

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**ŘEŠENÍ SYSTÉMU VĚTRÁNÍ A VYTÁPĚNÍ BUDOVY
V HORSKÉM PROSTŘEDÍ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. VOJTĚCH JONÁŠ

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2016/2017



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Bc. Jonáš</u>	Jméno: <u>Vojtěch</u>	Osobní číslo: <u>381023</u>
Zadávací katedra: <u>K125 Technická zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Inteligentní budovy</u>		
Studijní obor: <u>Inteligentní budovy</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Řešení systému větrání a vytápění budovy v horském prostředí

Název diplomové práce anglicky: Ventilation and heating systems in the mountain area

Pokyny pro vypracování:
Projekt větrání a vytápění horské chaty.
Projektová dokumentace se základními výpočty, výkresy a technickou zprávou.

Studie na téma Řízení provozu horské chaty.

Seznam doporučené literatury:
Gebauer, Gunter: Vzduchotechnika. Era 2007. ISBN 8073660918
Kabele, Karel, : Technická zařízení budov Vytápění. ČVUT. Praha 2014. ISBN 978-80-01-05203-7
ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu. ČNI 2005
ČSN EN 12828 Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních otopných soustav. ČNI 2014.
Papež, Karel: Energetické a ekologické systémy budov 2 : vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení. ČVUT, Praha 2007.

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

3.10.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Vojtěch Jonáš

Název diplomové práce: Řešení systému větrání a vytápění budovy v horském prostředí

Základní část: Projekt větrání a vytápění podíl: 100 %

Formulace úkolů:

Projekt: Textová část - technická zpráva, výpočet tepelných ztrát, návrh trasy soustavy vytápění. návrh trasy vzduchotechnických rozvodů, návrh dimenzí rozvodů, základní energetické výpočty. Výkresová část - půdorysy, svislý řez, detail technické místnosti, funkční schéma.

Studie na téma Řízení provozu horské chaty

Podpis vedoucího DP:

Datum: 3.10.2016

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta:

Datum:

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

Praha, 4. ledna 2017

.....

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu své diplomové práce doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za vedení, odborné rady a vstřícnost během konzultací.

Také bych chtěl poděkovat Ing. arch. Štěpánu Svejkovskému, za poskytnutí dokumentace chaty, jejíž je autorem. Projekt chaty se stal základem pro vytvoření této diplomové práce.

OBSAH

A.	ÚVOD	1
B.	VÝPOČTOVÁ ČÁST	2
1.	Popis objektu	2
2.	Celková koncepce systému TZB v objektu	3
2.1	Vytápění a větrání	4
2.2	Vodovod	4
2.3	Elektro	4
2.4	Kanalizace	4
3.	Stanovení vstupních údajů pro výpočet	4
3.1	Vnější a vnitřní prostředí	4
3.2	Výpočet tepelných ztrát	5
4.	Větrání	7
4.1	Provoz č. I – Technické místnosti, odklady výbavy, sklady, jídelna a pokoje s lůžky	8
4.1.1	Obecně.....	8
4.1.2	Návrh koncepce nuceného větrání.....	8
4.1.3	Stanovení množství přiváděného vzduchu	9
4.1.3.1	Stanovení dílčích množství přiváděného vzduchu	9
4.1.4	Návrh zařízení	10
4.1.4.1	Obecně	10
4.1.4.2	Potrubní trasy	10
4.1.4.3	Koncové prvky	10
4.1.4.4	Výpočet tlakových ztrát potrubí.....	12
4.1.4.5	Jednotka VZT.....	12
4.2	Provoz č. II – Přípravna jídel se sklady	16
4.2.1	Obecně.....	16
4.2.2	Návrh koncepce nuceného větrání s teplovzdušným vytápěním.....	16
4.2.3	Stanovení množství přiváděného vzduchu	16
4.2.3.1	Stanovení dílčích množství přiváděného vzduchu	16
4.2.4	Návrh zařízení	16
4.2.4.1	Obecně	16
4.2.4.2	Potrubní trasy	16
4.2.4.3	Koncové prvky	17

4.2.4.4	Výpočet tlakových ztrát potrubí.....	17
4.2.4.5	Jednotka VZT.....	17
5.	Vytápění	18
5.1	Provoz č. I – Technické místnosti, odklady výbavy, sklady, jídelna a pokoje s lůžky ..	18
5.1.1	Obecně.....	18
5.1.2	Návrh koncepce vytápění	18
5.1.3	Stanovení potřebných výkonů	18
5.1.4	Návrh těles.....	18
5.1.4.1	Obecně	18
5.1.4.2	Tělesa	18
5.1.4.3	Potrubní trasy	19
5.1.4.4	Výpočet tlakových ztrát potrubí.....	20
5.1.4.5	Zdroj tepla.....	21
6.	Kotelna	22
6.1	Obecně.....	22
6.2	Výpočet množství potřeby TV	22
6.3	Zásobník TV.....	23
6.4	Výběr zdroje	25
6.5	Kotel na pelety.....	25
6.6	Akumulační zásobník	26
6.7	Expanzní nádoba	27
6.8	Pojistný ventil.....	28
6.9	Čerpadla.....	29
6.9.1	Čerpadlo okruhu vytápění	29
6.9.2	Čerpadlo okruhu přípravy TV	29
6.9.3	Čerpadlo okruhu VZT1	30
6.9.4	Čerpadlo kotlového okruhu	30
6.10	Zásobník na pelety.....	31
C.	ZÁVĚR.....	32
D.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	33
E.	SEZNAM PŘÍLOH	34
F.	SEZNAM TECHNICKÝCH LISTŮ	35
G.	SEZNAM VÝKRESŮ	37
H.	SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ	38

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Klimatické podmínky (3).....	5
Tabulka 2: Doporučené podmínky vnitřního prostředí (4) (5) (6)	5
Tabulka 3: Doporučené množství odváděného vzduchu dle typu zař. předmětů a osob (7).....	5
Tabulka 4: Použité součinitele protupu tepla	6
Tabulka 5: Tepelné ztráty dle provozů	6
Tabulka 6: Teploty vzduchu	8
Tabulka 7: Výpočet množství přiváděného vzduchu pro provoz č. I.....	9
Tabulka 8: Přírodní prvky vzduchu v jídelně	11
Tabulka 9: Odvodní prvky vzduchu v jídelně.....	11
Tabulka 10: Klimatické podmínky (3).....	12
Tabulka 11: Návrh VZT jednotky pro provoz č. I	15
Tabulka 12: Výpočet množství přiváděného vzduchu pro provoz č. II	16
Tabulka 13: Návrh VZT jednotky pro provoz č. II	17
Tabulka 14: Navržená tělesa a jejich výkony	19
Tabulka 15: Velikosti použitých izolací pro měděné potrubí	20
Tabulka 16: Seznam použitých těles a jejich regulačních armatur včetně nastavení.....	20
Tabulka 17: Návrh množství potřeby energie na TV/rok	22
Tabulka 18: Návrh zásobníku TV	25
Tabulka 19: Návrh zdroje tepla pro objekt	25
Tabulka 20: Návrh akumulčního zásobníku.....	26
Tabulka 21: Výpočet tlakové expanzní nádoby	27
Tabulka 22: Návrh tlakové expanzní nádoby	28
Tabulka 23: Návrh pojistného ventilu.....	29
Tabulka 24: Návrh čerpadla pro okruh vytápění.....	29
Tabulka 25: Návrh čerpadla pro okruh přípravy TV	30
Tabulka 26: Návrh čerpadla pro okruh VZT1.....	30
Tabulka 27: Návrh čerpadla pro kotlový okruh	31

