl ručním způsobem. Ruční výpočet vycházel z naměřených údajů o obsahu O₂, CO, teplotě spalin a teplotě spalovacího vzduchu.

U prvního měření jsem stanovil časový krok zápisu jednotlivých hodnot po 2 minutách. Pouze u náběhu kotle jsem hodnoty zapisoval po vteřinách. Tyto časové kroky jsem zvolil z důvodu dosažení co nejpřesnějších hodnot měření.

Druhé měření probíhalo za příznivějších venkovních teplot. Kotel na pelety nenabíjel akumulární nádrže tak dlouho jako při prvním měření, a proto jsem zvolil časový krok zápisu hodnot po 1 minutě.

7. Použité vztahy pro ruční výpočet

Komínová ztráta

$$Z_k = \left(\frac{A}{21 - \omega_{O_2}} + B \right) \cdot (T_s - T_v) \quad [\%]$$

kde: A, B konstanty zohledňující druh a vlhkost spalovaného paliva
 ω_{O_2} obsah O_2 ve spalínách [%]
 T_s teplota spalin na výstupu z kotle [°C]
 T_v teplota spalovacího vzduchu [°C]

Ztráta sdílením tepla do okolí

$$Z_p = \frac{\alpha_h \cdot \sum S_h \cdot (t_i - t_m) + \alpha_v \cdot \sum S_v \cdot (t_i - t_m)}{P_p} \cdot 100 \quad [\%]$$

kde: α_h součinitel přestupu tepla z vnějšího vodorovného povrchu kotle [W/m²K]
 α_v součinitel přestupu tepla z vnějšího svislého povrchu kotle [W/m²K]
 S_h plocha vodorovného povrchu kotle [m²]
 S_v plocha svislého povrchu kotle [m²]
 t_i průměrná teplota vnějšího povrchu kotle [°C]
 t_m teplota okolního prostředí [°C]
 P_p tepelný příkon kotle [W]

Provozní účinnost kotle

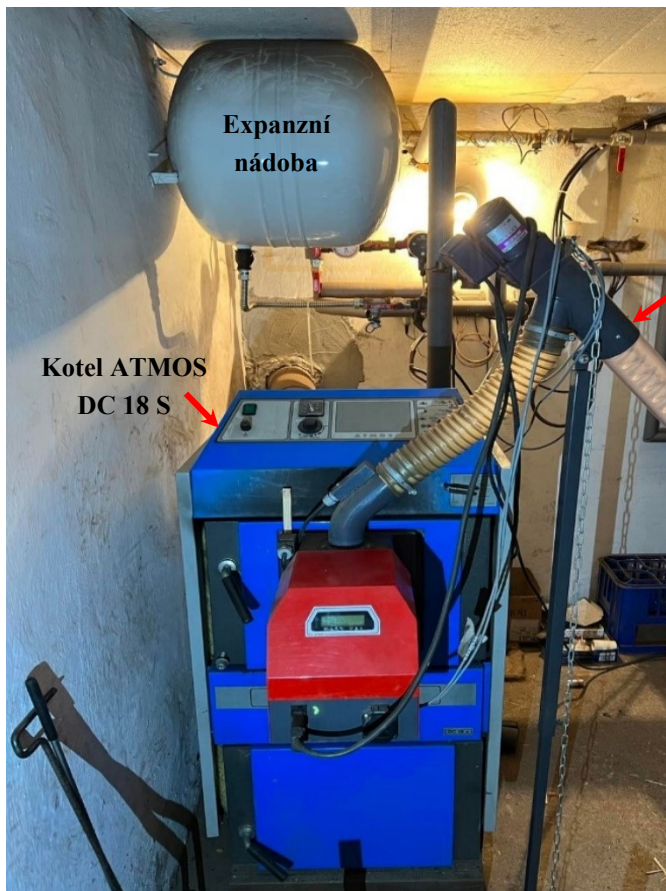
$$\eta = 100 - Z_k - Z_p \quad [\%]$$

Přebytek spalovacího vzduchu

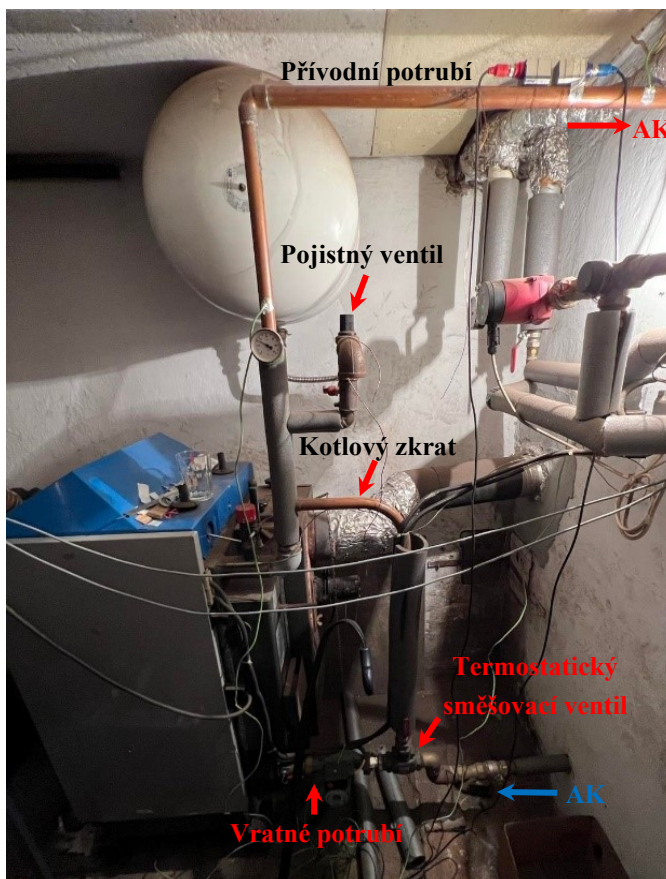
$$\alpha = \frac{21}{21 - O_2} \quad [-]$$

kde: O_2 obsah kyslíku ve spalínách [%] [44]

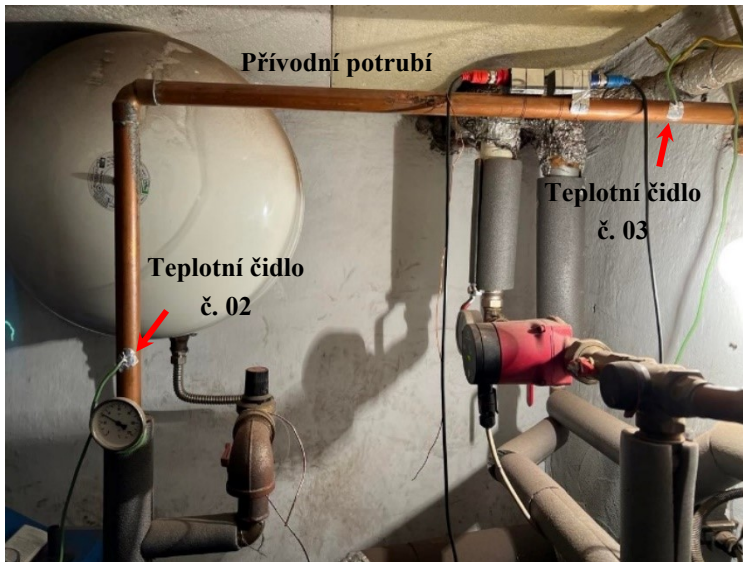
8. Fotodokumentace experimentálního měření



Obr. 75 Kotel Atmos DC 18 S

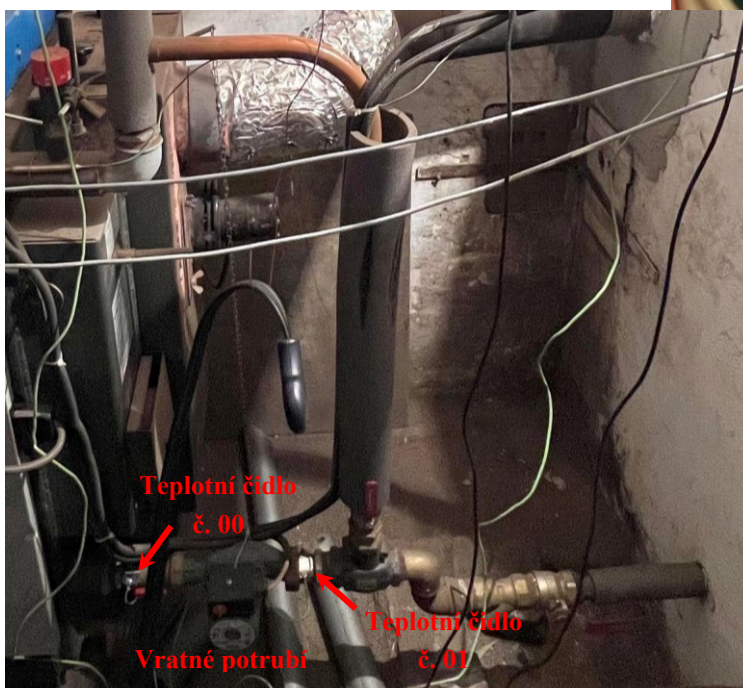
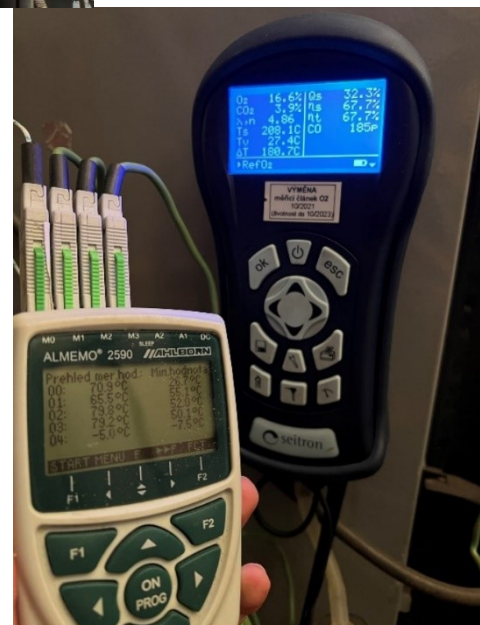


Obr. 76 Boční pohled na zapojení kotle



Obr. 77 Umístění teplotních čidel na přívodním potrubí

Obr. 78 Aktuální hodnoty teplot jednotlivých čidel a odpovídající hodnoty měření analyzátelem spalín



Obr. 79 Umístění teplotních čidel na vratném potrubí

9. Měření č. 1

První měření probíhalo za provozu kotle na pelety na jeho jmenovitý výkon. Délka celého měření trvala 5 hodin, aniž by došlo k přerušení chodu kotle. Z důvodu velkého množství naměřených hodnot jsem vybral úsek 2 hodin, pro který jsem naměřené hodnoty zpracoval.

