

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ CENTRA VOLNÉHO ČASU

HEATING OF LEISURE CENTER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PAVEL VÍCH

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. MARCELA POČINKOVÁ, PH.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Pavel Vích
Název	Vytápění centra volného času
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce	25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

.....
doc. Ing. Jiří Hirs, CSc.
Vedoucí ústavu



.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT



Podklady a literatura

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

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

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

Obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

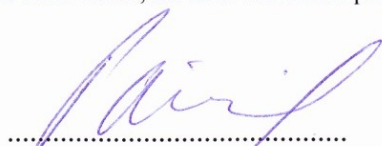
- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) licenční smlouva podepsaná autorem VŠKP,
- d) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- e) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- f) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- g) poděkování (nepovinné),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

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na předních deskách, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek. Na posledním listě bude vlepeno CD.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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


.....
Ing. Marcela Počínková, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

c) Abstrakt a klíčová slova v českém a anglickém jazyce

Abstrakt

Předmětem této bakalářské práce je vytápění a přípravu teplé vody pro centrum volného času. Projekt je řešen ve dvou variantách: varianta 1 předpokládá, že objekt bude větrán pouze přirozeně. Varianta 2 počítá pro celý objekt s větráním nuceným. Zdrojem tepla je kotel na pelety, který nabíjí akumulární nádrž. Teplá voda je připravována v kombinovaném zásobníkovém ohříváči. Jako teplosměnné plochy jsou navržena desková otopná tělesa.

Abstract

The aim of this bachelor's thesis is design of heating and warm water preparation of leisure center. Project is solved in two variants. First variant expect only natural ventilation. Second variant provide for a forced ventilation for whole object. Source of heat is pellet boiler, charged storage tank. Warm water is preparing in combined DHW cylinder. As heat transfer surfaces are design heating bodies.

Klíčová slova

Vytápění, pelety, biomasa, kotel na pelety, otopné těleso, potrubí, příprava teplé vody, akumulární nádrž

Keywords

Heating, pellets, biomass, pellet boiler, heating body, pipeline, warm water preparation, storage tank

d) Bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690

VÍCH, Pavel. *Vytápění centra volného času*. Brno, 2012. 121 s., 12 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

e) Prohlášení o původnosti práce

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis autora

f) Poděkování

Na tomto místě chci poděkovat Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za odborné vedení, za ochotu a za čas, který mi věnovala při konzultacích bakalářské práce.

Pavel Vích

g) Obsah

a) Titulní list.....	1
b) Zadání bakalářské práce	2
c) Abstrakt a klíčová slova v českém a anglickém jazyce.....	3
d) Bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690	4
e) Prohlášení o původnosti práce	5
f) Poděkování.....	6
g) Obsah	7
h) Úvod.....	9
A. Teoretická část.....	10
A.1. Obnovitelné zdroje energie	11
A.1.1. Rotační energie Země a gravitační energie Země, Měsíce a Slunce.....	11
A.1.1. Energie zemského jádra	12
A.1.2. Dopadající sluneční záření	12
A.2. Energie biomasy – pelety pro vytápění	15
A.2.1. Výroba dřevních pelet.....	16
A.2.2. Vlastnosti	17
A.2.3. Doprava.....	20
A.2.4. Skladování	22
A.2.5. Spalovací zařízení na pelety	23
A.2.6. Závěr.....	27
B. Výpočtová část.....	28
B.1. Analýza objektu	29
B.1.1. Skladby konstrukcí	30
B.1.2. Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 05 40-2:2011.....	32
B.2. Varianta 1. Přirozené větrání.....	34
B.2.1. Výpočet tepelného výkonu	35
B.2.2. Výpočet návrhového tepelného výkonu.....	51
B.2.3. Návrh otopných těles.....	52
B.2.4. Návrh zdroje tepla a akumulární nádoby	53
B.2.5. Návrh přípravy teplé vody	55
B.2.6. Dimenzování a hydraulické posouzení otopné soustavy.....	57
B.2.7. Výpočtové schéma dimenzovaného okruhu s otopnými tělesy.....	60
B.2.8. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí	61
B.2.9. Návrh oběhových čerpadel	61
B.2.10. Návrh expanzní nádoby	63

B.2.11. Návrh pojistného ventilu	64
B.2.12. Návrh větrání kotelny	65
B.2.13. Stanovení přibližného průměru komínu	67
B.2.14. Dimenzování tepelné izolace potrubí	68
B.2.15. Roční potřeba tepla a paliva	69
B.2.16. Stanovení roční potřeby pelet	70
B.3. Varianta 2. Nucené větrání.....	71
B.3.1. Výpočet tepelného výkonu	72
B.3.2. Výpočet návrhového tepelného výkonu.....	88
B.3.3. Návrh potřebného výkonu ohřívače VZT jednotky.....	88
B.3.4. Návrh otopných těles.....	89
B.3.5. Návrh zdroje tepla a akumulační nádoby	90
B.3.6. Návrh přípravy teplé vody	92
B.3.7. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí otopné soustavy.....	94
B.3.8. Výpočtové schéma dimenzovaného okruhu s otopnými tělesy.....	97
B.3.9. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí	98
B.3.10. Návrh oběhových čerpadel	98
B.3.11. Návrh expanzní nádoby	101
B.3.12. Návrh pojistného ventilu	102
B.3.13. Návrh větrání kotelny	103
B.3.14. Stanovení přibližného průměru komínu	105
B.3.15. Dimenzování tepelné izolace potrubí	106
B.3.16. Roční potřeba tepla a paliva	107
B.3.17. Stanovení roční potřeby pelet	108
C. Projekt.....	109
C.1. Varianta 1. Přirozené větrání.....	110
C.1.1. Technická zpráva.....	110
C.2. Varianta 2. Nucené větrání.....	113
C.2.1. Technická zpráva.....	113
C.2.2. Výkaz výměr	116
i) Závěr	118
j) Seznam použitých zdrojů	119
k) Seznam použitých zkratk a symbolů	120
l) Seznam příloh	121

h) Úvod

Cílem této bakalářské práce je porovnat mezi sebou dvě možná řešení systému vytápění centra volného času. Varianta 1 předpokládá, že objekt bude větrán přirozeně. Varianta 2 počítá pro celý objekt s větráním nuceným.

V době neustále se zvyšujících cen energií a v době, kdy se stále častěji mluví o snižujících se zásobách fosilních paliv je sázka na obnovitelné zdroje energie téměř nutnou součástí návrhu koncepce vytápění moderních objektů. Pelety se jeví jako velice výhodné palivo, které je nejen uživatelsky příjemné a téměř nenáročné, ale má i výborné vlastnosti. Vhodným návrhem lze dosáhnout téměř bezobslužného systému vytápění, který se vyrovná kotlům na plyn či elektřinu a navíc je teplo vyrobené z pelet levnější.

Díky nucenému větrání lze nejen zajistit bezpečně minimální hygienické dávky vzduchu v jednotlivých místnostech, ale díky zpětnému získávání tepla i snížit tepelné ztráty větráním a tím snížit energetickou náročnost budovy.

A. Teoretická část

A.1. Obnovitelné zdroje energie

Dle zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie a o změně některých zákonů (zákon o podpoře využívání obnovitelných zdrojů) se obnovitelnými zdroji rozumí obnovitelné nefosilní přírodní zdroje energie, jimiž jsou energie větru, energie slunečního záření, geotermální energie, energie vody, energie půdy, energie vzduchu, energie biomasy, energie skládkového plynu, energie kalového plynu a energie bioplynu. Podle zákona č. 17/1992 o životním prostředí zní definice obnovitelného zdroje takto: „Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka.“ [2] Principiálně je možno obnovitelné zdroje energie rozdělit do tří základních skupin podle primární energie, na které jsou založeny. Jsou to zdroje založené na rotační a gravitační energii Země a okolních vesmírných těles (přílivová energie), tepelné energii zemského jádra a energii dopadajícího slunečního záření. Největší potenciál využití mají obnovitelné zdroje založené na dopadajícím slunečním záření. Tato energie je využitelná přímo – jako energie přímého či rozptýleného slunečního záření nebo v transformovaných formách – energie vody, větru, biomasy atd.

Tabulka 1: Základní rozdělení v současnosti využívaných obnovitelných zdrojů energie [4]

Základní obnovitelný energetický zdroj	Rotační energie Země a gravitační energie Země, Měsíce a Slunce	Energie zemského jádra	Dopadající sluneční záření
Odvozené či přeměněné OZE, využitelné pro výrobu tepla či elektrické energie	Přílivová energie (E)	Geotermální energie (E, T)	Přímé sluneční záření (E, T)
			Energie větru (E)
			Energie mořských vln (E)
			Tepelná energie prostředí (T)
			Energie biomasy (E,T)
			Energie vodních toků (E)

Možno využít pro výrobu: E – elektrické energie, T – tepla

A.1.1. Rotační energie Země a gravitační energie Země, Měsíce a Slunce

Přílivové elektrárny

Příliv a odliv je důsledkem působení slapových sil Měsíce a Slunce. Na výšku přílivu a odlivu má zásadní vliv tvar pobřeží. K nevýhodám přílivových elektráren patří skutečnost, že jejich pracovní doba mnohdy nesouhlasí s energetickou špičkou elektrizačních soustav a že místa vhodná pro výstavbu těchto elektráren jsou často značně vzdálena od míst spotřeby produkované energie. Přesto energie přílivů a odlivů je nadějným energetickým zdrojem pro využití v budoucnosti. Ročně by se tak mohlo získat 7,2 až 11,8 biliónů MJ elektrické energie.

A.1.1. Energie zemského jádra

Geotermální energie

Geotermální energie je přírodní teplo Země, koncentrované v rezervoárech hornin, obvykle nasycených kapalinou. [7] Teplota ve vnitrozemí je výsledek formování planety z prachu a plynů před více než čtyřmi miliardami let, a radioaktivním rozkládáním prvků v horninách. Základní medium, které přenáší teplo z vnitrozemí na povrch je voda nebo pára. Obnovuje se tak, že dešťová voda proniká do hloubi Země skrz rozpukliny a tam se zahřívá a cirkuluje zpět k povrchu, kde se objevuje ve formě gejzíru a vroucích pramenů. Pro výrobu elektrické energie se používají 3 základní druhy elektráren:

Princip suché páry (Dry steam)

Využívá horké páry o teplotě nad 235 °C pro přímý pohyb turbín generátoru. Toto je nejstarší a nejjednodušší způsob výroby elektrické energie z geotermálních pramenů.

Flash princip (Flash steam)

Používá vřelé vody z geotermálního rezervoáru, která je pod velkým tlakem a má teplotu větší než 182 °C. Jejím čerpáním na povrch se snižuje tlak a voda se mění na horkou páru, která pohybuje turbínou.

Binární princip (Binary cycle)

Voda, která se používá u binárního principu, je chladnější než 182 °C. U binárního principu se vřelá voda používá na ohřev tekutiny, která má významně nižší teplotu vření než voda, tato se mění v páru a uvádí do pohybu turbíny generátoru. Výhodou tohoto způsobu je větší účinnost postupu, a dostupnost nutných geotermálních rezervoáru je mnohem větší, než u ostatních postupů. Další výhodou je úplná uzavřenost systému s ohledem na to, že se použitá voda vrací zpět do rezervoáru a tak je ztráta tepla zmenšená, a ani se neztrácí hodně vody. Většina plánovaných nových geotermálních elektráren bude používat tento princip.

A.1.2. Dopadající sluneční záření

Většina obnovitelných zdrojů má svůj původ v energii slunečního záření. Největší potenciál (ve smyslu množství energie, které nám může poskytnout) má přímé využití slunečního záření k výrobě tepla nebo elektřiny. Je to asi jediný obnovitelný zdroj, který by v případě nutnosti dokázal dlouhodobě pokrýt veškerou současnou potřebu energie.

Tato energie se využívá přímo, nebo je přeměněná na jinou formu:

- Pokud se tato energie přeměňuje nějakým technickým zařízením (Sluneční kolektor, Fotovoltaický článek) přímo, mluvíme obvykle o sluneční energii.
- Pokud je tato energie předtím vázána v živých organismech (většinou ve formě sloučenin uhlíku — například ve dřevě, olejnatých rostlinách, obilí), mluvíme o bioenergii. Zdrojem bioenergie jsou biopaliva, která se podle skupenství dělí na biopaliva tuhá, kapalná a plynná. V některých oblastech může být extenzivní využívání biopaliv kontroverzní záležitostí.
- Pokud je tato energie vázána do potenciální energie vody (viz koloběh vody), mluvíme o vodní energii.
- Pokud se tato energie přemění na kinetickou energii vzdušných mas, mluvíme o větrné energii.

- Větrná energie může uvést do pohybu vodu na hladinách oceánů. Tuto energii nazýváme energií vln

Přímé sluneční záření

Na Slunci probíhají již několik miliard let termonukleární reakce. Těmito reakcemi se přeměňuje sluneční vodík (který obnovován není) na helium za uvolnění velkého množství energie. Ze Slunce je energie předávána na Zemi ve formě záření. Energetický příkon ze Slunce ve vzdálenosti, v níž se nachází Země, je přibližně 1370 W/m^2 . Tento výkon je proměnlivý a označuje se jako solární konstanta. Využití této energie zažívá velký vývoj a díky dotacím se také dost rozšířilo. Fotovoltaické panely vyrábějí stejnosměrný elektrický proud, který se před dodáním do elektrické sítě musí přeměnit na střídavý proud. Fototermické panely přeměňují elektrické záření na teplo tím, že se ohřívá kapalina, která cirkuluje v solárních panelech. Toto teplo se nejčastěji využívá na ohřev TV, ohřev bazénové vody nebo jako pomocný zdroj vytápění.

Energie větru

V současné době jsou nejběžnější větrné elektrárny, které využívají síly větru k roztočení větrné turbíny napojené na generátor pomocí vrtule. Teoreticky získatelný výkon je přímo úměrný třetí mocnině rychlosti proudící vzdušné masy. Větrné elektrárny však po většinu doby své životnosti nedosahují nominálních hodnot generovaného výkonu. Důvodem této skutečnosti je fakt, že rychlost větru značně kolísá.

Větrné elektrárny můžeme dělit podle velikosti vrtule a výrobní kapacity do tří základních kategorií: malé, střední a velké. Malými větrnými elektrárnami nazýváme taková zařízení, jež mají instalovanou kapacitu do 60 kW a průměr vrtule maximálně 16 m. Podtypem v této kategorii jsou tzv. Mikroelektrárny, s výkonem zhruba do 2,5 kW a průměrem vrtulí od 0,5 m do 3 m, což jsou zařízení na výrobu stejnosměrného proudu při napětí 12 V nebo 24 V, které jsou výhradně určeny pro dobíjení baterií. Takto nahromaděná energie může sloužit k osvětlení, k napájení komunikačních systémů, rádiových a televizních přijímačů a dalších elektrických spotřebičů. Elektrárny s nominálním výkonem v rozsahu 2,5 kW až 10 kW a průměrem vrtulí od 3 m do 8 m mají vstupní napětí 48 V až 220 V a jsou určeny pro vytápění domů, pro ohřev vody, případně pro pohon motorů. Střední větrné elektrárny se pohybují v rozsahu nominálního výkonu 60 kW až 750 kW a mají průměr vrtule od 16 m do 45 m. Za velké větrné elektrárny jsou považovány turbíny s nominálním výkonem v rozsahu 750 kW až 6400 kW a s průměrem vrtulí od 45 m do 128 m. Elektrárny velkých výkonů (300 kW až 3000 kW) jsou určeny k dodávce energie do veřejné rozvodné sítě.

Energie mořských vln

Elektrárny pro využití mořského příboje

Přestože může být na některých místech síla příbojových vln velká, jejich využití je velmi malé. Lze použít například vodní turbínu s vertikálními hřídelemi využívající oba směry průtoků vody. Její lopatky se samy otevírají asi na polovině obvodu ve směru proti vodnímu průtoku. Výsledná nerovnováha tvoří točivý moment.

Energie mořských proudů

Energetické využití je zatím ve stádiu úvah a studií. Je zde riziko zpomalení proudů a tím způsobené ohrožení ekosystému.

Tepelná energie prostředí

Nízkopotenciální tepelná energie prostředí se nachází prakticky neustále všude kolem nás a v našich podmínkách ji lze využít zejména pomocí tepelných čerpadel. Ta umožňují odnímat teplo okolnímu prostředí, převádět je na vyšší teplotní hladinu a předávat jej pro potřeby vytápění nebo pro přípravu teplé vody. O využitelnosti tepelné energie rozhoduje kromě jejího množství zejména teplota látky, na kterou je tato energie vázána.

Energie biomasy

Biomasa je hmota rostlinného původu, která vzniká díky dopadajícímu slunečnímu záření. Pro energetické účely se využívá buď cíleně pěstovaných rostlin nebo odpadů ze zemědělské, potravinářské nebo lesní produkce.

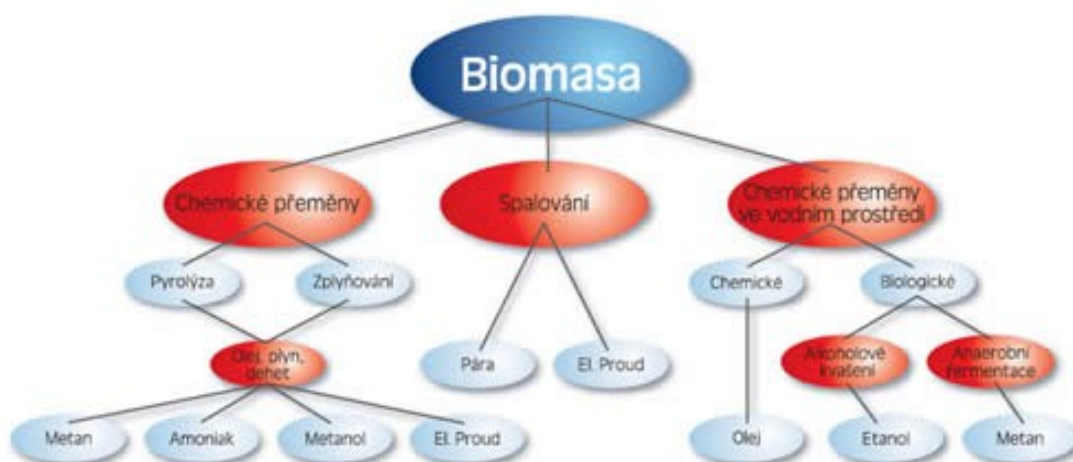
V přírodních podmínkách ČR lze využívat biomasu těchto kategorií:

Biomasa odpadní

- **rostlinné odpady** ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny - řepková a kukuřičná sláma, obilná sláma, seno, zbytky po likvidaci křovin a náletových dřevin, odpady ze sadů a vinic, odpady z údržby zeleně a travnatých ploch
- **lesní odpady** (dendromasa) - po těžbě dříví zůstává v lese určitá část stromové hmoty nevyužita (pařezy, kořeny, kůra, vršky stromů, větve, šišky a dendromasa z prvních probírek a prořezávek)
- **organické odpady z průmyslových výrob** - spalitelné odpady z dřevařských provozoven (odřezky, piliny, hobliny, kůra), odpady z provozů na zpracování a skladování rostlinné produkce (cukrovary), odpady z jatek, mlékáren, lihovarů, konzerváren
- **odpady ze živočišné výroby** - hnůj, kejda, zbytky krmiv, odpady z přidružených zpracovatelských kapacit
- **komunální organické odpady** - kaly, organický tuhý komunální odpad (TKO).

Biomasa záměrně produkovaná k energetickým účelům, energetické plodiny

- **lignocelulózou** – dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty), obiloviny (celé rostliny), travní porosty (sloní tráva, chrastice, trvalé travní porosty), ostatní rostliny (konopí seté, čirok, křídlatka, šťovík krmný, sléz topolovka)
- **olejnaté** – řepka olejka, slunečnice, len, dýně (semeno)
- **škrobné – cukernaté** - brambory, cukrová řepa, obilí (zrno), topinambur, cukrová třtina, kukuřice



Obr. 1) Možnosti využití biomasy. [15]

Energie vodních toků

Množství využitelné energie vodního toku závisí na výškovém rozdílu dvou různých vodních hladin a na průtoku vody. Pro energetické využití jakéhokoliv vodního toku bývá většinou nutné uměle vytvořit výškový rozdíl hladin. Toho dosahujeme tzv. vzdutím vody, což bývá zajištěno zřízením nižších jezů či vyšších přehrad. U přečerpávacích vodních elektráren bývá obvyklé vzdutí navíc doplněno o zvláštní výše položenou nádrž, tzv. (horní nádrž), která může být umístěna někde stranou od původního vodního toku.

Jezy

Jezy lze dosáhnout spádů jen 10 až 20 m. Vodním elektrárnám konstruovaným pro tyto malé spády říkáme nízkotlaké průtočné. Kaplanovy turbíny je možné použít i pro velmi malé spády okolo 0,6 metrů i na těch nejmenších jezech.

Přehrady

Přehradou lze vzdout vodu až do výše 100 m. Takovým elektrárnám říkáme středotlaké. Pokud používají spády ještě vyšší, nazýváme je vysokotlaké. V České republice je dnes většina vodních elektráren postavena právě při přehradách, v minulosti však bývaly malé vodní elektrárny v provozu téměř na každém jezu.

A.2. Energie biomasy – pelety pro vytápění

V této části se více zaměřím na problematiku zabývající se výrobou a využitím paliva z biomasy, které je stále více atraktivní díky svým vlastnostem, dobré manipulaci a cenové dostupnosti.

Dřevní peleta je slisované biopalivo z práškové dřevní biomasy s přísadami nebo bez přísad, obvykle ve formě válečků, průměrné délky typicky 5 až 40 mm, s ulomenými konci. [9]

Pelety prémium jsou vyráběny pouze z čistého dřeva a odpadů bez žádných příměsí. Jsou kvalitnější, mají vyšší výhřevnost a při jejich spalování vzniká méně popelovin.

Pelety katrové jsou dřevní pelety z dřevního odpadu s příměsí kůry. Jsou tmavé méně kvalitní. Při jejich spalování dochází k většímu spékání popela. Tím jsou kladeny vyšší nároky na technické provedení kotlů.

Oproti dřevnímu odpadu ve formě štěpky nebo pilin, které mají složitě definovatelné a proměnné parametry vlhkosti, výhřevnosti a popelnatosti, jsou dřevní pelety přesně definovatelné palivo, které je navíc méně náročné na skladování a dopravu. Kromě dřevních pelet se na trhu objevují i alternativní pelety.

Ještě starší než dřevní, jsou **pelety rostlinné**. Technologie výroby dřevní pelety vznikla právě úpravou technologie výroby granulovaných krmiv. Nevýhodou spalování je vyšší podíl dusíku a chloru, díky tomu vzniká ve spalínách větší koncentrace oxidů dusíku a chlorovodíků. Důsledkem toho je větší podíl popelovin, jejich zásaditost a větší spékavost popela.

Papírové pelety jsou vyráběny především z odpadu tiskáren a obchodů. Nevýhodou je velké množství popela a s tím související větší nároky na kvalitu kotle, který popel dokáže rozbít a odstranit, aby nedošlo k zalepení hořáku.

Černé pelety jsou relativně novinkou mezi alternativními peletami. Vyrábí se pražením těžce spalitelné rostlinné biomasy při teplotách 200 – 300 °C. U těchto pelet byla zjištěna vyšší

výhřevnost 20 – 23 MJ/kg. Díky vyšší výhřevnosti je to možná alternativa pro velké uhelné elektrárny.

Jako poslední prvek alternativních pelet bych představil skupinu **směsných pelet**, která je výsledkem kombinace více spalitelných materiálů pro peletaci. Výzkumy prokazují, že by mohla být výhodná kombinace uhlénohého prachu a rostlinné biomasy nebo čistírenských kalů a dřevní biomasy. Vhodnou kombinací se eliminují nevýhody spalování samostatných paliv, avšak je nutné dořešit ještě řadu legislativních a technických problémů.

A.2.1. Výroba dřevních pelet

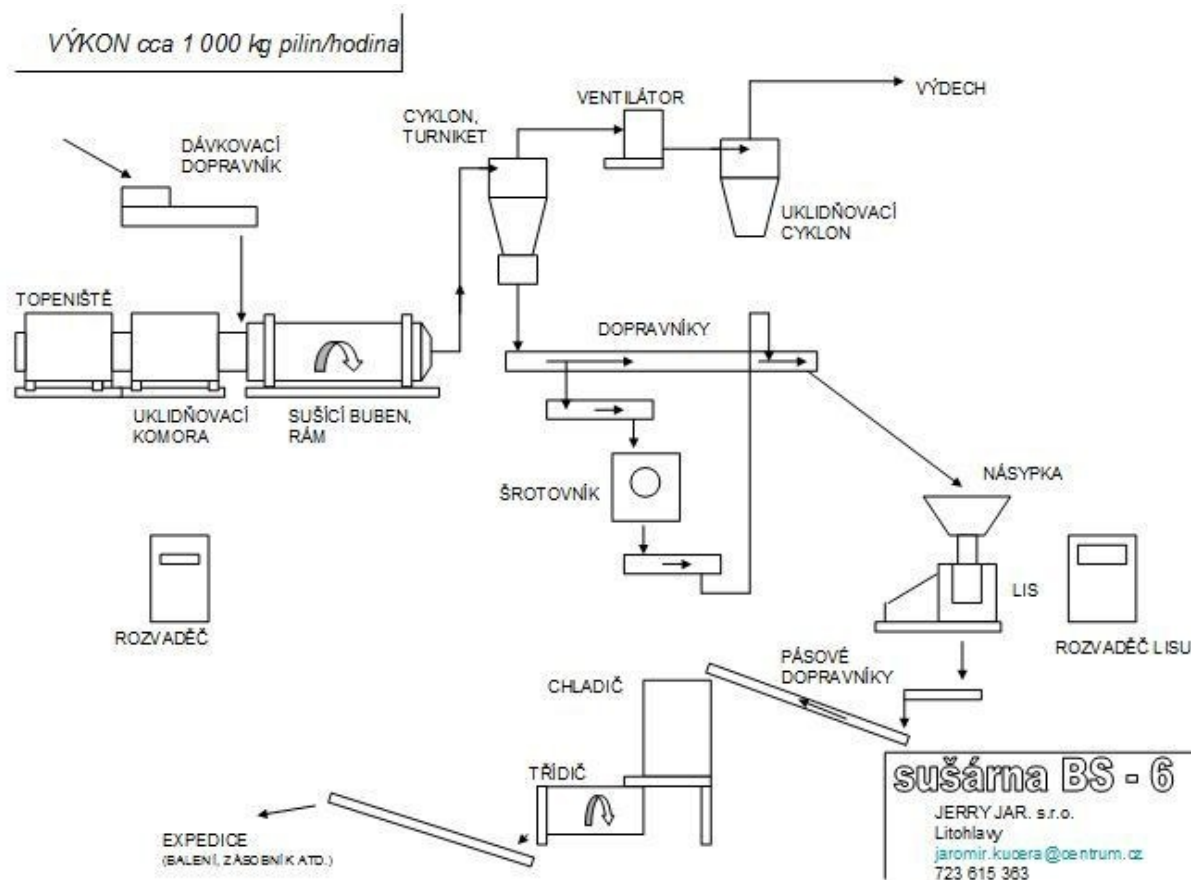
Pelety vznikají slisováním dřevního odpadu a dřevních zbytků z lesní těžby. Dřevní odpad lze také nazvat jako vedlejší výrobky dřevozpracujícího průmyslu a jedná se především o piliny, hobliny, odřezky a obrusný prach, které vznikají ve velkém množství.

Samotný proces peletování byl převzat z krmivářského průmyslu, jak již bylo výše zmíněno. Klíčovými látkami, které zajišťují soudržnost, jsou lignin – také nazývaný dřevovina a pryskyřice ve dřevě. Někdy se přidávají pomocné látky jako melasa nebo škrob v množství 1-2 %.

Technologický postup výroby pelet

1. **Sušení:** Obvykle má dřevní odpad 40 – 60 % podíl vlhkosti. Sušení jej snižuje na potřebných 10 – 15 %. Tato fáze je energeticky a tím pádem i ekonomicky nejnáročnější. Náklady na sušení lze výrazně snížit rekuperací tepla z odpařené vody. Levnější technologii sušení představují **bubnové sušárny**. Základem je rotující buben, ve kterém je surovina postupně vysušována. Při této technologii vzniká nebezpečí vysokých teplot (nad 200 °C), což by znamenalo ztrátu výhřevnosti sušené suroviny. **Pásové sušárny** jsou modernější a neumožňují degradaci suroviny vysokou teplotou. Princip je založen na pásovém posunu tenké vrstvy pilin komorou, která je profukována horkým vzduchem. Rychlost posunu je řízena podle výsledné vlhkosti pilin na výstupu.
2. **Drcení** je potřeba k tomu, aby se docílilo homogenní, stejnozrné, jemné směsi. Pro běžné pelety o průměru 6 – 8 mm je požadováno rozdrcení směsi na maximální rozměr 3,5mm.
3. **Vlhčení:** při vysušení byla dřevní hmota zbavena své celkové vlhkosti. V této fázi je vlhčena pouze povrchově. Tím se dosáhne lepšího spojení při lisování a lepší prostupnosti při protlačování maticí a tím menší energetické náročnosti.
4. **Lisování:** Peleta vzniká na protlačovacím maticovém lise. **Deskové granulátory** jsou vhodné pro linky menších výkonů, proto jsou u nás více využívány. Základem je pevně uložená plochá kruhová matrice s kanálky, do kterých je vtačována směs rotujícími rolnami. Výkonnějším, ale konstrukčně náročnějším typem je **prstencový granulátor**. V lisu je vertikálně uložena rotující prstencová matrice, díky které je surovina vtačována pod rolnu, které zatlačují surovinu do kanálků.
5. **Chlazení:** Při lisování se protlačovaná surovina zahřeje na teplotu 90 – 120 °C. Jejím prudkým zchlazením na teplotu cca 40 °C je dosaženo vysoké pevnosti a odolnosti proti odrolu.
6. **Separace:** Na vibračním síti je od pelet oddělován odrol, který putuje zpět do výrobního procesu.