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Pohled na chatu v původním alpském prostředí (2)	2
Obrázek 2: Pohled na chatu v původním alpském prostředí (2)	2
Obrázek 3: Pohledy ze všech světových stran (2).....	3
Obrázek 4: Schéma řešení systémů TZB dle autora chaty.....	3
Obrázek 5: Půdorys 1.PP	7
Obrázek 6: Půdorys 1.NP.....	7
Obrázek 7: Půdorys 2.NP	8
Obrázek 8: HX diagram pro zimní provoz.....	13
Obrázek 9: HX diagram pro letní provoz.....	14
Obrázek 10: Křivka odběru tepla	23
Obrázek 11: Křivka odběru a dodávky tepla.....	23
Obrázek 12: Výpočet tlakové expanzní nádoby.....	27
Obrázek 13: Výpočet pojistného ventilu.....	28

ANOTACE

Diplomová práce se zabývá větráním a vytápěním budovy v horském prostředí. Hlavní část diplomové práce obsahuje výpočtovou část s postupem návrhu jednotlivých systémů, zařízení a prvků. Výstupem hlavní části je projekt vzduchotechniky a projekt vytápění. Projekt vzduchotechniky obsahuje technickou zprávu, výkresy všech podlaží s navrženými trasami, výpočty a technické listy navržených zařízení. Projekt vytápění obsahuje technickou zprávu, výkresy všech podlaží s navrženými trasami a tělesy, výpočty a technické listy navržených zařízení. Vedlejší část diplomové práce obsahuje studii řízení provozu horské chaty. Výstupem této části je koncepční návrh řízení a regulace systému Hoval TopTronic E.

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the systems of ventilation and heating in the building located in the mountain area. The main part of diploma thesis contains calculation part of design ventilation and heating systems. The output of the main part diploma thesis is project of ventilation system and project of heating system. The ventilation project contains technical report, drawings of all floors with designed air ducts, calculations and technical sheets of the designed devices. The heating project contains technical report, drawings of all floors with designed pipes and radiators, calculations and technical sheets of the designed devices. The minor part of diploma thesis contains study of system controller in the mountain hut. The output of the minor part is conceptual design of system controller Hoval TopTronic E.

A. ÚVOD

Problematikou vytápění a větrání v budovách se zabývám již od vypracování své bakalářské práce, ve které jsem řešil vytápění a větrání sportovní haly ve Skutči. Po ukončení bakalářského studia jsem dále pokračoval studiem na magisterském oboru Inteligentní budovy, jehož zakončením je právě tato diplomová práce.

Jako téma své diplomové práce jsem zvolil projekt vytápění a větrání budovy v horském prostředí. Pro návrh systému vytápění a větrání jsem vybral studentský projekt horské chaty Štěpána Svejkovského, který chatu navrhl v rámci semestrální práce předmětu Architektonický ateliér 1 na magisterském programu Architektura a stavitelství na Katedře architektury. Štěpán Svejkovský zpracoval projekt chaty jako studii nového řešení vysokohorské chaty na hřebenu Monte Rosa ve Walliských Alpách v nadmořské výšce 4554 m n. m. Na místě návrhu již vysokohorská chata existuje, a to od roku 1893. Jmenuje se Capanna Regina Margherita a o její výstavbu se zasloužila i italská královna Margherita. Jako zajímavost bych zmínil, že stávající chata poskytla ubytování také prezidentu Johnu F. Kennedymu a Papeži Piu XI (1).

Návrh systému vytápění a větrání jsem již na této chatě řešil v Projektu 1, během 2. semestru v tomto magisterském programu. V Projektu 1 jsem vytápění a větrání navrhl jako jeden systém. Vzduchotechnika zajišťovala větrání i vytápění objektu.

Dále jsem se v Projektu 2, zpracovaném ve 3. semestru, věnoval rešerším systému TZB stávajících horských chat. V Projektu 2 jsem se snažil vyhledat co nejpodrobnější informace o řešeních systémů TZB v existujících horských chatách. První částí práce bylo cílem popsat stávající řešení systémů TZB v nalezených chatách a popsat jejich pozitiva i negativa. V druhé části bylo mým úkolem navrhnout ideální koncepci systémů TZB pro tento typ objektu. Návrh obsahoval schéma všech základních systémů TZB od vytápění, větrání, vodovod, kanalizaci až po elektrické rozvody po objektu.

Touto diplomovou prací bych chtěl uzavřít problematiku systémů TZB v odlehlých částech, tj. horských chatách.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

1. Popis objektu

Jak již bylo zmíněno v úvodu, jedná se o vysokohorskou chatu, která byla navržena do prostředí Walliských Alp, do nadmořské výšky 4554 m n.m. Jedná se oblast Zermatt, na rozhraní Švýcarska a Itálie. Vzhledem k zpracovávání diplomové práce dle platných českých norem byl objekt přesunut do podmínek odpovídajících České republice. V této práci je předpokládáno umístění chaty okolo 1400 m n. m. a celoročním provozem. Z hlediska konstrukčního řešení objektu nebylo nic změněno.



Obrázek 1: Pohled na chatu v původním alpském prostředí (2)

Objekt je proveden z konstrukčního systému Lindab Construline M1. Jedná se o montovaný ocelový konstrukční systém s tenkostěnnými profily tvaru C. (2)



Obrázek 2: Pohled na chatu v původním alpském prostředí (2)

Skládá se celkem ze tří podlaží. V 1.PP jsou umístěny technické místnosti a šatna na odklad výbavy. V 1.NP jsou hlavní místnosti jídelny, malé kuchyně, skladů a místností chataře. V 2.NP je

výhradě lůžkové. Obsahuje 8 pokojů s 4 až 6 lůžky na pokoj. Hlavní vstup do chaty je orientován na jihovýchodní straně. Pro zásobování jsou zařízeny dva vstupy. První na západní fasádě a druhý je na straně severní. Jídlna má tři ze čtyř stěn prosklené a nabízí 180° výhled do okolí.



Obrázek 3: Pohledy ze všech světových stran (2)

2. Celková koncepce systému TZB v objektu

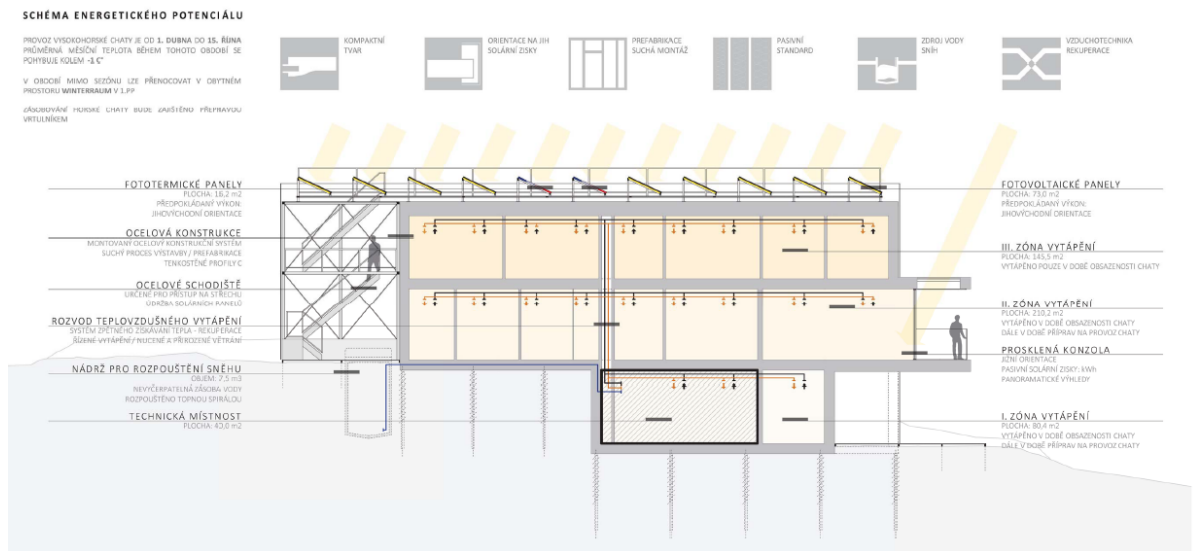
Při návrhu celkové koncepce systémů TZB bylo vycházeno s podmínkami provozu objektu a vnějšího prostředí.