Naměřené hodnoty													
Číslo měření	O ₂	CO ₂	α,n	T _s	T _v	ΔT	Z _k	η	CO	CO	T _p [°C]	T _{vr} [°C]	Časový krok
	[%]	[%]	[-]	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[ppm]	[mg/m ³]	[°C]	[°C]	[min]
1	16,6	3,9	4,86	204,7	27,4	177,3	31,5	68,50	332	388	77,30	31,80	18:42
2	17,3	3,3	5,80	199,7	27,4	172,3	36,70	63,30	444	519	77,50	32,10	18:44
3	17,4	3,2	5,97	201,8	27,4	174,4	36,50	63,50	518	606	77,50	32,40	18:46
4	16,4	4,1	4,64	205,9	27,4	178,5	30,50	69,50	416	487	77,60	32,50	18:48
5	16,2	4,3	4,44	208,2	27,5	180,7	30,80	68,20	365	427	78,30	32,80	18:50
6	18,0	2,6	7,20	197,3	27,5	169,8	44,70	55,30	636	744	77,80	33,10	18:52
7	17,4	3,2	5,97	204,0	27,6	176,4	37,60	62,40	521	610	77,70	33,20	18:54
8	17,6	3,0	6,33	205,4	27,6	177,8	38,90	61,10	447	523	77,70	33,40	18:56
9	16,7	3,8	4,97	207,9	27,8	180,1	34,50	65,50	326	381	77,80	33,60	18:58
10	17,2	3,4	5,64	207,3	27,8	179,5	37,00	63,00	393	460	77,70	33,70	19:00
11	16,2	4,3	4,44	215,0	28,1	186,9	31,10	68,90	304	356	78,40	34,40	19:02
12	17,6	3,0	6,33	208,5	28,4	180,1	31,10	68,90	304	356	78,40	34,40	19:04
13	17,4	3,2	5,97	200,9	28,6	172,3	44,20	55,80	350	410	77,70	35,40	19:06
14	18,2	2,5	7,74	195,0	28,9	166,1	48,50	51,50	421	493	76,90	35,60	19:08
15	15,2	5,2	3,66	215,8	29,3	186,5	25,20	74,80	226	264	75,30	36,40	19:10
16	18,2	2,5	7,74	196,7	29,5	47,1	52,90	52,90	472	552	76,00	37,10	19:12
17	17,2	3,4	5,64	198,2	29,6	168,6	34,20	65,80	248	290	75,90	37,20	19:14
18	17,0	3,5	5,35	209,2	29,6	179,6	34,60	65,40	256	300	76,40	37,30	19:16
19	16,5	4,0	4,75	210,4	29,7	180,7	32,30	67,70	266	311	76,40	37,30	19:18
20	17,0	3,5	5,35	210,8	29,7	181,1	37,70	62,30	350	410	76,90	37,70	19:20
21	17,4	3,2	5,97	205,8	29,7	176,1	38,00	62,00	315	369	76,80	37,40	19:22
22	18,4	2,3	8,36	190,7	29,8	160,9	50,20	49,80	445	521	76,70	37,90	19:24
23	18,8	1,9	9,95	183,0	29,8	153,2	18,26	45,00	591	691	76,20	37,30	19:26
24	18,2	2,5	7,74	186,5	29,9	156,6	47,70	52,30	457	535	75,60	38,20	19:28
25	18,9	1,8	10,00	179,7	30,0	149,7	55,40	44,60	438	512	74,50	38,30	19:30
26	17,3	3,3	5,80	202,8	30,3	172,5	37,70	62,30	384	449	76,10	38,80	19:32
27	15,9	4,5	4,18	211,8	30,3	181,5	28,80	71,20	272	318	76,20	39,50	19:34
28	15,9	4,5	4,18	211,8	30,3	181,5	32,00	68,00	278	325	76,60	39,50	19:36
29	16,8	3,7	5,09	212,3	30,4	181,9	32,50	67,50	365	427	76,80	39,10	19:38
30	16,3	4,2	4,54	216,5	30,4	186,1	31,00	69,00	239	280	77,40	39,50	19:40
31	16,6	3,9	4,86	214,2	30,5	183,7	34,50	65,50	327	383	77,90	39,20	19:42
32	17,4	3,2	5,97	213,5	30,5	183,0	35,60	64,40	337	394	78,30	39,40	19:44
33	17,4	3,2	5,97	209,2	30,5	178,7	40,50	59,50	370	433	78,30	39,40	19:46
34	18,3	2,4	8,03	198,7	30,6	168,1	49,00	51,00	458	536	77,60	39,50	19:48
35	17,1	3,5	5,50	198,7	30,7	168,0	36,10	63,90	267	312	77,40	39,50	19:50
36	17,7	2,9	6,53	201,9	30,7	171,2	38,00	62,00	351	411	76,60	39,40	19:52
37	17,8	2,8	6,74	203,6	30,8	172,8	42,70	57,30	358	419	77,10	39,20	19:54
38	16,0	4,5	4,26	221,1	30,9	190,2	31,30	68,70	220	257	77,50	39,60	19:56
39	17,9	2,7	6,96	202,4	30,9	171,5	43,60	56,40	335	392	77,10	39,70	19:58
40	17,9	2,7	6,96	206,3	30,9	175,4	42,00	58,00	446	522	77,00	39,80	20:00
41	18,3	2,4	8,03	202,5	31,0	171,5	48,60	51,40	421	493	77,40	40,20	20:02
42	18,6	2,1	9,08	195,0	31,0	164,0	52,20	47,80	503	589	76,80	40,20	20:04
43	18,1	2,5	7,46	198,9	31,1	167,8	45,90	54,40	407	476	76,70	40,50	20:06
44	18,7	2,0	9,50	186,7	31,1	155,6	53,20	46,80	450	527	76,00	40,90	20:08
45	16,8	3,7	5,09	205,9	31,2	174,7	33,70	66,30	249	291	76,00	41,30	20:10
46	17,2	3,4	5,64	205,6	31,2	174,4	34,80	65,20	366	428	75,70	42,10	20:12
47	17,8	2,8	6,74	196,6	31,3	165,3	38,70	61,30	348	407	75,40	42,40	20:14
48	16,6	3,9	4,86	203,2	31,3	171,9	30,20	69,80	207	242	75,00	42,50	20:16
49	18,3	2,4	8,03	192,1	31,3	160,8	50,80	49,20	340	398	75,90	42,60	20:18

Číslo měření	O ₂	CO ₂	α,n	Ts	Tv	ΔT	Z _k	η	CO	CO	Tp [°C]	Tvr [°C]	Časový krok
	[%]	[%]	[-]	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[ppm]	[mg/m ³]	[°C]	[°C]	[min]
50	18,7	2,0	9,50	183,3	31,3	152,0	52,70	47,30	527	617	75,10	43,00	20:20
51	17,7	2,9	6,53	189,6	31,4	158,2	36,80	63,20	366	428	73,40	43,60	20:22
52	17,8	2,8	6,74	185,9	31,4	154,5	37,40	62,60	298	349	73,90	43,80	20:24
53	17,3	3,3	5,80	195,6	31,3	164,3	35,70	64,30	321	376	74,40	43,90	20:26
54	16,9	3,6	5,22	198,7	31,4	167,3	33,10	66,90	317	371	74,60	44,00	20:28
55	17,8	2,8	6,74	193,4	31,4	162,0	40,90	59,10	275	322	75,20	44,10	20:30
56	17,2	3,4	5,64	203,0	31,4	171,6	38,20	61,80	352	412	75,30	44,10	20:32
57	15,9	4,5	4,18	216,3	31,4	184,9	28,10	71,90	258	302	77,30	44,50	20:34
58	18,0	2,6	7,20	203,0	31,4	171,6	45,30	54,70	478	559	77,40	44,40	20:36
59	18,3	2,4	8,03	193,7	31,5	162,2	50,70	49,30	546	639	76,70	44,40	20:38
60	17,6	3,0	6,33	196,2	31,4	164,8	42,00	58,00	297	347	77,10	44,60	20:40
61	17,2	3,4	5,64	203,1	31,7	171,4	38,40	61,60	374	438	76,70	44,70	20:42

Vypočítané hodnoty													
Číslo měření	O ₂	CO ₂	α,n	Ts	Tv	ΔT	Z _k +Z _p	η	CO	CO	Tp [°C]	Tvr [°C]	Časový krok
	[%]	[%]	[-]	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[ppm]	[mg/m ³]	[°C]	[°C]	[min]
1	16,6	3,9	4,77	204,7	27,4	177,3	30,39	69,61	332	388	77,30	31,80	18:42
2	17,3	3,3	5,68	199,7	27,4	172,3	34,51	65,49	444	519	77,50	32,10	18:44
3	17,4	3,2	5,83	201,8	27,4	174,4	35,79	64,21	518	606	77,50	32,40	18:46
4	16,4	4,1	4,57	205,9	27,4	178,5	29,41	70,59	416	487	77,60	32,50	18:48
5	16,2	4,3	4,38	208,2	27,5	180,7	28,65	71,35	365	427	78,30	32,80	18:50
6	18,0	2,6	7,00	197,3	27,5	169,8	41,16	58,84	636	744	77,80	33,10	18:52
7	17,4	3,2	5,83	204,0	27,6	176,4	36,15	63,85	521	610	77,70	33,20	18:54
8	17,6	3,0	6,18	205,4	27,6	177,8	38,36	61,64	447	523	77,70	33,40	18:56
9	16,7	3,8	4,88	207,9	27,8	180,1	31,42	68,58	326	381	77,80	33,60	18:58
10	17,2	3,4	5,53	207,3	27,8	179,5	34,98	65,02	393	460	77,70	33,70	19:00
11	16,2	4,3	4,38	215,0	28,1	186,9	29,49	70,51	304	356	78,40	34,40	19:02
12	17,6	3,0	6,18	208,5	28,4	180,1	38,72	61,28	304	356	78,40	34,40	19:04
13	17,4	3,2	5,83	200,9	28,6	172,3	35,21	64,79	350	410	77,70	35,40	19:06
14	18,2	2,5	7,50	195,0	28,9	166,1	42,74	57,26	421	493	76,90	35,60	19:08
15	15,2	5,2	3,62	215,8	29,3	186,5	24,81	75,19	226	264	75,30	36,40	19:10
16	18,2	2,5	7,50	196,7	29,5	47,1	42,93	57,07	472	552	76,00	37,10	19:12
17	17,2	3,4	5,53	198,2	29,6	168,6	32,71	67,29	248	290	75,90	37,20	19:14
18	17,0	3,5	5,25	209,2	29,6	179,6	33,18	66,82	256	300	76,40	37,30	19:16
19	16,5	4,0	4,67	210,4	29,7	180,7	30,02	69,98	266	311	76,40	37,30	19:18
20	17,0	3,5	5,25	210,8	29,7	181,1	33,43	66,57	350	410	76,90	37,70	19:20
21	17,4	3,2	5,83	205,8	29,7	176,1	35,81	64,19	315	369	76,80	37,40	19:22
22	18,4	2,3	8,08	190,7	29,8	160,9	44,27	55,73	445	521	76,70	37,90	19:24
23	18,8	1,9	9,55	183,0	29,8	153,2	49,35	50,65	591	691	76,20	37,30	19:26
24	18,2	2,5	7,50	186,5	29,9	156,6	40,25	59,75	457	535	75,60	38,20	19:28
25	18,9	1,8	10,00	179,7	30,0	149,7	50,39	49,61	438	512	74,50	38,30	19:30
26	17,3	3,3	5,68	202,8	30,3	172,5	34,16	65,84	384	449	76,10	38,80	19:32
27	15,9	4,5	4,12	211,8	30,3	181,5	26,90	73,10	272	318	76,20	39,50	19:34
28	15,9	4,5	4,12	211,8	30,3	181,5	26,90	73,10	278	325	76,60	39,50	19:36
29	16,8	3,7	5,00	212,3	30,4	181,9	32,04	67,96	365	427	76,80	39,10	19:38
30	16,3	4,2	4,47	216,5	30,4	186,1	29,61	70,39	239	280	77,40	39,50	19:40
31	16,6	3,9	4,77	214,2	30,5	183,7	31,00	69,00	327	383	77,90	39,20	19:42
32	17,4	3,2	5,83	213,5	30,5	183,0	37,05	62,95	337	394	78,30	39,40	19:44
33	17,4	3,2	5,83	209,2	30,5	178,7	36,21	63,79	370	433	78,30	39,40	19:46
34	18,3	2,4	7,78	198,7	30,6	168,1	44,49	55,51	458	536	77,60	39,50	19:48
35	17,1	3,5	5,38	198,7	30,7	168,0	31,70	68,30	267	312	77,40	39,50	19:50
36	17,7	2,9	6,36	201,9	30,7	171,2	37,59	62,41	351	411	76,60	39,40	19:52
37	17,8	2,8	6,56	203,6	30,8	172,8	39,01	60,99	358	419	77,10	39,20	19:54
38	16,0	4,5	4,20	221,1	30,9	190,2	28,55	71,45	220	257	77,50	39,60	19:56
39	17,9	2,7	6,77	202,4	30,9	171,5	39,86	60,14	335	392	77,10	39,70	19:58

Číslo měření	O ₂	CO ₂	α,n	T _s	T _v	ΔT	Zk+Zp	η	CO	CO	T _p [°C]	T _{vr} [°C]	Časový krok
	[%]	[%]	[-]	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[ppm]	[mg/m ³]	[°C]	[°C]	[min]
40	17,9	2,7	6,77	206,3	30,9	175,4	40,74	59,26	446	522	77,00	39,80	20:00
41	18,3	2,4	7,78	202,5	31,0	171,5	45,31	54,69	421	493	77,40	40,20	20:02
42	18,6	2,1	8,75	195,0	31,0	164,0	48,44	51,56	503	589	76,80	40,20	20:04
43	18,1	2,5	7,24	198,9	31,1	167,8	41,49	58,51	407	476	76,70	40,50	20:06
44	18,7	2,0	9,13	186,7	31,1	155,6	47,88	52,12	450	527	76,00	40,90	20:08
45	16,8	3,7	5,00	205,9	31,2	174,7	30,71	69,29	249	291	76,00	41,30	20:10
46	17,2	3,4	5,53	205,6	31,2	174,4	33,57	66,43	366	428	75,70	42,10	20:12
47	17,8	2,8	6,56	196,6	31,3	165,3	37,30	62,70	348	407	75,40	42,40	20:14
48	16,6	3,9	4,77	203,2	31,3	171,9	28,99	71,01	207	242	75,00	42,50	20:16
49	18,3	2,4	7,78	192,1	31,3	160,8	42,52	57,48	340	398	75,90	42,60	20:18
50	18,7	2,0	9,13	183,3	31,3	152,0	46,77	53,23	527	617	75,10	43,00	20:20
51	17,7	2,9	6,36	189,6	31,4	158,2	34,74	65,26	366	428	73,40	43,60	20:22
52	17,8	2,8	6,56	185,9	31,4	154,5	34,93	65,07	298	349	73,90	43,80	20:24
53	17,3	3,3	5,68	195,6	31,3	164,3	32,46	67,54	321	376	74,40	43,90	20:26
54	16,9	3,6	5,12	198,7	31,4	167,3	30,08	69,92	317	371	74,60	44,00	20:28
55	17,8	2,8	6,56	193,4	31,4	162,0	36,57	63,43	275	322	75,20	44,10	20:30
56	17,2	3,4	5,53	203,0	31,4	171,6	33,03	66,97	352	412	75,30	44,10	20:32
57	15,9	4,5	4,12	216,3	31,4	184,9	27,23	72,77	258	302	77,30	44,50	20:34
58	18,0	2,6	7,00	203,0	31,4	171,6	41,05	58,95	478	559	77,40	44,40	20:36
59	18,3	2,4	7,78	193,7	31,5	162,2	42,85	57,15	546	639	76,70	44,40	20:38
60	17,6	3,0	6,18	196,2	31,4	164,8	35,16	64,84	297	347	77,10	44,60	20:40
61	17,2	3,4	5,53	203,1	31,7	171,4	32,95	67,05	374	438	76,70	44,70	20:42