7. **Skladování:** Vyrobené pelety je nutné bezpečně uskladnit. Dále se pak dle potřeby balí do plastových pytlů po 15 kg, textilních big-bagů o hmotnosti 700 - 1200 kg, případně se volně ložené dopravují přímo ke konečnému odběrateli.



Obr. 2) Schéma peletovací linky [10]

A.2.2. Vlastnosti

Od roku 2010 se výroba pelet řídí novou evropskou normou ČSN EN 14961-2 *Tuhá biopaliva – Specifikace a třídy paliv – Část 2: Dřevní pelety pro maloodběratele*. Tato norma nahradila dřívější národní normu německou DIN 51731 a rakouskou ÖNORM M 7135, které v podstatě byly normami evropskými. Podle této nové evropské normy se pelety dělí do tří tříd: A1, A2, B.

Pelety **kategorie A1** jsou obchodně označovány, jako pelety prémium. Jsou vyrobeny pouze z čisté dřevní hmoty a chemicky neošetřených dřevních zbytků. Jsou vhodné pro malé spalovací zdroje, protože jejich spálením vzniká minimální množství jemného popela, který se navíc nespéká.

Do **kategorie A2** spadají tmavší katrové pelety vyrobené z celých stromů včetně větví, kůry, jehličí a listů. Při jejich spalování vzniká více popela, který se na roštu napéká a proto nejsou vhodné pro všechny typy hořáků.

Pelety **kategorie B** jsou vyrobené z jakékoliv dřevní biomasy i z chemicky upraveného dřeva. Nesmí ovšem obsahovat těžké kovy a halogenované organické sloučeniny. Díky velké spékavosti popela lze tyto pelety spalovat pouze ve speciálních hořácích.

Tabulka 2. Dělení pelet do tříd podle jejich vlastností. [8]

Třída	A1	A2	B
Průměr [mm]	6 nebo 8 mm (s tolerancí 1 mm)		
Délka [mm]	3,15 až 40 (1% max. do délky 45 mm)		
Sypná hmotnost [kg/m ³]	≥ 600		
Výhřevnost [MJ/kg]	16,5 – 19	16,3 – 19	16,0 – 19
Obsah vody [%]	≤ 10		
Jemné částice [%]	≤ 1		
Mech. odolnost [%]	≤ 97,5		≤ 96,5
Příisady [%]	≤ 2		
Popel [%]	≤ 0,7	≤ 1,5	≤ 3,0
Tepl. def. pop. [°C]	≥ 1200	≥ 1100	
Chlor Cl [%]	≤ 0,02		≤ 0,03
Síra S [%]	≤ 0,03		≤ 0,04
Dusík N [%]	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1,0

Rozměry

Rozměry pelet jsou důležité hlavně pro způsob dopravy a skladování a pro volbu vhodného spalovacího zdroje. Obecně platí, že čím menší je spalovací zdroj, tím menší jsou potřeba pelety. Průměr pelet je dán průměrem kanálků v lisovací matrici. Délka pelet je dána nastavením nožů, které odřezávají výlisky za matricí.

Obsah vody

Každé biopalivo se skládá ze tří základních částí, které lze vyjádřit vztahem

$$h + A + w = 1$$

h..... hmotnostní podíl hořlaviny

A..... hmotnostní podíl popelovin

w..... hmotnostní podíl vody

Správně vyrobená peleta má obsah vody do 10 % její hmotnosti. Tato skutečnost se dá lehce ověřit tím, že peletu vhodíme do vody. Její hustota by měla být vyšší než 1100 kg/m³ a tím pádem by neměla plavat ani hned bobtnat a rozpadat se.

Obsah popela

Popeloviny jsou nehořlavé minerální složky, které snižují výhřevnost paliva. Jeho mineralogické složení je však důležité pro proces hoření a indikuje, zda se bude na roštu tvořit struska. Struska vzniká, pokud je teplota tavení popela nižší, než teplota hoření. Popel je tuhý minerální zbytek, který vznikne celkovým spálením paliva. Obsah popela v peletě je závislý na složení suroviny, ze které byla vyrobena. Čistá dřevní hmota má obsah popelovin cca 0,3 – 0,5 %, kůra cca 3 %, zbytky po těžbě s jehličím a listím až 5 %. Pokud je A > 1,5 %, hrozí v malých topeništích napékání popela a ucpání trysek s primárním spalovacím vzduchem.

Mechanická odolnost

Mechanická odolnost udává schopnost pelety odolávat všem procesům dopravy z výrobní linky až k zákazníkovi. Nejvíce jsou pelety namáhány, mají-li se z výrobní linky nafoukat do cisterny a z ní poté do skladu u kotelny a z kotelny do kotle. Mechanická odolnost se testuje ve speciálním bubnu, do kterého se vloží 0,5 kg prosátých pelet a po dobu 10 min se otáčí rychlostí 50 ot/min. Poté se pelety prosejí na sítu s oky o průměru 3,15 mm. Podíl pelet na sítu a pelet z původního vzorku udává mechanickou odolnost. Otěr vyjadřuje podíl pelet, které sítem propadly a pelet z původního vzorku.

Sypná hmotnost

Kvalitně vyrobená peleta dosahuje sypné hmotnosti okolo 650 kg/m^3 . Je to hmotnost volně sypaného kubického metru pelet. Tato vlastnost společně s výhřevností definuje hustotu naakumulované energie v peletě.

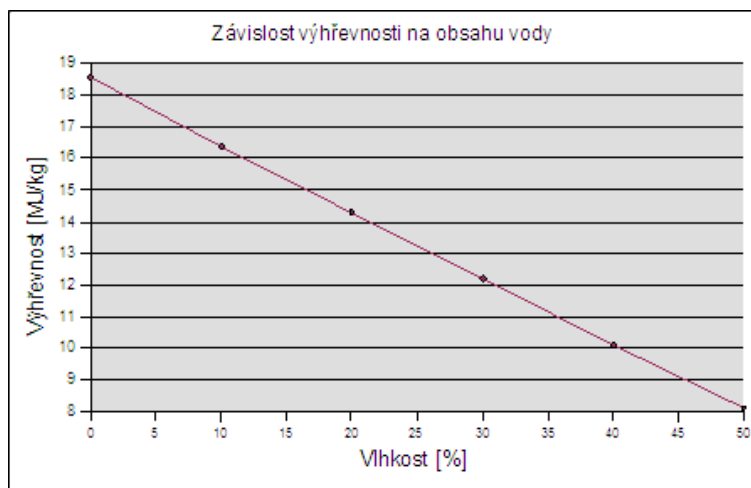
Výhřevnost

Aby palivo mohlo hořet, musí obsahovat kromě výše popsaných popelovin a vody také hořlavé látky. U dřevní biomasy jsou aktivními hořlavými látkami uhlík, sira a vodík. Protože je hoření exotermická reakce, dojde jejich spálením k uvolnění **reakční energie**. Kromě aktivních hořlavých látek je v biomase také zastoupena skupina pasivních hořlavých látek, které snižují výhřevnost paliva. Jsou to kyslík a dusík. Kyslík tím, že na sebe váže vodík a částečně uhlík. Dusík se hoření neúčastní a tím snižuje podíl ostatních prvků v palivu.

Během spalování vznikají reakční zplodiny, jejichž součástí je i vodní pára. Pokud tyto ochladíme pod kritickou teplotu, dojde ke kondenzaci vodní páry a tím k uvolnění **energie výparného tepla**.

Laboratorně lze měřit tzv. **spalné teplo Q_s** , které se uvolní dokonalým spálením paliva. Tato energie, která je vztažena na jednotku hmotnosti paliva zahrnuje reakční energii i energii výparného tepla.

Výhřevnost paliva Q_i je teplo, které se uvolní dokonalým spalováním za předpokladu, že všechny plynné látky obsažené ve spalínách zůstanou v plynném skupenství a nezkondenzují. Výhřevnost paliva je tedy nižší než spalné teplo o výparné teplo vody. Absolutní kalorickou hodnotu paliva bez započtení energie potřebné na odpaření vlhkosti definujeme jako výhřevnost suchého vzorku. Pokud bereme v úvahu vlhkost vzorku a zahrneme teplo potřebné k jejímu odpaření při spalování, mluvíme o výhřevnosti vzorku v původním stavu. S rostoucí vlhkostí paliva výrazně klesá jeho výhřevnost.



Obr. 3) Graf závislosti výhřevnosti biomasy na obsahu vody [11]

Obecně se dá výhřevnost pevných látek spočítat z hmotnostního podílu zastoupených látek podle vztahu:

$$Q_i^r = 34,75 \cdot C^r + 95,3 \cdot H^r - 10,9 \cdot (O^r - S^r) - 2,5 \cdot W^r \quad [MJ/kg]$$

Kde

$C^r = C^{daf} \cdot (1 - A^r - W^r)$ C... uhlík

$H^r = H^{daf} \cdot (1 - A^r - W^r)$ H... vodík

$O^r = O^{daf} \cdot (1 - A^r - W^r)$ O... kyslík

$S^r = S^{daf} \cdot (1 - A^r - W^r)$ S... síra

$A^r = A^d \cdot (1 - W^r)$

X^r ...původní stav (real)

X^d ...suchý stav bez vody (dry)

X^{daf} ...stav bez vody a popela (jen hořlavina) (dry-ashfree)

A^d ...popel v sušině

Spalné teplo se vypočte ze vztahu:

$$Q_S^r = Q_i^r + 2453 \cdot (W^r + 8,94 \cdot H^r)$$

Obsah chloru

Spalováním biomasy s vysokým obsahem chloru v zastaralých kotlích může docházet k tvorbě dioxinů. Druhé nebezpečí se týká korozivních účinků chlorovodíků a chloridů, jejichž výsledkem je degradace kotlového tělesa. V běžné dřevní biomase je obsah chloru minimální, u pelet z rostlinné biomasy však může být obsaženo i přes 1% chloru.

Obsah síry

Spalováním síry vznikají škodlivé oxidy SO_2 , které mají špatný vliv na životní prostředí. V běžném dřevě, které není kontaminováno, je obsah síry malý a problémy s emisemi SO_2 nenastávají.

Obsah dusíku

Nejškodlivějšími produkty spalování tuhých paliv jsou oxidy dusíku, souhrnně označované jako NO_x . NO_2 je vysoce jedovatý a způsobuje kyselé deště. Jako u výše zmíněných prvků, i u dusíku platí, že je jeho koncentrace ve dřevní biomase malá, ale významných hodnot může dosáhnout u pelet vyrobených z chemicky ošetřeného dřeva, dřevotřísky s obsahem různých lepidel a rostlinné biomasy, zvláště pokud byla na poli hnojena dusíkatými hnojivy.

A.2.3. Doprava

Při expedici z výrobní linky je možné pelety exportovat pro dva základní typy konečných odběratelů. Jedni mají kotel, který musí osobně obsluhovat a ručně přikládat palivo, druzí více využívají výhody pelet a mají kotelnu zařízenou na automatickou dopravu paliva.

Pro ruční dopravu paliva se pelety balí do plastových pytlů o hmotnosti cca 15 kg a převážejí se na paletách. Výhodou jsou nízké počáteční investice při zařizování kotelny. Relativní nevýhodou tohoto systému je závislost na obsluze a fyzická náročnost při dopravě paliva ze skladu do kotle. Z tohoto důvodu je výhodné, aby sklad paliva byl co nejblíže kotli. Kromě PE pytlů je možné pelety dopravit v tkaninovém pytli zvaném Big-Bag o hmotnosti 700–1200 kg.

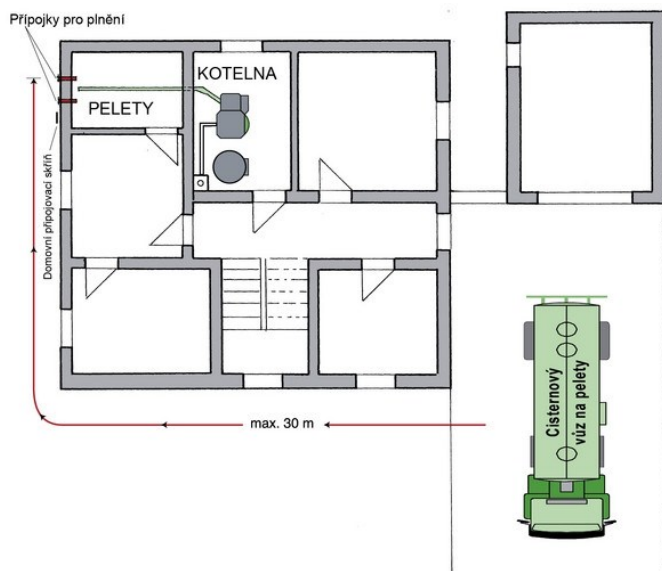


Obr. 4) Doprava pelet na paletách [12]



Obr. 5) Big-Bag [13]

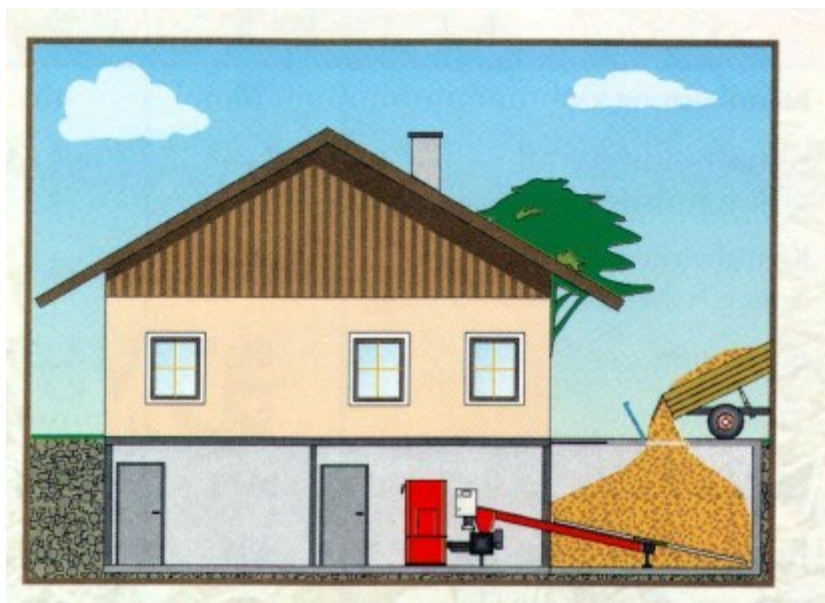
Nejkomfortnější, ale zároveň nejnáročnějším způsobem z pohledu počátečních investic je doprava cisternou a následné nafoukání pelet do velkoobjemového tkaninového zásobníku nebo do skladu, který je stavebně upraven pro volné skladování pelet a jejich následnou automatickou dopravu. Výhodou tohoto systému je možnost zajistit si palivo na celou topnou sezónu v letních měsících za výhodnější cenu, výrazné omezení obsluhy kotle při jeho provozu, zvýšení tepelné pohody v objektu, který není vystaven střídavému ohřátí a vychladnutí. Pro bezproblémové doplňování skladu je vhodné, aby sklad sousedil s obvodovou stěnou objektu a byl umožněn dostatečný přístup ke speciálním plnicím nátrubkům zvenčí objektu. Tím je zajištěno jednak větrání skladu, ale také možnost doplnění skladu nezávisle na přítomnosti majitele. Plnicí přípojky musí být nejdále 30 m od příjezdové cesty k domu, kam dosáhne flexibilní hadice cisterny.



Obr. 6) Doprava pelet z cisterny do skladu [14]

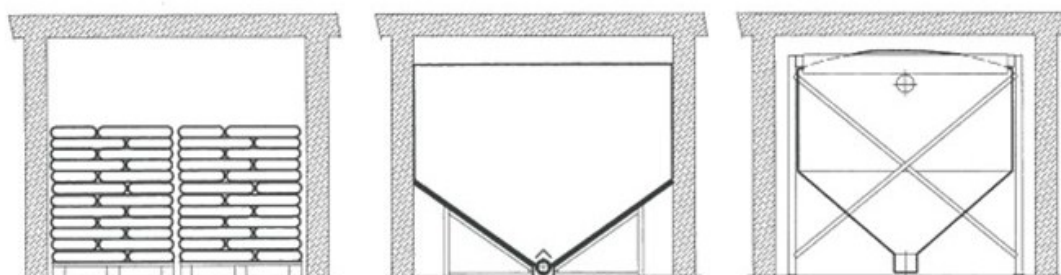


Obr. 7) Plnicí přípojky [14]



Obr. 8) Alternativou k dopravě volně ložených pelet do domácího skladu může být i přeprava po vlastní ose [15]

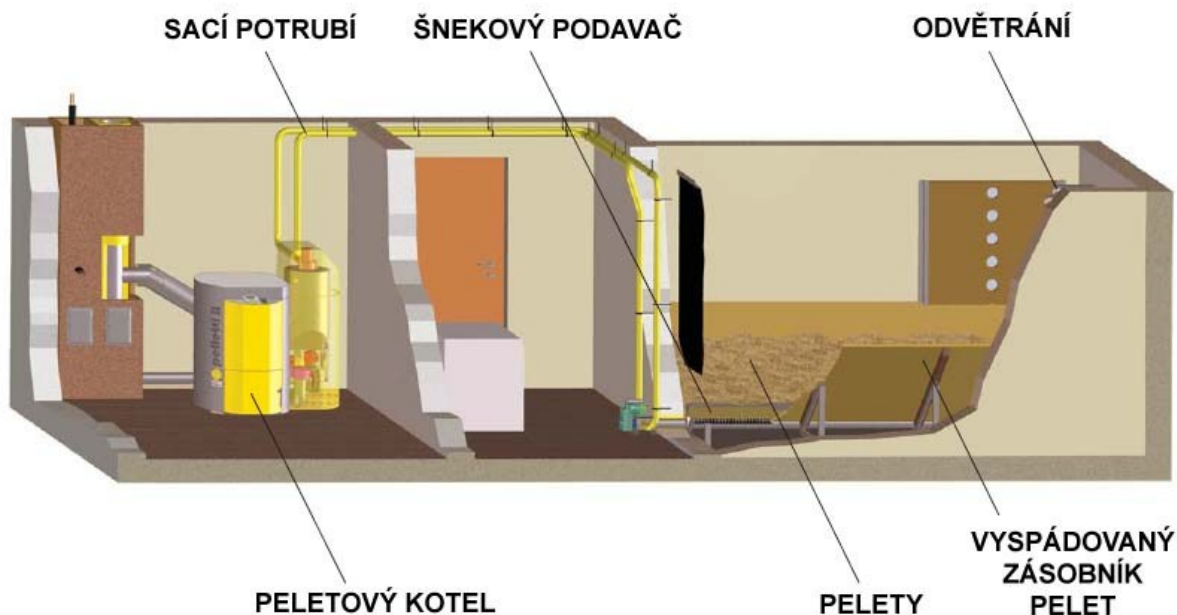
A.2.4. Skladování



Obr. 9) Typy uskladnění pelet [14]

Na výše uvedeném obrázku jsou znázorněny tři základní typy uskladnění pelet. Vlevo je varianta uskladnění v plastových pytlích na paletách, uprostřed je sklad pelet stavebně upraven falešnou podlahou, která se ve spádu cca 40°. Uprostřed místnosti je osazen sběrný žlab se šnekovým dopravníkem nebo sběrná hubice pneumatického dopravníku (tzv. krtek). Vpravo je znázorněn velkoobjemový textilní vak v kovovém rámu. Tato varianta je ekonomicky nejnáročnější, ale není podmíněna žádnými stavebními úpravami kotelný nebo skladu. Ze skladu se pelety dopravují automatickými dopravníky přímo do kotle, který je vybavený vestavěným zásobníkem nebo do samostatného zásobníku o objemu převážně v rozsahu 250 – 1000l.

Automatické dopravníky mohou být pneumatické nebo mechanické (šnekové). **Pneumatický dopravník** se používá na větší dopravní vzdálenosti (15 – 25 m) např. v případě, kdy sklad pelet přímo nesousedí s kotelnou. Jeho využití je flexibilnější s minimálními nároky na vedení potrubí, je to však vykoupeno vyšší pořizovací cenou. **Šnekové dopravníky** jsou hojně využívány především pro dopravu paliva na kratší vzdálenosti, kdy je sklad pelet v těsné blízkosti kotelný.



Obr. 10) Příklad kombinace šnekového a pneumatického dopravníku [14]

A.2.5. Spalovací zařízení na pelety

Peletová kamna

Pro vytápění jednotlivých místností, celých bytů nebo nízkoenergetických rodinných domů je možné použít kamna na pelety. Předávání tepla probíhá sáláním a konvekcí do vzduchu. Pokud jsou kamna vybavena přídatným výměníkem na spalínách, mohou kamna předávat teplo do systému ústředního vytápění nebo ohřívat TV. Tepelný výkon kamen se většinou pohybuje do cca 10 kW.



Obr. 11) Kamna na pelety [17]

Kotle na pelety

Topný výkon se pro rodinné domy běžně pohybuje cca od 10 kW do 30 kW, ale mohou být až do 600 kW pro vytápění velkých objektů. Do otopné soustavy dodávají teplo pomocí výměníku umístěného na spalínách. Tyto kotle jsou většinou automaticky regulované pomocí venkovní a požadované vnitřní teploty v rozsahu 30 – 100 % výkonu. Kotle jsou na rozdíl od kamen opatřeny tepelnou izolací, aby bylo zabráněno přenosu tepla sáláním do prostoru kotelny.

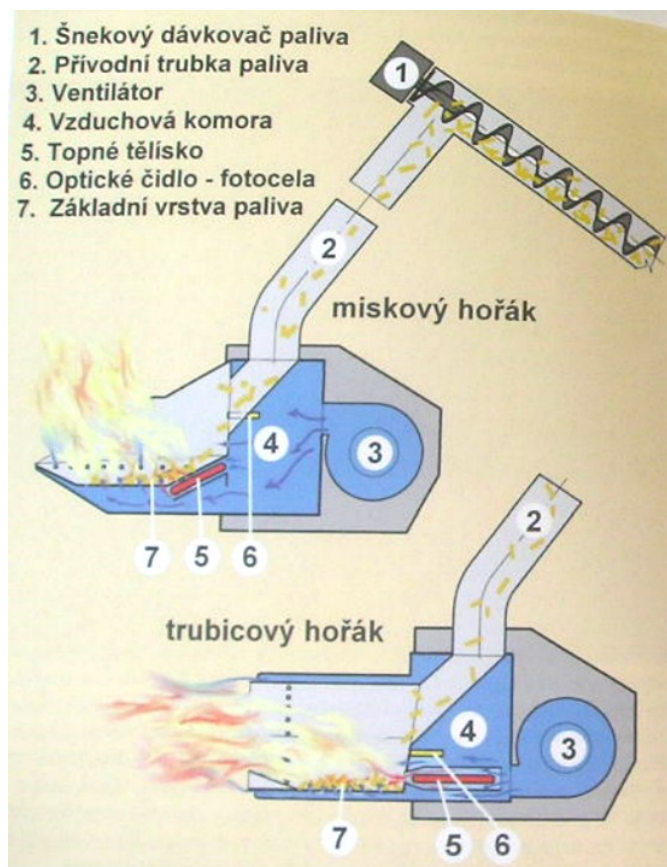
Peletové hořáky

Dalo by se říci, že hořák je srdcem kotle. S vývojem posledních let došlo k velkému rozmachu i v této oblasti. Na trhu se pohybuje velká škála peletových hořáků různých konstrukcí. Jejich členění je provedeno v normě ČSN EN 15270 - Hořáky spalující pelety pro kotle malých výkonů - Definice, požadavky, zkoušení, značení [9]. Dle této normy dělíme hořáky podle způsobu řízení na dvoupolohové, spojitě nebo víceúrovňové, podle prostředků zapalování na ruční nebo automatické (elektrické, horkovzdušné...), vnějšího nebo vnitřního zásobníku paliva, tvaru spalovací komory, monoblokového či jiného typu.

Každý hořák se vždy nachází v jednom ze 4 provozních stavů. **Stav vypnuto** nastává, pokud je kotel odstaven z provozu a hořák je zcela vypnutý. V hořáku není vytvořena žádná základní vrstva paliva. V **režimu zapalování** se na hořáku vytváří základní vrstva paliva tím, že se minimální množství paliva zapálí. Je zapnuta regulace hořáku, která řídí přísun paliva do hořáku. Při ručním zapálení obsluha dodá do hořáku dostatečné množství paliva a pomocí tuhého podpalovače nebo třísek provede podpal. Jakmile vznikne na roštu základní vrstva nahořelých pelet, obsluha přepne regulaci do provozního režimu. Nesmí se stát, že by kotel během pohotovostního režimu vyhasl, proto musí být udržována minimální základní vrstva paliva. Proces automatického zapálení nejčastěji obstarává elektrické topné těleso, které ohřívá zápalný vzduch alespoň na 500 °C. Takto ohřátý vzduch je vháněn na zapalovanou vrstvu pelet. Konec procesu zapalování signalizuje regulaci fotocela, která zaregistruje plamen. **Stádium provozu** volně navazuje na režim zapalování, kdy je regulací řízen přísun paliva a spalovacího vzduchu a na roštu se neustále obměňuje základní vrstva paliva. Do **pohotovostního režimu** se hořák dostane, pokud není momentálně požadován odběr tepla. Základní vrstva paliva může úplně vyhořet nebo se udržovat na minimální úrovni do doby, než regulace opět dostane signál k obnovení provozu a dodávce tepla do otopné soustavy.

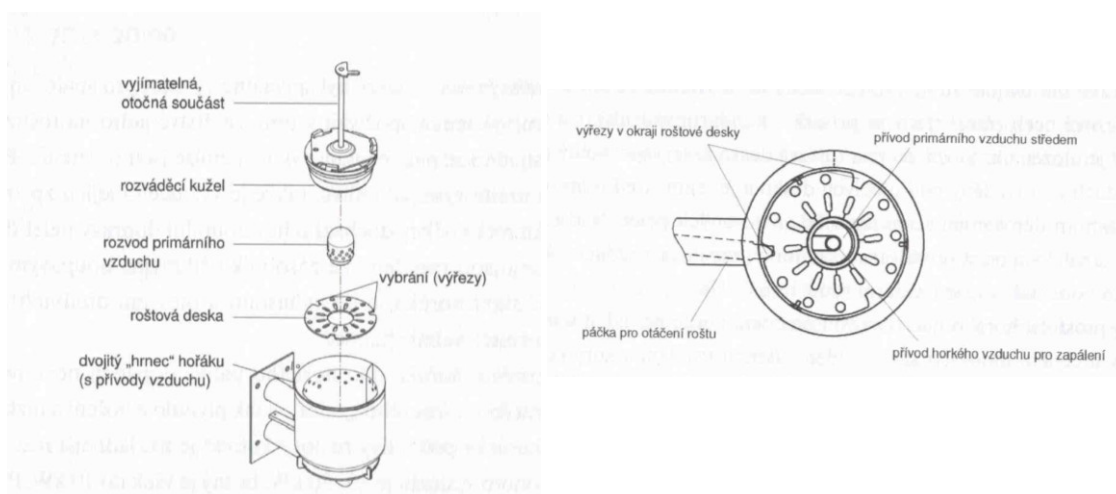
Miskový hořák je asi nejrozšířenějším typem hořáků. Do spalovací komory, která má tvar misky, přepadávají pelety ze šnekového dopravníku. Dno tvoří rošt, ve kterém jsou otvory pro přívod primárního vzduchu. V bočních stěnách jsou otvory pro přívod sekundárního vzduchu. Pod rostem je umístěno topné těleso pro zapalování. Toto těleso obtéká při zapalování vzduch, který se ohřívá. **Válcový hořák** je svojí konstrukcí podobný miskovému. Spalovací komora má tvar válce, v jehož ústí se do plamene přimíchává sekundární vzduch.

Výše popsané typy hořáků jsou náročné na kvalitu pelet, které chceme spalovat. Vzniklý popel se nemůže napékat, ale musí být odfouknut primárním vzduchem ze spalovací komory. Proto je nutné používat pouze pelety třídy A1.



Obr. 12) schéma miskového a trubicového hořáku [19]

Hrncový hořák bezpečně umí také spalovat pouze pelety třídy A1 a byl speciálně vyvinut pro spalování pelet v topeništích s malým výkonem. Hrncový hořák má dvojité stěny a dno tvoří otočná kruhová roštová deska. Primární vzduch je přiváděn pod roštovou desku a jejím středem pak děrovaným komínkem do spalovaných pelet. Nad roštovou desku je při zátoku přiváděn horký zapalovací vzduch. Pelety se přivádějí samospádem v určeném intervalu a množství. Popel propadáá otvory v roštu díky jeho otáčení do popelníku. Sekundární vzduch se přivádí otvory v horní části dvojitého pláště hořáku.