Vzhledem k tomu, že je předpokládáno umístění v České republice, je předpoklad, že k objektu je připojen k elektrické síti. Ostatní inženýrské sítě nejsou.

Zásadní body návrhu jednotlivých částí systému TZB bylo umístění objektu v odlehle oblasti a chybějící inženýrské sítě, vyjma elektrické. V návrhu jsou pouze ty řešení, které jsou vhodné vzhledem k umístění, požadavkům a provozu objektu.

Při návrhu bylo částečně vycházeno z řešení, které navrhl autor studie, přičemž některé části byly změněny na více vhodná řešení.

Původní řešení, podle autora studie viz níže (2).



Obrázek 4: Schéma řešení systémů TZB dle autora chaty

Následující řešení popisují celkovou koncepci systémů TZB v objektu. Tato práce se zabývá pouze vytápěním a větráním, včetně návrhu zdroje tepla pro tyto dva systémy. Ostatní systémy jsou pouze popsány pouze koncepčně.

2.1 Vytápění a větrání

V rámci vytápění a větrání bylo částečně upuštěno autorova řešení, kdy to řešil společně. Navrženy byly dva oddělené systémy. Vytápět a větrat pomocí vzduchotechniky má své výhody, hlavně pro nárazové provozy jako je tento, nicméně rozhodl jsem se pro rozdělení. Otopná tělesa v tomto typu objektu nabízejí vyšší komfort pro hosty. Je velice příjemné mít v pokoji citelný zdroj tepla. V případě této práce je to deskové těleso.

Jako zdroj tepelné energie byl zvolen kotel na pelety. Tento druh paliva je pro tento typ objektu velice ideální. Pelety jako takové nemají velké nároky na způsob dopravy, jsou baleny po pytlích, jsou skladné, nezávadné a jedná se o obnovitelný zdroj energie. Pelety mají jedinou negativní vlastnost, pohlcují vlhkost, tudíž by se měl dávat velký zřetel, aby se nedostaly do styku se zdrojem vlhkosti.

2.2 Vodovod

Vodovod by byl dvoutrubkový bez cirkulace. Použity by byly měděné letované potrubí na měkko s izolací z pěnového kaučuku. Jako zdroj vody by byla použita voda z venkovní studny v blízkosti objektu, ze které by byla voda čerpána do objektu. Následně je filtrována a distribuována do systému či použita do zásobníku TV pro ohřev. Voda studny je před vstupem do systému vodovodu filtrována skrz řadu filtrů, jako je například křemenný písek či UV lampu.

2.3 Elektro

Původně zde byla autorem navržena kombinace fotovoltaických solárních článků a fototermických solárních kolektorů na střeše s diesel agregátem. Toto řešení by bylo upuštěno, vzhledem k předpokladu napojení na elektrickou síť.

2.4 Kanalizace

V objektu by bylo použito využívání šedých vod ze sprch a umyvadel na splachování toalet. Vlastní odpadní vody z pisoárů a klozetů by byly vedeny do separátoru, kde by byly odděleny tuhé složky od tekutých. Tuhé složky by byly shromažďovány v zásobníku a tekuté složky by se ještě jednou přefiltrovaly a poté by se volně vypustily do vnějšího okolí. Tuhé složky by se muselo jednou za určitou periodu vynášet.

Následující části se již zabývají řešením vytápění a větrání, které jsou předmětem této diplomové práce.

3. Stanovení vstupních údajů pro výpočet

3.1 Vnější a vnitřní prostředí

Chata se nachází v nadmořské výšce 1400 metrů n. m., oblast Krkonoše.

Skládá celkem ze dvou odlišných provozů, přičemž každý z nich má odlišné nároky na vnitřní prostředí.

Tabulka č. 1 určuje vnější klimatické podmínky (teploty, relativní vlhkosti, měrné vlhkosti).

Tabulka 1: Klimatické podmínky (3)

Krkonoše – 1400 m n. m.			
Roční období		Léto	Zima
Teplota	t_e [°C]	30	-18
Relativní vlhkost	x_e [g.kg ⁻¹]	8,0	0,8
Měrná vlhkost	φ [%]	30	100

Tabulka č. 2 obsahuje vstupní podmínky pro vnitřní prostředí.

Tabulka 2: Doporučené podmínky vnitřního prostředí (4) (5) (6)

Místnost	Zima		Léto	
	Teplota	Relativní vlhkost	Teplota	Relativní vlhkost
	t_i [°C]	φ [%]	t_i [°C]	φ [%]
Jídelna	20	70	26	N
Příprava jídel	17	60	22	N
Chodby	15	70	26	N
WC	20	60	26	N
Šatny	22	60	26	N
Sprchy	22	90	26	N

Tabulka 3: Doporučené množství odváděného vzduchu dle typu zař. předmětů a osob (7)

Typ	Požadovaná výměna
	V [m ³ /h]
Osoba v jídelně	40
Lůžko	35
WC	50
Umyvadlo	25
Sprcha	100
Osoba	25

3.2 Výpočet tepelných ztrát

Výpočet byl proveden v programu Protech, modul Tepelný výkon. Vypočteno dle normy ČSN EN 12831 (4). V návrhu uvažuji celoroční provoz objektu.

Výpočet tepelných ztrát byl počítán s následujícími součiniteli tepla.

Tabulka 4: Použité součinitele protupu tepla

Zkratka	Popis	Uobjektu	U _{N,20}	U _{rec,20}
		W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)	W/(m ² ·K)
SO1	Obvodová stěna k -18°C	0,11	0,30	0,20
SO2	Obvodová stěna k zemině	0,60	0,85	0,60
SN1	Vnitřní příčka k 20°C	0,28	0,75	0,50
SN2	Vnitřní příčka k 15°C	0,28	0,75	0,50
SN3	Vnitřní příčka k 10°C	0,28	1,30	0,90
PDL1	Podlaha z zemi	0,17	0,45	0,30
PDL2	Podlaha vnitřní pod 20°C	0,28	2,20	1,45
PDL3	Podlaha vnitřní pod 15°C	0,28	2,20	1,45
PDL4	Podlaha vnitřní pod 10°C	0,28	2,20	1,45
STR1	Strop vnitřní nad 20°C	0,28	2,20	1,45
SCH1	Střecha	0,09	0,24	0,16
SCH2	Podlaha k -18°C	0,09	0,24	0,16
DO1	Dveře vstupní k -18°C	1,20	1,70	1,20
DN1	Dveře interiérové k 20°C	2,30	3,50	2,30
OJ1	Okno (prosklená stěna) k -18°C	1,10	1,50	1,20
OJ2	Okno 0,6x1,5m k -18°C	0,49	1,50	1,20

Zdroj: Příloha 1 - Přehled použitých konstrukcí

Tabulka 5: Tepelné ztráty dle provozů

Provoz	Tepelné ztráty ϕ_i [W]
	Celkem
Provoz č. I – Technické místnosti, odklady, sklady, jídelna a pokoje s lůžky	39288
Provoz č. II – Příprava jídel se sklady	833
Celkem	40121

Zdroj: Příloha 2 - Tepelné ztráty dle provozů

Po výpočtu celkových tepelných ztrát v jednotlivých provozech je možno začít s návrhem vzduchotechnických systémů pro jednotlivé provozy.