- kde: O₂ Obsah kyslíku ve spalinách
CO₂ Obsah oxidu uhličitého ve spalinách
T_s Teplota spalin
T_v Teplota spalovacího vzduchu
ΔT Rozdíl teplot spalin a spalovacího vzduchu
Z_k Komínová ztráta
Z_p Ztráta sdílením tepla do okolí
η Provozní účinnost zařízení
CO Obsah oxidu uhelnatého ve spalinách
T_p Teplota přírodní otopné vody
T_{vr} Teplota vratné otopné vody

Vypočítané hodnoty					
Číslo měření	Komínová ztráta Zk [%]	Ztráta sdílením tepla Zp [%]	Číslo měření	Komínová ztráta Zk [%]	Ztráta sdílením tepla Zp [%]
1	28,68	1,71	16	41,51	1,42
2	32,81	1,71	17	31,30	1,41
3	34,08	1,71	18	31,77	1,41
4	27,70	1,71	19	28,62	1,40
5	26,95	1,69	20	32,04	1,40
6	39,46	1,69	21	34,41	1,40
7	34,47	1,68	22	42,89	1,38
8	36,68	1,68	23	47,97	1,38
9	29,77	1,65	24	38,88	1,37
10	33,33	1,65	25	49,03	1,36
11	27,88	1,61	26	32,84	1,31
12	37,15	1,57	27	25,59	1,31
13	33,67	1,55	28	25,59	1,31
14	41,24	1,50	29	30,74	1,30
15	23,35	1,45	30	28,31	1,30

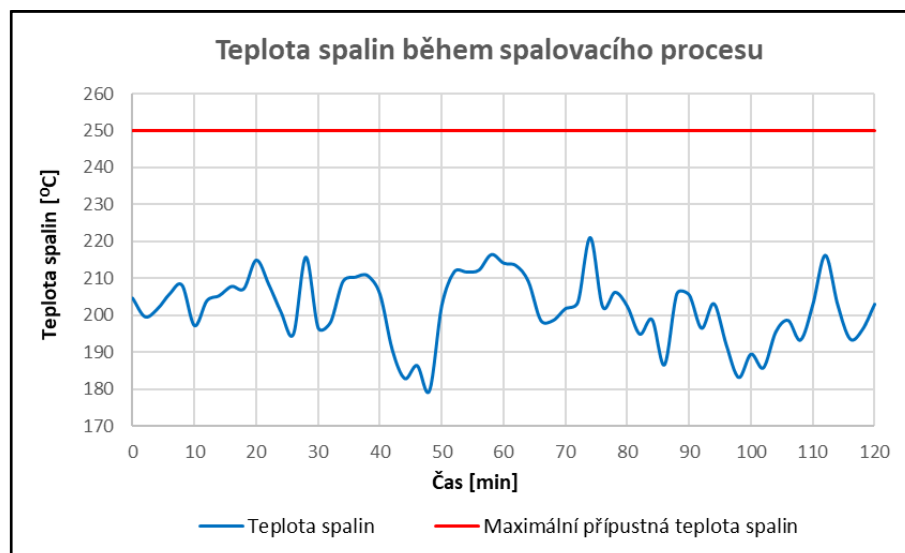
Číslo měření	Komínová ztráta Zk [%]	Ztráta sdílením tepla Zp [%]	Číslo měření	Komínová ztráta Zk [%]	Ztráta sdílením tepla Zp [%]
31	29,72	1,29	47	36,12	1,18
32	35,76	1,29	48	27,81	1,18
33	34,92	1,29	49	41,34	1,18
34	43,21	1,27	50	45,59	1,18
35	30,44	1,26	51	33,57	1,17
36	36,33	1,26	52	33,76	1,17
37	37,76	1,25	53	31,28	1,18
38	27,31	1,23	54	28,92	1,17
39	38,63	1,23	55	35,40	1,17
40	39,51	1,23	56	31,86	1,17
41	44,09	1,22	57	26,07	1,17
42	47,22	1,22	58	39,88	1,17
43	40,28	1,21	59	41,70	1,15
44	46,67	1,21	60	34,00	1,17
45	29,52	1,19	61	31,82	1,12
46	32,38	1,19	62	KONEC MĚŘENÍ	

9.1 Grafické zpracování naměřených hodnot

Naměřené hodnoty pomocí analyzátoru spalin a veličiny zjištěné ručním výpočtem jsou v grafickém zpracování porovnávány s údaji, které uvádí výrobce daného zařízení.

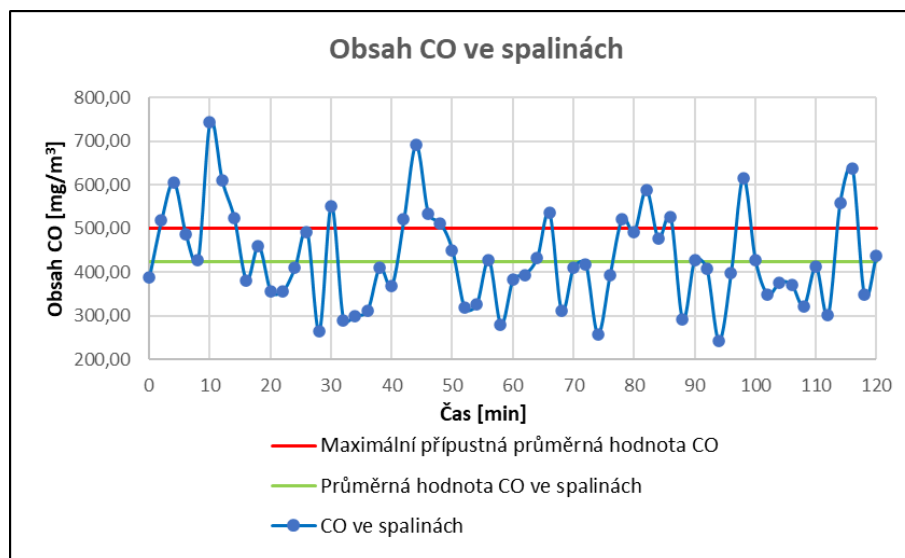
9.1.1 Teplota spalin

Teplota spalin během provozu kotle by dle údajů od výrobce zařízení neměla klesnout pod 110 °C a zároveň spaliny nesmí přesáhnout teplotu 250 °C. Teplota spalin v průběhu spalovacího procesu neustále kolísala, nikdy však nepřesáhla maximální přípustnou hodnotu udávanou výrobcem. Požadavek byl splněn. Kolísání teploty spalin mohlo být způsobeno nerovnoměrným přívodem paliva do hořáku. Pelety vyhořely rychleji, než došlo k nasypání další dávky paliva do hořáku.



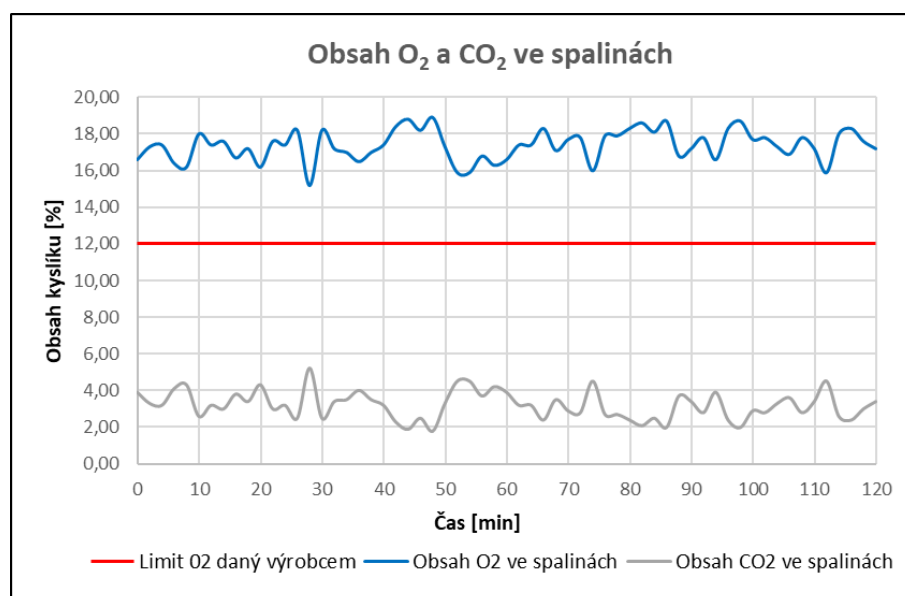
9.1.2 Obsah CO ve spalinách

Průměrná hodnota oxidu uhelnatého CO ve spalinách nesmí přesáhnout během provozu kotle hodnotu 500 mg/m³. Naměřená průměrná hodnota CO dosahovala 425 mg/m³. Požadavek průměrného obsahu CO ve spalinách byl splněn. Jednotlivé hodnoty CO v průběhu spalovacího procesu několikrát mnohonásobně překročily stanovenou hranici. Nadlimitní hodnoty oxidu uhelnatého poukazují na nedokonalé spalování.



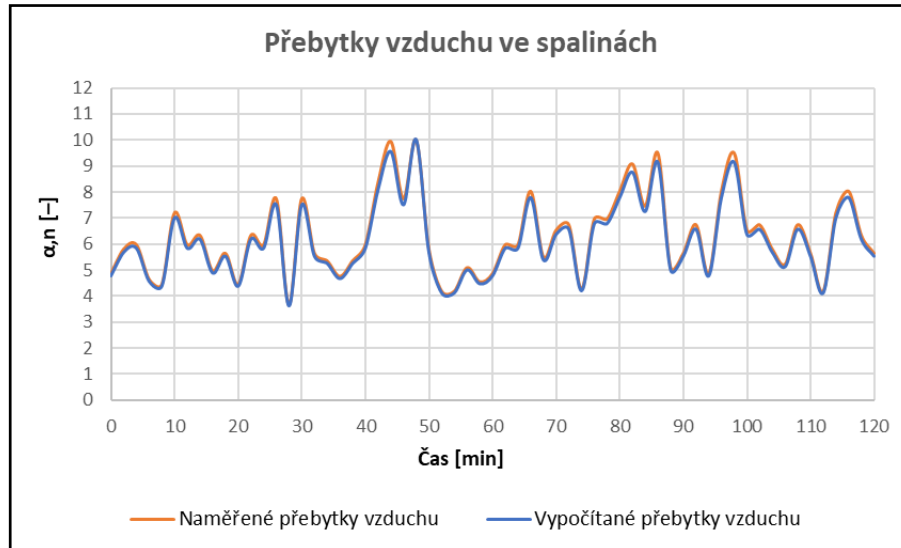
9.1.3 Obsah O₂ a CO₂ ve spalinách

Doporučené množství O₂ ve spalinách se pohybuje v rozptylu 8–10 %, maximálně však 12 %. Při měření byly ale naměřeny hodnoty výrazně větší. Potvrdila se tak domněnka vyplývající z předchozího grafu ohledně nedokonalého spalovacího procesu. Kvalita spalovacího procesu vlivem nadbytku kyslíku byla výrazně snížena, čímž došlo i ke snížení účinnosti kotle na pelety. Z grafu je zároveň patrné, že čím je nižší obsah O₂ ve spalinách, tím jsou vyšší hodnoty CO₂ a spalovací proces je tak kvalitnější.



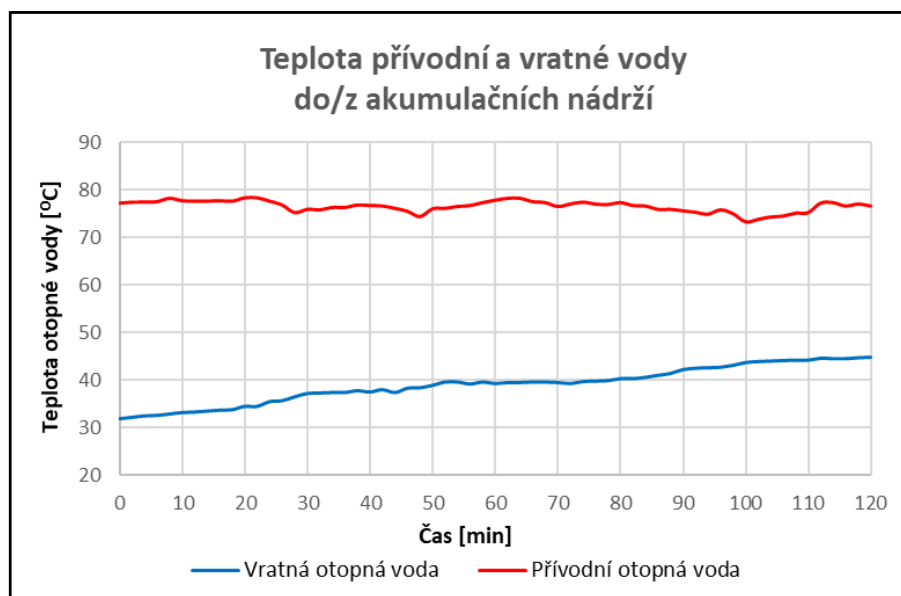
9.1.4 Přebytky vzduchu ve spalínách

Z naměřených hodnot pomocí analyzátoru spalín je patrné, že kotel pracuje s výraznými přebytky vzduchu. Naměřené hodnoty jsou téměř identické v porovnání s vypočítanými hodnotami.