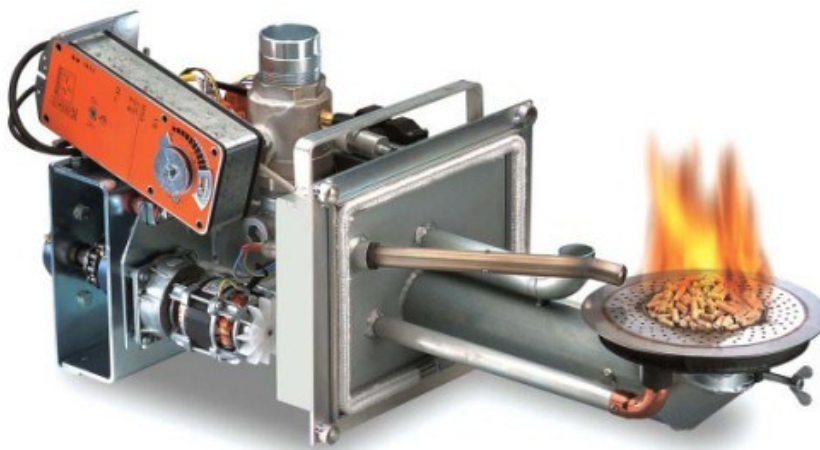
Obr. 13) schéma hrncového hořáku [20]

Retortové hořáky se vyvinuly během průmyslové revoluce, kdy byly používány pro vytápění parních kotlů v lokomotivách. Dá se v těchto hořácích spalovat pevné palivo se zrnitostí do 25 mm, nejen pelety všeho druhu, ale i hrášek nebo uhlí. Palivo je horizontálně dopravováno šnekovým dopravníkem do retorty, kde je vertikálně vytlačováno do spalovací části hořáku. Palivo se postupným přibližováním hořící vrstvy zahřívá a ve zplyňovací vrstvě se z něho začínají uvolňovat prchavé hořlaviny, které se po smíchání se spalovacím vzduchem v dohořivací zóně zapálí. Vyhořelé palivo je vytlačeno novým palivem na kruhový rošt nad retortou.



Obr. 14) schéma retortového hořáku [21]

Podobným typem retortovému hořáku je **hořák se spodním přívodem paliva s odhořivacím talířkem**. Odlišuje se tím, že spalovací vzduch prochází základní vrstvou paliva, která se nevytváří pouze v části nad "retortou", ale na celé ploše kruhového roštu. Tím, že pelety hoří na talířku, se částečně eliminuje jejich prohořívání do násypky. Přehřátý zapalovací vzduch se do paliva vhání samostatnou trubicí nad roštem. Tento typ hořáku byl vyroben původně pro spalování dřevní štěpky ve větších kotlích, proto se hodí i pro spalování pelet v kotlích o výkonu větším než 30 kW. Výhodou je rovnoměrné odhořívání přiváděného paliva a automatický propad popela do popelníku bez jakékoliv mechanizace.



Obr. 15) schéma hořáku se spodním přívodem paliva [22]

A.2.6. Závěr

Podle [16] se předpokládá celosvětový růst výroby i spotřeby dřevních pelet. Celosvětový objem trhu s dřevními peletami v roce 2010 činil cca 16 mil. tun za rok, z čehož 13 mil. tun za rok se spotřebuje v Západní Evropě. V roce 2020 se očekává jeho nárůst až na 46 mil. tun za rok. Panuje zde ale velká nejistota, protože růst spotřeby je z velké části ovlivněn dotačními tituly, tedy je závislý na politických rozhodnutích. Zajímavě může do vývoje také promluvit růst cen paliv. Pozitivně se na růst spotřeby biopaliv obecně může projevit stále se zvyšující ceny paliv fosilních. Dá se však také očekávat, že s rostoucí poptávkou po dřevní biomase bude růst i její cena z důvodu zvyšující se spotřeby dřevní štěpky ve velkých výtopnách. Na pokrytí její potřeby tedy nebude stačit pouze odpad z lesní výroby a bude nutné použít i palivové dřevo. Pokud by výrobci elektrické energie vykoupili palivové dřevo od větších lesních dřezpracujících firem, které je nyní určeno pro domácnosti, mohlo by dojít k jeho nedostatku a nárůstu cen pelet a briket, které ke své výrobě potřebují pouze čisté vytríděné piliny. Tímto by se ještě vícejevily jako výhodné kotle, které dokáží spalovat nejen čisté pelety prémium, ale i ostatní alternativní pelety a sypká paliva (např. obilí). Jsem přesvědčen o tom, že s rostoucí spotřebou pelet se budou také vyvíjet nové technologie výroby i spalování a tím dojde k ještě většímu rozmachu využití obnovitelných zdrojů energie.

B. Výpočtová část

B.1. Analýza objektu

Předmětem řešení této bakalářské práce je dvoupodlažní částečně podsklepený objekt, který je využíván jako centrum volného času. Hlavní část objektu je zastřešena sedlovou střechou. Vstupní halu zastřešuje konstrukce střechy ploché. Obvodové zdivo je tvořeno z keramických bloků HELUZ 44, které je z vnější strany opatřeno 10 mm tepelné izolace. Střešní konstrukce je zateplena min. 23 mm tepelné izolace. Podlaha na zemině je zateplena 10 mm tepelné izolace.

Řešený dům se nachází v klimatické oblasti II. s výpočtovou venkovní teplotou $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nadmořská výška je 435 m.n.m. Průměrná teplota v otopném období je $2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Časová obsazenost objektu předpokládá provoz každý den včetně víkendů od 8 do 18 hod. Vytápění je řešeno teplovodní otopnou soustavou s nuceným oběhem vody a spádem $70/55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jako zdroj tepla je použit kotel na pelety v zapojení s akumulací nádrží, který je umístěn v kotelně v 1.PP. Jako otopné plochy budou navržena desková otopná tělesa. Příprava teplé vody je navržena v kombinovaném zásobníkovém ohříváči. Tento bude v topné sezóně nabíjen pomocí peletového kotle. V době mimo topnou sezónu bude kotelná odstavena z provozu a zásobník TV bude ohříván pomocí elektrické energie.

Projekt je řešen ve dvou variantách:

Varianta 1. Přirozené větrání

Varianta 2. Nucené větrání

B.1.1. Skladby konstrukcí

Kódy		Popis	d	λ	R	U _k
Stavební část	Materiál		m	W/m.K	m ² .K/W	W/m ² .K
1	Tepelně izolovaná vnější stěna					
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)				0,13
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01	
	A.1.7.6.3.	TI	0,1	0,038	2,63	
		zdivo HELUZ 44	0,44	0,095	4,63	
	A.1.5.2.	omítka vápenocement.	0,01	0,99	0,01	
		Odpor při přestupu tepla na vnější straně (vodorovný tepelný tok)				0,04
	Celková tloušťka a U _k		0,56		7,45	0,13
2	Podlaha na zemině					
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)				0,17
	A.2.3.	dlažba	0,008	1,01	0,01	
	A.1.1.1.1.	beton. Mazanina	0,069	1,23	0,06	
	A.1.17.1.	lepenka	0,004	0,2	0,02	
	A.1.8.4.1.	TI - steprock HD	0,1	0,039	2,56	
	A.1.17.3.	HI	0,004	0,2	0,04	
	Celková tloušťka a U _k		0,185		2,86	0,35
		B	7,91	U _{equiv,k}	0,21	
3	Stěna obvodová přilehlá k zemině					
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)				0,13
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01	
		betonové tvárnice	0,3	0,9	0,33	
	A.1.7.2.	TI	0,1	0,034	2,94	
	A.1.5.2.	omítka vápenocement.	0,01	0,99	0,01	
	Celková tloušťka a U _k		0,42		3,43	0,29
		z	3	U _{equiv,bw}	0,19	
4	Střecha sedlová					
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)				0,10
	A.1.11.2.	SDK	0,0125	0,22	0,06	
		vzduch	0,02	0,044	0,45	
	A.1.8.4.1.	TI	0,1	0,04	2,50	
	A.1.8.4.1.	TI mezi krokvemi	0,16	0,048	3,33	
	Odpor při přestupu tepla na vnější straně (vodorovný tepelný tok)				0,04	
Celková tloušťka a U _k		0,29		6,48	0,15	
5	Střecha plochá					
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)				0,10
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01	
	A.1.1.2.1	ŽB strop	0,15	1,43	0,10	
	A.1.7.6.3.	TI - EPS S	0,18	0,038	4,74	
	A.1.7.6.3.	TI ve spádu	0,05	0,038	1,32	
	Odpor při přestupu tepla na vnější straně (vodorovný tepelný tok)				0,04	
Celková tloušťka a U _k		0,39		6,31	0,16	
6	Strop do nevytápěného prostoru					
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)				0,17
	A.1.A.2.1	vlysy	0,01	0,2	0,05	
	A.1.1.1.1.	beton. Mazanina	0,05	1,23	0,04	
	A.1.7.6.3.	TI	0,1	0,038	2,63	
	A.1.1.2.1	ŽB strop	0,15	1,43	0,10	
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01	
	Odpor při přestupu tepla na vnější straně (vodorovný tepelný tok)				0,17	
Celková tloušťka a U _k		0,32		3,18	0,31	

7	Stěna vnitřní tl.300 mm				
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01
		zdivo HELUZ 30	0,3	0,1275	2,35
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13
Celková tloušťka a U _k		0,32		2,64	0,38
8	příčka vnitřní tl. 150 mm				
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01
		zdivo HELUZ 14	0,14	0,264	0,53
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13
Celková tloušťka a U _k		0,16		0,81	1,23
9	příčka vnitřní tl. 100 mm				
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01
		zdivo HELUZ 8	0,08	0,275	0,29
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13
Celková tloušťka a U _k		0,1		0,57	1,74
10	Stěna vnitřní do výtahu				
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01
		zdivo HELUZ 30	0,3	0,1275	2,35
		zdivo HELUZ 14	0,14	0,264	0,53
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01
	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (vodorovný tepelný tok)			0,13	
Celková tloušťka a U _k		0,46		3,17	0,32
11	Strop nad 1NP				
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,10
	A.1.A.2.1	vlysy	0,01	0,2	0,05
	A.1.1.1.1.	beton. Mazanina	0,05	1,23	0,04
	A.1.7.6.3.	TI	0,05	0,038	1,32
	A.1.1.2.1	ŽB strop	0,15	1,43	0,10
	A.1.5.1.	omítka vápenná	0,01	0,88	0,01
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem nahoru)			0,10
Celková tloušťka a U _k		0,27		1,72	0,58
12	Podlaha na zemině v 1S				
		Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně (tepelný tok směrem dolů)			0,17
	A.1.1.1.1.	beton. Mazanina	0,069	1,23	0,06
	A.1.17.3.	HI	0,004	0,2	0,02
	Celková tloušťka a U _k		0,073		0,25
		B	3,62	U _{equie,k}	0,53

B.1.2. Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 05 40-2:2011

	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U (požadovaná hodnota	b	H _T	A	U	b	H _T
	[m ²]	[W/m ² .K]	[-]		[m ²]	[W/m ² .K]	[-]	
Podlaha na zemině	142,29	0,45	0,57	36,50	142,29	0,21	0,57	16,77
Stěna k zemině	44,98	0,45	0,57	11,54	44,98	0,19	0,57	4,79
Stěna obvodová	296,39	0,30	1,00	88,92	296,39	0,13	1,00	39,76
Střecha sedlová	244,87	0,24	1,00	58,77	244,87	0,15	1,00	37,76
Střecha plochá	20,91	0,24	1,00	5,02	20,91	0,16	1,00	3,31
Strop do nevytápěného prostoru	55,68	0,60	0,57	19,04	55,68	0,31	0,57	9,99
Okna	46,87	1,50	1,00	70,31	46,87	1,20	1,00	56,25
Dveře	2,15	1,70	1,00	3,66	2,15	1,20	1,00	2,58
Dveře	6,26	1,70	1,00	10,64	6,26	1,20	1,00	7,51
Okna střešní	3,28	1,40	1,00	4,59	3,28	1,20	1,00	3,93
celkem	863,68			308,97	863,68		0,00	182,65
Tepelné vazby		0,02		17,27		0,05		43,18
Celková měrná ztráta prostupem tepla				326,24				225,83
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4. a	Požadovaná hodnota		0,38				0,26	
	Doporučená hodnota		0,29					
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,68	B- úsporná			

Přehled ploch obvodových stěn

Orientace	Celková plocha fasády [m ²]	Celková plocha výplní otvorů [m ²]	Plocha stěn po odečtení výplní otvorů [m ²]	Podíl ploch výplní otvorů [%]
JV	118,56	20,63	97,93	17,40
JZ	103,81	0,00	103,81	0,00
SV	87,24	23,79	63,45	27,27
SZ	42,06	10,87	31,19	25,83

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Centrum volného času Lidická 24, 588 02 Svítavy				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_e = 400,4 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
C/ Velmi úsporná A B C D E F G 0,5 0,75 1,0 1,5 2,0 2,5 Mimořádně ne hospodárná				0,68		
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$				$U_{em} = H_T / A$		0,26
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2				$U_{em,N}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$		0,38
Klasifikační ukazatele C_f a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
C_f	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,19	0,28	0,38	0,57	0,78	0,95
Platnost štítku do: 22.2.2022				Datum vystavení štítku: 22.2.2012		
Štítek vypracoval(a):		Pavel Vích				

B.2. Varianta 1. Přirozené větrání

B.2.1. Výpočet tepelného výkonu

Místnost č. 101, 102, 103, 106, 108, 109

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.K.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	e _k	A _k ·U _{kc} ·e _k	
1	Stěna obvodová	37,71	0,13	0,05	0,18	1,00	6,94	
DE	Dveře	4,97	1,20	0,00	1,20	1,00	5,96	
5	Střecha plochá	22,37	0,16	0,05	0,21	1,00	4,66	
O	Okna	7,80	1,20	0,00	1,20	1,00	9,36	
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H _{T,ie} =Σ _k A _k ·U _{kc} ·e _k (W/K)							26,93	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem								
stavební konstrukce								
C.K.	Popis	A _k	U _k	ΔU	U _{kc}	b _U	A _k ·U _{kc} ·b _U	
6	Podlaha do 1S	3,92	0,31	0,05	0,36	0,40	0,57	
							0,00	
							0,00	
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H _{T,iue} =Σ _k A _k ·U _{kc} ·b _U (W/K)							0,57	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
stavební konstrukce								
C.K.	Popis	A _k	U _k	f _{ij}	A _k ·U _k ·F _{ij}			
7	stěna do kanceláře	31,14	0,38	-0,17	-1,97			
DI	dveře do kanceláře	3,15	2,00	-0,17	-1,05			
8	stěna do sprchy	5,69	1,23	-0,30	-2,10			
8	stěna do WC a kuchyňky	14,77	1,23	-0,17	-3,03			
DI	dveře do sprchy	3,35	2,00	-0,30	-2,01			
DI	dveře do WC a kuchyňky	4,73	2,00	-0,17	-1,58			
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. H _{T,ij} =Σ _k A _k ·U _k ·f _{ij} (W/K)							-11,73	
Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A _k	U _{equiv,k}	A _k ·U _{equiv,k}	f _{g1}	f _{g2}	G _w	f _{g1} ·f _{g2} ·G _w
2	Podlaha na zemině	70,40	0,21	14,56	1,45	0,33	1,00	0,48
				0,00				
				0,00				
				0,00				
(Σ _k A _k ·U _{equiv,k})				14,56				
celková měrná tepelná ztráta zeminou H _{T,ig} =(Σ _k A _k ·U _{equiv,k})f _{g1} ·f _{g2} ·G _w (W/K)							7,04	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem H _{Tj} = H _{T,ie} + H _{T,iue} + H _{T,ij} + H _{T,ig}							22,80	
	θ _{int,i}	θ _e	θ _{int,i} - θ _e	H _{T,i}	Návrhová ztráta prostupem φ _{Tj} (w)			
	15	-15	30	22,80	684,04			
Tepelná ztráta větráním								
Objem místnosti V _i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota θ _e	Výpočtová vnitřní teplota θ _{int,i}	θ _{su,i}		Množství přiváděného vzduchu V _{su,i}	Rozdíl množství mezi přiváděním		
210,85	-15	15				360,00		
počet nechráněných otvorů	n ₅₀	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε		Množství vzduchu infiltrace V _{inf,i} (m ³ /h)			
4	4,5	0,05	1,00		94,88			
výpočet tepelných ztrát větráním								
max. z V _{min,i} , V _{inf,i}		H _{v,i}	θ _{int,i} -θ _e		Návrhová tepelná ztráta větráním φ _{v,i} (w)			
360,00		122,40	30		3672,00			

Místnost č. 104
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	16,04	0,13	0,05	0,18	1,00	2,95
0	Okna	5,48	1,20	0,00	1,20	1,00	6,57
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							9,52

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
6	Podlaha do 1S	27,00	0,31	0,05	0,36	0,40	3,94
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							3,94

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
7	stěna na chodbu	19,71	0,38	0,14	1,07		
DI	dveře na chodbu	1,58	2,00	0,14	0,45		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							1,52

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
				0,00				0,00
				0,00				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								14,98
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (w)			
	20	-15	35	14,98	524,30			

Tepelná ztráta větráním

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)
58,32	-15	20	1	58,32
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
2	4,5	0,03	1,00	15,75
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$ a $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (w)
58,32		19,83	35	694,01

Místnost č. 105

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	15,45	0,13	0,05	0,18	1,00	2,85
O	Okna	7,13	1,20	0,00	1,20	1,00	8,55
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							11,40

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
6	Podlaha do 1S	22,10	0,31	0,05	0,36	0,40	3,22
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							3,22

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
7	stěna na chodbu	6,16	0,38	0,14	0,33		
DI	dveře na chodbu	1,58	2,00	0,14	0,45		
11	strop do 2NP	13,88	0,58	0,14	1,15		
10	Stěna do výtahu	4,65	0,32	0,14	0,21		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							2,14

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
				0,00				0,00
				0,00				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								16,76
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (W)			
	20	-15	35	16,76	586,73			

Tepelná ztráta větráním

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)
44,74	-15	20	1	44,739
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
2	4,5	0,03	1,00	12,08
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (W)
44,739		15,21	35	532,39

Místnost č. 107

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	11,94	0,13	0,05	0,18	1,00	2,20
O	Okna	2,63	1,20	0,00	1,20	1,00	3,15
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							5,35

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
9	stěna do haly	19,44	1,74	0,23	7,82		
7	stěna do šatny	8,29	0,38	0,23	0,73		
DI	dveře do haly	1,77	2,00	0,23	0,82		
11	Strop do 2NP	9,95	0,58	0,10	0,59		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							9,95

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
2	Podlaha na zemině	9,95	0,21	2,06	1,45	0,49	1,00	0,71
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,06				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								1,45
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								16,76
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (w)			
	24	-15	39	16,76	653,54			

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
18,58	-15	24	15	80,00	0,23
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
1	4,5	0,02	1,00	3,34	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (w)		
22,04	7,49	39	292,20		

Místnost č. 114

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	6,34	0,13	0,05	0,18	1,00	1,17
DE	Dveře	1,67	1,20	0,00	1,20	1,00	2,01
O	Okna	0,43	1,20	0,00	1,20	1,00	0,51
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							3,69

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	stěna na WC	2,93	1,23	-0,17	-0,60		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-0,60

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
2	Podlaha na zemině	14,33	0,21	2,96	1,45	0,33	1,00	0,48
3	Stěna k zemině	1,87	0,19	0,35				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				3,31				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								1,60
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								4,69
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (w)			
	15	-15	30	4,69	140,64			

Tepelná ztráta větráním

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)
25,30	-15	15	0,5	12,65
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
2	4,5	0,03	1,00	6,83
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (w)
12,65		4,30	30	129,03

Místnost č. 115

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	1,12	0,13	0,05	0,18	1,00	0,21
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,21

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	stěna do koupelny	7,47	1,23	-0,30	-2,76		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-2,76

Tepelné ztráty zeminou

C.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
2	Podlaha na zemině	11,22	0,21	2,32	1,45	0,33	1,00	0,48
3	Stěna k zemině	18,95	0,19	3,54				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				5,86				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								2,83
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								0,28
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (w)			
	15	-15	30	0,28	8,45			

Tepelná ztráta větráním

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)
19,98	-15	15	0,5	9,9875
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
1	4,5	0,02	1,00	3,60
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (w)
9,9875		3,40	30	101,87

Místnost č. 113
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	stěna do skladu	6,81	1,23	0,23	1,93		
8	Stěna k peci	3,15	1,23	0,23	0,89		
8	Stěna do šatny	5,27	1,23	0,23	1,50		
11	Strop do 2.NP	5,42	0,58	0,10	0,32		
DI	dveře do šatny	1,58	2,00	0,23	0,73		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,37

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
2	Podlaha na zemině	6,93	0,21	1,43	1,45	0,49	1,00	0,71
3	Stěna k zemině	5,42	0,19	1,01				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,45				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								1,73
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								7,10
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕT_j (w)			
	24	-15	39	7,10	276,98			

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
13,83	-15	24	15	80	0,23
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
0	4,5	0	1,00	0,00	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}(w)$		
18,69	6,36	39	247,86		

Místnost č. 112
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	Stěna do koupelny	9,96	1,23	-0,11	-1,40		
8	Stěna do šatny	6,01	1,23	0,14	1,06		
DI	Dveře do šatny	1,58	2,00	0,14	0,45		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,11

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
3	Stěna k zemině	7,18	0,19	1,34	1,45	0,43	1	0,62
2	Podlaha na zemině	8,58	0,21	1,77				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				3,12				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								1,94

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							2,04
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (w)		
	20	-15	35	2,04	71,44		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
23,60	-15	20	15	100	0,14
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)	
0	4,5	0	1	0	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (w)		
14,29	4,86	35	170,00		

Místnost č. 111
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot F_{ij}$		
8	Stěna do šatny	7,18	1,23	0,14	1,26		
DI	Dveře do šatny	1,58	2,00	0,14	0,45		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							1,71

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
3	Stěna k zemině	6,01	0,19	1,12	1,45	0,43	1	0,62
2	Podlaha na zemině	7,97	0,21	1,65				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,77				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								1,72

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							3,43
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (w)		
	20	-15	35	3,43	120,15		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
17,18	-15	20	15	100	0,14
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
0	4,5	0	1	0,00	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}(w)$		
14,29	4,86	35	170,00		

Místnost č. 110
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	9,63	0,13	0,05	0,18	1,00	1,77
0	Okna	1,65	1,20	0,00	1,20	1,00	1,98
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							1,98

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot F_{ij}$		
8	Stěna do šatny	3,11	1,23	0,14	0,55		
DI	Dveře do šatny	1,58	2,00	0,14	0,45		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							1,00

Tepelné ztráty zeminou								
C.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
3	Stěna k zemině	6,01	0,19	1,12	1,45	0,43	1	0,62
2	Podlaha na zemině	7,89	0,21	1,63				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,75				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								1,71

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							4,69
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem Φ_{Tj} (W)		
	20	-15	35	4,69	164,09		

Tepelná ztráta větráním

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)
13,40	-15	20	1	13,40
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění ϵ	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
2	4,5	0,03	1	3,618
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)
13,40		4,56	35	159,46

Místnost č. S01
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	11,41	0,13	0,05	0,18	1,00	2,10
DI	Dveře	1,77	1,20	0,00	1,20	1,00	2,13
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							4,23

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot F_{ij}$		
6	strop do 1NP	23,63	0,31	-0,67	-4,96		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-4,96

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
3	Stěna k zemině	27,17	0,19	5,08	1,45	0,05	1	0,07
12	Podlaha na zemině	23,63	0,53	12,59				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				17,67				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								1,22

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							0,49
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (W)		
	7,5	-15	22,5	0,49	11,09		

Tepelná ztráta větráním

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)
53,10	-15	7,5	2	106,20
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)
1	4,5	0,02	1	9,558
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}, V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}(w)$
106,20		36,11	22,5	812,43

Místnost č. 201

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
O	Okna	4,74	1,20	0,00	1,20	1,00	5,69
1	Stěna obvodová	31,22	0,13	0,05	0,18	1,00	5,75
DI	Dveře	2,07	1,20	0,00	1,20	1,00	2,48
4	Střecha sedlová	54,73	0,15	0,05	0,20	1,00	11,18
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							25,09

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot F_{ij}$		
7	stěna do učebny	35,82	0,38	-0,17	-2,26		
DI	dveře do učebny	5,32	2,00	-0,17	-1,77		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-4,04

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
								0,00
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							21,06
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem Φ_{Tj} (W)		
	15	-15	30	21,06	631,71		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			$n(h^{-1})$	$V_{min,i}$ (m ³ /h)
119,20	-15	15	0,5	59,60
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění ϵ	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
3	4,5	0,03	1	32,18
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)
59,60		20,26	30	607,92

Místnost č. 202

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	45,03	0,13	0,05	0,18	1,00	8,29
0	Okna	6,15	1,20	0,00	1,20	1,00	7,38
4	Střecha sedlová	50,47	0,15	0,05	0,20	1,00	10,31
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							25,98

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
7	stěna na galerii	2,21	0,38	0,14	0,12		
DI	dveře chodby	1,77	2,00	0,14	0,51		
11	Strop nad šatnou	3,99	0,58	0,14	0,33		
11	Strop nad koupelnou	6,48	0,58	-0,11	-0,43		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,53

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
								0,00
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							26,51
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem Φ_{Tj} (w)		
	20	-15	35	26,51	927,71		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			$n(h^{-1})$	$V_{min,i}$ (m ³ /h)
105,23	-15	20	2	210,46
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zclonění ϵ	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
4	4,5	0,05	1	47,35
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}(w)$
210,46		71,55	35	2504,42

Místnost č. 203
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
O	Okna	7,09	1,20	0,00	1,20	1,00	8,50
1	Stěna obvodová	39,33	0,13	0,05	0,18	1,00	7,24
Os	Okna střešní	2,18	1,20	0,00	1,20	2,00	5,24
4	Střecha sedlová	27,07	0,15	0,05	0,20	1,00	5,53
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							26,51

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
C.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
7	stěna na galerii	20,46	0,38	0,14	1,11		
DI	dveře na galerii	1,77	2,00	0,14	0,51		
11	Strop nad šatnou	12,77	0,58	0,14	1,06		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							2,67

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
								0,00
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							29,19
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem Φ_{Tj} (W)		
	20	-15	35	29,19	1021,59		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			$n(h^{-1})$	$V_{min,i} (m^3/h)$
139,64	-15	20	2	279,28
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění ϵ	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i} (m^3/h)$
6	4,5	0,05	1	62,84
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)
279,28		94,96	35	3323,46

Místnost č. 204

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
0	Okna	8,41	1,20	0,00	1,20	1,00	10,09
1	Stěna obvodová	41,01	0,13	0,05	0,18	1,00	7,55
4	Střecha sedlová	46,48	0,15	0,05	0,20	1,00	9,49
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							27,13

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	Stěna do skladu	15,23	1,23	0,14	2,68		
7	stěna na galerii	16,44	0,38	0,14	0,89		
DI	dveře na galerii	1,773	2,00	0,14	0,51		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							4,07

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
								0,00
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							31,20
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem Φ_{Tj} (w)		
	20	-15	35	31,20	1092,07		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			$n(h^{-1})$	$V_{min,i}$ (m ³ /h)
91,80	-15	20	2	183,59
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění ϵ	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
5	4,5	0,05	1	41,31
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (w)
183,59		62,42	35	2184,77

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Objem místnosti V_i	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	Hygienické požadavky	
			$n(h^{-1})$	$V_{min,i} (m^3/h)$
48,72	-15	15	0,5	24,36
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	8,77
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}(w)$
24,36		8,28	30	248,48

B.2.2. Výpočet návrhového tepelného výkonu

Místnost	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	Zátopový tepelný výkon $\Phi_{RH,i}$ (W)	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ (W)
101, 102, 103, 106, 108, 109	684,04	3672,00	492,80	4848,84
104	524,30	694,01	189,00	1407,31
105	586,73	532,39	154,70	1273,83
107	653,54	292,20	69,65	1015,39
114	140,64	129,03	100,31	369,98
115	8,45	101,87	78,54	188,86
113	276,98	247,86	48,51	573,35
112	71,44	170,00	60,06	301,50
111	120,15	170,00	55,79	345,94
110	164,09	159,46	55,23	378,78
S01	11,09	812,43	165,41	988,93
201	631,71	607,92	290,43	1530,06
202	927,71	2504,42	194,95	3627,08
203	1021,59	3323,46	259,70	4604,74
204	1092,07	2184,77	203,98	3480,82
205	237,63	248,48	79,45	565,56
Celkem	6938,64	16155,43	2745,33	24817,04

B.2.3. Návrh otopných těles

$t_{m1} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

$t_{m2} = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$

Navržena otopná tělesa RADIK VKP a RADIK VKL

č.m.	Účel	t_i	Tep. ztr. místnosti	ϕ	Z_1	Z_2	Z_3	Potřebný výkon těles	Typ otopných těles	Počet těles	Skutečný výkon těles	Celkem (W)	%
101, 102, 103, 106, 108, 109	Hala	15	4848,84	1,00	0,90	1,00	1,00	5387,60	5x 11-060100-60-VK, 33-060040-06-VK	6	5x 931 + 892	5547	103,0
104	Kancelář	20	1407,31	1,00	1,00	1,00	1,00	1407,31	10-060090-60-VK, 10-060100-60-VK, 10-060110-60-VK	3	436 + 485 + 533	1454	103,3
105	Kancelář	20	1273,83	1,00	1,00	1,00	1,00	1273,83	10-050110-60-VK, 2x 10-050100-60-VK	3	453 + 2x412	1277	100,2
107	WC + sprcha imob	24	1015,39	1,00	0,90	1,00	1,00	1128,21	33-050080-60-VK	1	1161	1161	102,9
114	Keramická pec	15	369,98	1,00	0,90	1,00	1,00	411,09	20-030080-60-VK	1	412	412	100,2
115	Sklad	15	188,86	1,00	0,90	1,00	1,00	209,85	10-030070-60-VK	1	214	214	102,0
113	WC+sprcha zam	24	573,35	1,00	0,90	1,00	1,00	637,06	22-090040-60-VK	1	641	641	100,6
112	WC chlapi	20	301,50	1,00	0,90	1,00	1,00	335,00	20-060050-60-VK	1	344	344	102,7
111	WC dívky	20	345,94	1,00	0,90	1,00	1,00	384,38	10-060080-60-VK	1	388	388	100,9
110	Kuchyňka	20	378,78	1,00	0,90	1,00	1,00	420,86	21-060090-60-VK	1	446	446	106,0
S01	Kotelna	7,5	476,00	1,00	1,00	1,00	1,00	476,00	10-060050-60-VK	1	484	484	101,7
201	Galerie	15	1530,06	1,00	0,90	1,00	1,00	1700,07	3x 10-050120-60-VK	3	3x 573	1719	101,1
202	Učebna	20	3627,08	1,00	0,90	1,00	1,00	4030,09	2x 21-060070-60-VK, 3x 33-030080-60-VK	5	2x719 + 3x 885	4093	101,6
203	Učebna	20	4604,74	1,00	0,90	1,00	1,00	5116,38	4x 33-030080-60-VK, 2x 21-090060-60-VK	6	4x 885 + 2x 836	5212	101,9
204	Učebna	20	3480,82	1,00	0,90	1,00	1,00	3867,58	10-060160-60-VK, 4x 33-030070-60-VK	5	776 + 4x 775	3876	100,2
205	Sklad	15	565,56	1,00	1,00	1,00	1,00	565,56	10-050120-60-VK	1	573	573	101,3
Celková tepelná ztráta (W)			24988,04						Celkový počet těles	40	Celkový tepelný výkon	27841	