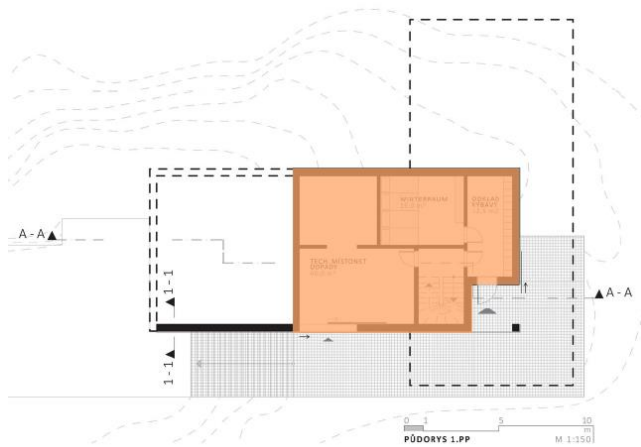
4. Větrání

Systém větrání byl navržen tak, aby zajistil v daných podmínkách co nejvíce efektivní a vhodné hospodaření s energiemi.

V objektu se mi vyskytují obecně dva typy provozu, kuchyně s přípravou jídel a místnosti jídelny, pokoje s lůžky a technické místnosti. Větrání bylo rozděleno na dva provozy, na přípravu jídel a sklady a na vše ostatní.

- Provoz č. I – Technické místnosti, odklady, sklady, jídelna a pokoje s lůžky
- Provoz č. II – Přípravna jídel se sklady

Rozdělení objektu na provozy, viz následující obrázky:



Obrázek 5: Půdorys 1.PP

Legenda:

Provoz č. I – Technické místnosti, odklady, sklady, jídelna a pokoje s lůžky

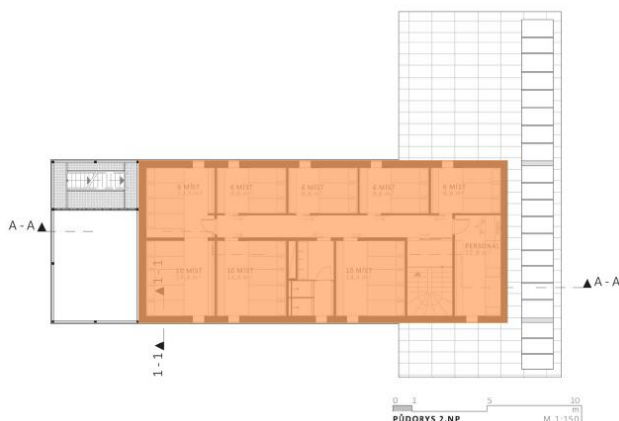


Obrázek 6: Půdorys 1.NP

Legenda:

Provoz č. I – Technické místnosti, odklady, sklady, jídelna a pokoje s lůžky

Provoz č. II – Přípravna jídel se sklady



Legenda:

Provoz č. I – Technické místnosti, odklady výbavy, sklady, jídelna a pokoje s lůžky

Obrázek 7: Půdorys 2.NP

Tímto rozdělením vznikly dva na sobě nezávislé provozy. Kuchyně s přípravnou jídel má oddělený systém větrání, tudíž nedochází k ovlivňování zbytku objektu.

4.1 Provoz č. I – Technické místnosti, odklady výbavy, sklady, jídelna a pokoje s lůžky

4.1.1 Obecně

Zahrnuje prostory typu technické místnosti, sklady, odklady výbavy, chodby, pokoje, místnosti chatara, sprchy, WC a jídelnu.

Jelikož tyto prostory nemají příliš velké rozdíly ve vnitřních teplotách, budu je řešit jako celek. Rozdílné nároky na vnitřní teplotu budou upravovat otopná tělesa v jednotlivých místnostech.

4.1.2 Návrh koncepce nuceného větrání

Před výpočtem bylo nutné určit koncepci nuceného větrání pro řešený provoz. Systém bude rovnotlaký ve všech typech místností, do každé místnosti bude přivedena vyústka na přívod i odvod. Výjimku budou tvořit místnosti s velmi malými nároky na větrání, tj. sklady. V těchto místnostech bude výměna vzduchu řešena lokálním ventilátorem na obvodové stěně, který se bude spínat v hodinových intervalech na požadovanou dobu. Vzduch do těchto místností bude přiváděn pomocí provětrávacích mřížek ve dveřích.

Teplota přiváděného vzduchu bude 19 °C.

Tabulka 6: Teploty vzduchu

Teplota přiváděného vzduchu	$t_p = 19 \text{ °C}$
Teplota interiéru (průměrná)	$t_i = 19 \text{ °C}$

4.1.3 Stanovení množství přiváděného vzduchu

4.1.3.1 Stanovení dílčích množství přiváděného vzduchu

Vlastní výpočet stanovení dílčích množství přiváděného vzduchu je provedena několika možnými způsoby, vždy rozhoduje typ místnosti. Pro místnosti typu pokoj, jídelna, WC, sprchy je to dle počtu osob či počtu zařizovacích předmětů. Pro všechny ostatní místnosti je to dle násobnosti výměn vzduchu za hodinu.

Tabulka 7: Výpočet množství přiváděného vzduchu pro provoz č. I

Podlaží	Číslo místnosti	Místnost	Vnitřní objem místnosti [m ²]	Násobnost [1/h]*	Osoby/zařizovací předměty		Množství přiváděného vzduchu [m ³ /h]	
					Množství vzduchu [m ³ /h]	Počet .Vytíženost		
1.PP	1	Technická místnost	117,4	0,1	-	-	12	
	2	Schodiště	31,7	0,3	-	-	10	
	3	Odklad výbavy	21,7	2	-	-	14	
	4	Strojovna VZT	32,1	-	-	-	0	
	5	Kotelna	32,1	-	-	-	0	
	6	Sklad pelet	40,4	-	-	-	0	
1.NP	101	Jídelna	-	-	40	48	1920	
	102	Chodba k jídelně	20,2	0,3	-	-	6	
	103	Chodba	20,2	0,3	-	-	6	
	104	WC muži	WC	-	-	50	2,0,5	75
			Umyvadlo	-	-	25	2,0,5	
	105	WC ženy	WC	-	-	50	2,0,5	75
			Umyvadlo	-	-	25	2,0,5	
	106	Sušárna	31,4	5	-	-	157	
	107	Místnost chataře	43,7	1	50	1	50	
	108	Sklad odpadků	19,4	0,1	-	-	2	
109	Zádveří	5,71	0,3	-	-	2		
110	Sklad	11,3	0,1	-	-	1		
2.NP	201	Chodba	42,0	0,3			13	
	202	Schodiště	26,9	0,3			8	
	203	Personál	35,6		35	4	140	
	204	Pokoj - 4 lůžka	-	-	35	4	140	
	205	Pokoj - 4 lůžka	-	-	35	4	140	
	206	Pokoj - 4 lůžka	-	-	35	4	140	
	207	Pokoj - 4 lůžka	-	-	35	4	140	
	208	Pokoj - 6+6 lůžek	-	-	35	12	420	
	209	Pokoj – 6 lůžek	-	-	35	6	210	

	210	Sprchy ženy	Sprch. kout	-	-	100	2	200
			Umyvadlo	-	-	4	25	300
	211	Sprchy muži	Sprch. kout	-	-	100	2	200
			Umyvadlo	-	-	4	25	300
Vše		Celkem						4825

$$V_{p,provoz \check{c}.I} = \sum \text{místností} = 4825 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

4.1.4 Návrh zařízení

Tato kapitola se zabývá návrhem potrubních tras, koncovými prvky a vzduchotechnickou jednotkou.

4.1.4.1 Obecně

Je zde navržen rovnotlaký systém, kdy je přívod čerstvého vzduchu roven odváděnému vzduchu.

4.1.4.2 Potrubní trasy

Strojovna vzduchotechniky je umístěna ve 1.PP, odkud jde potrubí pod stropem do šachty a následně do vyšších podlaží. Potrubí od VZT jednotky, ve stoupačce a páteřní rozvody v patrech jsou ze čtyřhranného potrubí. Potrubí v jednotlivých místnostech (1.PP, 1.NP a 2.NP) je již přiznané a je ze spiro potrubí. Čtyřhranné potrubí je v chodbách 1.NP a 2.NP vždy v podhledu a není viditelné. V 1.PP je přiznané pod stropem.