9.1.5 Náhřev akumulčních nádrží

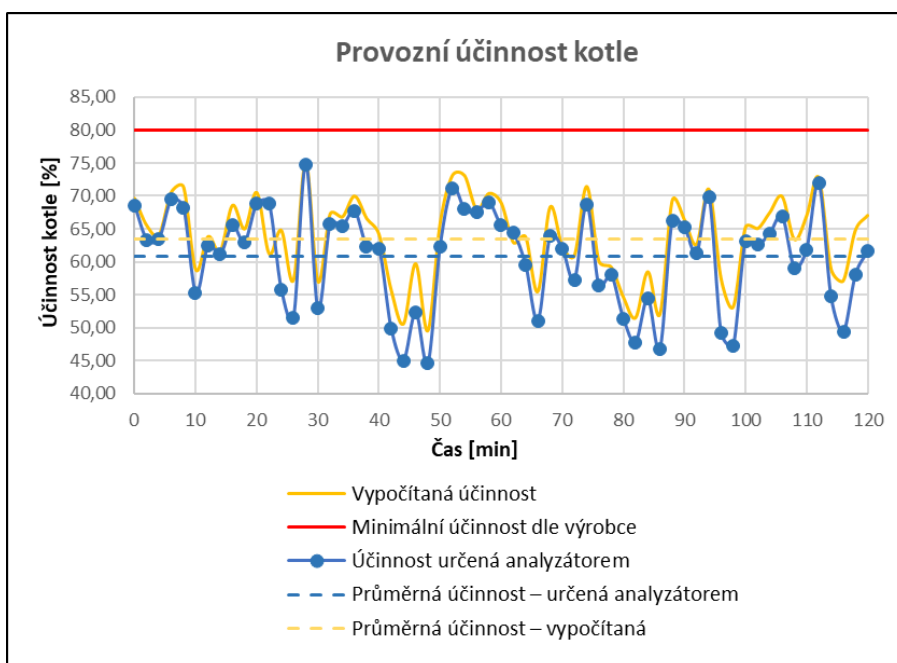
Rozdíl teplot mezi přívodní a vratnou otopnou vodou na začátku spalovacího procesu činil 45 °C. Akumulační nádrže byly po celou dobu provozu kotle nahřívány otopnou vodou o teplotě okolo 80 °C. Spalovací proces byl ukončen při nahřátí akumulčních nádrží na teplotu 70 °C. Teplotní čidlo umístěné na horní straně nádrže bylo však nastaveno na hodnotu 65 °C a při dosažení této teploty by měl být provoz zdroje tepla ukončen. Řídící systém při tomto provozním stavu nezareagoval a pokračoval v nahřívání nádrží. Rozdíl teplot otopné vody na konci spalovacího procesu činil 35 °C.



9.1.6 Provozní účinnost kotle

Dle průběhu křivek z předchozích grafů bylo možné předvídat, že provozní účinnost kotle určená analyzáteorem spalín nedosáhne deklarovaných hodnot. Jak je možné vidět na nacházejícím grafu, naměřené hodnoty se pouze v určitých chvílích přibližují uváděné minimální provozní účinnosti. Na grafu jsou patrné velké výkyvy účinnosti, které byly způsobeny nedokonalým spalovacím procesem. Příčin těchto výkyvů může být mnoho.

Nejpravděpodobnější příčinou je špatné přenastavení kotle z provozu na tuhá paliva pro provoz na pelety. Po celou dobu provozu kotle, kdy docházelo ke spalování pelet, zůstal funkční ventilátor zajišťující rozhoření tuhých paliv ve spalovací komoře. Docházelo tak neustále k nadměrnému přísunu vzduchu do spalovací komory kotle, kde se tento vzduch smíchal se spalinami proudícími z hořáku. Analýza spalin v kouřovodu byla následně tímto nežádoucím jevem ovlivněna, což vysvětluje nadměrný obsah O₂ ve spalinách a velké výkyvy provozní účinnosti sledovaného kotle.



9.1.7 Závěr 1. měření

Výsledky prvního měření poukázaly na velmi špatný průběh spalovacího procesu. Po důkladné kontrole celého systému byla odhalena chyba při provozu kotle, a to v podobě funkčního ventilátoru, který zajišťuje start chodu kotle při vytápění tuhými palivy. Z důvodu této chyby lze považovat první měření za neúspěšné, neboť jeho výsledky byly ovlivněny špatným přenastavením kotle z provozu na tuhá paliva. Celý spalovací proces byl zjištěnou chybou ovlivněn a naměřené hodnoty nelze objektivně posoudit. Měření bylo nutné opakovat.

10. Měření č. 2

Druhé měření probíhalo za příznivějších venkovních teplot. Délka provozu kotle byla výrazněji kratší než při prvním měření, a proto byl zaznamenán celý průběh spalovacího procesu včetně náběhu kotle.

Naměřené hodnoty													
Číslo měření	O ₂	CO ₂	α,n	T _s	T _v	ΔT	Z _k	η	CO	CO	T _p [°C]	T _{vr} [°C]	Časový krok
	[%]	[%]	[-]	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[ppm]	[mg/m ³]	[°C]	[°C]	[min]
1	19,8	1,0	19,00	107,6	27,8	79,8	45,12	53,74	92	108	62,00	59,75	14:56
2	19,5	1,3	14,93	115,8	27,8	88,0	39,99	58,69	139	163	62,00	59,90	14:57
3	19,1	1,6	11,61	124,0	27,9	96,1	34,69	63,98	131	153	62,15	60,35	14:58
4	18,9	1,8	10,45	131,0	27,9	103,1	33,77	65,12	178	208	62,35	61,25	14:59
5	18,0	2,6	7,20	144,9	27,9	117,0	30,60	69,40	268	314	62,65	61,40	15:00
6	17,4	3,2	5,97	156,8	27,9	128,9	28,10	71,90	173	202	63,20	61,90	15:01
7	16,7	3,8	4,97	165,0	28,0	137,0	25,10	74,90	203	238	63,85	62,45	15:02
8	16,0	4,5	4,26	179,1	28,0	151,1	23,80	76,20	228	267	65,00	63,45	15:03
9	15,3	5,1	3,73	189,5	28,0	161,5	22,40	77,60	251	294	66,45	64,25	15:04
10	14,7	5,6	3,37	194,7	28,0	166,7	21,00	79,00	335	392	68,50	65,65	15:05
11	15,6	4,8	3,94	197,0	28,0	169,0	24,70	75,30	342	400	71,20	66,25	15:06
12	15,5	4,9	3,87	200,0	28,0	172,0	24,70	75,30	304	356	73,30	66,60	15:07
13	15,5	4,9	3,87	200,7	28,1	172,6	24,80	75,20	302	353	74,75	66,80	15:08
14	15,9	4,5	4,18	208,2	28,2	180,0	27,90	72,10	340	398	78,80	66,90	15:09
15	15,7	4,7	4,01	218,5	28,3	190,2	28,40	71,60	262	307	80,40	67,50	15:10
16	14,4	5,9	3,21	194,8	28,3	166,5	20,10	79,90	323	378	80,40	67,75	15:11

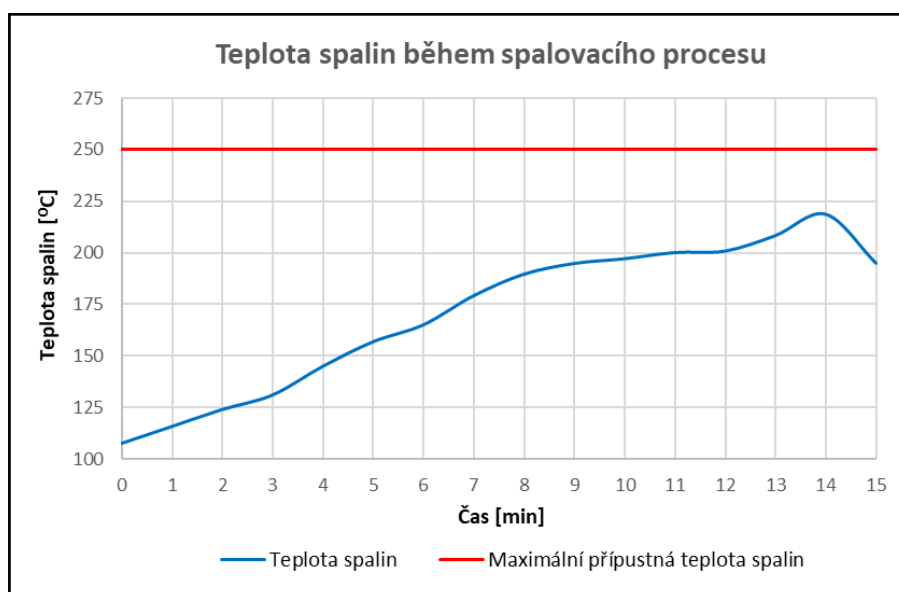
Vypočítané hodnoty													
Číslo měření	O ₂	CO ₂	α,n	T _s	T _v	ΔT	Z _k +Z _p	η	CO	CO	T _p [°C]	T _{vr} [°C]	Časový krok
	[%]	[%]	[-]	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[ppm]	[mg/m ³]	[°C]	[°C]	[min]
1	19,8	1,0	17,50	107,6	27,8	79,8	46,77	53,23	92	108	62,00	59,75	14:56
2	19,5	1,3	14,00	115,8	27,8	88,0	41,64	58,36	139	163	62,00	59,90	14:57
3	19,1	1,6	11,05	124,0	27,9	96,1	36,33	63,67	131	153	62,15	60,35	14:58
4	18,9	1,8	10,00	131,0	27,9	103,1	35,41	64,59	178	208	62,35	61,25	14:59
5	18,0	2,6	7,00	144,9	27,9	117,0	28,83	71,17	268	314	62,65	61,40	15:00
6	17,4	3,2	5,83	156,8	27,9	128,9	26,83	73,17	173	202	63,20	61,90	15:01
7	16,7	3,8	4,88	165,0	28,0	137,0	24,27	75,73	203	238	63,85	62,45	15:02
8	16,0	4,5	4,20	179,1	28,0	151,1	23,32	76,68	228	267	65,00	63,45	15:03
9	15,3	5,1	3,68	189,5	28,0	161,5	22,18	77,82	251	294	66,45	64,25	15:04
10	14,7	5,6	3,33	194,7	28,0	166,7	20,98	79,02	335	392	68,50	65,65	15:05
11	15,6	4,8	3,89	197,0	28,0	169,0	24,23	75,77	342	400	71,20	66,25	15:06
12	15,5	4,9	3,82	200,0	28,0	172,0	24,24	75,76	304	356	73,30	66,60	15:07
13	15,5	4,9	3,82	200,7	28,1	172,6	24,31	75,69	302	353	74,75	66,80	15:08
14	15,9	4,5	4,12	208,2	28,2	180,0	26,98	73,02	340	398	78,80	66,90	15:09
15	15,7	4,7	3,96	218,5	28,3	190,2	27,46	72,54	262	307	80,40	67,50	15:10
16	14,4	5,9	3,18	194,8	28,3	166,5	20,12	79,88	323	378	80,40	67,75	15:11

Vypočítané hodnoty					
Číslo měření	Komínová ztráta Zk [%]	Ztráta sdílením tepla Zp [%]	Číslo měření	Komínová ztráta Zk [%]	Ztráta sdílením tepla Zp [%]
1	45,12	1,65	9	20,55	1,63
2	39,99	1,65	10	19,36	1,63
3	34,69	1,64	11	22,60	1,63
4	33,77	1,64	12	22,62	1,63
5	27,19	1,64	13	22,70	1,61
6	25,19	1,64	14	25,38	1,60
7	22,64	1,63	15	25,88	1,59
8	21,70	1,63	16	18,53	1,59

10.2 Grafické zpracování naměřených hodnot

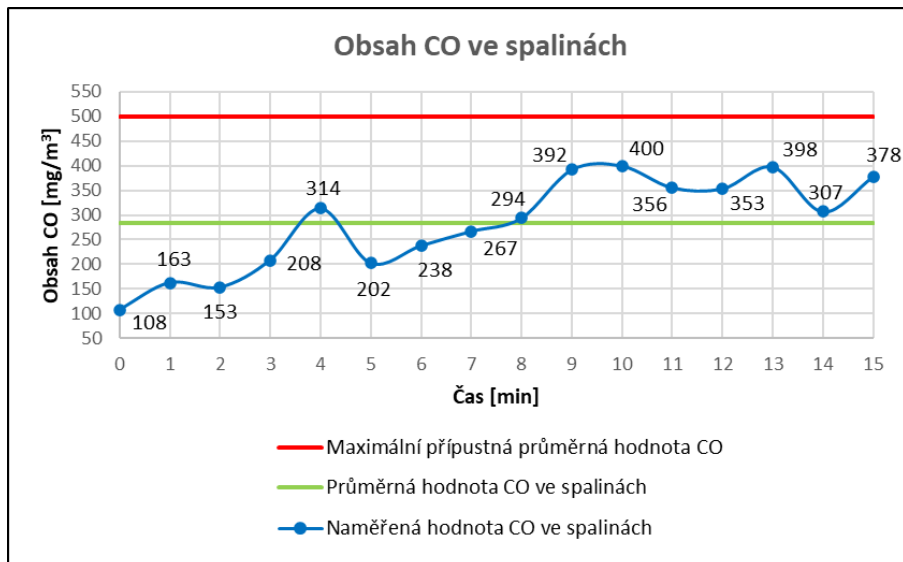
10.2.1 Teplota spalin

Teplota spalin se v průběhu spalovacího procesu postupně zvyšuje, dokud není ukončen provoz kotle. Po celou dobu provozu kotle nebyla překročena maximální přípustná teplota spalin 250 °C uváděná výrobcem a požadavek tak byl splněn. Na konci topného cyklu je možné vidět, že se teplota spalin značně snižuje. Tento pokles teploty byl způsoben vypnutím odtažového ventilátoru kotle, neboť byl ukončen spalovací proces.