B.2.4. Návrh zdroje tepla a akumulční nádoby

Potřebný výkon pro vytápění: 27,8 kW

Potřebný výkon pro přípravu teplé vody: 1,3 kW

Celkový potřebný výkon zdroje: 29,1 kW

Navržený kotel na pelety ATMOS D30P

Navržen akumulční zásobník LM 1000 o objemu 1 m³

TECHNICKÁ DATA KOTLE ATMOS D30P	
Výkon kotle	8,9 - 29,8 kW
Výhřevná plocha	2,7 m ²
Objem palivové šachty	105 dm ³
Rozměr plnicího otvoru	270x450 mm
Předepsaný tah komína	21 Pa
Max. prac. přetlak vody	250 kPa
Hmotnost kotle	370 kg
Průměr odtahového hrdla	152 mm
Výška kotle	1405 mm
Šířka kotle	606 mm
Hloubka kotle	670 mm
Krytí el. části	20 IP
Elektrický příkon - při spuštění	530 W
Elektrický příkon - při provozu	97 W
Účinnost kotle	92,4 %
Třída kotle	3
Teplota spalin při jmenovitém výkonu (pelety)	158 °C
Hmot. průtok spalin při jmen. výkonu (pelety)	0,025 kg/s
Průměrná spotřeba paliva - pelet při jm. výkonu	8,6 kg/h
Max. délka polen	510 mm
Doba hoření při jmenovitém výkonu - na dřevo	2 h
Objem vody v kotli	91 l
Hydraulická ztráta kotle	0,23 mbar
Minimální objem vyrovnávací nádrže	750 l
Připojovací napětí	230/50 V/Hz

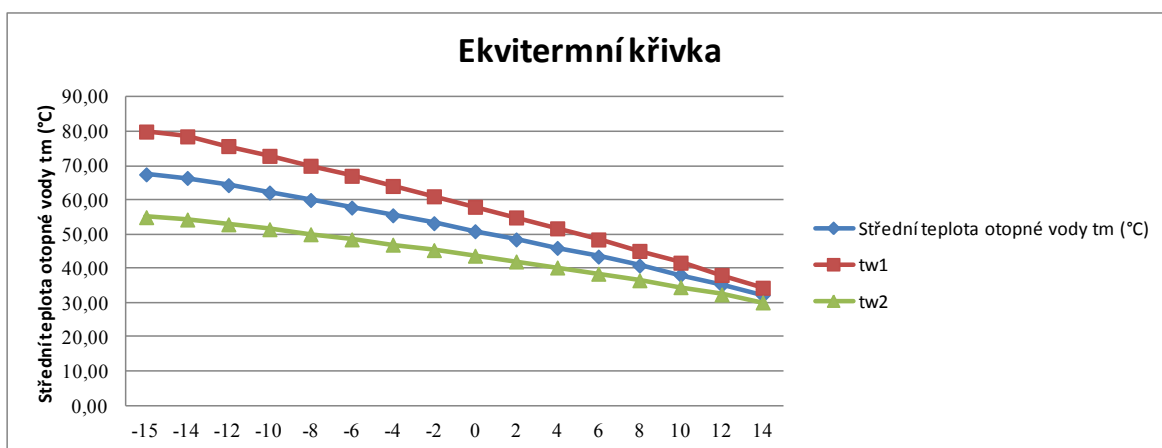
TECHNICKÁ DATA AKUMULAČNÍ NÁDOBY	
Označení:	LM1000
Objem:	1000 l
Provozní tlak:	3 bar
Testovaný tlak:	5 bar
Výplň:	voda
Provozní teplota:	0-95°C
Hmotnost:	138 kg
Výstupy	
2x	G 1/2"
2x	G 1"
2x	G 1 1/4"
1x	G 1 1/2"
Ostatní součástky	
Výstupy:	90-130 mm
Závit:	DIN ISO 228-1
Základní materiály:	
Plášť -	S235J2G3 EN 10025
Konec nádoby -	S235J2G3 EN 10025
Ochrana povrchu:	
Vnější strana -	základní ochranný nátěr
Vnitřní strana -	surová

Předepsané palivo: kvalitní pelety o průměru 6 - 8 mm o délce 5 až 25 mm a výhřevnosti 16 - 19 MJ.kg-1 (bílé pelety)

Náhradní palivo pro případ nouze: suché dřevo o výhřevnosti 15 - 17 MJ.kg-1 o obsahu vody 12 - 20 %, průměru 80 - 150 mm

Ekvtermní křivka

t_e (°C)	-15	-10	-5	0	5	10	12	14
t_{w1} (°C)	80,00	72,90	65,60	58,03	50,11	41,69	38,12	34,38
t_{w2} (°C)	55,00	51,47	47,74	43,74	39,40	34,55	32,41	30,09
t_m (°C)	67,50	62,19	56,67	50,88	44,75	38,12	35,26	32,23
Teplotní rozdíl (°C)	25,00	21,43	17,86	14,29	10,71	7,14	5,71	4,29
Poměrný tepelný výkon pro vytápění a	1,00	0,86	0,71	0,57	0,43	0,29	0,23	0,17
Doba nabíjení zásobníku při současném vybíjení τ_n (h)	44,12	6,03	3,24	2,21	1,68	1,35	1,26	1,17
Teplotní součinitel b	1,0	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0
Teplotní součinitel s	1,0	1,3	1,8	2,5	3,8	6,4	8,3	11,6
Doba vybíjení zásobníku při teplotě t_{ec} (h)	1,0	1,3	1,8	2,5	3,8	6,3	8,3	11,6
Potřebný výkon kotle (kW)	29,1	25,0	20,8	16,7	12,5	8,3	6,7	5,0



B.2.5. Návrh přípravy teplé vody

Potřeba teplé vody pro mytí osob za den

Odhad 60 x mytí rukou ($V_d = 0,002 \text{ m}^3$), 5 x sprchování ($V_d = 0,025 \text{ m}^3$)

$$V_o = 60 \cdot 0,002 + 5 \cdot 0,025 = 0,245 \text{ m}^3$$

Potřeba teplé vody na mytí nádobí

Odhad 10 jídel denně

$$V_j = 10 \cdot 0,002 = 0,02 \text{ m}^3$$

Potřeba teplé vody pro úklid a mytí podlah

Odhad $0,02 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^2$ podlahové plochy

$$V_u = 0,2 \cdot 0,4 = 0,08 \text{ m}^3$$

Celková potřeba TV

$$V_{2p} = 0,245 + 0,02 + 0,08 = 0,345 \text{ m}^3$$

Odebrané teplo

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (t_w - t_c) = 1,163 \cdot 0,345 \cdot (55 - 10) = 18,06 \text{ kWh}$$

Ztráty (cirkulace)

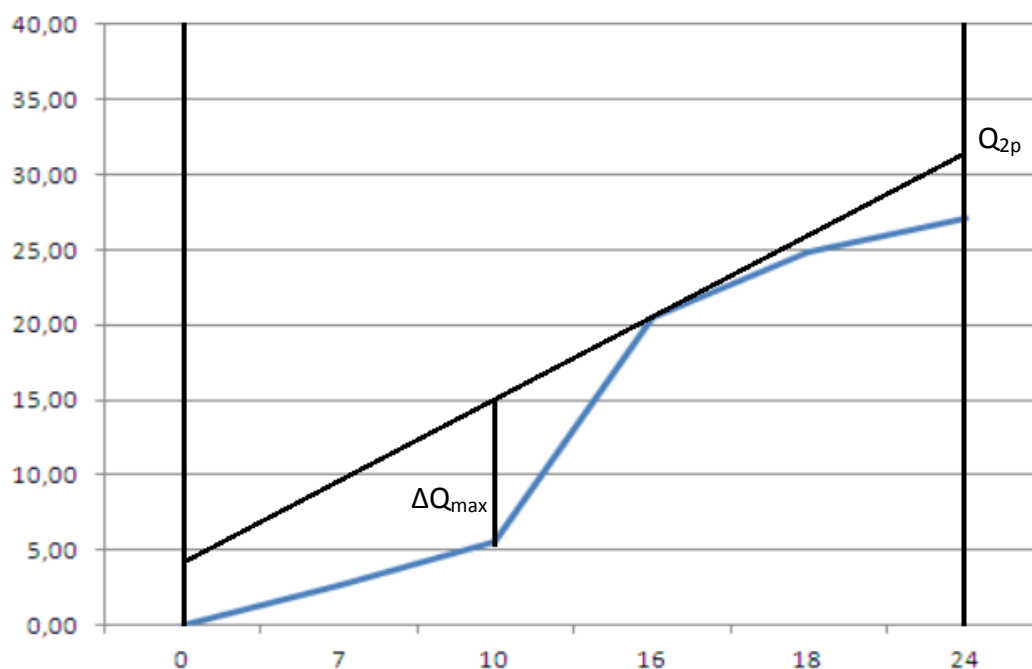
$$Q_{2z} = 18,06 \cdot 0,5 = 9,028 \text{ kWh}$$

Celkem odebrané teplo z ohřívače

$$Q_{2p} = 18,06 + 9,028 = 27,08 \text{ kWh}$$

Rozvrh spotřeby teplé vody

Denní doba	%	kWh
7 - 10 hod	10	1,80
10 - 16 hod	70	12,64
16 - 18 hod	20	3,61



$$\Delta Q_{\max} = 9,8 \text{ kWh}$$

Velikost zásobníku

$$V_Z = \frac{\Delta Q_{\max}}{1,163 \cdot (t_w - t_s)} = \frac{9,8}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,187 \text{ m}^3$$

Celkové potřebné teplo (Dle grafu)

$$Q_{2p} = 31,3 \text{ kWh}$$

$$Q_{1n} = 31,3/24 = 1,304 \text{ kW}$$

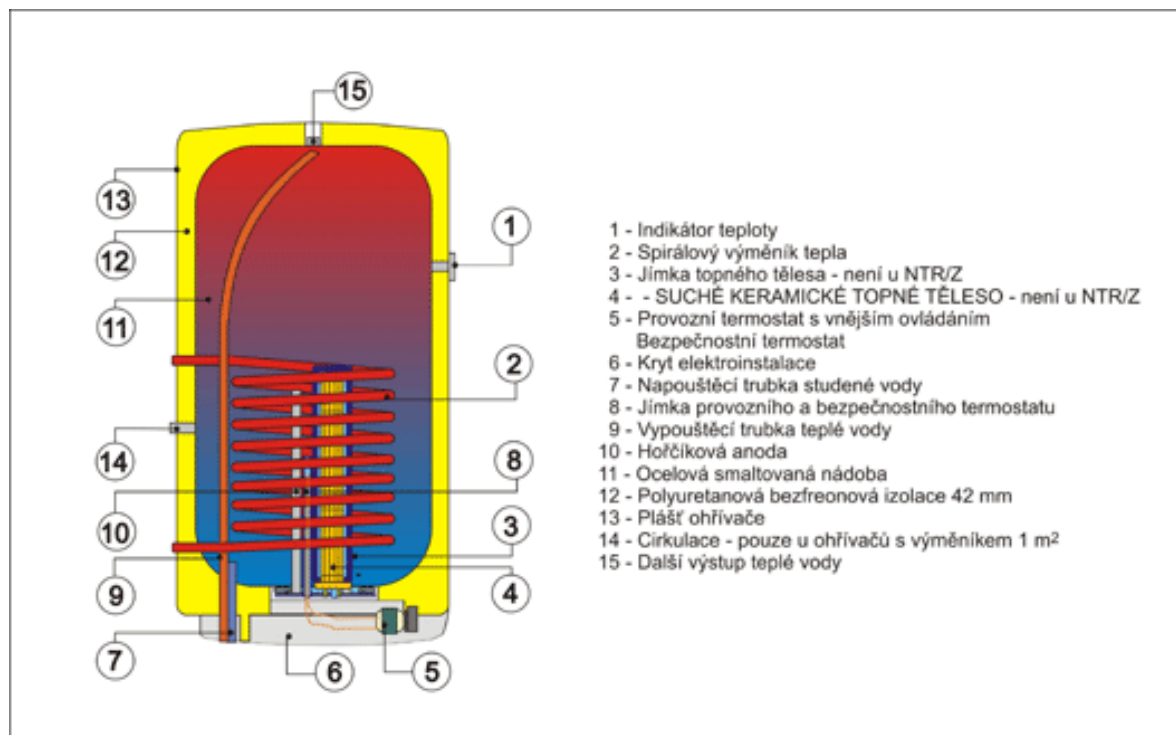
Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (55 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(55 - 10)}} = 55,96 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{1,304 \cdot 10^3}{420 \cdot 55,96} = 0,055 \text{ m}^2$$

U- součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy

$$U = 420 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$



Navržen kombinovaný zásobníkový ohřívač OKC 200 o objemu 0,2 m³ a teplosměnné ploše 0,7 m².

B.2.6. Dimenzování a hydraulické posouzení otopné soustavy

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	TRV	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS} (Pa)	kv (m³/h)
dimenzování základního okruhu														
1	885,00	50,73	2,80	15x1	20,00	0,11	56,00	5,64	34,12	650	6	740,12	740,12	0,64
2	1770,00	101,46	2,60	18x1	24,00	0,14	62,40	1,24	12,86	0		75,26	815,38	
3	2655,00	152,19	2,60	22x1	17,00	0,14	44,20	1,24	11,98	0		56,18	871,56	
4	3540,00	202,92	12,00	22x1	28,00	0,19	336,00	3,50	60,54	0		396,54	1268,10	
5	4376,00	250,85	2,20	22x1	40,00	0,23	88,00	1,20	31,19	0		119,19	1387,29	
6	5212,00	298,77	2,20	22x1	55,00	0,27	121,00	6,14	230,48	0		351,48	1738,77	
7	8252,00	473,03	12,80	28x1,5	45,00	0,29	576,00	9,74	406,75	0		982,75	2721,52	
8	13491,00	773,34	21,00	35x1,5	30,00	0,27	630,00	8,70	319,47	0		949,47	3670,99	
9	18513,00	1061,22	5,40	35x1,5	52,50	0,37	283,50	2,20	153,04	0		436,54	4107,53	
10	27357,00	1568,19	5,20	35x1,5	102,00	0,54	530,40	1,80	266,34	0		796,74	4904,27	
11	27841,00	1595,93	6,00	35x1,5	110,00	0,55	660,00	19,50	2970,86	0		3630,86	8535,14	
dimenzování úseku k OT02														
1	885,00	50,73	0,60	15x1	20,00	0,11	12,00	3,00	18,15	709,97	6	30,15	740,12	0,62
dimenzování úseku k OT03														
2	885,00	50,73	0,60	15x1	20,00	0,11	12,00	3,00	18,15	785,23	6	30,15	815,38	0,59
dimenzování úseku k OT04														
3	885,00	50,73	0,60	15x1	20,00	0,11	12,00	3,00	18,15	841,41	6	30,15	871,56	0,57
dimenzování úseku k OT05														
4	836,00	47,92	0,60	18x1	18,00	0,10	10,80	3,00	16,22	1241,08	4	27,02	1268,10	0,44
dimenzování úseku k OT 06														
5	836,00	47,92	0,60	18x1	18,00	0,10	10,80	3,00	16,22	1360,27	4	27,02	1387,29	0,42
dimenzování větve s tělesy v místnostech 112, 111, 110, 109, 102														
11	931,00	53,37	11,40	15x1	22,00	0,12	250,80	8,45	57,84	787,83	6	308,64	1096,47	0,61
12	1862,00	106,74	2,60	18x1	26,00	0,15	67,60	1,15	13,11	0		80,71	1177,18	
13	2308,00	132,30	6,60	22x1	13,00	0,12	85,80	4,75	33,63	0		119,43	1296,61	
14	2696,00	154,54	8,20	22x1	17,00	0,14	139,40	10,00	96,61	0		236,01	1532,62	
15	3040,00	174,26	7,00	22x1	21,00	0,16	147,00	4,80	59,16	0		206,16	1738,77	
dimenzování úseku k OT 8														
11	931,00	53,37	0,60	15x1	22,00	0,12	13,20	3,00	20,53	1062,74	5	33,73	1096,47	0,53
dimenzování úseku k OT 9														
12	446,00	25,57	2,20	15x1	5,00	0,06	11,00	5,60	9,10	1157,08	3	20,10	1177,18	0,24
dimenzování úseku k OT 10														
13	388,00	22,24	2,20	15x1	4,50	0,05	9,90	5,60	7,00	1279,71	3	16,90	1296,61	0,20
dimenzování úseku k OT 11														
14	344,00	19,72	0,60	15x1	6,00	0,07	3,60	3,00	7,02	1728,16	3	10,62	1738,77	0,15
dimenzování větve s tělesy v místnosti 202														
16	719,00	41,22	2,80	15x1	14,00	0,09	39,20	5,85	23,17	1598,66	4	62,37	1661,03	0,33
17	1438,00	82,43	4,20	18x1	17,00	0,12	71,40	2,45	17,06	0		88,46	1749,48	
18	2323,00	133,16	2,20	22x1	14,00	0,12	30,80	5,05	36,36	0		67,16	1816,64	
19	3208,00	183,89	2,20	22x1	23,00	0,17	50,60	2,20	30,31	0		80,91	1897,55	
20	4093,00	234,62	4,60	22x1	36,00	0,22	165,60	2,20	50,85	0		216,45	2114,00	
23	5239,00	300,32	6,20	22x1	55,00	0,27	341,00	7,10	266,52	0		607,52	2721,52	
dimenzování větve s tělesy v místnosti 201														
21	573,00	32,85	4,80	15x1	9,00	0,07	43,20	5,60	13,29	1963,95	3	56,49	2020,44	0,24
22	1146,00	65,69	2,40	15x1	30,00	0,14	72,00	2,20	21,56	0		93,56	2114,00	
dimenzování úseku k OT 13														
16	719,00	41,22	0,60	15x1	14,00	0,09	8,40	3,00	11,99	1640,64	4	20,39	1661,03	0,33
dimenzování úseku k OT 14														
17	885,00	50,73	0,60	15x1	20,00	0,11	12,00	3,00	18,15	1719,33	4	30,15	1749,48	0,40
dimenzování úseku k OT 15														
18	885,00	50,73	0,60	15x1	20,00	0,11	12,00	3,00	18,15	1786,49	4	30,15	1816,64	0,39
dimenzování úseku k OT 16														
19	885,00	50,73	0,60	15x1	20,00	0,11	12,00	3,00	18,15	1867,40	4	30,15	1897,55	0,38
dimenzování úseku k OT 18														
22	573,00	32,85	0,60	15x1	9,00	0,07	5,40	3,00	7,99	2708,13	3	13,39	2721,52	0,20

dimenzování větve s tělesy v místnostech 201, 205, 204														
24	573,00	32,85	4,60	15x1	9,00	0,07	41,40	11,05	29,44	2374,15	3	70,84	2444,99	0,22
25	1349,00	77,33	8,60	18x1	15,00	0,11	129,00	5,05	30,00	0		159,00	2603,99	
26	2124,00	121,75	2,70	22x1	11,00	0,11	29,70	2,20	12,83	0		42,53	2646,52	
27	2899,00	166,18	2,70	22x1	19,00	0,15	51,30	2,20	24,09	0		75,39	2721,91	
28	3674,00	210,60	2,70	22x1	28,00	0,19	75,60	2,20	39,29	0		114,89	2836,81	
29	4449,00	255,03	4,47	22x1	40,00	0,23	178,80	2,20	57,18	0		235,98	3072,79	
30	5022,00	287,88	7,00	22x1	50,00	0,26	350,00	7,40	248,20	0		598,20	3670,99	
dimenzování úseku k OT 20														
24	776,00	44,48	0,60	15x1	16,00	0,10	9,60	3,00	14,03	2421,36	3	23,63	2444,99	0,29
dimenzování úseku k OT 21														
25	775,00	44,43	0,60	15x1	16,00	0,10	9,60	3,00	14,03	2580,36	3	23,63	2603,99	0,28
dimenzování úseku k OT 22														
26	775,00	44,43	0,60	15x1	16,00	0,10	9,60	3,00	14,03	2622,89	3	23,63	2646,52	0,28
dimenzování úseku k OT 23														
27	775,00	44,43	0,60	15x1	16,00	0,10	9,60	3,00	14,03	2698,29	3	23,63	2721,91	0,28
dimenzování úseku k OT 24														
28	775,00	44,43	0,60	15x1	16,00	0,10	9,60	3,00	14,03	2813,18	3	23,63	2836,81	0,27
dimenzování úseku k OT 25														
29	573,00	32,85	0,60	15x1	10,00	0,07	6,00	3,00	7,99	3058,80	3	13,99	3072,79	0,19
dimenzování větve s tělesy v místnostech 104, 105														
31	436,00	24,99	5,60	15x1	5,00	0,05	28,00	8,20	10,25	2655,39	3	38,25	2693,64	0,16
32	921,00	52,79	3,10	15x1	21,00	0,11	65,10	2,45	15,92	0		81,02	2774,66	
33	3714,00	212,90	1,20	22x1	29,00	0,19	34,80	2,20	39,71	0		74,51	2849,17	
34	4247,00	243,45	4,80	22x1	37,00	0,22	177,60	2,20	53,24	0		230,84	3080,01	
35	4659,00	267,07	4,24	22x1	45,00	0,24	190,80	2,20	65,49	0		256,29	3336,30	
36	5112,00	293,04	2,00	22x1	52,00	0,26	104,00	4,80	160,99	0		264,99	3601,29	
37	5524,00	316,65	7,00	22x1	60,00	0,28	420,00	2,20	86,24	0		506,24	4107,53	
dimenzování úseku k OT 27														
31	485,00	27,80	0,60	15x1	5,50	0,06	3,30	3,00	5,90	2684,44	3	9,20	2693,64	0,17
dimenzování větve s tělesy v místnosti 101														
38	931,00	53,37	5,60	15x1	22,00	0,12	123,20	5,85	40,04	2431,52	4	163,24	2594,76	0,35
39	1862,00	106,74	3,10	18x1	26,00	0,15	80,60	2,45	27,93	0		108,53	2703,29	
40	2793,00	160,10	1,20	22x1	18,00	0,14	21,60	4,80	49,77	0		71,37	2774,66	
dimenzování úseku k OT 29														
38	931,00	53,37	0,60	15x1	22,00	0,12	13,20	3,00	20,53	2561,03	4	33,73	2594,76	0,34
dimenzování úseku k OT 30														
39	931,00	53,37	0,90	15x1	22,00	0,12	19,80	3,00	20,53	2662,96	4	40,33	2703,29	0,33
dimenzování úseku k OT 31														
33	533,00	30,55	0,60	15x1	8,00	0,06	4,80	3,00	6,16	2838,20	3	10,96	2849,17	0,19
dimenzování úseku k OT 32														
34	412,00	23,62	0,60	15x1	4,50	0,05	2,70	3,00	3,95	3073,36	2	6,65	3080,01	0,14
dimenzování úseku k OT 33														
35	453,00	25,97	0,60	15x1	5,00	0,06	3,00	3,00	4,87	3328,42	3	7,87	3336,30	0,15
dimenzování úseku k OT 34														
36	412,00	23,62	0,60	15x1	4,50	0,05	2,70	3,00	3,95	3594,64	2	6,65	3601,29	0,13
dimenzování větve s tělesy v místnostech 113, 114, 115, 107, 103														
41	641,00	36,74	0,80	15x1	5,00	0,06	4,00	5,60	9,10	2321,03	3	13,10	2334,13	0,25
42	855,00	49,01	12,00	15x1	13,00	0,09	156,00	7,40	27,05	0		183,05	2517,17	
43	1267,00	72,63	3,20	15x1	28,00	0,14	89,60	7,65	69,71	0		159,31	2676,48	
44	2319,00	132,93	6,00	18x1	33,00	0,17	198,00	2,20	32,92	0		230,92	2907,41	
45	3211,00	184,06	15,00	18x1	60,00	0,25	900,00	10,00	300,13	0		1200,13	4107,53	

dimenzování úseku k OT 36														
41	214,00	12,27	1,40	15x1	2,40	0,03	3,36	5,60	2,10	2328,66	2	5,46	2334,13	0,08
dimenzování úseku k OT 37														
42	412,00	23,62	4,00	15x1	4,50	0,05	18,00	5,60	7,37	2491,81	3	25,37	2517,17	0,15
dimenzování úseku k OT 38														
43	1161,00	66,55	3,20	15x1	31,00	0,14	99,20	5,60	55,67	2521,62	4	154,87	2676,48	0,43
dimenzování úseku k OT 39														
44	892,00	51,13	3,20	15x1	20,00	0,11	64,00	5,60	33,88	2809,53	3	97,88	2907,41	0,31
dimenzování úseku k OT 40														
46	484,00	27,74	3,20	15x1	3,60	0,04	11,52	8,20	6,93	4885,83	2	18,45	4904,27	0,13

Základní okruh

$$\Sigma\xi_1 = 2 \times \text{koleno} + \text{otopné těleso} + \text{zúžení plynulé} = 2 \cdot 1,3 + 3 + 0,04 = 5,64$$

$$\Sigma\xi_2 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + \text{zúžení plynulé} = 0,3 + 0,9 + 0,04 = 1,24$$

$$\Sigma\xi_3 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + \text{zúžení plynulé} = 0,3 + 0,9 + 0,04 = 1,24$$

$$\Sigma\xi_4 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + 2 \times \text{koleno} = 0,3 + 0,9 + 2 \cdot 1,3 = 3,5$$

$$\Sigma\xi_5 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} = 0,3 + 0,9 = 1,2$$

$$\Sigma\xi_6 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + 4 \times \text{koleno} + \text{zúžení plynulé} = 0,3 + 0,9 + 4 \cdot 1,3 + 0,04 = 6,14$$

$$\Sigma\xi_7 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + 4 \times \text{koleno} + \text{zúžení plynulé} = 1,5 + 3 + 4 \cdot 1,3 + 0,04 = 9,74$$

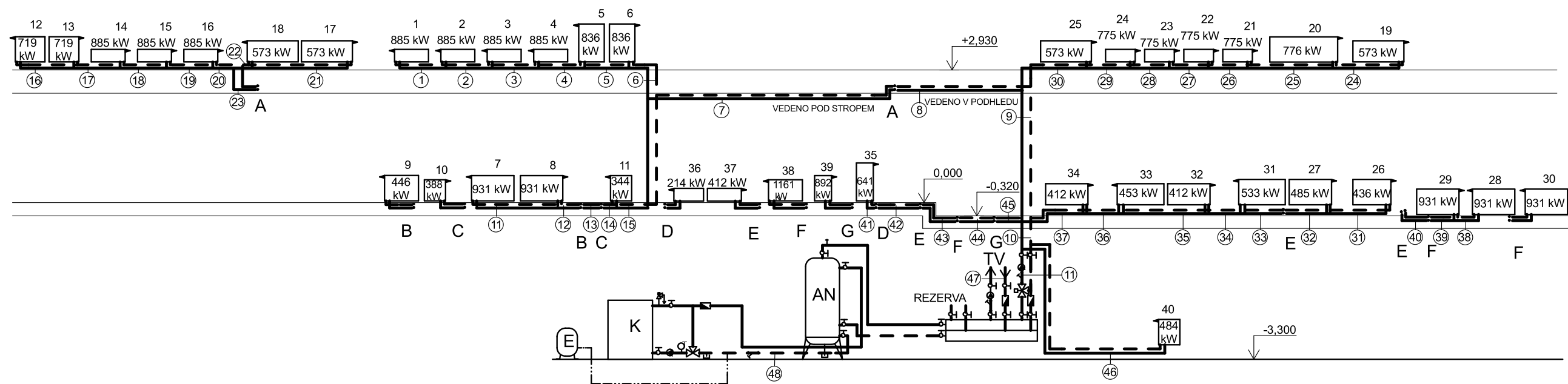
$$\Sigma\xi_8 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + 6 \times \text{koleno} = 0,3 + 0,6 + 6 \cdot 1,3 = 8,7$$

$$\Sigma\xi_9 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} = 1,3 + 0,9 = 2,2$$

$$\Sigma\xi_{10} = 2 \times \text{rozdělení proudu} + 2 \times \text{spojení proudu} = 2 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,6 = 1,8$$

$$\Sigma\xi_{11} = 2 \times \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + 4 \times \text{uzavírací ventil} + \text{směšovací ventil} + \text{zpětná klapka} + \text{filtr} = 2 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,3 + 4,3 + 0,3 + 6,2 = 19,50$$

B.2.7. Výpočtové schéma dimenzovaného okruhu s otopnými tělesy



B.2.8. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

K zásobníku TV

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	R.l+Z (Pa)
47	1304,00	74,75	34,00	18x1	14,00	0,11	476,00	19,70	108,6	584,6

$$\Sigma \xi = 14 \times \text{koleno} + \text{zásobník vstup} + \text{zásobník výstup} = 14 \cdot 1,3 + 1 + 0,5 = 19,70$$