4.1.4.3 Koncové prvky

Je použito několik druhů koncových prvků. Liší se typem a napojením na potrubí. Mřížky jsou přímo vsazeny do čtyřhranného potrubí či spiro potrubí. Pro talířové ventily v podhledu je použito flexo potrubí, v případě přiznaného spiro potrubí je talířový ventil umístěn přímo do potrubí pomocí adaptéru.

Nejzásadnějším částí návrhu byla jídelna s velkými prosklenými plochami. Jedná se o největší prostor v chatě.

Tabulka 8: Přívodní prvky vzduchu v jídelně

Stanoveno výpočtem		
Požadavky	Celkové množství přiváděného vzduchu	V=1920 m ³ /h
Navrženo		
Typ prvku	Kruhový difusor	Lindab PCS
Vlastnosti	Počet	6 ks
	Objemový průtok	qv= 320 m ³ /h
	Průměr	250mm
	Tlaková ztráta	Δpa=23 Pa
	Hladina akustického výkonu	Lwa=30 dB

Zdroj: Technický list 1 - Kruhový difusor Lindab PCS

Tabulka 9: Odvodní prvky vzduchu v jídelně

Stanoveno výpočtem		
Požadavky	Celkové množství odváděného vzduchu	V=1920m ³ /h
Navrženo		
Typ prvku	Kruhový difusor	Lindab PCS
Vlastnosti	Počet	4 ks
	Objemový průtok	qv=480 m ³ /h
	Průměr	ø=250 mm
	Tlaková ztráta	Δpa=23 Pa
	Hladina akustického výkonu	Lwa=33 dB

Zdroj: Technický list 2 - Mřížka do spiro potrubí Lindab RGS

V ostatních místnostech chaty, tj. pokoje s lůžky, místnosti chataře a jim podobné, budou použity pro přívod mřížky Lindab GRS ve spiro potrubí, které bude přiznané. Odvod v těchto místnostech bude řešen mřížkami Lindab G v stěně, obvykle nad dveřmi, umístěnými v čtyřhranném potrubí. V chodbách budou použity stropní difusory Lindab CRL.

Tabulky se všemi navrženými koncovými prvky pro přívod i odvod viz příloha 3.

4.1.4.4 Výpočet tlakových ztrát potrubí

Výpočet tlakových ztrát je vypočítán pro nejkratší a nejdelší přívodní větev. Výsledný rozdíl byl:

$$\Delta p = 32,3 - 22,9 = 9,4 \text{ Pa}$$

Tabulka s výpočtem je viz příloha 4. Vzhledem k takto malému rozdílu není nutno osazovat dodatečné regulační prvky do rozvodů potrubí. Vše by mělo jít za regulovat na vlastních koncových prvcích/vyústkách.

Výpočet tlakových ztrát nebyl proveden pro odvodní větev, protože je odváděno stejné množství vzduchu, jako je přiváděno a rozvody jsou téměř identické.

4.1.4.5 Jednotka VZT

Ještě před vlastním návrhem konkrétní jednotky je nutno zkonstruovat průběh úpravy vzduchu na H-X diagramu. Vstupní údaje o vzduchu viz tabulka 10.

Tabulka 10: Klimatické podmínky (3)

Krkonoše – 1400 m n. m.			
Roční období		Léto	Zima
Teplota	t_e [°C]	30	-18
Relativní vlhkost	x_e [g.kg ⁻¹]	8,0	0,8
Měrná vlhkost	φ [%]	30	100

Vlastní jednotka bude navržena jako bezrámový typ se zpětným získáváním tepla. Tento způsob je navržen z důvodu využití odpadního tepla. Jednotka bude obsahovat komory ZZT, ohřivače a adiabatického chlazení.

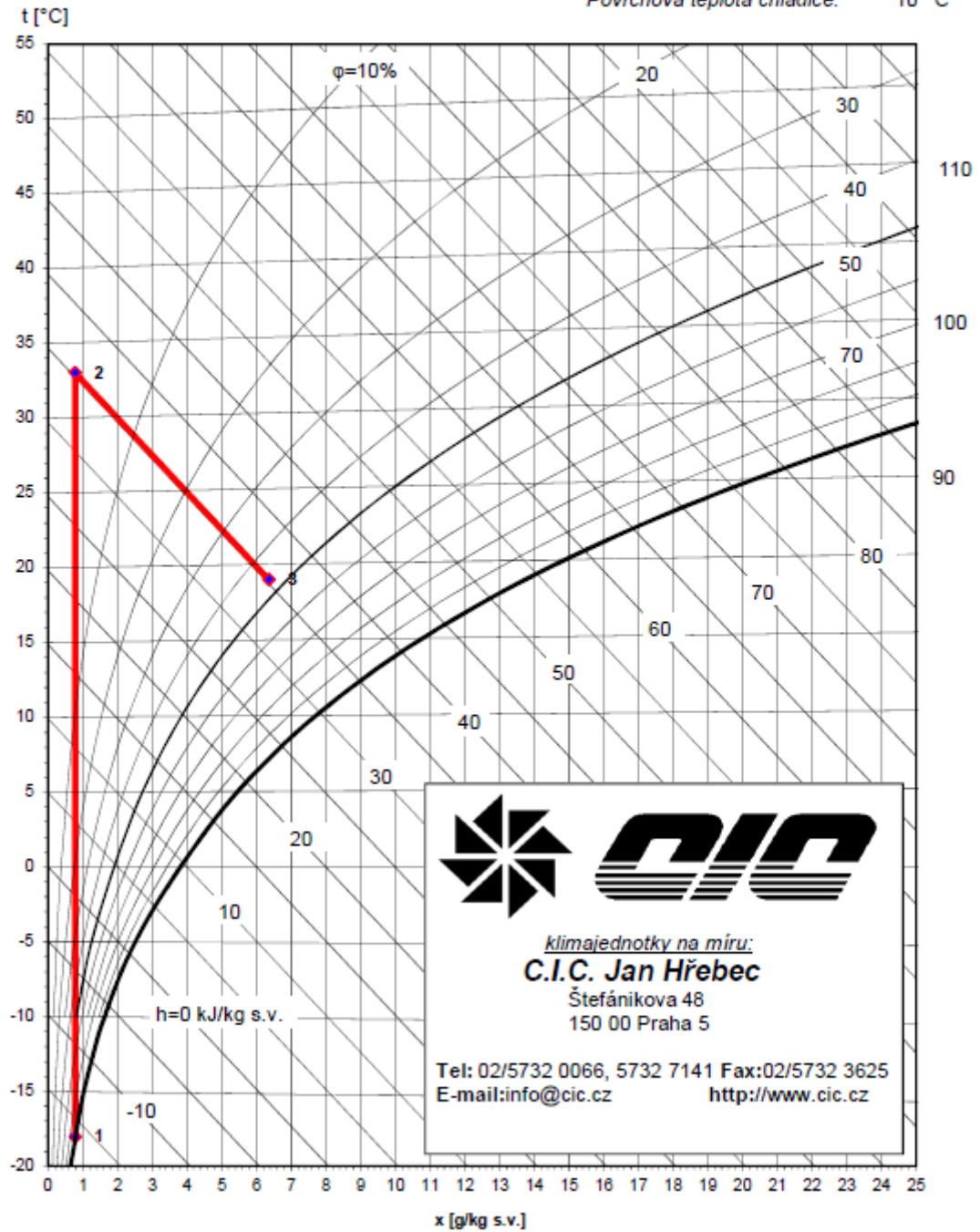
a) Zimní provoz

Jednotka bude ohřívat, chladit a zpětně získávat teplo. Průběh úpravy vzduchu viz Obrázek 8: HX diagram pro zimní provoz.