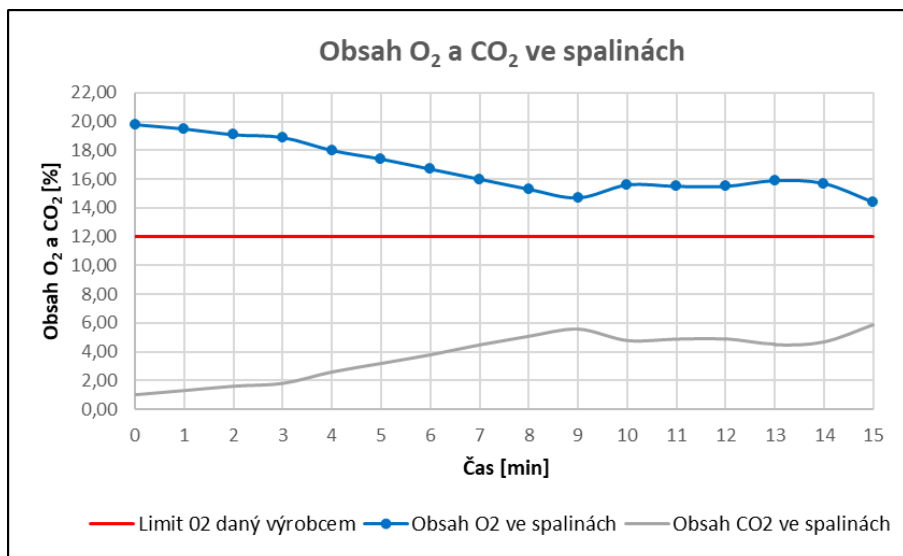
10.2.2 Obsah CO ve spalinách

Naměřená průměrná hodnota obsahu CO ve spalinách dosahovala 283 mg/m^3 . Maximální přípustný limit obsahu CO ve spalinách nebyl překročen. Jednotlivé hodnoty CO v průběhu spalovacího procesu poměrně vysoké.



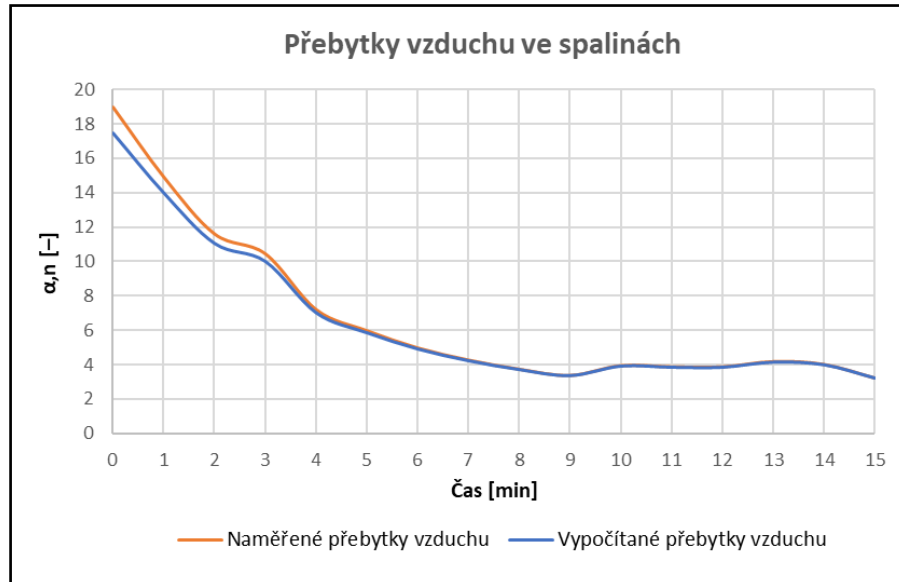
10.2.3 Obsah O₂ a CO₂ ve spalinách

I přes odstranění závady z prvního měření byly hodnoty obsahu O₂ ve spalinách značně vysoké. Průběh křivek O₂ a CO₂ byl však mnohem plynulejší a nevznikaly žádné velké výkyvy naměřených hodnot.



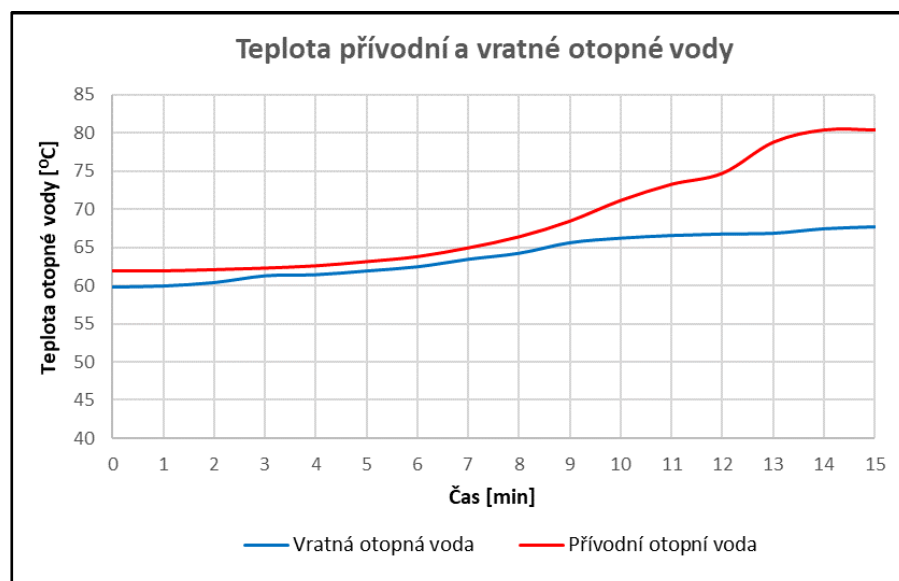
10.2.4 Přebytky vzduchu ve spalínách

Přebytky vzduchu ve spalínách od začátku spalovacího procesu postupně klesaly. Jakmile kotol dosáhl svého jmenovitého výkonu, křivka přebytku vzduchu se ustálila a nabývala téměř konstantních hodnot. Zjištěné přebytky vzduchu byly stále vysoké.



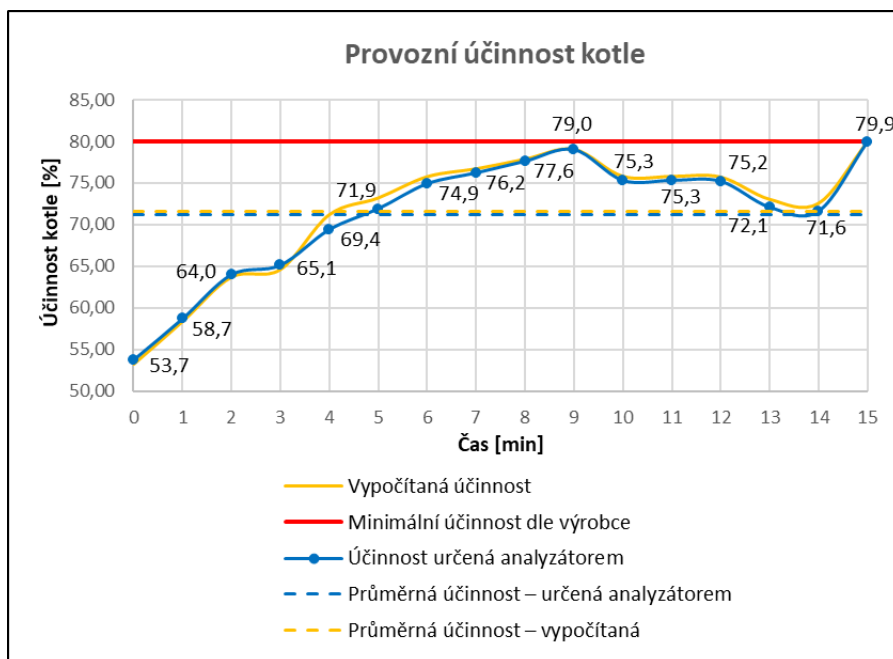
10.2.5 Teplota přívodní a vratné otopné vody v kotlovém okruhu

Teplota vratné otopné vody do kotle nesmí klesnout pod 60 °C, aby nedocházelo ke vzniku nízkoteplotní koroze uvnitř výměníku zdroje tepla. Jak je možné vidět z grafu průběhu teplot, termostatický směšovací ventil osazený před kotlem udržoval teplotu vratné vody v požadovaných mezích. V případě nízkých teplot na vratném potrubí dojde k otevření zkratu mezi přívodním a vratným potrubím v kotlovém okruhu. Teplá voda vyrobená v kotlovém tělese se postupně přimíchá do vratné otopné vody, čímž je dosaženo požadované teploty ve vratném potrubí.



10.2.6 Provozní účinnost kotle

Provozní účinnost kotle na pelety při druhém měření dosahovala výrazně lepších hodnot než při prvním měření. Na průběhu křivky je vidět, jak se v závislosti na rostoucím výkonu kotle zvyšovala také jeho provozní účinnost. Během spalovacího procesu nedocházelo k výraznějším výkyvům účinnosti. Naměřené hodnoty i přes odstranění závady z prvního měření nedosahovaly minimální deklarované provozní účinnosti uváděné výrobcem zařízení. Průměrná provozní účinnost kotle na pelety určená analyzátořem dosahovala hodnoty 71,63 %.



10.2.7 Závěr 2. měření

Výsledky druhého měření byly o poznání lepší než v prvním případě. Nebyla zjištěna žádná závada, která by mohla ovlivnit výsledky měření. Měření lze považovat za úspěšné. Provozní účinnost měřeného kotle na pelety byla však stále nízká, a proto bylo provedeno 3. kontrolní měření.

11. Měření č. 3

Třetí měření bylo provedeno z preventivních důvodů za účelem porovnání výsledků s předchozím měřením, aby bylo možné vyloučit případné chyby v měření.

Naměřené hodnoty													
Číslo měření	O ₂	CO ₂	α,n	Ts	Tv	ΔT	Zk	η	CO	CO	Tp [°C]	Tvr [°C]	Časový krok
	[%]	[%]	[-]	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[ppm]	[mg/m ³]	[°C]	[°C]	[min]
1	20,1	0,7	26,13	76,3	26,7	49,6	37,22	62,78	62	73	51,70	57,75	18:31
2	20,0	0,8	23,22	88,0	26,7	61,3	41,46	58,54	104	122	51,55	58,20	18:32
3	19,6	1,2	16,08	96,4	26,7	69,7	33,88	66,12	106	124	51,50	58,75	18:33
4	19,4	1,4	13,93	103,5	26,8	76,7	32,72	67,28	144	168	51,45	59,20	18:34
5	19,0	1,7	11,00	108,5	26,8	81,7	28,06	71,94	142	166	51,55	59,15	18:35
6	18,9	1,8	10,45	117,2	26,8	90,4	29,61	70,39	250	293	51,60	59,85	18:36
7	16,8	3,7	5,09	149,6	26,8	122,8	23,00	77,00	259	303	52,00	60,40	18:37
8	15,6	4,8	3,94	167,3	26,9	140,4	20,50	79,50	278	325	53,60	63,70	18:38
9	15,9	4,5	4,18	181,7	26,9	154,8	24,00	76,00	323	378	67,80	65,85	18:39
10	15,0	5,4	3,54	197,3	26,9	170,4	22,50	77,50	255	298	71,35	67,15	18:40
11	16,0	4,5	4,26	191,6	26,9	164,7	26,00	74,00	313	366	74,35	68,15	18:41
12	16,5	4,0	4,75	190,3	26,9	163,4	28,60	71,40	208	243	75,20	68,30	18:42
13	17,0	3,5	5,35	192,9	27,0	165,9	32,60	67,40	250	293	76,85	68,40	18:43
14	16,3	4,2	4,54	196,2	27,0	169,2	28,40	71,60	202	236	77,15	69,80	18:44
15	16,5	4,0	4,75	200,6	27,1	173,5	30,40	69,60	196	229	77,65	69,20	18:45
16	15,9	4,5	4,18	201,4	27,1	174,3	27,00	73,00	219	256	78,30	69,00	18:46
17	15,1	5,3	3,60	209,7	27,1	182,6	24,50	75,50	270	316	79,10	69,35	18:47
18	14,4	5,9	3,21	216,3	27,2	189,1	22,80	77,20	285	333	80,10	68,95	18:48
19	15,3	5,1	3,73	210,8	27,2	183,6	25,50	74,50	258	302	81,10	69,50	18:49
20	16,6	3,9	4,86	208,1	27,2	180,9	32,40	67,60	268	314	80,45	68,75	18:50
21	15,8	4,6	4,09	210,4	27,3	183,1	27,80	72,20	187	219	80,45	68,95	18:51
22	16,3	4,2	4,54	209,0	27,3	181,7	30,50	69,50	215	252	80,30	67,75	18:52
23	17,0	3,5	5,35	206,7	27,4	179,3	35,20	64,80	187	219	79,95	67,80	18:53
24	16,6	3,9	4,86	208,1	27,4	180,7	32,30	67,70	185	216	79,50	68,20	18:54
25	16,3	4,2	4,54	210,5	27,5	183,0	30,70	69,30	164	192	79,30	67,70	18:55
26	16,1	4,4	4,35	202,5	27,5	175,0	28,20	71,80	152	178	79,10	67,55	18:56