Kotlový okruh

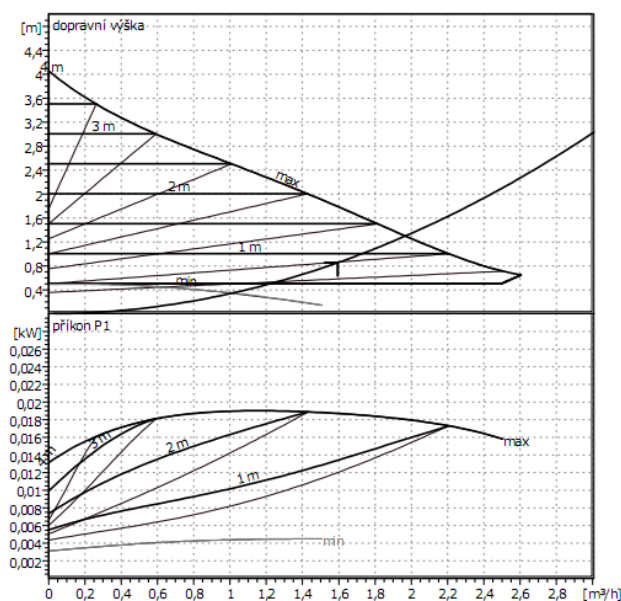
č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	R.l+Z (Pa)
48	29145,00	1002,41	10,00	35x1,5	47,64	0,35	476,40	37,60	2303,00	2779,40

$$\Sigma \xi = 8 \times \text{koleno} + 2 \times \text{vstup do zásobníku} + 2 \times \text{výstup ze zásobníku} + 8 \times \text{kulový kohout} + \text{filtr} + \text{směšovací armatura} + \text{zpětná klapka} + \text{dělení proudů} + \text{kotel} + \text{vstup do rozdělovače} + \text{výstup ze sběrače} = 8 \cdot 1,3 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 0,5 + 8 \cdot 0,3 + 6,2 + 6 + 4,3 + 1,3 + 2,5 + 1 + 0,5 = 37,60$$

B.2.9. Návrh oběhových čerpadel

Č 1 - Čerpadlo na otopné větvi

tlaková ztráta větve:	8,54 kPa
Průtok:	1595,93 kg/h
Navrženo:	Wilo-Stratos PICO 30/1-4



zadání provozních hodnot

průtok	1,596	m³/h
dopravní výška	0,854	m
dopravované médium	voda, čistá	
teplota kapaliny	70	°C
hustota	0,9777	kg/dm³
kinematická viskozita	0,4084	mm²/s
tlak páry	0	bar

údaje o čerpadle

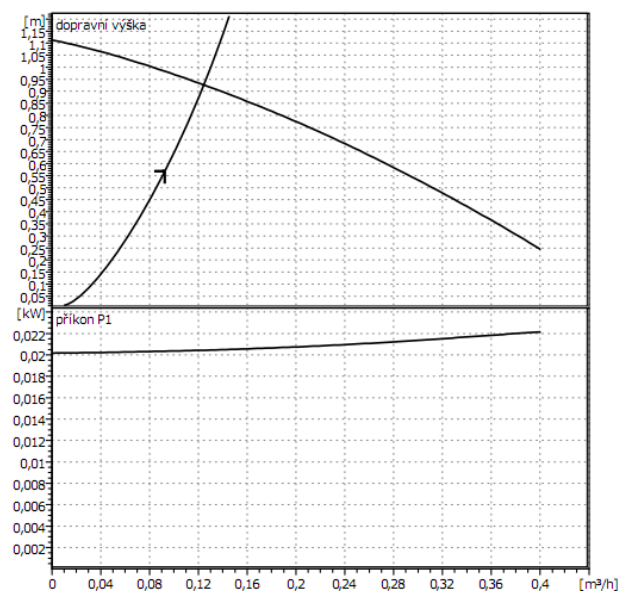
Výrobek	WILO	
typ	Stratos PICO 30/1-4	
druh zařízení	samostatné čerpadlo	
provozní režim	dp-c	
jmenovitý tlak	PN10	
min. teplota kapaliny	2	°C
max. teplota kapaliny	110	°C

hydraulické údaje (provozní bod)

průtok	1,6	m³/h
dopravní výška	0,854	m
příkon P1	0,0124	kW

Č 2 - Čerpadlo k zásobníku TV

tlaková ztráta větve:	0,58 kPa
Průtok:	74,75 kg/h
Navrženo:	WILO Star Z 15



zadání provozních hodnot

průtok	0,075	m³/h
dopravní výška	0,058	m
dopravované médium	voda, čistá	
teplota kapaliny	60	°C
hustota	0,9777	kg/dm³
kinematická viskozita	0,4084	mm²/s
tlak páry	0	bar

údaje o čerpadle

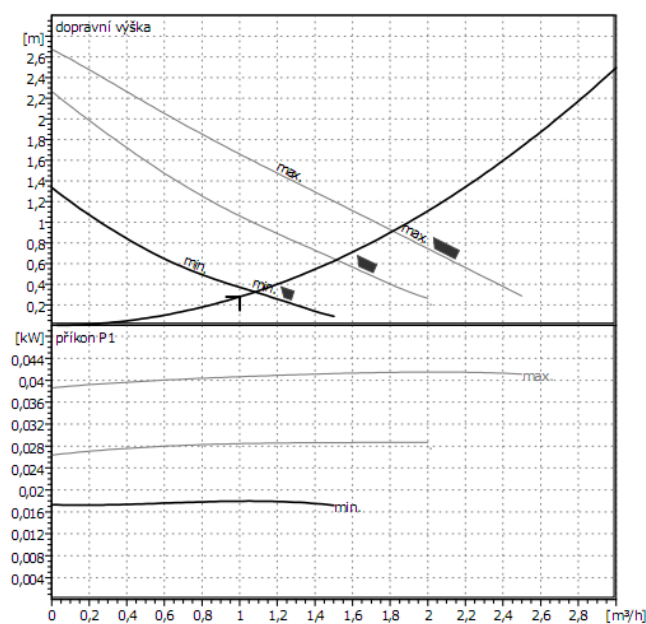
Výrobek	WILO
typ	Star-Z 15
druh zařízení	samostatné čerpadlo
jmenovitý tlak	PN10
min. teplota kapaliny	20
max. teplota kapaliny	65

hydraulické údaje (provozní bod)

průtok	0,085	m³/h
dopravní výška	0,058	m
příkon P1	0,0205	kW
otáčky	2600	1/min

Č 3 - Čerpadlo na kotlovém okruhu

tlaková ztráta:	2,78 kPa
Průtok:	1002,41 kg/h
Navrženo:	WILO Star-RS 30/2



zadání provozních hodnot

průtok	1,002 m³/h
dopravní výška	0,278 m
dopravované médium	voda, čistá
teplota kapaliny	80 °C
hustota	0,9983 kg/dm³
kinematická viskozita	1,005 mm²/s
tlak páry	0 bar

údaje o čerpadle

Výrobek	WILO
typ	Star-RS 30/2
druh zařízení	samostatné čerpadlo
provozní režim	1
jmenovitý tlak	PN10
min. teplota kapaliny	-10 °C
max. teplota kapaliny	110 °C

hydraulické údaje (provozní bod)

průtok	1,08 m³/h
dopravní výška	0,324 m
příkon P1	0,018 kW

B.2.10. Návrh expanzní nádoby

Objem vody v soustavě

Dimenze	15x1	18x1	22x1	28x1,5	35x1,5
Délka (m)	92,60	77,30	96,01	12,80	47,60
Průřez (m ²)	0,00053	0,00071	0,00126	0,00196	0,00322
Objem (m ³)	0,05	0,05	0,12	0,03	0,15

Objem vody v potrubí (m ³)	0,40
Objem vody v OT (m ³)	0,139
Objem vody v AN (m ³)	1
Objem vody v kotli (m ³)	0,091
Celkem V _o (m ³)	1,63

Součinitel zvětšení objemu při $\Delta t = 80 - 10 = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$n = 0,0295$

Expanzní objem

$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 1,63 \cdot 0,0295 = 0,074 \text{ m}^3$

Nejvyšší provozní přetlak

$p_{hp} = 230 \text{ kPa}$

Nejnižší provozní přetlak

$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot (h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + \Delta p_z) = 1,1 \cdot (6 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 3,8) = 68,55 \text{ kPa}$

$p_d \geq p_{ddov}$

$p_d = 80 \text{ kPa}$

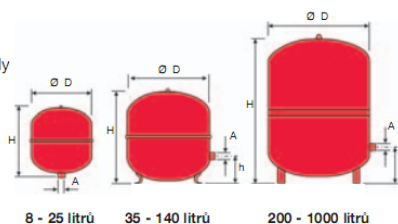
Předběžný objem expanzní nádoby s membránou

$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0,074 \cdot (230 + 100)}{(230 - 80)} = 0,138 \text{ m}^3$

Návrh: Reflex N 140/6

reflex N

- ▶ pro topné soustavy a rozvody chladicí vody
- ▶ se závitovým připojením
- ▶ membrána podle DIN 4807 T3, max. provozní teplota 70 °C
- ▶ schváleno v souladu se směrnicí EU pro tlaková zařízení 97/23/EG
- ▶ červený nebo bílý nátěr
- ▶ přetlak plynu z výroby 1,5 baru



Typ	Obj. číslo	Hmotnost kg	Ø D mm	H mm	h mm	A
6 barů / 120 °C						
N 50	7001000 7001100	12,5	441	495	175	R ¾
N 80	7001200 7001300	17,0	512	570	175	R 1
N 100	7001400 7001500	20,5	512	680	175	R 1
N 140	7001600 7001700	28,6	512	890	175	R 1

Minimální profil expanzního potrubí

$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 29,8^{0,5} = 13 \text{ mm}$

Dle technického listu výrobce EN navrženo potrubí DN 25

B.2.11. Návrh pojistného ventilu

Průřez sedla:

$$S_o = \frac{Q_p}{(\alpha_v \cdot K)} = \frac{29,8}{(0,684 \cdot 0,97)} = 45,22 \text{ mm}^2$$

Profil pojistného potrubí:

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 29,8^{0,5} = 22,7 \text{ mm}$$

Navrženo pojistné potrubí DN 25



IVAR.PV KD

- membránový pojistný ventil pro teplovodní uzavřené topné systémy;
- opatřen přidavnou pojistnou krytkou proti neoprávněné manipulaci;
- pojistný tlak je vyražen na kovovém štítku v horní části ventilu;
- veškeré díly přicházející do styku s vodou jsou vyrobeny z mosazi OT 58;
- sedlo ventilu je vyrobeno ze silikonové pryže, která se nepřilepí ani při vysokých teplotách;
- výstupní rozměr je o jednu dimenzi větší než vstup do ventilu;
- materiál: těleso ventilu: mosaz;
těsnění kuželky: silikonová pryž;
membrána: EPDM;
- jmenovitý tlak: PN 16;
- maximální provozní teplota: 110 °C

Technické údaje pro návrh pojistných ventilů dle ČSN:

KÓD	ROZMĚR	JMENOvitÁ SVĚTLOST DN (mm)	NEJMENŠÍ PRŮTOČNÝ PRŮŘEZ S_o (mm ²)	ZARUČENÝ VÝTOKOVÝ SOUČINITEL (α)	OTEVÍRACÍ PŘETLAKY P_o (kPa)
KD15	1/2" x 3/4"	15	113	0,444	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
KD20	3/4" x 1"	20	176	0,565	
KD25	1" x 5/4"	25	380	0,684	
KD32	5/4" x 6/4"	32	804	0,693	
KD40	6/4" x 2"	40	1017	0,549	
KD50	2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	

Navržen pojistný ventil IVAR PV KD 25

B.2.12. Návrh větrání kotelny

Přívod spalovacího vzduchu

$$V_{\min} = 0,241 \cdot H + 0,5 = 0,241 \cdot 17,1 + 0,5$$

$$V_{\min} = 4,62 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Skutečný objem spalovacího vzduchu

$$V = V_{\min} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{273+t}{273} \cdot \frac{101,3}{p} \right) = 4,62 \cdot 1,7 \cdot \left(\frac{273+10}{273} \cdot \frac{101,3}{101,3} \right)$$

$$V = 7,82 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Spotřeba paliva v kotelně

$$P = \frac{Q}{\eta \cdot H} \cdot 10^{-6} = \frac{29800}{0,911 \cdot 17,91} \cdot 10^{-6}$$

$$P = 0,0018 \text{ kg/s}$$

Průtok spalovacího vzduchu

$$V_s = V \cdot P = 7,82 \cdot 0,0018$$

$$V_s = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

Průtok vzduchu pro zajištění požadované intenzity větrání

Intenzita výměny vzduchu $I = 2 \text{ h}^{-1}$

$$V_i = O \cdot I = 54 \cdot 2 / 3600$$

$$V_i = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$$

Orientační vnitřní tepelná zátěž - zima

$$Q_i = 1,3 \text{ až } 2,0 \cdot (Z / 100) \cdot Q = 2 \cdot (1,3 / 100) \cdot 29800$$

$$Q_i = 715,2 \text{ W}$$

Orientační vnitřní tepelná zátěž - léto

$$Q_i = 1,3 \text{ až } 2,0 \cdot (Z / 100) \cdot Q = 2 \cdot (1,3 / 100) \cdot 8900$$

$$Q_i = 213,6 \text{ W}$$

Kontrola teploty vnitřního vzduchu pro zimní extrém ($t_e = -15^\circ\text{C}$)

$$t_i = t_e + \frac{Q_i}{H_T + c \cdot \rho_e \cdot V_p} = (-15) + \frac{715,2}{36,67 + 1010 \cdot 1,19 \cdot 0,03}$$

$$t_i = -5,7^\circ\text{C}$$

Nutno osadit otopné těleso o minimálním výkonu:

$$Q = (H_T + H_V)(t_i - t_{i,z}) = (0,49 + 36,11)(7,5 - (-5,7))$$

$$Q = 476 \text{ W}$$

Kontrola teploty vnitřního vzduchu pro letní extrém ($t_e = 14^\circ\text{C}$)

$$t_i = t_e + \frac{Q_i}{c \cdot \rho_e \cdot V_p} = 14 + \frac{213,6}{1010 \cdot 1,19 \cdot 0,03}$$

$$t_i = 20,9^\circ\text{C}$$

Větrací otvor pro přívod vzduchu

$$S = \frac{V_i}{v} = \frac{0,03}{1,5}$$

$$S = 0,02 \text{ m}^2$$

Návrh: Protidešťová žaluzie 200x200 mm



Protidešťová žaluzie IMOS - PZ AL

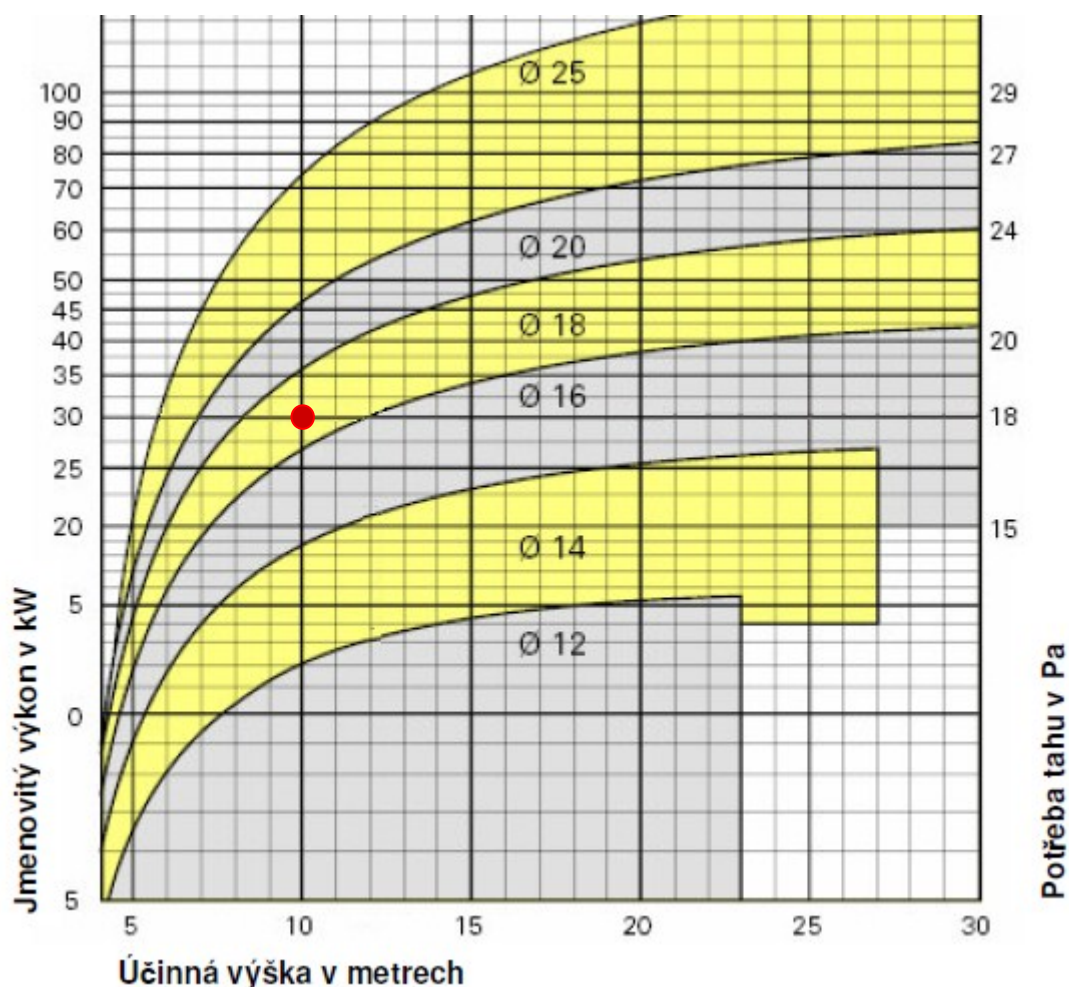
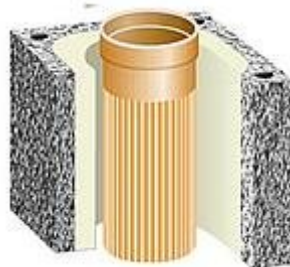
B.2.13. Stanovení přibližného průměru komínu

Výrobce: Schiedel

Typ komínu: ABSOLUT - Pro kotle na pelety s potřebou tahu

Účinná výška komínu: 10 m

Výkon spotřebiče: 30 kW



Přibližný průměr komínu (dle grafu výrobce): 180 mm

Potřebný průměr kouřovodu (dle podmínek výrobce kotle): 152 mm

Podmínky stanovení přibližného průměru komínu

Palivo: pelety

Spotřebič: kotel s potřebou tahu Teplota spalin: 140 - 190 °C

Délka kouřovodu do 2.5 m

B.2.14. Dimenzování tepelné izolace potrubí

Výpočet minimální tloušťky tepelné izolace byl proveden pomocí internetové stránky tzb-info.cz

Dimenze potrubí	U_o (W/m.K)	λ (W/m.K)	Min. tl. TI (mm)	Navržená tl. TI (mm)
15x1	0,15	0,038	24	25
18x1	0,15	0,038	30	33
22x1	0,18	0,038	25,2	26
28x1,5	0,18	0,038	33,6	34
35x1,5	0,18	0,038	43,3	45

Byla použita tepelná izolace MIRELON PRO $\lambda = 0,038$ W/m.K

Navržená tloušťka tepelné izolace vyhovuje vyhlášce č.193/2007

Výsledná tloušťka TI je závislá na určujícím součiniteli prostupu tepla, který je stanoven podle dimenze potrubí.

DN [mm]	U_o [W / m K]
DN 10 - DN 15	0.15
DN 20 - DN 32	0.18
DN 40 - DN 65	0.27
DN 80 - DN 125	0.34
DN 150 - DN 200	0.40

B.2.15. Roční potřeba tepla a paliva

Tepelná ztráta objektu:

Tepelná ztráta prostupem: $Q_{tr} = 10,979 \text{ kW}$

Měrná ztráta prostupem: $H_T = 10,983/35 = 313,71 \text{ W/K}$

Tepelná ztráta větráním: $Q_{ve} = 16,2 \text{ kW}$

Měrná ztráta větráním: $H_{VE} = 16,2/35 = 462,86 \text{ W/K}$

měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	září	říjen	listopad	prosinec
t_e (°C)	-3,10	-1,90	2,30	7,10	12,60	12,60	7,50	2,40	-1,20
Q_{tr} (kWh/den)	-173,92	-164,89	-133,26	-97,12	-55,71	-55,71	-94,11	-132,51	-159,62
Q_{ve} (kWh/den)	-256,61	-243,28	-196,62	-143,30	-82,20	-82,20	-138,86	-195,51	-235,50
Q_{sol} (kWh/den)	25,66	46,80	60,83	76,18	93,19	65,59	46,69	24,57	17,65
Q_{int} (kWh/den)	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20
γ	0,12	0,18	0,26	0,42	0,86	0,66	0,31	0,15	0,11
C (kJ)	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0
τ (h)	74,62	74,62	74,62	74,62	74,62	74,62	74,62	74,62	74,62
a	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97	5,97
n_h	1,00	1,00	1,00	1,00	0,91	0,97	1,00	1,00	1,00
$Q_{h,d}$ (kWh/den)	-379,66	-336,17	-243,88	-139,38	-29,81	-49,83	-161,13	-278,25	-352,27
$Q_{h,m}$ (kWh/měsíc)	-11 769,6	-9 412,7	-7 560,3	-4 181,4	-924,0	-1 494,9	-4 994,9	-8 347,5	-10 920,4
$\Sigma Q_{h,m}$ (kWh)	-59 605,8								

Tepelná energie prostupem za den

$$Q_{tr} = H_{TR} \cdot (t_e - t_i) \cdot \frac{24}{1000} \text{ (kWh/den)}$$

$t_i = 20 \text{ °C}$

Tepelná energie pro větrání

$$Q_{ve} = H_{VE} \cdot (t_e - t_i) \cdot \frac{h_{pr}}{1000} \text{ (kWh/den)}$$

$h_{pr} = 24 \text{ h}$

Solární zisky

$$Q_{sol} = \sum F_p \cdot I_i \cdot S_i \cdot g_i \text{ (kWh/den)}$$

F_p - Podíl skla z plochy okna (85%)

g_i - Propustnost slunečního záření (0,75)

S_i - Plocha oken

I_i - Energie dopadajícího slunečního záření

Pasivní zisky z vnitřních zdrojů

$$Q_{int} = q_{app} \cdot S_p \cdot \frac{h_{pr}}{1000} \text{ (kWh/den)}$$

$$q_{app} = \frac{0,7 \cdot n \cdot 100 + 100}{S_p} = \frac{0,7 \cdot 15 \cdot 100 + 100}{400,4} = 4 \text{ W/m}^2$$

S_p - podlahová plocha objektu (400,4 m²)

$$h_{pr} = 24 \text{ h}$$

Podíl zisků a ztrát v otopném období

$$\gamma = \frac{Q_{sol} + Q_{int}}{|Q_{TR} + Q_{VE}|}$$

Vnitřní tepelná kapacita budovy

$$C = C_m \cdot S = 350.596 = 208\,600 \text{ J/K}$$

Časová konstanta budovy

$$\tau = \frac{C/3600}{H_{TR} + H_{VE}}$$

Faktor setrvačnosti budovy

$$a = 1 + \frac{\tau}{15}$$

Stupeň využití zisků

$$\eta_H = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$$

Denní potřeba tepla

$$Q_{H,d} = (Q_{HT} + Q_{VE}) - \eta_H \cdot (Q_{sol} + Q_{int})$$

Měsíční potřeba tepla

$$Q_{H,m} = Q_{H,d} \cdot d_m$$

d_m - počet dní v měsíci

B.2.16. Stanovení roční potřeby pelet

	leden	únor	březen	duben	květen	září	říjen	listopad	prosinec	Σ
P (t)	2,68	2,14	1,72	0,95	0,21	0,34	1,14	1,90	2,49	13,58
V (m ³)	4,13	3,30	2,65	1,47	0,32	0,52	1,75	2,93	3,83	20,89

Měsíční potřeba paliva

$$P = \frac{Q_{H,m} \cdot 3,6}{H \cdot \eta}$$

H – výhřevnost paliva (17,1 MJ/kg)

η – účinnost spalování kotle (92,4%)

Stanovení velikosti skladu

$$V = \frac{P}{\rho} \text{ (m}^3\text{)}$$

ρ – prostorová objemová hmotnost pelet (650 kg.m⁻³)

B.3. Varianta 2. Nucené větrání

B.3.1. Výpočet tepelného výkonu

Místnost č. 101, 102, 103, 106, 108, 109

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	37,71	0,13	0,05	0,18	1,00	6,94
DE	Dveře	4,97	1,20	0,00	1,20	1,00	5,96
5	Střecha plochá	22,37	0,16	0,05	0,21	1,00	4,66
O	Okna	7,80	1,20	0,00	1,20	1,00	9,36
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							26,93

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
6	Podlaha do 1S	3,92	0,31	0,05	0,36	0,40	0,57
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,57

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
7	stěna do kanceláře	31,14	0,38	-0,17	-1,97		
DI	dveře do kanceláře	3,15	2,00	-0,17	-1,05		
8	stěna do sprchy	5,69	1,23	-0,30	-2,10		
8	stěna do WC a kuchyňky	14,77	1,23	-0,17	-3,03		
DI	dveře do sprchy	3,35	2,00	-0,30	-2,01		
DI	dveře do WC a kuchyňky	4,73	2,00	-0,17	-1,58		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-11,73

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
2	Podlaha na zemině	70,40	0,21	14,56	1,45	0,33	1,00	0,48
				0,00				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				14,56				

celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)

7,04

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$

22,80

	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (w)
	15	-15	30	22,80	684,04

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
210,85	-15	15	20	310	-0,17
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
4	1	0,05	1,00	21,09	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (w)		
-30,58	-10,40	30	-311,93		

Místnost č. 104

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	16,04	0,13	0,05	0,18	1,00	2,95
O	Okna	5,48	1,20	0,00	1,20	1,00	6,57
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							9,52

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
6	Podlaha do 1S	27,00	0,31	0,05	0,36	0,40	3,94
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							3,94

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
7	stěna na chodbu	19,71	0,38	0,14	1,07		
DI	dveře na chodbu	1,58	2,00	0,14	0,45		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							1,52

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
				0,00				0,00
				0,00				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$ **14,98**

	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (w)	
	20	-15	35	14,98	524,30	

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
58,32	-15	20	20	58,32	0,00
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
2	1	0,03	1,00	3,50	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (w)		
3,50	1,19	35	41,64		

Místnost č. 105
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	15,45	0,13	0,05	0,18	1,00	2,85
O	Okna	7,13	1,20	0,00	1,20	1,00	8,55
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							11,40

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
6	Podlaha do 1S	22,10	0,31	0,05	0,36	0,40	3,22
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							3,22

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
7	stěna na chodbu	6,16	0,38	0,14	0,33		
DI	dveře na chodbu	1,58	2,00	0,14	0,45		
11	strop do 2NP	13,88	0,58	0,14	1,15		
10	Stěna do výtahu	4,65	0,32	0,14	0,21		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							2,14

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
				0,00				0,00
				0,00				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,00				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$								16,76
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕT_j (w)			
	20	-15	35	16,76	586,73			

Tepelná ztráta větráním					
Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
44,74	-15	20	20	44,74	0,00
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
2	1	0,03	1,00	2,68	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i}-\theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním	
2,68		0,91	35	31,94	

Místnost č. 107

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	11,94	0,13	0,05	0,18	1,00	2,20
O	Okna	2,63	1,20	0,00	1,20	1,00	3,15
							0,00
							0,00

elková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K) 5,35

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
9	stěna do haly	19,44	1,74	0,23	7,82		
7	stěna do šatny	8,29	0,38	0,23	0,73		
DI	dveře do haly	1,77	2,00	0,23	0,82		
11	Strop do 2NP	9,95	0,58	0,10	0,59		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							9,95

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
2	Podlaha na zemině	9,95	0,21	2,06	1,45	0,49	1,00	0,71
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,06				

celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K) 1,45

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$ 16,76

	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ΦT_j (w)
	24	-15	39	16,76	653,54

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
18,58	-15	24	15	80,00	0,23
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m ³ /h)	
1	1	0,02	1,00	0,74	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním		
19,20	6,53	39	254,65		

Místnost č. 114
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	6,34	0,13	0,05	0,18	1,00	1,17
DE	Dveře	1,67	1,20	0,00	1,20	1,00	2,01
O	Okna	0,43	1,20	0,00	1,20	1,00	0,51
							0,00

celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K) 3,69

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$

celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K) 0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce					
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot F_{ij}$
8	stěna na WC	2,93	1,23	-0,17	-0,60
					0,00
					0,00
					0,00

celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K) -0,60

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
2	Podlaha na zemině	14,33	0,21	2,96	1,45	0,33	1,00	0,48
3	Stěna k zemině	1,87	0,19	0,35				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				3,31				

celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K) 1,60

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$ 4,69

	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕT_j (w)
	15	-15	30	4,69	140,64

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
25,30	-15	15	20	12,65	-0,17
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)	
2	1	0,03	1,00	1,52	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním		
-0,59	-0,20	30	-6,02		

Místnost č. 115

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	1,12	0,13	0,05	0,18	1,00	0,21

elková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/h) 0,21

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$

celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K) 0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot F_{ij}$		
8	stěna do koupelny	7,47	1,23	-0,30	-2,76		

celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K) -2,76

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
2	Podlaha na zemině	11,22	0,21	2,32	1,45	0,33	1,00	0,48
3	Stěna k zemině	18,95	0,19	3,54				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				5,86				

celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K) 2,83

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$ 0,28

	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕT_j (w)
	15	-15	30	0,28	8,45