Psychrometrický diagram dle Molliera

Provoz č. I - Zima

Tlak vzduchu: 100 kPa
Max. vlhkost při úpravách: 100 %
Povrchová teplota chladiče: 10 °C



Obrázek 8: HX diagram pro zimní provoz

Celý diagram včetně tabulky přesných hodnot viz příloha 5.

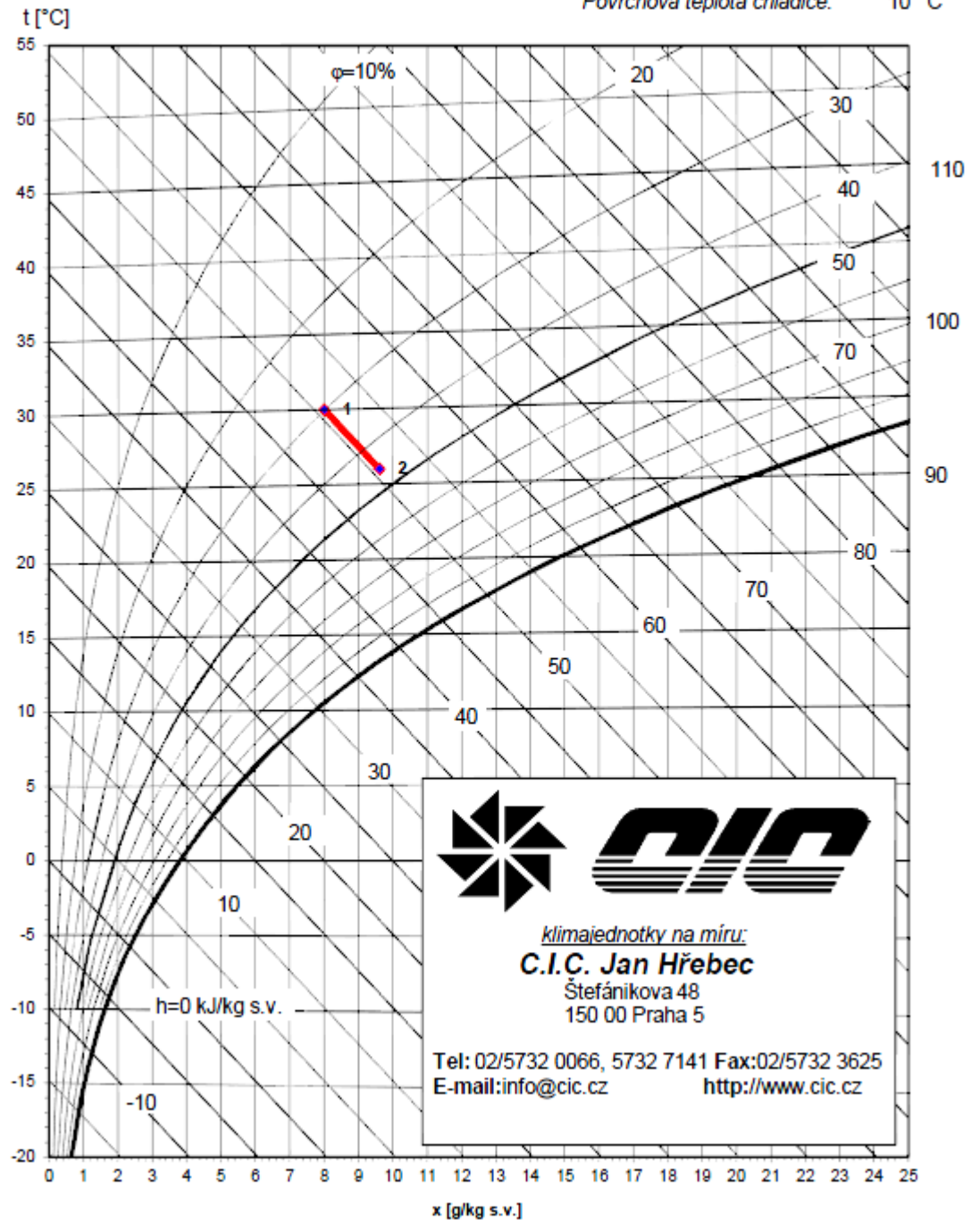
b) Letní provoz

Během letního provozu podobně jako v zimním s rozdílem, že přiváděný vzduch bude mít teplotu vyšší a to až 26°C.

Psychrometrický diagram dle Molliera

Provoz č. 1 - Léto

Tlak vzduchu: 100 kPa
Max. vlhkost při úpravách: 100 %
Povrchová teplota chladiče: 10 °C



Obrázek 9: HX diagram pro letní provoz

Celý diagram včetně tabulky přesných hodnot viz příloha 6.

VZT jednotka bude umístěna ve VZT strojovně v 1.PP. Výrobce VZT jednotky je firma CIC Hřebec, s řadou H-Block. Řada H-Block se vyznačuje relativně malou velikostí jednotky s napojením porubí ze shora. Tato řada byla zvolena z důvodu menších prostorových nároků na šířku (hloubku) vlastní jednotky. Výsledná data, kterými jednotka disponuje jsou vypsána viz tabulka 10.

Tabulka 11: Návrh VZT jednotky pro provoz č. I

Stanoveno výpočtem			
Požadavky	Celkové množství přiváděného vzduchu		V=4825 m ³ /h
	Celkové množství odváděného vzduchu		V=4798 m ³ /h
Navrženo			
Typ	CIC Jan Hřebec, řada H-Block 6		
Rozměry a hmotnost	Délka		2320 mm
	Šířka		1200 mm
	Výška		1730 mm
	Hmotnost		614 kg
	ZZT deskový	Účinnost	52%
	Ohřev teplovodní	Výkon	30,7 kW
	Chladič	Výkon	8,7 kW
	Filtr	Kapsový	G4-360

Zdroj: Technický list 10 - VZT jednotka CIC Hřebec H-block

Jednotka byla navržena za pomoci programu AHU Select od firmy CIC Jan Hřebec.

Rozdíl mezi přiváděným a odváděným vzduchem odvedou malé podtlakové ventilátory v místnostech typu sklad, kotelna či strojovna VZT.

Teplovodní ohřev jednotky bude napojen na teplovodní zdroj tepla 80/60 °C.

4.2 Provoz č. II – Přípravná jídel se sklady

4.2.1 Obecně

Obsahuje místnosti přípravnou jídel a sklady.

4.2.2 Návrh koncepce nuceného větrání s teplovzdušným vytápěním

Před výpočtem bylo nutné určit koncepci nuceného větrání pro řešený provoz. Systém bude rovnotlaký, přívodní a odvodní vzduch bude distribuován pouze do místnosti přípravnou jídel.

4.2.3 Stanovení množství přiváděného vzduchu

4.2.3.1 Stanovení dílčích množství přiváděného vzduchu

Vlastní výpočet stanovení dílčích množství přiváděného vzduchu je proveden dle násobnosti výměn vzduchu za hodinu.

Tabulka 12: Výpočet množství přiváděného vzduchu pro provoz č. II

Podlaží	Číslo místnosti	Místnost	Vnitřní objem místnosti [m ³]	Násobnost [1/h]*	Osoby/zařizovací předměty		Množství přiváděného vzduchu [m ³ /h]
					Množství vzduchu [m ³ /h]	Počet .Vytíženost	
1.NP	111	Sklad	4,8	0,1	-	-	1
	112	Sklad potravin	13,0	0,3	-	-	11
	113	Přípravná jídel	8,16	20	-	-	457
Vše		Celkem					469

* Pro výpočet násobnosti uvažována světlá výška místností od 2800 mm.

$$V_{p,provoz\ č.II} = \sum \text{místností} = 469 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

4.2.4 Návrh zařízení

Tato kapitola se zabývá návrhem potrubních tras, koncovými prvky a vzduchotechnickou jednotkou.