Vypočítané hodnoty													
Číslo měření	O ₂	CO ₂	α,n	Ts	Tv	ΔT	Zk+Zp	η	CO	CO	Tp [°C]	Tvr [°C]	Časový krok
	[%]	[%]	[-]	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[ppm]	[mg/m ³]	[°C]	[°C]	[min]
1	20,1	0,7	23,33	76,3	26,7	49,6	39,0	60,98	62	73	51,70	57,75	18:31
2	20,0	0,8	21,00	88,0	26,7	61,3	43,3	56,73	104	122	51,55	58,20	18:32
3	19,6	1,2	15,00	96,4	26,7	69,7	35,7	64,32	106	124	51,50	58,75	18:33
4	19,4	1,4	13,13	103,5	26,8	76,7	34,5	65,49	144	168	51,45	59,20	18:34
5	19,0	1,7	10,50	108,5	26,8	81,7	29,8	70,16	142	166	51,55	59,15	18:35
6	18,9	1,8	10,00	117,2	26,8	90,4	31,4	68,60	250	293	51,60	59,85	18:36
7	16,8	3,7	5,00	149,6	26,8	122,8	22,5	77,46	259	303	52,00	60,40	18:37
8	15,6	4,8	3,89	167,3	26,9	140,4	20,6	79,45	278	325	53,60	63,70	18:38
9	15,9	4,5	4,12	181,7	26,9	154,8	23,6	76,40	323	378	67,80	65,85	18:39
10	15,0	5,4	3,50	197,3	26,9	170,4	22,5	77,54	255	298	71,35	67,15	18:40
11	16,0	4,5	4,20	191,6	26,9	164,7	25,4	74,57	313	366	74,35	68,15	18:41
12	16,5	4,0	4,67	190,3	26,9	163,4	27,7	72,34	208	243	75,20	68,30	18:42
13	17,0	3,5	5,25	192,9	27,0	165,9	31,1	68,89	250	293	76,85	68,40	18:43
14	16,3	4,2	4,47	196,2	27,0	169,2	27,5	72,50	202	236	77,15	69,80	18:44
15	16,5	4,0	4,67	200,6	27,1	173,5	29,2	70,77	196	229	77,65	69,20	18:45
16	15,9	4,5	4,12	201,4	27,1	174,3	26,3	73,68	219	256	78,30	69,00	18:46
17	15,1	5,3	3,56	209,7	27,1	182,6	24,3	75,74	270	316	79,10	69,35	18:47
18	14,4	5,9	3,18	216,3	27,2	189,1	22,8	77,22	285	333	80,10	68,95	18:48

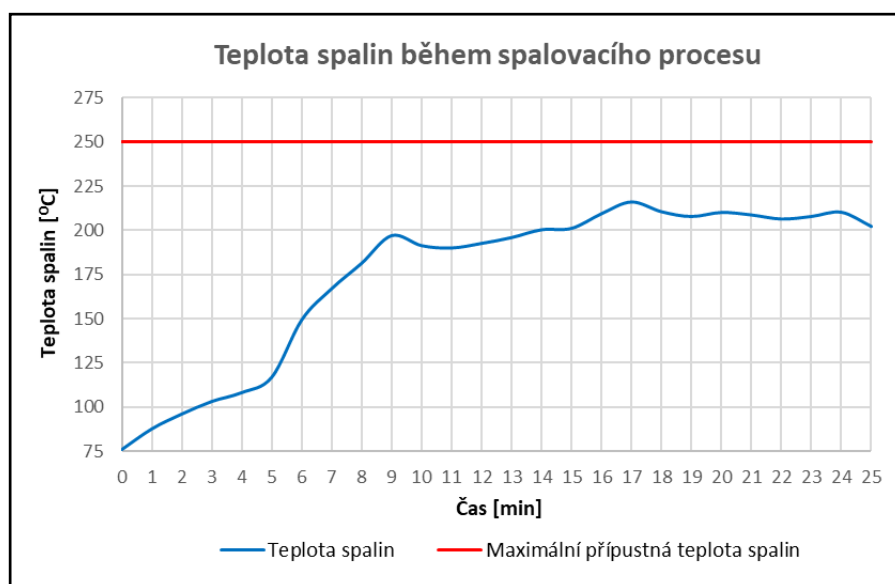
Číslo měření	O ₂	CO ₂	α,n	Ts	Tv	ΔT	Zk+Zp	η	CO	CO	Tr [°C]	Tvr [°C]	Časový krok
	[%]	[%]	[-]	[°C]	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[ppm]	[mg/m ³]	[°C]	[°C]	[min]
19	15,3	5,1	3,68	210,8	27,2	183,6	25,1	74,90	258	302	81,10	69,50	18:49
20	16,6	3,9	4,77	208,1	27,2	180,9	31,0	69,00	268	314	80,45	68,75	18:50
21	15,8	4,6	4,04	210,4	27,3	183,1	27,1	72,92	187	219	80,45	68,95	18:51
22	16,3	4,2	4,47	209,0	27,3	181,7	29,4	70,64	215	252	80,30	67,75	18:52
23	17,0	3,5	5,25	206,7	27,4	179,3	33,4	66,57	187	219	79,95	67,80	18:53
24	16,6	3,9	4,77	208,1	27,4	180,7	30,9	69,06	185	216	79,50	68,20	18:54
25	16,3	4,2	4,47	210,5	27,5	183,0	29,5	70,47	164	192	79,30	67,70	18:55
26	16,1	4,4	4,29	202,5	27,5	175,0	27,30	72,70	152	178	79,10	67,55	18:56

Vypočítané hodnoty					
Číslo měření	Kominová ztráta Zk [%]	Ztráta sdílením tepla Zp [%]	Číslo měření	Kominová ztráta Zk [%]	Ztráta sdílením tepla Zp [%]
1	37,22	1,80	14	25,74	1,76
2	41,46	1,80	15	27,48	1,75
3	33,88	1,80	16	24,57	1,75
4	32,72	1,79	17	22,51	1,75
5	28,06	1,79	18	21,05	1,73
6	29,61	1,79	19	23,36	1,73
7	20,75	1,79	20	29,26	1,73
8	18,78	1,78	21	25,36	1,72
9	21,82	1,78	22	27,64	1,72
10	20,69	1,78	23	31,72	1,71
11	23,65	1,78	24	29,23	1,71
12	25,88	1,78	25	27,83	1,69
13	29,35	1,76	26	25,61	1,69

11.1 Grafické zpracování naměřených hodnot

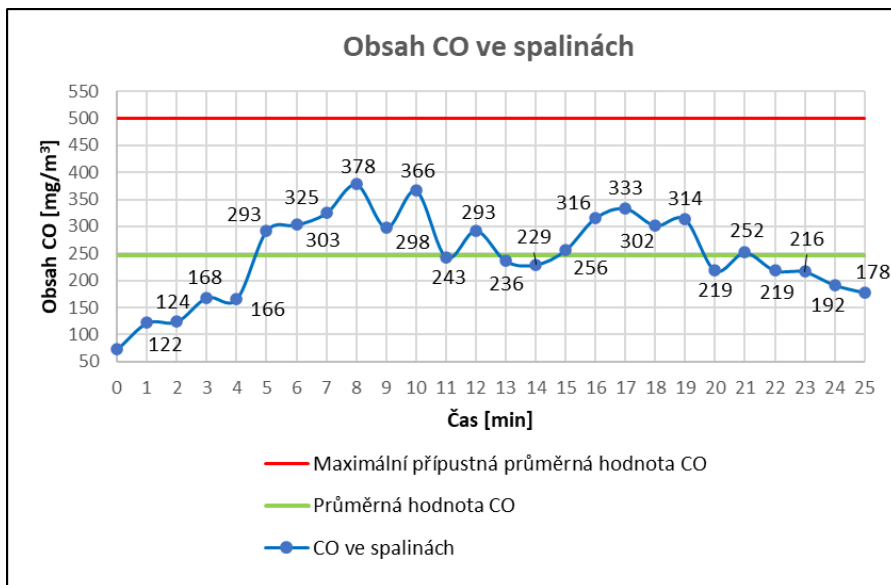
11.1.1 Teplota spalin

Křivka průběhu teploty spalin byla obdobná jako v předchozím měření. Po celou dobu spalovacího procesu nebyla překročena maximální přípustná teplota spalin. Po dosažení jmenovitého výkonu kotle byla teplota produkovaných spalin téměř konstantní.



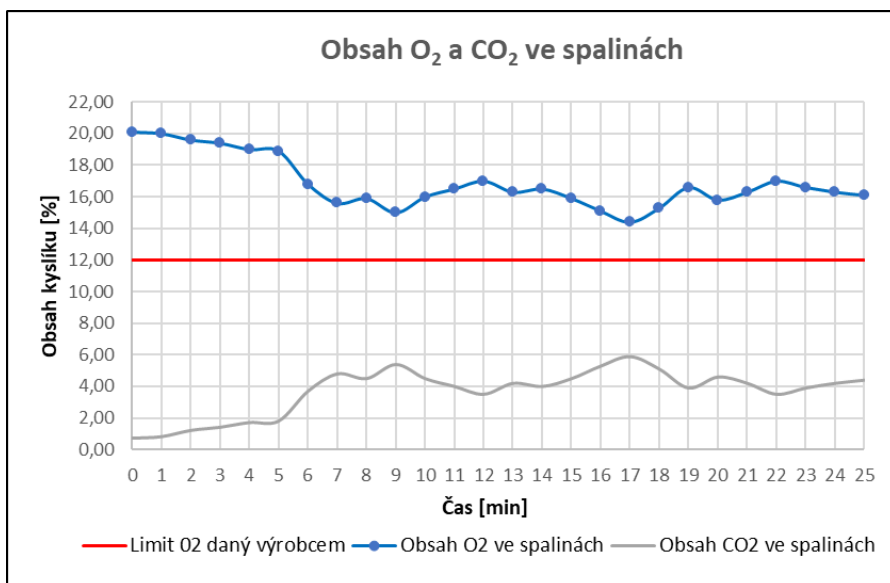
11.1.2 Obsah CO ve spalinách

Naměřená průměrná hodnota obsahu CO ve spalinách dosahovala 247 mg/m^3 . Maximální přípustný limit obsahu CO ve spalinách nebyl překročen. Ve srovnání s předchozím měřením dosáhla křivka obsahu CO rychleji vyšších koncentrací.



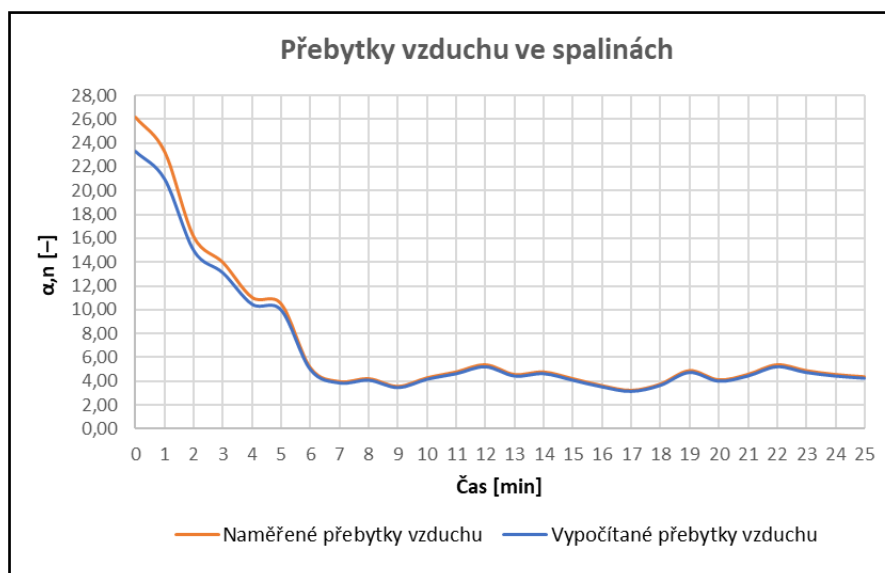
11.1.3 Obsah O₂ a CO₂ ve spalinách

Průběh křivek O₂ a CO₂ je podobný výsledkům z druhého měření. Obsah O₂ ve spalinách se neustále pohyboval okolo 16 %. Je možné tedy konstatovat, že během spalovacího procesu ventilátor hořáku přiváděl nadměrné množství O₂ a způsoboval tak nedokonalé spalování pelet.