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
19,98	-15	15	20	9,99	-0,17
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)	
1	1	0,02	1,00	0,80	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním		
-0,87	-0,29	30	-8,83		

Místnost č. 113

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	stěna do skladu	6,81	1,23	0,23	1,93		
8	Stěna k peci	3,15	1,23	0,23	0,89		
8	Stěna do šatny	5,27	1,23	0,23	1,50		
11	Strop do 2.NP	5,42	0,58	0,10	0,32		
DI	dveře do šatny	1,58	2,00	0,23	0,73		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,37

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
2	Podlaha na zemině	6,93	0,21	1,43	1,45	0,49	1,00	0,71
3	Stěna k zemině	5,42	0,19	1,01				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,45				

celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)							1,73
--	--	--	--	--	--	--	------

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							7,10
--	--	--	--	--	--	--	------

	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (w)	
	24	-15	39	7,10	276,98	

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
13,83	-15	24	15	80	0,23
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)	
0	1	0	1,00	0,00	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (w)		
18,46	6,28	39	244,80		

Místnost č. 112

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	Stěna do koupelny	9,96	1,23	-0,11	-1,40		
8	Stěna do šatny	6,01	1,23	0,14	1,06		
DI	Dveře do šatny	1,58	2,00	0,14	0,45		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,11

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
3	Stěna k zemině	7,18	0,19	1,34	1,45	0,43	1	0,62
2	Podlaha na zemině	8,58	0,21	1,77				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				3,12				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								1,94

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							2,04
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem Φ_{Tj} (w)		
	20	-15	35	2,04	71,44		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
23,60	-15	20	15	100	0,14
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
0	1	0	1	0	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (w)		
14,29	4,86	35	170,00		

Místnost č. 111
Výpočet tepelné ztráty prostupem
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí

Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	Stěna do šatny	7,18	1,23	0,14	1,26		
DI	Dveře do šatny	1,58	2,00	0,14	0,45		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							1,71

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
3	Stěna k zemině	6,01	0,19	1,12	1,45	0,43	1	0,62
2	Podlaha na zemině	7,97	0,21	1,65				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,77				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								1,72

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							3,43
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ΦT_j (w)		
	20	-15	35	3,43	120,15		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
17,18	-15	20	15	100	0,14
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
0	1	0	1	0,00	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (w)		
14,29	4,86	35	170,00		

Místnost č. 110
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	9,63	0,13	0,05	0,18	1,00	1,77
0	Okna	1,65	1,20	0,00	1,20	1,00	1,98
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							1,98

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	Stěna do šatny	3,11	1,23	0,14	0,55		
DI	Dveře do šatny	1,58	2,00	0,14	0,45		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							1,00

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
3	Stěna k zemině	6,01	0,19	1,12	1,45	0,43	1	0,62
2	Podlaha na zemině	7,89	0,21	1,63				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,75				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								1,71

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							4,69
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem Φ_{Tj} (w)		
	20	-15	35	4,69	164,09		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
13,40	-15	20	20	60	0,00
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
2	1	0,03	1	0,80	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i}-\theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním	
0,80		0,27	35	9,57	

Místnost č. S01

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	11,41	0,13	0,05	0,18	1,00	2,10
DI	Dveře	1,77	1,20	0,00	1,20	1,00	2,13
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							4,23

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty

stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
6	strop do 1NP	23,63	0,31	-0,67	-4,96		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-4,96

Tepelné ztráty zeminou

Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
3	Stěna k zemině	27,17	0,19	5,08	1,45	0,05	1	0,07
12	Podlaha na zemině	23,63	0,53	12,59				
				0,00				
				0,00				
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				17,67				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								1,22

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							0,49
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕT_j (w)		
	7,5	-15	22,5	0,49	11,09		

Tepelná ztráta větráním

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)
53,10	-15	7,5	2	106,20
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění ϵ	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)
1	4,5	0,02	1	9,558
výpočet tepelných ztrát větráním				
max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním
106,20		36,11	22,5	812,43

Místnost č. 201
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
O	Okna	4,74	1,20	0,00	1,20	1,00	5,69
1	Stěna obvodová	31,22	0,13	0,05	0,18	1,00	5,75
DE	Dveře	2,07	1,20	0,00	1,20	1,00	2,48
4	Střecha sedlová	54,73	0,15	0,05	0,20	1,00	11,18
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							25,09

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot F_{ij}$		
7	stěna do učebny	35,82	0,38	-0,17	-2,26		
DI	dveře do učebny	5,32	2,00	-0,17	-1,77		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-4,04

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
								0,00
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							21,06
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem Φ_{Tj} (W)		
	15	-15	30	21,06	631,71		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
119,20	-15	15	20	59,60	-0,17
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
3	1	0,03	1	7,15	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ (W)		
-2,78	-0,95	30	-28,37		

Místnost č. 202
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	45,03	0,13	0,05	0,18	1,00	8,29
O	Okna	6,15	1,20	0,00	1,20	1,00	7,38
4	Střecha sedlová	50,47	0,15	0,05	0,20	1,00	10,31
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							25,98

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot F_{ij}$		
7	stěna na galerii	2,21	0,38	0,14	0,12		
DI	dveře chodby	1,77	2,00	0,14	0,51		
11	Strop nad šatnou	3,99	0,58	0,14	0,33		
11	Strop nad koupelnou	6,48	0,58	-0,11	-0,43		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,53

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
								0,00
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							26,51
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕT_j (W)		
	20	-15	35	26,51	927,71		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
105,23	-15	20	20	210,46	0,00
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
4	1	0,05	1	10,52	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (W)		
10,52	3,58	35	125,22		

Místnost č. 203
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
O	Okna	7,09	1,20	0,00	1,20	1,00	8,50
1	Stěna obvodová	39,33	0,13	0,05	0,18	1,00	7,24
Os	Okna střešní	2,18	1,20	0,00	1,20	2,00	5,24
4	Střecha sedlová	27,07	0,15	0,05	0,20	1,00	5,53
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							26,51

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot F_{ij}$		
7	stěna na galerii	20,46	0,38	0,14	1,11		
DI	dveře na galerii	1,77	2,00	0,14	0,51		
11	Strop nad šatnou	12,77	0,58	0,14	1,06		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							2,67

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
								0,00
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							29,19
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕT_j (w)		
	20	-15	35	29,19	1021,59		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
139,64	-15	20	20	279,28	0,00
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrace $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
6	1	0,05	1	13,96	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i}-\theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním		
13,96	4,75	35	166,17		

Místnost č. 204
Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
0	Okna	8,41	1,20	0,00	1,20	1,00	10,09
1	Stěna obvodová	41,01	0,13	0,05	0,18	1,00	7,55
4	Střecha sedlová	46,48	0,15	0,05	0,20	1,00	9,49
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							27,13

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
							0,00
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	Stěna do skladu	15,23	1,23	0,14	2,68		
7	stěna na galerii	16,44	0,38	0,14	0,89		
DI	dveře na galerii	1,773	2,00	0,14	0,51		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostor z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							4,07

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_W	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$
								0,00
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0				
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_W$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							31,20
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕ_{Tj} (w)		
	20	-15	35	31,20	1092,07		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m^3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
91,80	-15	20	20	183,59	0,00
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m^3/h)	
5	1	0,05	1	9,18	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i	$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním $\phi_{v,i}$ (w)		
9,18	3,12	35	109,24		

Místnost č. 205

Výpočet tepelné ztráty prostupem

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$
1	Stěna obvodová	27,80	0,13	0,05	0,18	1,00	5,12
O	Okna	2,78	1,20	0,00	1,20	1,00	3,34
4	Střecha sedlová	19,23	0,15	0,05	0,20	1,00	3,93
							0,00
celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							12,39

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_U	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$
celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_U$ (W/K)							0,00

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
stavební konstrukce							
Č.K.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
8	stěna do učebny	15,23	1,23	-0,17	-3,12		
11	strop do 1NP	13,88	0,58	-0,17	-1,34		
celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů z odl. tepl. $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-4,46

Tepelné ztráty zeminou								
Č.K.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
$(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k})$				0				0,00
celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$ (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{Tj} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ij} + H_{T,ig}$							7,92
	$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	$H_{T,i}$	Návrhová ztráta prostupem ϕT_j (w)		
	15	-15	30	7,92	237,63		

Tepelná ztráta větráním

Objem místnosti V_i (m ³)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	$\theta_{su,i}$	Množství přiváděného vzduchu $V_{su,i}$	$f_{v,i}$
48,72	-15	15	20	24,36	-0,17
počet nechráněných otvorů	n_{50}	činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ (m ³ /h)	
2	1	0,02	1	1,95	
výpočet tepelných ztrát větráním					
V_i		$H_{v,i}$	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním	
-2,11		-0,72	30	-21,54	

B.3.2. Výpočet návrhového tepelného výkonu

Místnost	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\phi_{T,i}$ (W)	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\phi_{V,i}$ (W)	Zátopový tepelný výkon $\phi_{RH,i}$ (W)	Celkový tepelný výkon $\phi_{HL,i}$ (W)
101, 102, 103, 106, 108, 109	684,04	-311,93	492,80	864,91
104	524,30	41,64	189,00	754,94
105	586,73	31,94	154,70	773,38
107	653,54	254,65	69,65	977,85
114	140,64	-6,02	100,31	234,93
115	8,45	-8,83	78,54	78,16
113	276,98	244,80	48,51	570,29
112	71,44	170,00	60,06	301,50
111	120,15	170,00	55,79	345,94
110	164,09	9,57	55,23	228,88
S01	11,09	812,43	165,41	988,93
201	631,71	-28,37	290,43	893,77
202	927,71	125,22	194,95	1247,88
203	1021,59	166,17	259,70	1447,46
204	1092,07	109,24	203,98	1405,29
205	237,63	-21,54	79,45	295,55
Celkem	6938,64	946,55	2355,64	10305,04

B.3.3. Návrh potřebného výkonu ohříváče VZT jednotky

Objemový průtok přiváděného vzduchu: $V_p = 0,37 \text{ m}^3$

Předběžný výkon ohříváče

$$Q_p = V_p \cdot c_p \cdot \rho \cdot [t_i - (-t_e)] = 0,37 \cdot 1010 \cdot 1,18 \cdot (20 + 15) = 15,39 \text{ kW}$$

Vzduchotechnická jednotka bude pracovat s 50 % účinností zpětného získávání tepla

Potřebný výkon ohříváče VZT

$$Q_v = Q_p \cdot 0,5 = 15,39 \cdot 0,5 = 7,695 \text{ kW}$$

Celkové ztráty větráním

$$Q_{VE} = Q_v + \Sigma \phi_{v,i} = 7,695 + 0,95 = 8,64 \text{ kW}$$

B.3.4. Návrh otopných těles

$t_{m1} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

$t_{m2} = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$

Navržena otopná tělesa RADIK VKP a RADIK VKL

Č.M.	Ú	Účel	Tep. ztr. místnosti	ϕ	Z_1	Z_2	Z_3	Potřebný výkon	Typ otopného tělesa	Počet těles	Skutečný výkon těles	Celkem (W)	%
101, 102, 103, 106, 108, 109	Hala	15	864,91	1,00	0,90	1,00	1,00	961,01	10-040080-60-VK, 10-040080-06-VK, 10-050070-VK	3	2x314, 334	962	100,10
104	Kancelář	20	754,94	1,00	1,00	1,00	1,00	754,94	10-040110-60-VK,	2	372, 406	778	103,05
105	Kancelář	20	773,38	1,00	1,00	1,00	1,00	773,38	10-050090-60-VK,	2	372, 406	778	100,60
107	WC + sprcha imob	24	977,85	1,00	0,90	1,00	1,00	1086,50	21-090040-VK, 21-090050-VK	2	486, 607	1093	100,60
114	Keramická pec	15	234,93	1,00	0,90	1,00	1,00	261,03	21-030040-60-VK	1	277	277	106,12
115	Sklad	15	78,16	1,00	0,90	1,00	1,00	86,85	Nevytápěný				
113	WC+sprcha zam	24	570,29	1,00	0,90	1,00	1,00	633,66	22-090040-60-VK	1	641	641	101,16
112	WC chlapci	20	301,50	1,00	0,90	1,00	1,00	335,00	20-050050-60-VK	1	336	336	100,30
111	WC dívky	20	345,94	1,00	0,90	1,00	1,00	384,38	10-060080-60-VK	1	388	388	100,94
110	Kuchyňka	20	228,88	1,00	0,90	1,00	1,00	254,31	20-050040-60-VK	1	269	269	105,77
S01	Kotelna	7,5	542,00	1,00	1,00	1,00	1,00	542,00	10-060050-60-VK	1	545	545	100,55
201	Galerie	15	893,77	1,00	0,90	1,00	1,00	993,07	10-050100-60-VK,	2	478, 525	1003	101,00
202	Učebna	20	1247,88	1,00	0,90	1,00	1,00	1386,54	11-050070-60-VK,	4	481 + 3x311	1414	101,98
203	Učebna	20	1447,46	1,00	0,90	1,00	1,00	1608,29	4x 20-030070-60-VK,	5	4x 311 + 388	1632	101,47
204	Učebna	20	1405,29	1,00	0,90	1,00	1,00	1561,43	10-050160-60-VK,	4	659 + 3x 311	1592	101,96
205	Sklad	15	295,55	1,00	1,00	1,00	1,00	295,55	10-030100-60-VK	1	306	306	103,54
Celková tepelná ztráta (W)			10847,04						Celkový počet těles	31	Celkový tepelný výkon (W)	12014	

B.3.5. Návrh zdroje tepla a akumulční nádoby

Potřebný výkon pro vytápění: 12,04 kW

Potřebný výkon pro VZT: 7,70 kW

Potřebný výkon pro přípravu teplé vody: 1,3 kW

Celkový potřebný výkon zdroje: 21,04 kW

Navržený kotel na pelety ATMOS D25P

Navržen akumulční zásobník LM 750 o objemu 0,75 m³

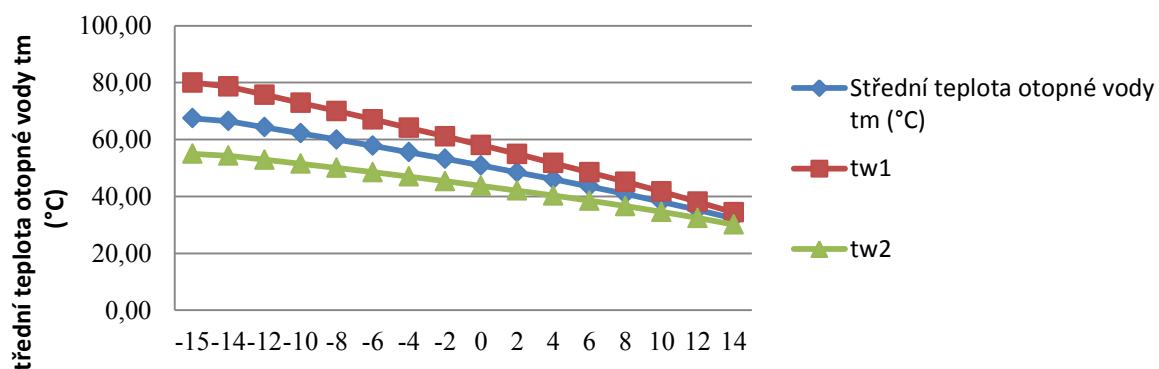
TECHNICKÁ DATA KOTLE ATMOS D25P		TECHNICKÁ DATA AKUMULAČNÍ NÁDOBY	
	Výkon kotle	7-24 kW	Označení: LM750
	Výhřevná plocha	2 m ²	Objem: 750 l
	Objem palivové šachty	88 dm ³	Provozní tlak: 3 bar
	Rozměr plnicího otvoru	270x450 mm	Testovaný tlak: 5 bar
	Předepsaný tah komína	22 Pa	Výplň: voda
	Max. prac. přetlak vody	250 kPa	Provozní teplota: 0-95°C
	Hmotnost kotle	254 kg	Hmotnost: 138 kg
	Průměr odtahového hrdla	152 mm	Výstupy
	Výška kotle	1207 mm	2x G 1/2"
	Šířka kotle	620 mm	2x G 1"
	Hloubka kotle	868 mm	2x G 1 1/4"
	Krytí el. části	20 IP	1x G 1 1/2"
	Elektrický příkon - při spuštění	522 W	Ostatní součástky
	Elektrický příkon - při provozu	42 W	Výstupy: 90-130 mm
	Účinnost kotle	90,2 %	Závit: DIN ISO 228-1
	Třída kotle	3	Základní materiály:
	Teplota spalin při jmenovitém výkonu (pelety)	151 °C	Plášť - S235J2G3 EN 10025
	Hmot. průtok spalin při jmen. výkonu (pelety)	0,018 kg/s	Konec nádoby - S235J2G3 EN 10025
	Průměrná spotřeba paliva - pelet při jm. výkonu	5,4 kg/h	Ochrana povrchu:
	Objem vody v kotli	62 l	Vnější strana - základní ochranný nátěr
	Hydraulická ztráta kotle	0,19 mbar	Vnitřní strana - surová
	Minimální objem vyrovnávací nádrže	500 l	
	Připojovací napětí	230/50 V/Hz	

Předepsané palivo: Kvalitní pelety o průměru 6 - 8 mm o délce 5 až 25 mm
a výhřevnosti 15 - 18 MJ.kg-1

Ekvitermní křivka

t_e (°C)	-15	-10	0	5	8	10	14
t_{w1} (°C)	80,00	72,90	58,03	50,11	45,13	41,69	34,38
t_{w2} (°C)	55,00	51,47	43,74	39,40	36,56	34,55	30,09
t_m (°C)	67,50	62,19	50,88	44,75	40,85	38,12	32,23
Teplotní rozdíl (°C)	25,00	21,43	14,29	10,71	8,57	7,14	4,29
Poměrný tepelný výkon pro vytápění a	1,00	0,86	0,57	0,43	0,34	0,29	0,17
Doba nabíjení zásobníku při současném vybíjení τ_n (h)	7,29	3,64	1,82	1,45	1,30	1,21	1,07
Doba nabíjení bez vybíjení	0,91	1,04	1,32	1,48	1,58	1,65	1,81
Teplotní součinitel b	1,0	1,1	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0
Teplotní součinitel s	1,0	1,3	2,5	3,8	5,1	6,4	11,6
Doba vybíjení zásobníku při teplotě t_{ec} (h)	1,0	1,4	2,6	3,9	5,3	6,6	12,1
Potřebný výkon kotle (kW)	21,0	18,0	12,0	9,0	7,2	6,0	3,6

Ekvitermní křivka



B.3.6. Návrh přípravy teplé vody

Potřeba teplé vody pro mytí osob za den

Odhad 60 x mytí rukou ($V_d = 0,002 \text{ m}^3$), 5 x sprchování ($V_d = 0,025 \text{ m}^3$)

$$V_o = 60 \cdot 0,002 + 5 \cdot 0,025 = 0,245 \text{ m}^3$$

Potřeba teplé vody na mytí nádobí

Odhad 10 jídel denně

$$V_j = 10 \cdot 0,002 = 0,02 \text{ m}^3$$

Potřeba teplé vody pro úklid a mytí podlah

Odhad $0,02 \text{ m}^3 / 100 \text{ m}^2$ podlahové plochy

$$V_u = 0,2 \cdot 4 = 0,08 \text{ m}^3$$

Celková potřeba TV

$$V_{2p} = 0,245 + 0,02 + 0,08 = 0,345 \text{ m}^3$$

Odebrané teplo

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (t_w - t_c) = 1,163 \cdot 0,345 \cdot (55 - 10) = 18,06 \text{ kWh}$$

Ztráty (cirkulace)

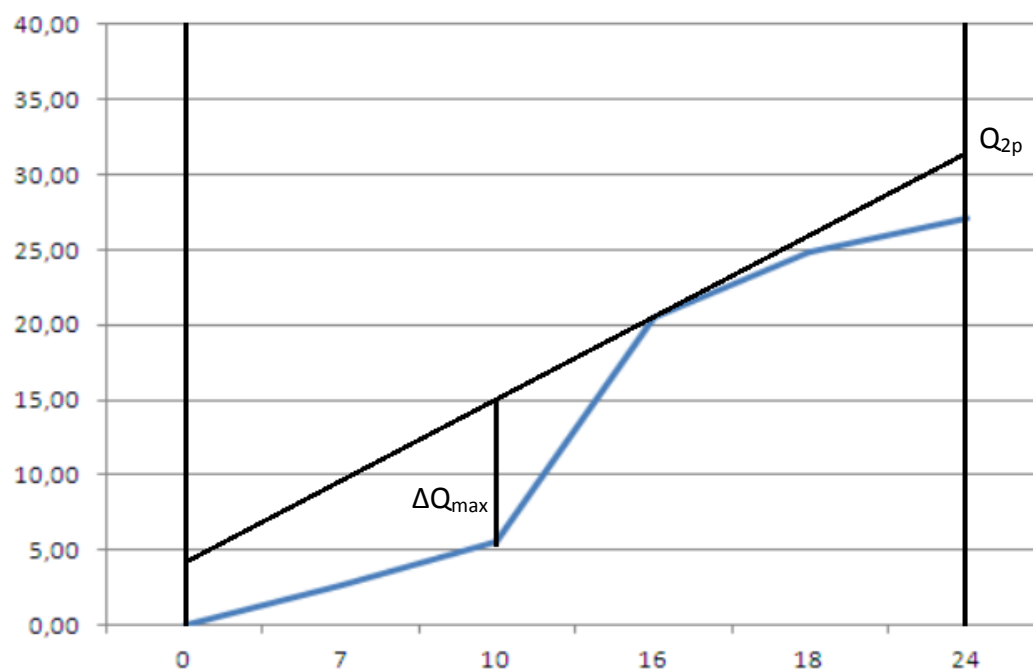
$$Q_{2z} = 18,06 \cdot 0,5 = 9,028 \text{ kWh}$$

Celkem odebrané teplo z ohřívače

$$Q_{2p} = 18,06 + 9,028 = 27,08 \text{ kWh}$$

Rozvrh spotřeby teplé vody

Denní doba	%	kWh
7 - 10 hod	10	1,80
10 - 16 hod	70	12,64
16 - 18 hod	20	3,61



$$\Delta Q_{\max} = 9,8 \text{ kWh}$$

Velikost zásobníku

$$V_Z = \frac{\Delta Q_{\max}}{1,163 \cdot (t_w - t_s)} = \frac{9,8}{1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,187 \text{ m}^3$$

Celkové potřebné teplo (Dle grafu)

$$Q_{2p} = 31,3 \text{ kWh}$$

$$Q_{1n} = 31,3 / 24 = 1,304 \text{ kW}$$

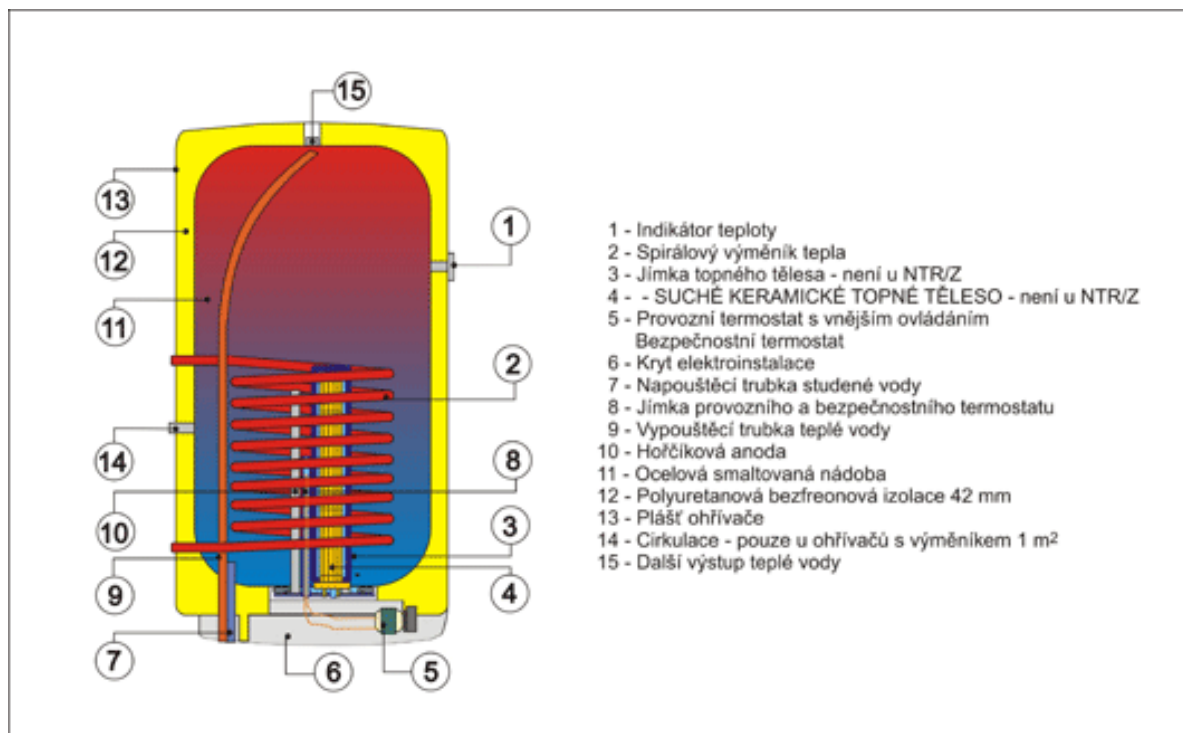
Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (55 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(55 - 10)}} = 55,96 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A = \frac{Q_{1n} \cdot 10^3}{U \cdot \Delta t} = \frac{1,304 \cdot 10^3}{420 \cdot 55,96} = 0,055 \text{ m}^2$$

U- součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy

$$U = 420 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$



Navržen kombinovaný zásobníkový ohřivač OKC 200 o objemu 0,2 m³ a teplosměnné ploše 0,7 m².