4.2.4.1 Obecně

Je zde navržen rovnotlaký systém, kdy je přívod čerstvého vzduchu roven odváděnému vzduchu.

4.2.4.2 Potrubní trasy

V tomto provozu bude uvažována malá podstropní jednotka umístěná pod stropem. Potrubní trasy jsou tedy jednoduché a krátké. Nasávání čerstvého vzduchu a výfuk odpadního je z průduchů z obvodového pláště v dostatečné vzdálenosti od sebe. Obě tyto potrubí musí být tepelně izolovány. Použito je zde výhradně spiro potrubí.

4.2.4.3 Koncové prvky

Pro přívodní potrubí jsou použity talířové ventily Lindab KI. Pro odvodní potrubí jsou použity talířové ventily Lindab KPF. Místnost skladu č.111 je osazena malým podtlakovým ventilátorem, který 1x za hodnu odsaje vzduch z místnosti. Více v příloze 7.

Talířové ventily jsou připevněny do spiro potrubí pomocí adaptéru VPS.

4.2.4.4 Výpočet tlakových ztrát potrubí

Výpočet tlakových ztrát byl zanedbán. Délky potrubí jsou v rámci jednotek metrů.

4.2.4.5 Jednotka VZT

VZT jednotka bude umístěna pod stropem v místnosti přípravy jídel. Navrhl jsem jednotku od CIC Hřelec typu HL-RD. Je malá kompaktní a disponuje ZZT. Výsledná data, kterými jednotka disponuje jsou vypsána viz Tabulka 13.

Tabulka 13: Návrh VZT jednotky pro provoz č. II

Stanovené výpočtem			
Požadavky	Celkové množství přiváděného vzduchu	V=469 m ³ /h	
	Celkové množství odváděného vzduchu	V=469 m ³ /h	
Navrženo			
Typ	CIC Jan Hřelec, řada HL-RD 600 E EC		
Rozměry a hmotnost	Délka	1000 mm	
	Šířka	800 mm	
	Výška	250 mm	
	Hmotnost	60 kg	
	ZZT deskový	Účinnost	90%
	Ohřev elektrický	Výkon	2 kW

Zdroj: Technický list 11 - VZT jednotka CIC Hřelec H-RD

5. Vytápění

5.1 Provoz č. I – Technické místnosti, odklady vybavy, sklady, jídelna a pokoje s lůžky

5.1.1 Obecně

Vytápění je řešeno pouze v provozu č. I. V provozu č. II řeší vytápění a větrání VZT jednotka.

5.1.2 Návrh koncepce vytápění

Pro tento typ objektu byl navržen dvoutrubkový systém protiproudý. Pro obytné místnosti typu pokoj s lůžky byly zvoleny desková tělesa a pro velkou jídelnu s velkou prosklenou stěnou jsou zvoleny otopné lavice (konvektory) podél této stěny.

5.1.3 Stanovení potřebných výkonů

Vzhledem k tomu, že provoz je nuceně větrán, VZT jednotka pokrývá tepelné ztráty větráním, otopná tělesa jsou navrženy na tepelnou ztrátu prostupem.

Jak jsem již bylo zmíněno na začátku, tepelné ztráty byly vypočteny v programu Protech, modul TV (Tepelný výkon). Tyto data budou sloužit jako podklad pro návrh těles.

5.1.4 Návrh těles

Tato kapitola se zabývá návrhem těles včetně jejich regulace a potrubních tras.

Tělesa pro jednotlivé místnosti byly navrženy na velikost tepelné ztráty prostupem v těchto místnostech. Velikosti tepelných ztrát prostupem pro jednotlivé místnosti viz Příloha 2 - Tepelné ztráty dle provozů.

Výkony těles byly vypočteny v programu Protech, modul Dymos.

5.1.4.1 Obecně

Je navržen dvoutrubkový protiproudý systém.

Teplotní spád soustavy je 45/35 °C.

5.1.4.2 Tělesa

V objektu se nacházejí dva typy otopných těles. Pro obytné místnosti jako pokoje s lůžky to jsou desková tělesa, která je nejčastěji umístěna pod okny. Pro jídelnu byly zvoleny otopné lavice, které jsou umístěny podél velké prosklené stěny, což je v jídelně. Otopné lavice zajistí dostatečnou teplotu vzduchu podél oken a zároveň jsou esteticky velice přijatelné a neomezují výhled z prosklené stěny.

Navržené typy těles:

- Korado RADIK RC PLAN VK
- Korado Koroline LVX

V tabulce 14 je seznam navržených těles pro jednotlivé místnosti, včetně jejich přesné specifikace a výkonu dle teplotního spádu.

Tabulka 14: Navržená tělesa a jejich výkony

Číslo místnosti	Popis	ti	Q _{Mi}	Číslo	Model	Spec.	t _{wi} /Δt	Q	LT
		°C	W				°C/K	W	mm
1	Technická místnost	15	292	1-01	RADIK RC PLAN VK	20-060040-70X	45/10	146	400
				1-02		20-060040-70X	45/10	146	400
2	Schodiště	20	340	2-01		33-060050-70X	45/10	340	500
3	Odklad vybavy	15	366	3-01		20-060050-70X	45/10	183	500
				3-02		20-060050-70X	45/10	183	500
4	Strojovna VZT	10	0						
5	Kotelna	10	0						
6	Sklad pelet	10	0						
101	Jídelna	20	4 313	101-01	KORALINE LVX	LVX 120/15/18-10 n=3	45/10	681	1 200
				101-02		LVX 120/15/18-10 n=3	45/10	681	1 200
				101-03		LVX 120/15/18-10 n=3	45/10	681	1 200
				101-04		LVX 120/15/18-10 n=3	45/10	681	1 200
				101-05		LVX 120/15/18-10 n=3	45/10	681	1 200
				101-06		LVX 090/15/18-10 n=3	45/10	454	900
				101-07		LVX 090/15/18-10 n=3	45/10	454	900
102	Chodba k jídelně	20	0						
103	Chodba	15	0						
104	WC muži	20	109	104-01	RADIK RC PLAN VK	20-060040-70X	45/10	109	400
105	WC ženy	20	109	105-01		20-060040-70X	45/10	109	400
106	Sušárna	20	136	106-01		20-060050-70X	45/10	136	500
107	Místnost chataře	20	313	107-01		20-060050-70X	45/10	136	500
				107-02		21-060050-70X	45/10	177	500
108	Sklad odpadků	10	0						
109	Zádveří	10	0						
110	Sklad	10	0						
201	Chodba	15	0						
202	Schodiště	20	0						
203	Personál	20	236	203-01	RADIK RC PLAN VK	22-060050-70X	45/10	236	500
204	Pokoj - 4 lůžka	20	177	204-01		21-060050-70X	45/10	177	500
205	Pokoj - 4 lůžka	20	177	205-01		21-060050-70X	45/10	177	500
206	Pokoj - 4 lůžka	20	177	206-01		21-060050-70X	45/10	177	500
207	Pokoj - 4 lůžka	20	177	207-01		21-060050-70X	45/10	177	500
208	Pokoj - 6+6 lůžek	20	472	208-01		22-060050-70X	45/10	236	500
				208-02		22-060050-70X	45/10	236	500
209	Pokoj - 6 lůžek	20	236	209-01		22-060050-70X	45/10	236	500
210	Umývárna ženy	22	153	210-01		21-060050-70X	45/10	153	500
211	Umývárna muži	22	153	211-01		21-060050-70X	45/10	153	500
Celkem požadovaný výkon			7936	W		Celkem navržený výkon			7936

Zdroj dat pro tabulku 14 byl výstup z programu Protech, modul Dymos viz Příloha 8 – Návrh těles.