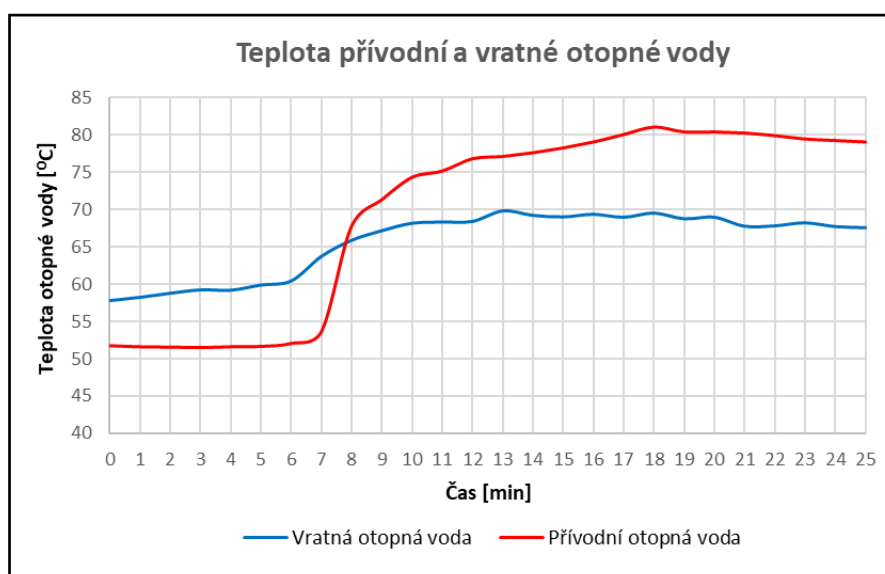
11.1.4 Přebytky vzduchu ve spalínách

Při provozu kotle na jeho jmenovitý výkon přebytky vzduchu dosahovaly v průměru hodnoty 4,39. Reálné provozní hodnoty kvalitně seřízených peletových hořáků uváděných na stránkách tzb-info.cz se pohybují okolo 1,9. Pro snížení přebytků vzduchu a zkvalitnění provozu celého systému je tedy zapotřebí odborné seřízení hořáku na pelety servisním technikem.



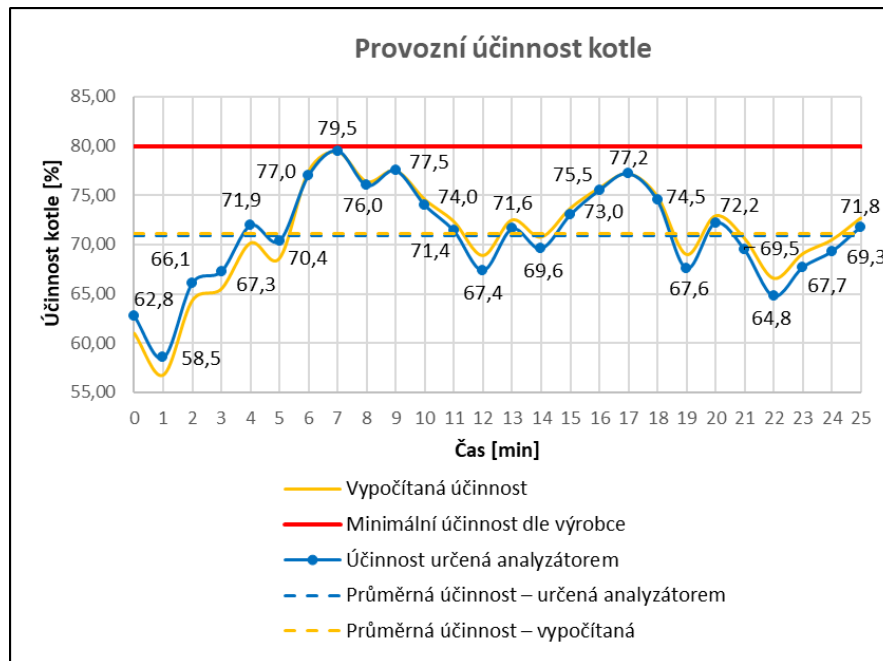
11.1.5 Teplota přívodní a vratné otopné vody v kotlovém okruhu

Teplotní čidla snímající teplotu přívodní otopné vody do akumulčních nádrží byla umístěna za kotlovým zkratem, což vysvětluje nízké teploty přívodní vody z počátku spalovacího procesu. Jakmile byla zajištěna dostatečná teplota vratné otopné vody do kotle, termostatický ventil uzavřel kotlový zkrat a nádrže byly nabíjeny plným výkonem. Uzavření zkratu je patrné mezi 7 a 8 minutou měření, kdy výrazně narostla teplota přívodní otopné vody do akumulčních nádrží.



11.1.6 Provozní účinnost kotle

Graf provozní účinnosti kotle opět vykazuje výraznější výkyvy účinnosti během spalovacího procesu ve srovnání s druhým měřením. Průměrná provozní účinnost při třetím měření se pohybovala okolo 71 %. Žádná z naměřených hodnot nepřekročila minimální deklarovanou hodnotu provozní účinnosti stanovenou výrobcem (80 %).



11.1.7 Závěr 3. měření

Naměřené hodnoty z třetího měření se podobají zjištěným výsledkům ze druhého experimentálního měření, a proto lze považovat toto měření za úspěšné.

12. Vyhodnocení experimentálních měření

Deklarovaná provozní účinnost kotle uváděná výrobcem se pohybuje v rozmezí 80–89 %. Jedná se o účinnost stanovenou za ideálních podmínek v laboratorních podmínkách, kdy je zajištěn ideální přívod spalovacího vzduchu, ideální tah komínu, použití kvalitního paliva atd. V reálném provozu bývá téměř nemožné zajistit stejné podmínky pro provoz kotle jako při laboratorních měřeních, a proto se snažíme těmto podmínkám alespoň co nejvíce přiblížit.

Průběhy provozních účinností ani v jednom z provedených měření nedosahovaly minimálních účinností deklarovaných výrobcem. Ve spalinách byly zjištěny nadměrné přebytky kyslíku, které svědčí o nedokonalém způsobu spalování. Pravděpodobnou příčinou nadměrného obsahu kyslíku ve spalinách je špatné nastavení ventilátoru hořáku. Ventilátor zabudovaný v hořáku zajišťuje přívod spalovacího vzduchu. V případě špatného nastavení vzduchové klapky, která řídí množství přiváděného vzduchu, dojde k nedokonalému spalovacímu procesu. Nahromaděné palivo nestihne dokonale vyhořet a dochází tak ke snížení provozní účinnosti kotle. Aby byla zajištěna lepší efektivita spalovacího procesu, je zapotřebí odborné seřízení hořáku na pelety servisním technikem.

Závěr

V diplomové práci jsem se věnoval návrhu teplovodního systému vytápění a návrhu přípravy teplé vody v horském penzionu.

V teoretické části jsem se zabýval popisem kotle na pelety včetně požadavků na jeho umístění v kotelnách, popřípadě technických místnostech. Představil jsem různé druhy hořáků, výrobu, skladování a certifikaci pelet. Dále jsem popsal možné způsoby skladování paliva včetně požadavků na skladovací prostory, možné druhy dopravy pelet, představil platnou legislativu zabývající se provozem a instalací kotlů na pelety. Na závěr jsem představil hlavní metody pro určování provozní účinnosti zdroje tepla.

Ve výpočtové části jsem se věnoval návrhu systému vytápění a návrhu přípravy teplé vody. Otopný systém byl rozdělen celkem na 5 větví, které zajišťují rozvody tepla v objektu. Vytápění jednotlivých místností je zajištěno deskovými otopnými tělesy od firmy Korado. Zdroj tepelné energie v projektu je řešen ve dvou variantách. V první variantě je navržen jako zdroj tepla automatický kotel na pelety Atmos D85P. Příprava teplé vody je zajištěna pomocí dvou stacionárních nepřímotopných ohřivačů s vloženými elektrickými jednotkami pro letní ohřev TV. Zdroj elektrické energie pro ohřev TV v letním období představuje fotovoltaická elektrárna na střeše penzionu. Ve druhé variantě představují zdroj tepla dva plynové kondenzační kotle v kaskádovém zapojení. Příprava teplé vody je zajištěna stacionárním nepřímotopným ohřivačem. Ubytovací prostory budou větrány přirozeným větráním. V hygienickém zázemí pokojů bude odváděn znehodnocený vzduch pomocí VZT systému. Technické zázemí suterénu bude větráno přirozeně. Výjimku tvoří pouze prostor hromadné garáže, kde bude instalována podstropní VZT jednotka, která zajistí požadovanou výměnu vzduchu a nebude osazena žádným dalším technickým zařízením. Ostatní prostory objektu budou větrány nuceně pomocí VZT jednotek se zpětným získáváním tepla a vodním výměníkem pro ohřev vzduchu v zimních měsících. Konferenční místnost bude větrána VZT jednotkou s elektrickým ohřevem vzduchu. Dále výpočtová část obsahuje technické zprávy pro navržené varianty, které kompletně popisují navržený teplovodní systém a stanovují podmínky, které je nutné splnit před uvedením soustavy do provozu.

V experimentální části diplomové práce jsem se zabýval měřením reálné provozní účinnosti kotle na pelety při běžném užívání ve dvougeneračním rodinném domě. Naměřené hodnoty jsem následně porovnal s deklarovanými hodnotami provozní účinnosti kotle od výrobce daného zařízení. Pro stanovení reálné provozní účinnosti kotle jsem použil nepřímou metodu, která je založena na měření pomocí analyzátoru spalin. V žádném z provedených měření nebylo dosaženo ani minimálních provozních účinností deklarovaných výrobcem. Ve spalinách byly zjištěny nadměrné přebytky kyslíku, které svědčí o nedokonalém způsobu spalování.

Použité zdroje

[1] KOLONIČNÝ, Jan, HORÁK Jiří a PETRÁNKOVÁ ŠEVČÍKOVÁ Silvie. *Kotle malých výkonů na pevná paliva*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2011. ISBN 978-80-248-2542-7.

[2] LYČKA, Zdeněk. *Malé teplovodní kotle na pevná paliva: Spalování pevných paliv po roce 2013*. Krnov: LING Vydavatelství, 2012. ISBN 978-80-904914-2-7.

[3] LYČKA, Zdeněk. *Dřevní peleta II: Spalování v malých zdrojích tepla*. Krnov: LING Vydavatelství, 2011. ISBN 978-80-904914-1-0.

[4] KAŠPÁREK, Jaroslav. *Dopravní a manipulační zařízení*. Brno: Ústav dopravní techniky. 126 s

[5] ČSN EN 303-5. *Kotle pro ústřední vytápění – Část 5: Kotle pro ústřední vytápění na pevná paliva, s ruční nebo samočinnou dodávkou, o jmenovitém tepelném výkonu nejvýše 500 kW – Terminologie, požadavky, zkoušení a značení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2022, 50 s. Třídící znak 075303.

[6] STUPAVSKÝ, Vladimír. *Kotel na pelety – peletový kotel pro ústřední vytápění*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/kotel-na-pelety-peletovy-kotel-pro-ustredni-vytapeni>

[7] AUTOMATICKÉ KOTLE NA PELETY – *ATMOS*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://www.atmos.eu/produkt/automaticke-kotle-na-pelety/>

[8] DRKAL, František. *Větrání plynových kotelen*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/prumyslova-vzduchotechnika/1035-vetrani-plynovych-kotelen>

[9] HOŘÁKY NA PELETY – *Série pell*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://burnit.bg/cz/vyrobky/vytapeni-biomasou/horaky-na-pelety-serie-pell/>

[10] ČESKÁ PELETA – *Vše o dřevěných palivech: pelety, brikety, dřevo*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://ceska-peleta.cz/palivo/pelety/>

[11] ČESKÁ PELETA – *Certifikace ENplus pro dřevěné pelety*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://ceska-peleta.cz/palivo/pelety/certifikace-enplus/>

[12] DŘEVĚNÉ PELETY – *Kvalita dřevěných pelet*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://www.drevenepelety.cz/kvalita-pelet/>

[13] ČESKÁ PELETA – *Kotelna a sklad pelet*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://ceska-peleta.cz/vytapeni/skladovani-paliva/>