B.3.7. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí otopné soustavy

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δp _{RV} (Pa)	TRV	R.l+Z+Δp _{RV}	Δp _{DIS} (Pa)	kv
dimenzování základního okruhu														
1	311,00	17,83	3,60	15x1	3,30	0,04	11,88	5,60	4,02	80	6	95,90	95,90	0,64
2	622,00	35,65	3,20	15x1	7,00	0,08	22,40	1,20	3,82	0		26,22	122,12	
3	933,00	53,48	3,40	15x1	22,00	0,12	74,80	1,24	8,49	0		83,29	205,41	
4	1244,00	71,31	15,40	18x1	13,00	0,10	200,20	3,50	17,50	0		217,70	423,11	
5	1632,00	93,55	3,80	18x1	22,00	0,14	83,60	6,14	60,17	0		143,77	566,88	
6	3253,00	186,47	12,80	22x1	24,00	0,17	307,20	9,74	140,74	0		447,94	1014,82	
7	5192,00	297,62	21,00	28x1,5	19,00	0,17	399,00	8,70	125,72	0		524,72	1539,54	
8	7568,00	433,82	5,40	28x1,5	36,00	0,25	194,40	1,20	38,10	0		232,50	1772,04	
9	11469,00	657,44	5,20	28x1,5	72,00	0,38	374,40	1,80	127,24	0		501,64	2273,68	
10	12014,00	688,68	6,00	28x1,5	79,00	0,40	474,00	19,50	1521,24	0		1995,24	4268,92	
dimenzování úseku k OT02														
1	311,00	17,83	0,60	15x1	3,60	0,04	2,16	3,00	2,40	91,34	6	4,56	95,90	0,60
dimenzování úseku k OT03														
2	311,00	17,83	0,60	15x1	3,60	0,04	2,16	3,00	2,40	117,56	5	4,56	122,12	0,53
dimenzování úseku k OT04														
3	311,00	17,83	0,60	15x1	3,60	0,04	2,16	3,00	2,40	200,85	4	4,56	205,41	0,41
dimenzování úseku k OT05														
4	388,00	22,24	0,60	15x1	4,00	0,05	2,40	3,00	3,12	417,59	4	5,52	423,11	0,35
dimenzování větve s tělesy v místnostech 112, 111, 110, 109, 102														
10	314,00	18,00	11,40	15x1	3,60	0,04	41,04	8,20	6,56	85,56	6	47,60	133,16	0,63
11	628,00	36,00	2,60	15x1	7,00	0,08	18,20	1,15	3,68	0		21,88	155,04	
12	897,00	51,42	6,60	18x1	7,50	0,07	49,50	4,50	11,86	0		61,36	216,40	
13	1285,00	73,66	8,20	18x1	14,00	0,11	114,80	10,00	55,13	0		169,93	386,32	
14	1621,00	92,92	7,00	18x1	20,00	0,13	140,00	4,80	40,56	0		180,56	566,88	
dimenzování úseku k OT 7														
10	314,00	18,00	0,60	15x1	3,30	0,04	1,98	3,00	2,12	129,06	5	4,10	133,16	0,51
dimenzování úseku k OT 8														
11	269,00	15,42	2,20	15x1	3,00	0,03	6,60	5,60	3,27	145,16	4	9,87	155,04	0,41
dimenzování úseku k OT 9														
12	388,00	22,24	2,20	15x1	4,00	0,05	8,80	5,60	5,82	201,77	5	14,62	216,40	0,51
dimenzování úseku k OT 10														
13	336,00	19,26	0,60	15x1	3,60	0,04	2,16	3,00	2,53	381,63	4	4,69	386,32	0,32
dimenzování větve s tělesy v místnosti 202														
15	481,00	27,57	2,80	15x1	7,50	0,06	21,00	5,60	11,01	606,59	4	32,01	638,59	0,36
16	792,00	45,40	4,20	15x1	16,00	0,10	67,20	2,45	11,53	0		78,73	717,32	
17	1103,00	63,23	2,20	18x1	11,00	0,09	24,20	4,80	19,87	0		44,07	761,39	
18	1414,00	81,05	2,20	18x1	17,00	0,12	37,40	2,20	15,32	0		52,72	814,11	
20	1939,00	111,15	6,20	18x1	28,00	0,16	173,60	2,20	27,11	0		200,71	1014,82	
dimenzování úseku k OT 12														
15	331,00	18,97	0,60	15x1	3,60	0,04	2,16	3,00	2,40	634,03	3	4,56	638,59	0,24
dimenzování úseku k OT 13														
16	331,00	18,97	0,60	15x1	3,60	0,04	2,16	3,00	2,40	712,76	3	4,56	717,32	0,23
dimenzování úseku k OT 14														
17	331,00	18,97	0,60	15x1	3,60	0,04	2,16	3,00	2,40	756,83	3	4,56	761,39	0,22
dimenzování úseku k OT 15														
18	525,00	30,09	0,60	15x1	8,00	0,06	4,80	3,00	6,16	803,15	4	10,96	814,11	0,34

dimenzování větve s tělesy v místnostech 201, 205, 204														
21	478,00	27,40	6,80	15x1	7,50	0,06	51,00	10,80	19,44	494,18	4	70,44	564,62	0,40
22	1137,00	65,18	6,20	18x1	11,00	0,09	68,20	4,80	19,01	0		87,21	651,83	
23	1448,00	83,00	2,70	18x1	17,00	0,12	45,90	2,20	15,32	0		61,22	713,05	
24	1759,00	100,83	5,40	18x1	24,00	0,14	129,60	2,20	22,81	0		152,41	865,46	
25	2070,00	118,66	4,47	18x1	32,00	0,17	143,04	2,20	31,79	0		174,83	1040,29	
26	2376,00	136,20	9,00	18x1	40,00	0,19	360,00	7,40	139,25	0		499,25	1539,54	
dimenzování úseku k OT 17														
21	659,00	37,78	0,60	15x1	12,00	0,08	7,20	3,00	9,60	547,82	5	16,80	564,62	0,52
dimenzování úseku k OT 18														
22	311,00	17,83	0,60	15x1	3,30	0,04	1,98	3,00	2,40	647,45	3	4,38	651,83	0,23
dimenzování úseku k OT 19														
23	311,00	17,83	0,60	15x1	3,30	0,04	1,98	3,00	2,40	708,67	3	4,38	713,05	0,22
dimenzování úseku k OT 20														
24	311,00	17,83	0,60	15x1	3,30	0,04	1,98	3,00	2,40	861,08	3	4,38	865,46	0,20
dimenzování úseku k OT 21														
25	306,00	17,54	0,60	15x1	3,00	0,04	1,80	3,00	2,12	1036,37	3	3,92	1040,29	0,18
dimenzování větve s tělesy v místnostech 104, 105														
27	372,00	21,32	8,80	15x1	4,00	0,05	35,20	8,20	8,53	1214,50	3	43,73	1258,23	0,20
28	778,00	44,60	3,10	15x1	16,00	0,10	49,60	2,20	10,29	0		59,89	1318,11	
29	1112,00	63,74	5,60	15x1	28,00	0,14	156,80	2,20	22,18	0		178,98	1497,09	
30	1484,00	85,07	6,20	18x1	17,00	0,12	105,40	4,80	34,56	0		139,96	1637,05	
31	1890,00	108,34	4,24	18x1	26,00	0,15	110,24	2,20	24,75	0		134,99	1772,04	
dimenzování úseku k OT 23														
27	406,00	23,27	0,60	15x1	4,50	0,05	2,70	3,00	3,95	1251,58	3	6,65	1258,23	0,21
dimenzování úseku k OT 24														
28	334,00	19,15	22,60	15x1	3,60	0,05	81,36	13,40	13,93	1222,82	3	95,29	1318,11	0,18
dimenzování úseku k OT 25														
29	372,00	21,32	0,60	15x1	4,00	0,05	2,40	3,00	3,12	1491,57	3	5,52	1497,09	0,18
dimenzování úseku k OT 26														
30	406,00	23,27	0,60	15x1	4,50	0,05	2,70	3,00	3,95	1630,40	3	6,65	1637,05	0,19
dimenzování větve s tělesy v místnostech 113, 114, 107, 103														
32	641,00	36,74	12,60	15x1	11,00	0,08	138,60	10,80	34,56	559,61	5	173,16	732,77	0,50
33	918,00	52,62	3,80	15x1	20,00	0,11	76,00	7,40	44,77	0		120,77	853,54	
34	1404,00	80,48	1,80	18x1	16,00	0,11	28,80	7,40	47,25	0		76,05	0,00	
35	2011,00	115,28	18,60	18x1	30,00	0,16	558,00	10,00	128,00	0		686,00	1539,54	
dimenzování úseku k OT 28														
32	277,00	15,88	5,00	15x1	3,00	0,03	15,00	5,60	3,27	714,49	3	18,27	732,77	0,19
dimenzování úseku k OT 29														
33	486,00	27,86	3,20	15x1	3,60	0,04	11,52	5,60	4,48	837,54	3	16,00	853,54	0,31
dimenzování úseku k OT 30														
34	607,00	34,80	3,20	15x1	10,00	0,07	32,00	5,60	14,92	1492,62	3	46,92	1539,54	0,29
dimenzování úseku k OT 31														
36	545,00	31,24	3,20	15x1	9,00	0,07	28,80	8,20	20,09	2224,79	3	48,89	2273,68	0,21

Základní okruh

$$\Sigma\xi_1 = 2 \times \text{koleno} + \text{otopné těleso} = 2 \cdot 1,3 + 3 = 5,60$$

$$\Sigma\xi_2 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} = 0,3 + 0,9 = 1,20$$

$$\Sigma\xi_3 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + \text{zúžení plynulé} = 0,3 + 0,9 + 0,04 = 1,24$$

$$\Sigma\xi_4 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + 2 \times \text{koleno} = 0,3 + 0,9 + 2 \cdot 1,3 = 3,5$$

$$\Sigma\xi_5 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + 4 \times \text{koleno} + \text{zúžení plynulé} = 0,3 + 0,9 + 4 \cdot 1,3 + 0,04 = 6,14$$

$$\Sigma\xi_6 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + 4 \times \text{koleno} + \text{zúžení plynulé} = 1,5 + 3 + 4 \cdot 1,3 + 0,04 = 9,74$$

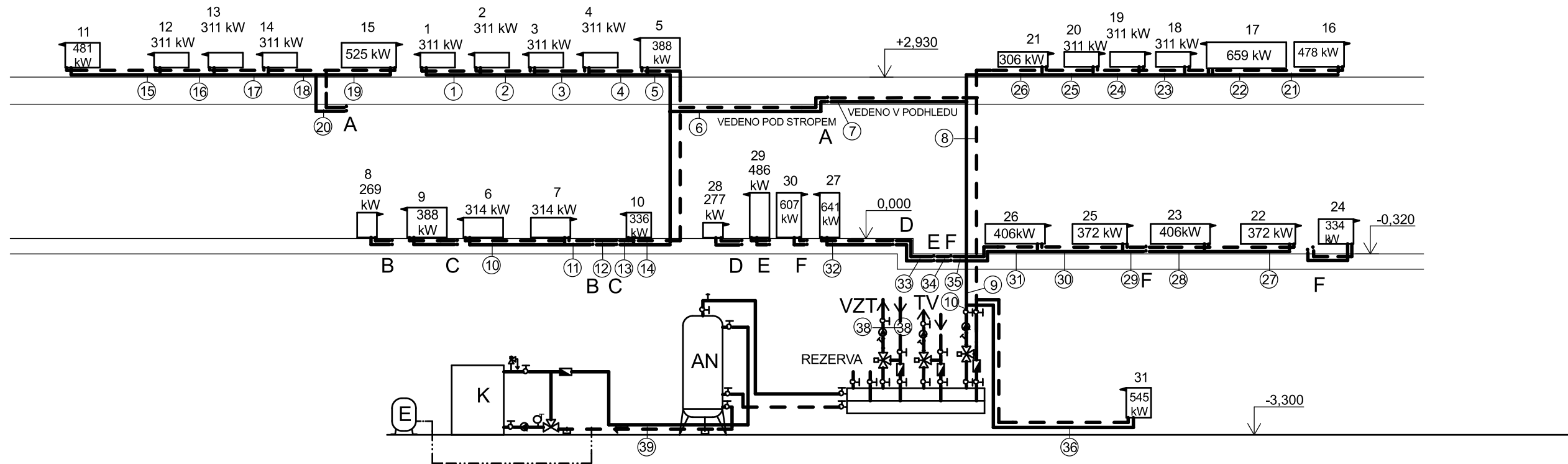
$$\Sigma\xi_7 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + 6 \times \text{koleno} = 0,3 + 0,6 + 6 \cdot 1,3 = 8,7$$

$$\Sigma\xi_8 = \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} = 0,3 + 0,9 = 1,2$$

$$\Sigma\xi_9 = 2 \times \text{rozdělení proudu} + 2 \times \text{spojení proudu} = 2 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,6 = 1,8$$

$$\Sigma\xi_{10} = 2 \times \text{rozdělení proudu} + \text{spojení proudu} + 4 \times \text{uzavírací ventil} + \text{směšovací ventil} + \text{zpětná klapka} + \text{filtr} = 2 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,3 + 4,3 + 0,3 + 6,2 = 19,50$$

B.3.8. Výpočtové schéma dimenzovaného okruhu s otopnými tělesy



B.3.9. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

K zásobníku TV

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma\xi$	Z (Pa)	R.l+Z (Pa)
37	1304,00	74,75	34,00	18x1	14,00	0,11	476,00	19,70	108,6	584,6

$\Sigma\xi = 14 \times \text{koleno} + \text{zásobník vstup} + \text{zásobník výstup} = 14 \cdot 1,3 + 1 + 0,5 = 19,70$

K ohřívači VZT

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma\xi$	Z (Pa)	R.l+Z (Pa)
38	7695,04	264,66	20,00	28x1,5	43,00	0,24	860,00	15,50	427,99	1287,99

$\Sigma\xi = 10 \times \text{koleno} + \text{výměník v ohřívači} = 10 \cdot 1,3 + 2,5 = 15,50$

Kotlový okruh

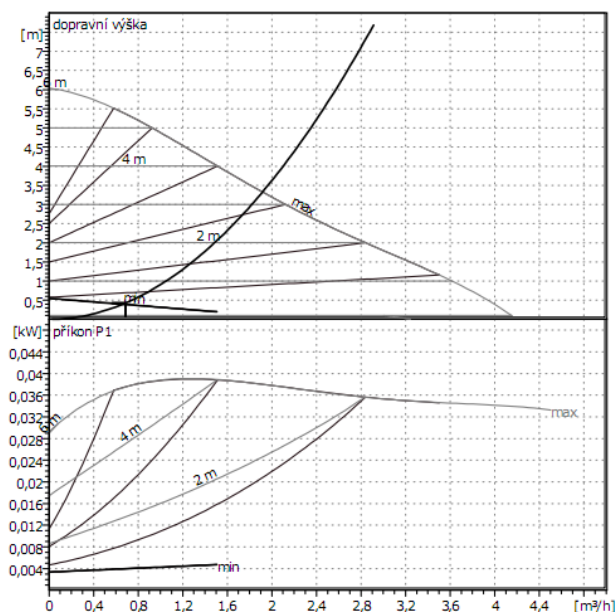
č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN Dxt	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma\xi$	Z (Pa)	R.l+Z (Pa)
39	21040,04	720,62	10,00	35x1,5	26,00	0,25	260,00	37,60	1203,37	1463,37

$\Sigma\xi = 8 \times \text{koleno} + 2 \times \text{vstup do zásobníku} + 2 \times \text{výstup ze zásobníku} + 8 \times \text{kulový kohout} + \text{filtr} + \text{směšovací armatura} + \text{zpětná klapka} + \text{dělení proudů} + \text{kotel} + \text{vstup do rozdělovače} + \text{výstup ze sběrače} = 8 \cdot 1,3 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 0,5 + 8 \cdot 0,3 + 6,2 + 6 + 4,3 + 1,3 + 2,5 + 1 + 0,5 = 37,60$

B.3.10. Návrh oběhových čerpadel

Č 1 - Čerpadlo na otopné větví

tlaková ztráta větve:	4,27 kPa
Průtok:	688,68 kg/h
Navrženo:	Wilo-Stratos PICO 25/1-6



zadáni provozních hodnot

průtok	0,689	m³/h
dopravní výška	0,43	m
dopravované médium	voda, čistá	
teplota kapaliny	70	°C
hustota	0,9777	kg/dm³
kinematická viskozita	0,4084	mm²/s
tlak páry	0	bar

údaje o čerpadle

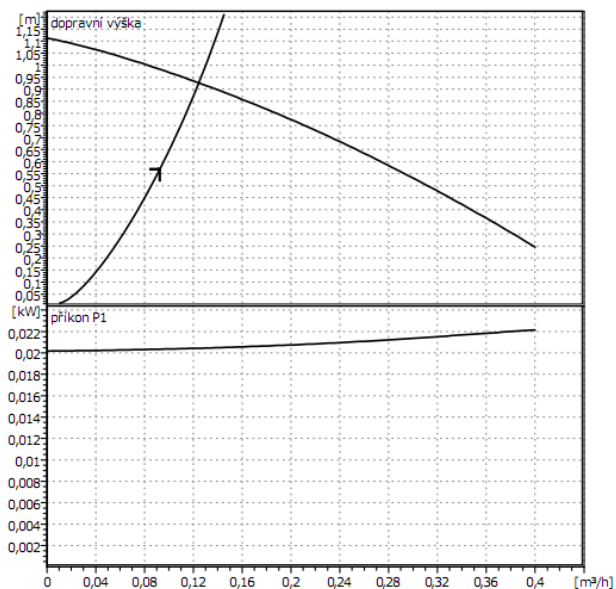
Výrobek	WILO
typ	Stratos PICO 25/1-6
druh zařízení	samostatné čerpadlo
provozní režim	dp-c
jmenovitý tlak	PN10
min. teplota kapaliny	2
max. teplota kapaliny	110

hydraulické údaje (provozní bod)

průtok	0,689	m³/h
dopravní výška	0,43	m
příkon P1	0,00554	kW

Č 2 - Čerpadlo k zásobníku TV

tlaková ztráta větve:	0,58 kPa
Průtok:	74,75 kg/h
Navrženo:	WILO Star RS 15/4



zadání provozních hodnot

průtok	0,075	m³/h
dopravní výška	0,058	m
dopravované médium	voda, čistá	
teplota kapaliny	60	°C
hustota	0,9777	kg/dm³
kinematická viskozita	0,4084	mm²/s
tlak páry	0	bar

údaje o čerpadle

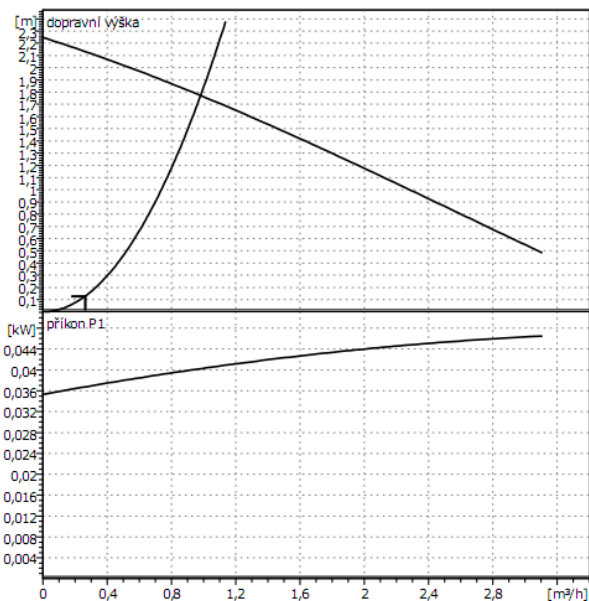
Výrobek	WILO
typ	Star-Z 15
druh zařízení	samostatné čerpadlo
jmenovitý tlak	PN10
min. teplota kapaliny	20
max. teplota kapaliny	65

hydraulické údaje (provozní bod)

průtok	0,085	m³/h
dopravní výška	0,058	m
příkon P1	0,0205	kW
otáčky	2600	1/min

Č 3 - Čerpadlo k ohřívači VZT

tlaková ztráta větve:	1,29 kPa
Průtok:	264,66 kg/h
Navrženo:	Wilo-Star-Z 25/2



zadání provozních hodnot

průtok	0,265	m³/h
dopravní výška	0,129	m
dopravované médium	voda, čistá	
teplota kapaliny	70	°C
hustota	0,9777	kg/dm³
kinematická viskozita	0,4084	mm²/s
tlak páry	0	bar

údaje o čerpadle

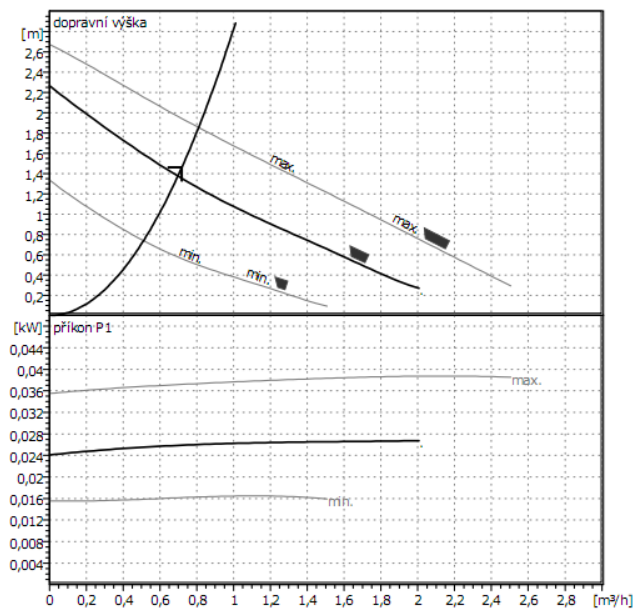
Výrobek	WILO
typ	Star-Z 25/2 1~
druh zařízení	samostatné čerpadlo
jmenovitý tlak	PN10
min. teplota kapaliny	-10
max. teplota kapaliny	110

hydraulické údaje (provozní bod)

průtok	0,982	m³/h
dopravní výška	1,77	m
příkon P1	0,0402	kW
otáčky	2300	1/min

Č 4 - Čerpadlo na kotlovém okruhu

tlaková ztráta:	1,463 kPa
Průtok:	720,62 kg/h
Navrženo:	WILO Star-RS 30/2



zadání provozních hodnot

průtok	0,72 m³/h
dopravní výška	1,463 m
dopravované médium	voda, čistá
teplota kapaliny	80 °C
hustota	0,9717 kg/dm³
kinematická viskozita	0,3576 mm²/s
tlak páry	0 bar

údaje o čerpadle

Výrobek	WILO
typ	Star-RS 30/2
druh zařízení	samostatné čerpadlo
provozní režim	1
jmenovitý tlak	PN10
min. teplota kapaliny	-10 °C
max. teplota kapaliny	110 °C

hydraulické údaje (provozní bod)

průtok	0,698 m³/h
dopravní výška	1,37 m
příkon P1	0,0259 kW

B.3.11. Návrh expanzní nádoby

Objem vody v soustavě

Dimenze	15x1	18x1	22x1	28x1,5	35x1,5
Délka (m)	127,00	144,21	12,80	57,60	10,00
Průřez (m ²)	0,00053	0,00071	0,00126	0,00196	0,00322
Objem (m ³)	0,07	0,10	0,02	0,11	0,03

Objem vody v potrubí (m ³)	0,33
Objem vody v OT (m ³)	0,078
Objem vody v AN (m ³)	0,75
Objem vody v kotli (m ³)	0,062
Celkem (m ³)	1,22

Součinitel zvětšení objemu při $\Delta t = 80 - 10 = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$n = 0,0295$

Expanzní objem

$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n = 1,3 \cdot 1,22 \cdot 0,0295 = 0,047 \text{ m}^3$

Nejvyšší provozní přetlak

$p_{hp} = 230 \text{ kPa}$

Nejnižší provozní přetlak

$p_{ddov} \geq 1,1 \cdot (h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} + \Delta p_z) = 1,1 \cdot (6 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 3,8) = 68,55 \text{ kPa}$

$p_d \geq p_{ddov}$

$p_d = 80 \text{ kPa}$

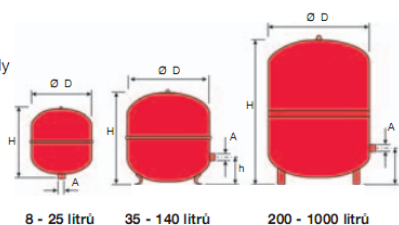
Předběžný objem expanzní nádoby s membránou

$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0,047 \cdot (230 + 100)}{(230 - 80)} = 0,103 \text{ m}^3$

Návrh: Reflex N 140/6

reflex N

- ▶ pro topné soustavy a rozvody chladicí vody
- ▶ se závitovým připojením
- ▶ membrána podle DIN 4807 T3, max. provozní teplota 70 °C
- ▶ schváleno v souladu se směrnicí EU pro tlaková zařízení 97/23/EG
- ▶ červený nebo bílý nátěr
- ▶ přetlak plynu z výroby 1,5 baru



Typ	Obj. číslo	Hmotnost kg	Ø D mm	H mm	h mm	A
6 barů / 120 °C						
N 50	7001000 7001100	12,5	441	495	175	R ¾
N 80	7001200 7001300	17,0	512	570	175	R 1
N 100	7001400 7001500	20,5	512	680	175	R 1
N 140	7001600 7001700	28,6	512	890	175	R 1

Minimální profil expanzního potrubí

$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 24^{0,5} = 13 \text{ mm}$

Dle technického listu výrobce EN navrženo potrubí DN 25

B.3.12. Návrh pojistného ventilu

Průřez sedla:

$$S_o = \frac{Q_p}{(\alpha_v \cdot K)} = \frac{24}{(0,684 \cdot 0,97)} = 36,17 \text{ mm}^2$$

Profil pojistného potrubí:

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 24^{0,5} = 21,9 \text{ mm}$$

Navrženo pojistné potrubí DN 25



IVAR.PV KD

- membránový pojistný ventil pro teplovodní uzavřené topné systémy;
- opatřen přídavnou pojistnou krytkou proti neoprávněné manipulaci;
- pojistný tlak je vyražěn na kovovém štítku v horní části ventilu;
- veškeré díly přicházející do styku s vodou jsou vyrobeny z mosazi OT 58;
- sedlo ventilu je vyrobeno ze silikonové pryže, která se nepřilepí ani při vysokých teplotách;
- výstupní rozměr je o jednu dimenzi větší než vstup do ventilu;
- materiál: těleso ventilu: mosaz;
těsnění kuželky: silikonová pryž;
membrána: EPDM;
- jmenovitý tlak: PN 16;
- maximální provozní teplota: 110 °C

Technické údaje pro návrh pojistných ventilů dle ČSN:

KÓD	ROZMĚR	JMENOVITÁ SVĚTLOST DN (mm)	NEJMENŠÍ PRŮTOČNÝ PRŮŘEZ S_o (mm ²)	ZARUČENÝ VÝTOKOVÝ SOUČINITEL (α)	OTEVÍRACÍ PŘETLAKY P_o (kPa)
KD15	1/2" x 3/4"	15	113	0,444	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
KD20	3/4" x 1"	20	176	0,565	
KD25	1" x 5/4"	25	380	0,684	
KD32	5/4" x 6/4"	32	804	0,693	
KD40	6/4" x 2"	40	1017	0,549	
KD50	2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	

Navržen pojistný ventil IVAR PV KD 25

B.3.13. Návrh větrání kotelny

Přívod spalovacího vzduchu

$$V_{\min} = 0,241 \cdot H + 0,5 = 0,241 \cdot 17,1 + 0,5$$

$$V_{\min} = 4,62 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Skutečný objem spalovacího vzduchu

$$V = V_{\min} \cdot \lambda \cdot \left(\frac{273+t}{273} \cdot \frac{101,3}{p} \right) = 4,62 \cdot 1,7 \cdot \left(\frac{273+10}{273} \cdot \frac{101,3}{101,3} \right)$$

$$V = 7,82 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Spotřeba paliva v kotelně

$$P = \frac{Q}{\eta \cdot H} \cdot 10^{-6} = \frac{24000}{0,911 \cdot 17,1} \cdot 10^{-6}$$

$$P = 0,0015 \text{ kg/s}$$

Průtok spalovacího vzduchu

$$V_s = V \cdot P = 7,82 \cdot 0,0015$$

$$V_s = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

Průtok vzduchu pro zajištění požadované intenzity větrání

$$\text{Intenzita výměny vzduchu } I = 2 \text{ h}^{-1}$$

O – objem vzduchu v kotelně

$$V_i = O \cdot I = 54 \cdot 2 / 3600$$

$$V_i = 0,03 \text{ m}^3/\text{s}$$

Orientační vnitřní tepelná zátěž - zima

$$Q_i = 1,3 \text{ až } 2,0 \cdot (Z/100) \cdot Q = 2 \cdot (1,3/100) \cdot 24000$$

$$Q_i = 576 \text{ W}$$

Orientační vnitřní tepelná zátěž - léto

$$Q_i = 1,3 \text{ až } 2,0 \cdot (Z/100) \cdot Q = 2 \cdot (1,3/100) \cdot 7000$$

$$Q_i = 168 \text{ W}$$

Kontrola teploty vnitřního vzduchu pro zimní extrém ($t_e = -15^\circ\text{C}$)

$$t_i = t_e + \frac{Q_i}{H_T + c \cdot \rho_e \cdot V_p} = (-15) + \frac{576}{36,67 + 1010 \cdot 1,19 \cdot 0,03}$$

$$t_i = -7,5^\circ\text{C}$$

Nutno osadit otopné těleso o minimálním výkonu:

$$Q = (H_T + H_V)(t_i - t_{i,z}) = (0,49 + 36,11)(7,5 - (-7,5))$$

$$Q = 542 \text{ W}$$

Kontrola teploty vnitřního vzduchu pro letní extrém ($t_e = 14^\circ\text{C}$)

$$t_i = t_e + \frac{Q_i}{c \cdot \rho_e \cdot V_p} = 14 + \frac{168}{1010 \cdot 1,19 \cdot 0,03}$$

$$t_i = 19,7^\circ\text{C}$$

Větrací otvor pro přívod vzduchu

$$S = \frac{V_i}{v} = \frac{0,03}{1,5}$$

$$S = 0,02 \text{ m}^2$$

Návrh: Protidešťová žaluzie 200x200 mm



Protidešťová žaluzie IMOS - PZ AL

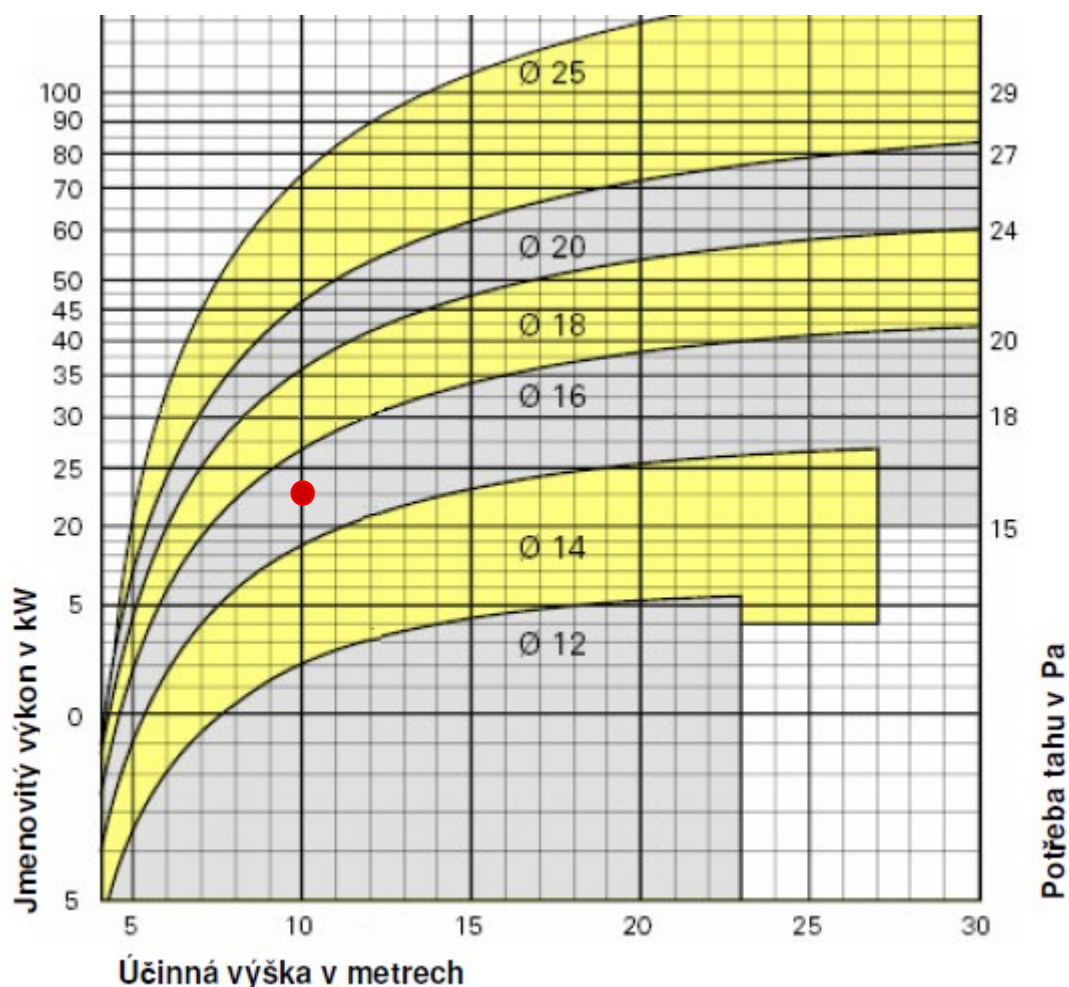
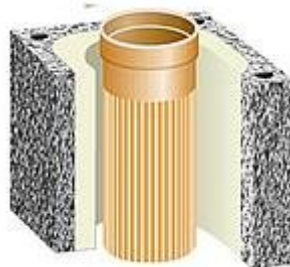
B.3.14. Stanovení přibližného průměru komínu

Výrobce: Schiedel

Typ komínu: ABSOLUT - Pro kotle na pelety s potřebou tahu

Účinná výška komínu: 10 m

Výkon spotřebiče: 24 kW



Přibližný průměr komínu (dle grafu výrobce): 160 mm

Potřebný průměr kouřovodu (dle podmínek výrobce kotle): 152 mm

Podmínky stanovení přibližného průměru komínu

Palivo: pelety

Spotřebič: kotel s potřebou tahu Teplota spalin: 140 - 190 °C

Délka kouřovodu do 2.5 m

B.3.15. Dimenzování tepelné izolace potrubí

Výpočet minimální tloušťky tepelné izolace byl proveden pomocí internetové stránky tzb-info.cz

Dimenze potrubí	U_o (W/m.K)	λ (W/m.K)	Min. tl. TI (mm)	Navržená tl. TI (mm)
15x1	0,15	0,038	24	25
18x1	0,15	0,038	30	33
22x1	0,18	0,038	25,2	26
28x1,5	0,18	0,038	33,6	34
35x1,5	0,18	0,038	43,3	45

Byla použita tepelná izolace MIRELON PRO $\lambda = 0,038$ W/m.K

Navržená tloušťka tepelné izolace vyhovuje vyhlášce č.193/2007

Výsledná tloušťka TI je závislá na určujícím součiniteli prostupu tepla, který je stanoven podle dimenze potrubí.

DN [mm]	U_o [W / m K]
DN 10 - DN 15	0.15
DN 20 - DN 32	0.18
DN 40 - DN 65	0.27
DN 80 - DN 125	0.34
DN 150 - DN 200	0.40

B.3.16. Roční potřeba tepla a paliva

Tepelná ztráta objektu:

Tepelná ztráta prostupem: $Q_{tr} = 9,359 \text{ kW}$

Měrná ztráta prostupem: $H_T = 9,359/35 = 267,39 \text{ W/K}$

Tepelná ztráta větráním: $Q_{ve} = 8,642 \text{ kW}$

Měrná ztráta větráním: $H_{VE} = 16,2/35 = 246,9 \text{ W/K}$

měsíc	leden	únor	březen	duben	květen	září	říjen	listopad	prosinec
t_e (°C)	-3,10	-1,90	2,30	7,10	12,60	12,60	7,50	2,40	-1,20
Q_{tr} (kWh/den)	-148,24	-140,54	-113,59	-82,78	-47,49	-47,49	-80,22	-112,94	-136,05
Q_{ve} (kWh/den)	-136,88	-129,77	-104,88	-76,44	-43,85	-43,85	-74,07	-104,29	-125,62
Q_{sol} (kWh/den)	25,66	46,80	60,83	76,18	93,19	65,59	46,69	24,57	17,65
Q_{int} (kWh/den)	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20
γ	0,18	0,27	0,39	0,64	1,30	0,99	0,47	0,23	0,16
C (kJ)	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0	208 600,0
τ (h)	112,67	112,67	112,67	112,67	112,67	112,67	112,67	112,67	112,67
a	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51	8,51
n_h	1,00	1,00	1,00	0,99	0,75	0,90	1,00	1,00	1,00
$Q_{h,d}$ (kWh/den)	-234,26	-198,31	-132,46	-58,64	-2,51	-9,85	-82,46	-167,46	-218,82
$Q_{h,m}$ (kWh/měsíc)	-7 262,0	-5 552,7	-4 106,4	-1 759,3	-77,7	-295,6	-2 556,1	-5 023,9	-6 783,5
$\Sigma Q_{h,m}$ (kWh)	-33 417,2								

Tepelná energie prostupem za den

$$Q_{tr} = H_{TR} \cdot (t_e - t_i) \cdot \frac{24}{1000} \text{ (kWh/den)}$$

$t_i = 20 \text{ °C}$

Tepelná energie pro větrání

$$Q_{ve} = H_{VE} \cdot (t_e - t_i) \cdot \frac{h_{pr}}{1000} \text{ (kWh/den)}$$

$h_{pr} = 24 \text{ h}$

Solární zisky

$$Q_{sol} = \sum F_p \cdot I_i \cdot S_i \cdot g_i \text{ (kWh/den)}$$

F_p - Podíl skla z plochy okna (85%)

g_i - Propustnost slunečního záření (0,75)

S_i - Plocha oken

I_i - Energie dopadajícího slunečního záření

Pasivní zisky z vnitřních zdrojů

$$Q_{int} = q_{app} \cdot S_p \cdot \frac{h_{pr}}{1000} \text{ (kWh/den)}$$

$$q_{app} = \frac{0,7 \cdot n \cdot 100 + 100}{S_p} = \frac{0,7 \cdot 15 \cdot 100 + 100}{400,4} = 4 \text{ W/m}^2$$

S_p - podlahová plocha objektu ($400,4 \text{ m}^2$)

$$h_{pr} = 24 \text{ h}$$

Podíl zisků a ztrát v otopném období

$$\gamma = \frac{Q_{sol} + Q_{int}}{|Q_{TR} + Q_{VE}|}$$

Vnitřní tepelná kapacita budovy

$$C = C_m \cdot S = 350.596 = 208\,600 \text{ J/K}$$

Časová konstanta budovy

$$\tau = \frac{C/3600}{H_{TR} + H_{VE}}$$

Faktor setrvačnosti budovy

$$a = 1 + \frac{\tau}{15}$$

Stupeň využití zisků

$$\eta_H = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$$

Denní potřeba tepla

$$Q_{H,d} = (Q_{HT} + Q_{VE}) - \eta_H \cdot (Q_{sol} + Q_{int})$$

Měsíční potřeba tepla

$$Q_{H,m} = Q_{H,d} \cdot d_m$$

d_m - počet dní v měsíci

B.3.17. Stanovení roční potřeby pelet

	leden	únor	březen	duben	květen	září	říjen	listopad	prosinec	Σ
P (t)	1,65	1,27	0,94	0,40	0,02	0,07	0,58	1,14	1,55	7,61
V (m ³)	2,55	1,95	1,44	0,62	0,03	0,10	0,90	1,76	2,38	11,71

Měsíční potřeba paliva

$$P = \frac{Q_{H,m} \cdot 3,6}{H \cdot \eta}$$

H – výhřevnost paliva (17,1 MJ/kg)

η – účinnost spalování kotle (92,4%)

Stanovení velikosti skladu

$$V = \frac{P}{\rho} \text{ (m}^3\text{)}$$

ρ – prostorová objemová hmotnost pelet (650 kg.m⁻³)

C. Projekt

C.1. Varianta 1. Přirozené větrání

C.1.1. Technická zpráva

Identifikační údaje

Název akce	: Bakalářská práce - Vytápění centra volného času
Místo	: Lidická 24, 568 02 Svitavy
Stupeň	: P
Investor	: Město Svitavy T. G. Masaryka 35, 568 02 Svitavy
Vypracoval	: Pavel Vích
Vedoucí bakalářské práce	: Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

Úkol a rozsah zprávy

Technická zpráva je součástí projektové dokumentace, která řeší vytápění teplovodním kotlem na pelety. Jedná se o prováděcí projektovou dokumentaci.

Podklady

- stavební dokumentace
- technické listy výrobců jednotlivých zařízení

Budova a její tepelně technické vlastnosti

Jedná se o dvoupodlažní částečně podsklepený objekt, který je využíván jako centrum volného času. Hlavní část objektu je zastřešena sedlovou střechou. Vstupní halu zastřešuje konstrukce střechy ploché. Obvodové zdivo je tvořeno z keramických bloků HELUZ 44, které je z vnější strany opatřeno 10 mm tepelné izolace. Střešní konstrukce je zateplena min. 23 mm tepelné izolace. Podlaha na zemině je zateplena 10 mm tepelné izolace. Výplně otvorů jsou opatřeny dřevěnými okny s izolačním dvojsklem s $U_w = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tepelná bilance

Tepelné ztráty byly vypočteny dle EN 12 831 pro nejnižší venkovní teplotu -15°C a budovu samostatně stojící.

Celková tepelná ztráta objektu:	27,2 kW
Součinitel prostupu tepla U obvodové stěny:	0,13 $\text{W/m}^2\text{K}$
Součinitel prostupu tepla U střešní konstrukce:	0,15 $\text{W/m}^2\text{K}$
Součinitel prostupu tepla U podlahy:	0,21 $\text{W/m}^2\text{K}$

Předpokládaná potřeba energie je 59,6 MWh/rok.

Roční potřeba paliva (pelet) je cca. 20,89 t.

Popis zařízení

Zdroj tepla a příprava TV

Kotel na spalování pelet ATMOS D30P o výkonu 8,9 – 29,8 kW, spojený s akumulací nádrží LM1000 o objemu 1000 l. Kotel a hlavní komponenty jsou umístěny v kotelně v suterénu objektu, kde je umístěn také sklad paliva.

Příprava TV je řešena v kombinovaném zásobníkovém ohříváči OKC 200 o objemu 200l, který je umístěn ve svislé poloze v místnosti 113.

Zabezpečovací zařízení

Kotel na pelety s akumulací nádrží bude vybaven zabezpečovacím zařízením dle ČSN 060830: 2006. Je navržena tlaková expanzní nádoba Reflex N 140/6, pojistný ventil DN25 otevírací přetlak 250 kPa a manometr s vyznačeným plnicím a otevíracím tlakem. Kotel bude vybaven chladicí smyčkou s termoventilem (dochlazuje kotel při teplotách v kotli nad 95°C). V případě že nelze chladicí smyčku napojit na veřejný vodovod, je nutné na čerpadlo instalovat náhradní zdroj typu UPS500.

Otopná soustava

Teplovodní otopná soustava bude pracovat s výpočtovým tepelným spádem 70/55. Potrubní rozvody jsou řešeny v mědi Supersan – polotvrdá pájená na měkko, v podlaze na tvrdo. Potrubí bude vedeno v podlaze nebo v soklové liště a bude tepelně izolováno v souladu s vyhláškou 193/2007.

Otopná tělesa

Pro návrh byla použita desková otopná tělesa RADIK v provedení VKL a VKP napojená pomocí kompaktní přípojovací armatury s roztečí 50 mm. Všechna tělesa jsou osazena odvzdušňovacími ventily. Tělesa RADIK jsou dodávána s finální povrchovou úpravou a včetně připevňovacích držáků.

Oběhová čerpadla

Kotlový okruh:	WILO Star – RS 30/2
Topná větev:	WILO Stratos PICO 30/1-4
Větev k ohříváči TV:	WILO Star – Z 15

Oběhové čerpadlo na kotlovém okruhu bude zapojeno přes termostat na výstupu z kotle nastavený na cca 60 °C. Oběhová čerpadla na topné větvi a na větvi k ohříváči TV budou spínána instalovanou regulací spolu s ovládáním směšovacího ventilu.

Spalinová cesta

Kouřovod 152 mm zaústit do komínového průduchu 180 mm. Kotel je vybaven nuceným odtažením spalin. Pro přívod spalovacího vzduchu do prostoru kotelny bude zřízen otvor dle stavební dokumentace.

Palivo

Kvalitní pelety o průměru 6 - 8 mm o délce 5 až 25 mm a výhřevnosti 16 - 19 MJ.kg⁻¹ (bílé pelety). Jako náhradní palivo lze použít suché dřevo o výhřevnosti 15 - 17 MJ.kg⁻¹ o obsahu vody 12 - 20 % a průměru 80 - 150 mm.

Požadavky na ostatní profese

Elektro

Oběhová čerpadla a kotel vyžadují připojení na elektrorozvod pomocí zásuvky. Zásuvka bude umístěna do 1m od zařízení. Úpravy na elektrorozvodu provede oprávněný pracovník dle příslušných ČSN.

Regulace

Individuální regulace teploty vzduchu v jednotlivých místnostech bude zajištěna pomocí termostatických hlavic na otopných tělesech. Směšovací ventil na topné větvi bude ovládán ekvitermním regulátorem s termostatem umístěným v referenční místnosti. Kotel je vybaven termostatem, termostat bude nastaven v rozsahu 80 – 85 °C.

Provoz a údržba

Kotel bude provozován a udržován podle příručky výrobce. Kotel je plně automatický včetně automatického zapalování a odpopelování. Po zatopení v kotli bude kotel ohřívat akumulární nádrž. V případě, že bude nádrž natopena, bude kotel automaticky odstaven a objekt bude vytápěn z akumulární nádrže. V letních měsících bude kotel odstaven a TV bude připravována v zásobníku elektrickým ohřevem.

Na soustavě bude kontrolován minimální přetlak 80 kPa a případně bude soustava doplňována vodou. Z důvodu bezpečnosti je nutné kontrolovat funkčnost pojistného ventilu.

Závěr

Soustava bude instalována tak, aby byla vypustitelná a odvzdušnitelná. Po dokončení montáže bude provedena zkouška těsnosti a topná zkouška dle ČSN 06 0310, během které bude zaškolená obsluha zařízení.

Projekt byl vypracován podle platných norem, montáž musí být provedena odborně, při dodržení všech montážních a bezpečnostních předpisů. Všechny platné předpisy a normy jsou pro stavbu závazné.

C.2. Varianta 2. Nucené větrání

C.2.1. Technická zpráva

Identifikační údaje

Název akce	: Bakalářská práce - Vytápění centra volného času
Místo	: Lidická 24, 568 02 Svitavy
Stupeň	: P
Investor	: Město Svitavy T. G. Masaryka 35, 568 02 Svitavy
Vypracoval	: Pavel Vích
Vedoucí bakalářské práce	: Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

Úkol a rozsah zprávy

Technická zpráva je součástí projektové dokumentace, která řeší vytápění teplovodním kotlem na pelety. Jedná se o prováděcí projektovou dokumentaci.

Podklady

- stavební dokumentace
- technické listy výrobců jednotlivých zařízení

Budova a její tepelně technické vlastnosti

Jedná se o dvoupodlažní částečně podsklepený objekt, který je využíván jako centrum volného času. Hlavní část objektu je zastřešena sedlovou střechou. Vstupní halu zastřešuje konstrukce střechy ploché. Obvodové zdivo je tvořeno z keramických bloků HELUZ 44, které je z vnější strany opatřeno 10 mm tepelné izolace. Střešní konstrukce je zateplena min. 23 mm tepelné izolace. Podlaha na zemině je zateplena 10 mm tepelné izolace. Výplně otvorů jsou opatřeny dřevěnými okny s izolačním dvojsklem s $U_w = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tepelná bilance

Tepelné ztráty byly vypočteny dle EN 12 831 pro nejnižší venkovní teplotu -15°C a budovu samostatně stojící.

Celková tepelná ztráta objektu:	18 kW
Součinitel prostupu tepla U obvodové stěny:	0,13 $\text{W/m}^2\text{K}$
Součinitel prostupu tepla U střešní konstrukce:	0,15 $\text{W/m}^2\text{K}$
Součinitel prostupu tepla U podlahy:	0,21 $\text{W/m}^2\text{K}$

Předpokládaná potřeba energie je 33,4 MWh/rok.

Roční potřeba paliva (pelet) je cca. 11,71 t.

Popis zařízení

Zdroj tepla a příprava TV

Kotel na spalování pelet ATMOS D24P o výkonu 7 - 24 kW, spojený s akumulací nádrží LM750 o objemu 750 l. Kotel a hlavní komponenty jsou umístěny v kotelně v suterénu objektu, kde je umístěn také sklad paliva.

Příprava TV je řešena v kombinovaném zásobníkovém ohříváči OKC 200 o objemu 200l, který je umístěn ve svislé poloze v místnosti 113.

Zabezpečovací zařízení

Kotel na pelety s akumulací nádrží bude vybaven zabezpečovacím zařízením dle ČSN 060830: 2006. Je navržena tlaková expanzní nádoba Reflex N 140/6, pojistný ventil DN25 otevírací přetlak 250 kPa a manometr s vyznačeným plnicím a otevíracím tlakem. Kotel bude vybaven chladicí smyčkou s termoventilem (dochlazuje kotel při teplotách v kotli nad 95°C).

Otopná soustava

Teplovodní otopná soustava bude pracovat s výpočtovým tepelným spádem 70/55. Potrubní rozvody jsou řešeny v mědi Supersan – polotvrdá pájená na měkko, v podlaze na tvrdo. Potrubí bude vedeno v podlaze nebo v soklové liště a bude tepelně izolováno v souladu s vyhláškou 193/2007.

Otopná tělesa

Pro návrh byla použita desková otopná tělesa RADIK v provedení VKL a VKP napojená pomocí kompaktní připojovací armatury s roztečí 50 mm. Všechna tělesa jsou osazena odvzdušňovacími ventily. Tělesa RADIK jsou dodávána s finální povrchovou úpravou a včetně připevňovacích držáků.

Oběhová čerpadla

Kotlový okruh:	WILO Star – RS 30/2
Topná větev:	WILO Stratos PICO 25/1-6
Větev k ohříváči TV:	WILO Star – Z 15
Větev k ohříváči VZT:	WILO Star – Z 25/2 1~

Oběhové čerpadlo na kotlovém okruhu bude zapojeno přes termostat na výstupu z kotle nastavený na cca 60 °C. Oběhová čerpadla na topné větvi, na větvi k ohříváči TV a ohříváči VZT budou spínána instalovanou regulací spolu s ovládáním směšovacího ventilu.

Spalinová cesta

Kouřovod 152 mm zaústit do komínového průduchu 160 mm. Kotel není vybaven nuceným odtažením spalin. Pro přívod spalovacího vzduchu do prostoru kotelný bude zřízen otvor dle stavební dokumentace.

Palivo

Kvalitní pelety o průměru 6 - 8 mm o výhřevnosti 15 - 18 MJ.kg⁻¹.

Požadavky na ostatní profese

Elektro

Oběhová čerpadla a kotel vyžadují připojení na elektrorozvod pomocí zásuvky. Zásuvka bude umístěna do 1m od zařízení. Úpravy na elektrorozvodu provede oprávněný pracovník dle příslušných ČSN.

Vzduchotechnika

V místnosti 205 bude osazena vzduchotechnická jednotka. K jejímu ohříváči budu přivedeno přívodní a vratné potrubí dle projektové dokumentace. Dle výpočtu tepelných ztrát je nutné osadit ohříváč o výkonu 7,7kW. Předpokladem výpočtu tepelných ztrát bylo osazení přívodních vyústek do učeben a kanceláří. Odvod vzduchu je předpokládán v hygienických místnostech (WC, koupelny).

Regulace

Individuální regulace teploty vzduchu v jednotlivých místnostech bude zajištěna pomocí termostatických hlavic na otopných tělesech. Směšovací ventily na topné větvi a na větvi k VZT jednotce budou ovládány ekvitermním regulátorem s termostatem umístěným v referenční místnosti. Kotel je vybaven termostatem, termostat bude nastaven v rozsahu 80 – 85 °C.

Provoz a údržba

Kotel bude provozován a udržován podle příručky výrobce. Kotel je plně automatický včetně automatického zapalování a odpopelování. Po zatopení v kotli bude kotel ohřívat akumulární nádrž. V případě, že bude nádrž natopena, bude kotel automaticky odstaven a objekt bude vytápěn z akumulární nádrže. V letních měsících bude kotel odstaven a TV bude připravována v zásobníku elektrickým ohřevem.

Na soustavě bude kontrolován minimální přetlak 80 kPa a případně bude soustava doplňována vodou. Z důvodu bezpečnosti je nutné kontrolovat funkčnost pojistného ventilu.

Závěr

Soustava bude instalována tak, aby byla vypustitelná a odvodušitelná. Po dokončení montáže bude provedena zkouška těsnosti a topná zkouška dle ČSN 06 0310, během které bude zaškolen obsluha zařízení.

Projekt byl vypracován podle platných norem, montáž musí být provedena odborně, při dodržení všech montážních a bezpečnostních předpisů. Všechny platné předpisy a normy jsou pro stavbu závazné.

C.2.2. Výkaz výměr

	Popis materiálu - výkonu	Měr. jedn.	Množství
	A1) Zdroje tepla		
	Kotel na pelety ATMOS D25P	ks	1
	Montáž kotle do 50 kW	ks	1
	Uvedení kotle do provozu	ks	1
	Odtah spalin	soub.	1
	Akumulační nádrž LM750 – 750l	ks	1
	Montáž akumulční nádrže	soub.	1
	Odpelňovací zařízení	ks	1
	Přídavný popelník	ks	1
	Expanzní nádoba Reflex N 140/6	ks	1
	Montáž Expanzní nádoby	ks	1
	Čerpadlo Wilo RS 30/2	ks	1
	Čerpadlo Wilo Stratos PICO 25/1-6	ks	1
	Čerpadlo Wilo Star – Z 15	ks	1
	Čerpadlo Wilo Star – Z 25/2 1~	ks	1
	Montáž čerpadla	ks	4
	Kulový kohout PERFECTA FIV.8363 DN32	ks	8
	Kulový kohout PERFECTA FIV.8363 DN25	ks	10
	Kulový kohout PERFECTA FIV.8363 DN15	ks	8
	Pojistný ventil DN25 - 250 kPa	ks	1
	Filtr YS800 DN32	ks	1
	Filtr YS800 DN25	ks	2
	Filtr YS800 DN15	ks	1
	Vodorovná zpětná klapka CLAPET FIV.08406	ks	1
	Zpětná klapka EURA - SPRINT DN25	ks	2
	Zpětná klapka EURA - SPRINT DN15	ks	1
	Teploměr 0-120	ks	8
	Manometr 0-300 kPa	ks	1
	Ventil vypouštěcí kulový DN15	ks	4
	Automat odvodušňovací ventil ROBOCAL 3/8"	ks	3
	Montáž armatur	ks	52
	Regulátor Siemens REV 34DC - třib. Výstup	ks	1
	Trojcestný ventil VXP 45.15-2,5	ks	1
	Servo pohon SSC31	ks	4
	Trojcestný ventil VXP 45.25-10	ks	2
	Trojcestný ventil VXP 45.32-16	ks	1
	Kabeláž	m	20
	B) OTOPNÁ TĚLESA vč. uchycení		
	RADIK 10-030100-60-VK	ks	1
	RADIK 20-030070-60-VK	ks	10
	RADIK 21-030040-60-VK	ks	1
	RADIK 10-040080-60-VK	ks	2
	RADIK 10-040110-60-VK	ks	2
	RADIK 10-040120-60-VK	ks	2

	RADIK 10-050070-60-VK	ks	1
	RADIK 10-050100-60-VK	ks	1
	RADIK 10-050110-60-VK	ks	1
	RADIK 10-050160-60-VK	ks	1
	RADIK 11-050070-60-VK	ks	1
	RADIK 20-050040-60-VK	ks	1
	RADIK 20-050050-60-VK	ks	1
	RADIK 10-060080-60-VK	ks	3
	RADIK 21-090040-60-VK	ks	1
	RADIK 21-090050-60-VK	ks	1
	RADIK 22-090040-60-VK	ks	1
	Montáž těles	ks	31
	C) Potrubí		
	Měď SUPERSAN polotvrdá 15x1	m	127
	Měď SUPERSAN polotvrdá 18x1	m	145
	Měď SUPERSAN polotvrdá 22x1	m	13
	Měď SUPERSAN polotvrdá 28x1,5	m	58
	Měď SUPERSAN polotvrdá 35x1,5	m	10
	D) Armatury OS		
	Rad. Šroubení Vekolux	ks	31
	Montáž armatur	ks	31
	Uchycovací prvky (objímky, konzoly)	soub.	1
	Montážní materiál	soub.	1
	E) Tepelné izolace		
	MIRELON PRO tl. 25 mm 1/15 mm	m	127
	MIRELON PRO tl. 20 mm 1/18 mm	m	145
	MIRELON PRO tl. 13 mm 1/58 mm	m	145
	MIRELON PRO tl. 13 mm 1/22 mm	m	13
	MIRELON PRO tl. 13 mm 1/48 mm	m	13
	MIRELON PRO tl. 9 mm 1/28 mm	m	58
	MIRELON PRO tl. 25 mm 1/46 mm	m	58
	MIRELON PRO tl. 20 mm 1/35 mm	m	10
	MIRELON PRO tl. 25 mm 1/75 mm	m	10
	F) Ostatní		
	Stavební přípomoci	soub.	1
	Napuštění, propl. a zkouška těsnosti	h	3
	Topná zkouška	h	12
	Zapojení chladicí smyčky, přívod vody	soub.	1

i) Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo přiblížit pelety, jako obnovitelný zdroj tepla pro vytápění objektů a analyzovat možnosti skladování a spalování v tepelných zdrojích.

Projekt jsem řešil ve dvou variantách. 1. varianta předpokládá přirozené větrání objektu. 2. varianta počítá se systémem větrání nuceného. Pro obě varianty je shodný Energetický štítek obálky budovy a příprava teplé vody.

Potřeba tepla pro vytápění objektu za předpokladu nuceného větrání je menší cca o 26 MWh/rok, než s variantou větrání přirozeného. Toto je způsobeno systémem zpětného získávání tepla ve vzduchotechnické jednotce, které sníží tepelnou ztrátu objektu cca o 7,7 kW. Díky tomu bylo možné navrhnout menší zdroj tepla a o 9 ks méně otopných těles. Při nuceném větrání je kladem požadavek na větší těsnost obálky budovy, která je prokazována blown-door testem. Projekt VZT není předmětem této práce a bude řešen samostatně.

I přes předpokládané vyšší počáteční investice, kvůli instalaci vzduchotechnických rozvodů doporučuji variantu 2 hlavně z důvodu nižší potřeby tepla.

j) Seznam použitých zdrojů

- [1] Zákon č. 180/2005 Sb.
- [2] Zákon 17/1992 Sb.
- [3] [www. Wikipedie.cz](http://www.wikipedia.cz)
- [4] Příručka Obnovitelné zdroje energie, Hospodářská komora České Republiky
- [5] <http://www.alternativni-zdroje.cz>
- [6] <http://www.eis.cz>
- [7] časopis Planeta č.4/2007
- [8] ČSN EN 14961-2 *Tuhá biopaliva – Specifikace a třídy paliv – Část 2: Dřevní pelety pro maloodběratele*
- [9] ČSN EN 15270 Hořáky spalující pelety pro kotle malých výkonů - Terminologie, požadavky, zkoušení, značení
- [10] <http://www.susarny-micharny.cz>
- [11] <http://www.topenidrevem.cz>
- [12] <http://cdp.cz>
- [13] <http://ekopaliva.poulik.cz>
- [14] <http://biom.cz>
- [15] <http://www.ekowatt.cz>
- [16] <http://ceska-peleta.cz>
- [17] <http://www.mcz-krbykamna.cz>
- [18] Zdeněk Lyčka: DŘEVNÍ PELETA aneb peleta mýtů zbavená
- [19] Zdeněk Lyčka: DŘEVNÍ PELETA II spalování v malých zdrojích
- [20] Thomas Holz: Topíme dřevěnými peletami
- [21] <http://www.agromechanika.cz>
- [22] <http://oze.tzb-info.cz>

k) Seznam použitých zkratk a symbolů

l	[m]	Délka
λ	[W/m.K]	Součinitel tepelné vodivosti
R	[m ² .K/ W]	Tepelný odpor
U	[W/m ² .K]	Součinitel prostupu tepla
A	[m ²]	Plocha
B	[-]	Redukční činitel
H_T	[W/K]	Měrná ztráta prostupem tepla
F	[-]	Redukční teplotní činitel
G_w	[-]	Korekční činitel zohledňující vliv spodní vody
θ	[°C]	Teplota
V	[m ³]	Objem
ϕ	[W]	Návrhová tepelná ztráta
t_i	[°C]	Návrhová vnitřní teplota
φ	[-]	Součinitel na způsob připojení těles
z_1	[-]	Součinitel na úpravu okolí otopných těles
z_2	[-]	Součinitel na počet článků otopných těles
z_3	[-]	Součinitel na umístění otopných těles v místnosti
t_e	[°C]	Výpočtová vnější teplota
t_{w1}	[°C]	Přívodní teplota otopné vody
t_{w2}	[°C]	Vratná teplota otopné vody
t_m	[°C]	Střední teplota otopné vody
Q	[Wh]	Teplo
M	[kg/h]	Hmotnostní průtok
Q	[W]	Tepelný výkon
R	[Pa/m]	Ztráta třením v potrubí
w	[m/s]	Rychlost proudění
ξ	[-]	Součinitel místních odporů
Z	[Pa]	Tlaková ztráta místními odpory
p	[Pa]	Tlaková ztráta (přetlak)
d	[mm]	Průměr potrubí
S_0	[m ²]	Průřezový profil
ρ	[kg/m ³]	Objemová hmotnost
c	[Wh/kg.K]	Měrná tepelná kapacita
V	[m ³ /h]	Objemový průtok
H	[MJ/kg]	Výhřevnost
η	[%]	Účinnost spalování
n	[-]	Součinitel zvětšení objemu vody
g	[m/s ²]	Tíhové zrychlení
h	[m]	Výška
τ	[h]	čas

I) Seznam příloh

Varianta přirozené větrání

Půdorys 1PP 1:50

Půdorys 1NP 1:50

Půdorys 2NP 1:50

Schéma zapojení otopných těles 1:50

Půdorys zapojení kotelny 1:25

Schéma zapojení kotelny

Varianta nucené větrání

Půdorys 1PP 1:50

Půdorys 1NP 1:50

Půdorys 2NP 1:50

Schéma zapojení otopných těles 1:50

Půdorys zapojení kotelny 1:25

Schéma zapojení kotelny