- [14] DEPURO s.r.o. – *Pneumatická doprava*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.depuro.cz/pneumaticka-doprava.html>
- [15] DELFIN – *Pneumatická doprava*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.depuro.cz/pneumaticka-doprava.html>
- [16] LYČKA, Zdeněk. *Třídy teplovodních kotlů*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/18994-tridy-teplovodnich-kotlu>
- [17] ČESKÉSTAVBY.CZ – *Ještě necelé dva roky a většina starších kotlů končí*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/clanky/jeste-necelle-dva-roky-a-vetsina-starsich-kotlu-konci-27700.html>
- [18] GIVE.CZ – *Emisní třídy a Ecodesign aneb kamna nejsou kotel*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://www.give.cz/a/emisni-tridy-a-ecodesign-aneb-kamna-nejsou-kotel>
- [19] LYČKA, Zdeněk. *Stanovení účinnosti kotlů*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/18994-tridy-teplovodnich-kotlu>
- [20] ŠUBRT, Roman a kolektiv. *Učebnice energetického specialisty: Kontroly účinnosti kotlů a rozvodů tepelné energie*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/ucebnice-specialisty-kontrola-kotlu-a-otop-soustav.pdf>
- [21] ANALYZÁTORY SPALIN – *Analyzátor spalín Testo 330*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://www.analyzatoryspalin.cz/project/analyzator-spalin-testo-330/>
- [22] VYHLÁŠKA Č. 356/2002 Sb. *Vyhláška Ministerstva životního prostředí, kterou se stanoví seznam znečišťujících látek, obecné emisní limity, způsob předávání zpráv a informací, zjišťování množství vypouštěných znečišťujících látek, tmavosti kouře, přípustné míry obtěžování zápachem a intenzity pachů, podmínky autorizace osob, požadavky na vedení provozní evidence zdrojů znečišťování ovzduší a podmínky jejich uplatňování*. In: *Zákony pro lidi* [online]. AION CS, 2002–2009 [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-356>
- [23] MAŠČUCH, Jakub, MYDLIL Petr. *Provozní účinnost automatických kotlů na biomasu*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vytapime-pevnymi-palivy/17352-provozni-ucinnost-automatickych-kotlu-na-biomasu>
- [24] IZOLACE-INFO – *Výpočet prostupu tepla, součinitel tepelné vodivosti a prostupu tepla*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.izolace-info.cz/technicke-informace/vypocet-prostupu-tepla/>

- [25] KORADO – *Desková otopná tělesa*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.korado.cz/designova-otopna-telesa>
- [26] JANKA Radotín, a.s. – *Hygienické provedení klimatizační jednotky*. [online].
[cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/prumyslova-vzduchotechnika/18495-hygienicke-provedeni-klimatizacni-jednotky-premiar-ii>
- [27] DZ DRAŽICE – *Ohříváče a zásobníky teplé vody*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-bp>
- [28] SOLARTEC – *Fotovoltaika od profesionálů: Solární panel Leapton LP182*182-M-54-MH-400W mono 400Wp*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://shop.solartec.eu/solarni-panel-leapton-lp182-182-m-54-mh-400w-mono-400wp--cerny-ram-/>
- [29] SIGMA SHOP – *Spojka Storz A110*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: https://www.sigmashop.cz/spojka-storz-a110-hadicova?gclid=CjwKCAiA7IGcBhA8EiwAFfUDsQYcuCABKF4hFduHEPvE-M4CwFY3-sUdZlIRs1upwwDICBLW5Qk3hhoCVe4QAvD_BwE
- [30] REFLEX–WINKELMANN – *Produkty*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.reflex-winkelmann.com/cz/produkty>
- [31] IMI Hydronic Engineering – *Vyvažovací ventil STAD PN 25*. [online].
[cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/cs/product/stad-pn-25>
- [32] ETL-Ekotherm a.s. – *Technická dokumentace*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.etl.cz/prilohy/technicke-dokumenty>
- [33] REGULUS – *Ventily směšovací*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/ventily-smesovaci>
- [34] SCHIEDEL – *Dimenzování komínu Absolut*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://docplayer.cz/5273170-Dimenzovani-komin-absolut-vychozi-hodnoty.html>
- [35] SCHIEDEL – *Keramické komínové systémy Absolut*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.schiedel.com/cz/produkty/keramicke-kominove-systemy/absolut/>
- [36] FLAMCO GROUP – *Pojistné ventily Prescor*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://flamcogroup.com/cz/catalog/tlakova-ochrana/pojistne-ventily/pojistne-ventily-prescor/prescor/groups/g+c+p+a+view>
- [37] PRO–TOPENI – *Založní zdroj Regulus PG 600 S–100 Ah*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.pro-topeni.cz/eshop-zdroj-zalozni-pg-600-s-100-ah.html>

- [38] THERMONA – *Plynové kondenzační kotle, elektrokotle a kaskádové kotelny: THERM 35 KDZ* [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.thermona.cz/plynové-kotle/plynové-kondenzační-kotle/s-pripojením-na-externí-zasobník/therm-35-kdz>
- [39] BRILON a.s. – *Neutralizační box Neutrakon 100/70*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.brilon.cz/produkt/neutrakon-100-70/>
- [40] CHADIM, Tomáš. *Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>
- [41] ATMOS – *Návod k obsluze a údržbě*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: https://www.atmos.eu/wp-content/uploads/2021/04/ATMOS-A25_AC07X_CZ_10-2020.pdf
- [42] MERATEX – *Měřicí přístroje: Analyzátor spalin CASPER 200*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://www.meratesk.com/analyzator-spalin-seitron-casper/>
- [43] AHLBORN ALMENO – *Přesná měřicí technika*. [online]. [cit. 2022-12-29].
Dostupné z: <https://www.ahlborm.cz/pristroje/>
- [44] HORÁK, Jiří, HOPAN František, KRPEC Kamil, KUBESA Petr, KOLONIČNÝ Jan, OCHODEK Tadeáš a MARTINÍK Lubomír. *Stanovení účinnosti kotlů*. [online]. [cit. 2022-12-29]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/11107-stanoveni-ucinnosti-kotlu>

Seznam použitých obrázků

Obr. 1 Automatický kotel na pelety s provozním zásobníkem [7]	- 21 -
Obr. 2 Způsoby přirozeného větrání kotelny [8]	- 22 -
Obr. 3 Minimální odstupové vzdálenosti [7]	- 23 -
Obr. 4 Výrobní štítek kotle	- 24 -
Obr. 5 Řez miskových hořákem [2]	- 26 -
Obr. 6 Miskový hořák [7]	- 26 -
Obr. 7 Řez trubicovým hořákem [2]	- 26 -
Obr. 8 Trubicový hořák [9]	- 26 -
Obr. 9 Retortový hořák VOLLCANO [9]	- 27 -
Obr. 10 Lisování pelet [10]	- 30 -
Obr. 11 Proces výroby dřevěných pelet [10]	- 30 -
Obr. 12 Označení certifikace ENplus A1 [10]	- 31 -
Obr. 13 Znázornění vzhledové odlišnosti jednotlivých tříd pelet [11]	- 32 -
Obr. 14 Skladování pelet v textilním zásobníku [13]	- 33 -
Obr. 15 Sklad volně ložených pelet [13]	- 34 -
Obr. 16 Konstrukce podlahy ve skladu pelet [13]	- 34 -
Obr. 17 Nadzemní instalace plnicího potrubí [13]	- 35 -
Obr. 18 Podzemní instalace plnicího potrubí skrz světlík [13]	- 35 -
Obr. 19 Detail dveří do skladu pelet [13]	- 35 -
Obr. 20 Napojení šnekového dopravníku na provozní zásobník a hořák [7]	- 36 -
Obr. 21 Tok materiálu v závislosti na rychlosti proudění vzduchu [14]	- 37 -
Obr. 22 Pneumatická sací doprava v kombinaci se šnekovým podavačem [13]	- 38 -
Obr. 23 Graf závislosti komínové ztráty na teplotě spalin a množství O ₂ ve spalinách [19]	- 41 -
Obr. 24 Měření účinnosti pomocí analyzátoru spalin [21]	- 43 -
Obr. 25 Optimální oblast hoření [20]	- 44 -
Obr. 26 Tabulka požadavků při měření analyzátozem spalin [22]	- 44 -
Obr. 27 Porovnání roční provozní účinnosti v reálném prostředí a účinnosti deklarované výrobce [23]	- 45 -
Obr. 28 Deskové otopné těleso KORATHERM VERTIKAL–M a KORATHERM AQUAPANEL [25]	- 104 -

Obr. 29 Graf pro hydraulické seřízení těles pomocí armatury HM [25]	- 110 -
Obr. 30 VZT jednotka se zabudovaným výměníkem ZZT [26]	- 111 -
Obr. 31 Technické parametry navrženého zásobníku OKC 1000 NTR/BP [27].....	- 118 -
Obr. 32 Technické parametry navrženého zásobníku OKC 500 NTR/BP [27].....	- 120 -
Obr. 33 Fotovoltaický panel LP 182–M–54–MH [28]	- 122 -
Obr. 34 Tabulka klimatických dat	- 123 -
Obr. 35 Tabulka návrhu FV panelů	- 123 -
Obr. 36 Bilance vyrobené a potřebné elektrické energie pro ohřev TV	- 124 -
Obr. 37 Technický list FV panelu LP 182–M–54–MH [28]	- 125 -
Obr. 38 Navržený zdroj tepla ATMOS D 85 P s mezizásobníkem a s externím popelníkem [7].....	- 126 -
Obr. 39 Technické parametry zdroje tepla [7]	- 127 -
Obr. 40 Návrhový diagram větrací šachty	- 128 -
Obr. 41 Spojka STORZ typ A [29].....	- 129 -
Obr. 42 Akumulační zásobník Reflex Storatherm Heat HF 2000/R_C [30]	- 130 -
Obr. 43 Hořák na pelety ATMOS A85 [7]	- 131 -
Obr. 44 Externí popelník [7].....	- 131 -
Obr. 45 Kompaktní nádrž na pelety AZPD 400 R [7]	- 132 -
Obr. 46 Nádrž na pelety s připojeným systémem pneumatické dopravy [7].....	- 132 -
Obr. 47 Vyvažovací ventil STAD – PN25 [31].....	- 133 -
Obr. 48 Přehled modulů RS KOMBI [32]	- 150 -
Obr. 49 Navržené automatické doplňování vody [30].....	- 150 -
Obr. 50 Třícestný směšovací ventil REGULUS [33]	- 151 -
Obr. 51 Návrhový diagram komínu Schiedel ABSOLUT [34]	- 152 -
Obr. 52 Technické parametry Schiedel ABSOLUT [35]	- 153 -
Obr. 53 Pojistný ventil Flamco Prescor [36]	- 155 -
Obr. 54 Technické parametry expanzní nádoby Reflex N 600 [30].....	- 157 -
Obr. 55 Technické parametry expanzní nádoby Reflex N 50 [30].....	- 159 -
Obr. 56 Záložní zdroj Regulus PG 600 S [37].....	- 160 -
Obr. 57 Technické parametry navrženého zásobníku OKC 750 NTR/BP [27].....	- 191 -
Obr. 58 Plynový kotel THERM 49 KD [38]	- 192 -
Obr. 59 Technické parametry plynového kotle [38].....	- 193 -

Obr. 60 Přehled modulů RS KOMBI [32]	- 204 -
Obr. 61 Přehled jednotlivých typů HVDT [32]	- 204 -
Obr. 62 Neutralizační box Neutrakon [39]	- 205 -
Obr. 63 Technické parametry expanzní nádoby Reflex N 80 [30]	- 208 -
Obr. 64 Ekonomické zhodnocení investice [40]	- 230 -
Obr. 65 Kotel ATMOS DC18S s úpravou [21]	- 234 -
Obr. 67 Výrobní štítek kotle	- 235 -
Obr. 66 Popis kotle na pelety [21]	- 235 -
Obr. 69 Vzduchová klapka ventilátoru [41]	- 236 -
Obr. 68 Hořák ATMOS A25 [41]	- 236 -
Obr. 70 Schéma doporučeného propojení zásobníku na pelety s hořákem [41]	- 237 -
Obr. 71 Analyzátor spalin CASPER 202 včetně technických parametrů [42]	- 238 -
Obr. 72 Měřicí ústředna AHLBORN AMEMO 2590 [43]	- 239 -
Obr. 73 Dotykový teploměr AHLBORN THERM 2420 [43]	- 239 -
Obr. 74 Nastavení hořáku v závislosti na výkonu kotle [41]	- 240 -
Obr. 76 Boční pohled na zapojení kotle	- 243 -
Obr. 75 Kotel Atmos DC 18 S včetně	- 243 -
Obr. 77 Umístění teplotních čidel na přívodním potrubí	- 244 -
Obr. 78 Aktuální hodnoty teplot jednotlivých čidel a odpovídající hodnoty měřené analyzátozem spalin	- 244 -
Obr. 79 Umístění teplotních čidel na vratném potrubí	- 244 -

Seznam příloh

VÝKRES D.1.4.3.01	PŮDORYS 1.PP – VARIANTA A (1:100)
VÝKRES D.1.4.3.02	PŮDORYS 1.NP (1:100)
VÝKRES D.1.4.3.03	PŮDORYS 2.NP (1:100)
VÝKRES D.1.4.3.04	PŮDORYS KOTELNY – VARIANTA A (1:25)
VÝKRES D.1.4.3.05	SCHÉMA ZAPOJENÍ KOTELNY – VARIANTA A (1:25)
VÝKRES D.1.4.3.06	SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÝCH TĚLES (1:50)
VÝKRES D.1.4.3.07	SCHÉMA UMÍSTĚNÍ FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ (1:100)
VÝKRES D.1.4.3.08	PŮDORYS 1.PP – VARIANTA B (1:100)
VÝKRES D.1.4.3.09	PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI – VARIANTA B (1:25)
VÝKRES D.1.4.3.10	SCHÉMA ZAPOJENÍ TECHNICKÉ MÍSTNOSTI – VARIANTA B (1:25)