5.1.4.3 Potrubní trasy

Potrubní trasy jsou navrženy z měděného potrubí. Trasy budou vždy vedeny po stropě a v místě tělesa vždy spadnou po stěně k tělesu. Kotelna je umístěna v 1.PP odkud páteřní rozvody stoupají společně s ostatními profesemi v stoupačí šachtě do vyšších pater.

Potrubní trasy jsou opatřeny izolací ze syntetického pěnového kaučuku. Tloušťka izolací byla navržena dle vyhlášky č. 193/2007. Navržená izolace je Kaimann Kaiflex Protect F-Black.

Tabulka 15: Velikosti použitých izolací pro měděné potrubí

Velikost trubky [mm]	Tloušťka izolace [mm]
15x1	25
18x1	25
22x1	25
28x1,5	35
35x1,5	35

Izolace Kaimann Kaiflex Protect F-Black s součinitelem tepelné vodivosti 0,036 W/m.K a daných tlouštěk splňuje vyhlášku. Tato izolace má zvýšenou odolnost vůči mechanickému poškození. Zvýšená mechanická odolnost je díky tkanině ze skleněných vláken s hliníkovou vrstvou na povrchu. Její barva je matně černá, tudíž se hodí na viditelné aplikace.

Více o navržené izolaci viz technický list 17.

5.1.4.4 Výpočet tlakových ztrát potrubí

Výpočet tlakových ztrát na potrubních trasách včetně těles byl proveden pro program Protech, modul Dymos. Z něj byly získány velikosti potrubí pro všechny trasy včetně nastavení ventilů a šroubení na tělesech pro hydraulické vyvážení soustavy.

Soustava potrubí je ve dvou místech dodatečně regulována regulačním ventilem IMI TBV-C z důvodu zajištění optimálních nastavení regulačních prvků na tělesech.

V tabulce 16 je seznam navržených těles pro jednotlivé místnosti, včetně jejich přesné specifikace, výkonu dle teplotního spádu a nastavení regulačních prvků.

Tabulka 16: Seznam použitých těles a jejich regulačních armatur včetně nastavení

Č.M.	O.S.	Specifikace	Q	Δt	M	1. RP - ventil				2. RP - šroubení			
			W	K	kg/h	ozn.	pr.	DN	N/P	ozn.	pr.	DN	N/P
208	208-01	22-060050-70X	236	10	20,3	VHF8S	T	15	5,2	R383	P	20	3
208	208-02	22-060050-70X	236	10	20,3	VHF8S	T	15	5,1	R383	P	20	3
209	209-01	22-060050-70X	236	10	20,3	VHF8S	T	15	5	R383	P	20	3
207	207-01	21-060050-70X	177	10	15,3	VHF8S	T	15	3,1	R383	P	20	3
210	210-01	21-060050-70X	153	10	13,2	VHF8S	T	15	3,6	R383	P	20	3
206	206-01	21-060050-70X	177	10	15,3	VHF8S	T	15	2,9	R383	P	20	3
203	203-01	22-060050-70X	236	10	20,3	VHF8S	T	15	4,8	R383	P	20	3
204	204-01	21-060050-70X	177	10	15,3	VHF8S	T	15	3	R383	P	20	3
211	211-01	21-060050-70X	153	10	13,2	VHF8S	T	15	3,5	R383	P	20	3
205	205-01	21-060050-70X	177	10	15,3	VHF8S	T	15	2,9	R383	P	20	3
107	107-02	21-060050-70X	177	10	15,3	VHF8S	T	15	5,2	R383	P	20	3
107	107-01	20-060050-70X	136	10	11,7	VHF8S	T	15	3,9	R383	P	20	3

106	106-01	20-060050-70X	136	10	11,7	VHF8S	T	15	4,1	R383	P	20	3
105	105-01	20-060040-70X	109	10	9,4	VHF8S	T	15	2,5	R383	P	20	3
104	104-01	20-060040-70X	109	10	9,4	VHF8S	T	15	2,5	R383	P	20	3
101	101-06	LVX 090/15/18-10 n=3	454	10	39,1	CALYPSO exakt	P	15	8	Regulux	P	15	4
101	101-01	LVX 120/15/18-10 n=3	681	10	58,7	CALYPSO exakt	P	15	7,4	Regulux	P	15	2
101	101-02	LVX 120/15/18-10 n=3	681	10	58,7	CALYPSO exakt	P	15	6,3	Regulux	P	15	2
101	101-03	LVX 120/15/18-10 n=3	681	10	58,7	CALYPSO exakt	P	15	5,8	Regulux	P	15	2
101	101-04	LVX 120/15/18-10 n=3	681	10	58,7	CALYPSO exakt	P	15	5,6	Regulux	P	15	2
101	101-05	LVX 120/15/18-10 n=3	681	10	58,7	CALYPSO exakt	P	15	5,4	Regulux	P	15	2
101	101-07	LVX 090/15/18-10 n=3	454	10	39,1	CALYPSO exakt	P	15	4,4	Regulux	P	15	2
1	1-01	20-060040-70X	146	10	12,6	VHF8S	T	15	2	R383	P	20	3
1	1-02	20-060040-70X	146	10	12,6	VHF8S	T	15	2	R383	P	20	3
2	2-01	33-060050-70X	340	10	29,3	VHF8S	T	15	5,4	R383	P	20	3
3	3-01	20-060050-70X	183	10	15,8	VHF8S	T	15	2,4	R383	P	20	3
3	3-02	20-060050-70X	183	10	15,8	VHF8S	T	15	2,3	R383	P	20	3

Zdrojem dat pro tabulku 16 byl výstup z programu Protech, modul Dymos viz Příloha 8 – Návrh těles.

Nastavení a seznam použitých regulačních prvků a armatur viz příloha č. 20, část 5 – Regulace spotřebičů – větve.

Technické listy navržených armatur viz přílohy:

- Příloha 21 - H-armatura Gaicomini R383
- Příloha 22 - Termostatická vložka IMI VHF8S
- Příloha 23 - Termostatický ventil IMI Calypso
- Příloha 24 - Regulační šroubení IMI Regulux
- Příloha 25 - Regulační ventil IMI TBV-C (umístěný na větvích)

5.1.4.5 Zdroj tepla

Soustava vytápění má stejný zdroj tepla jako vzduchotechnická jednotka pro provoz č. I a zásobník teplé vody pro objekt. Více v následující kapitole 6.

6. Kotelna

6.1 Obecně

V rámci výběru zdroje tepla pro objekt bylo důležité vybrat takový zdroj, co bude spolehlivě fungovat a zároveň bude přeprava paliva možná do lokality, kde je chata umístěná.

Pro návrh zdroje tepla také potřebujeme znát potřebu TV pro objekt, tudíž i návrh zásobníku TV.

6.2 Výpočet množství potřeby TV

Výpočet potřeby energie na TV jsem provedl v programu Protech, modul Tepelný výkon. Ten vypočetl celkovou potřebu energie na rok. Vypočtená potřeba energie obsahuje energii na pokrytí tepelné ztráty prostupem, tepelné ztráty větráním a energii na ohřev TV. Z té se následně zjistí celkové množství paliva na rok a tím pádem velikost zásobníku na pelety.

Pro výpočet výkonu, který bude potřebný pro ohřev TV. Bude se vycházet z celkové roční potřeby energie na ohřev TV, která se vydělí 365 dny v roce a zjistí se potřeba TV/den.

Tabulka 17: Návrh množství potřeby energie na TV/rok

Část	Část		Počet jednotek	Jednotka	Délka [den]	Q _{tv,rok} [kWh]
	Popis	[kWh]				
Provoz č.I	Umývání na osobu a den	2,5	42	osob	365	38325
	Úklid	0,008	440	m ²		1284
Provoz č.II	Vaření a mytí nádobí – 1 jídlo	0,2	150	jídlo		10950
Celkem						50559

Zdroj: Příloha 10 - Potřeba energie a paliva pro TV

Pro další výpočty bude celková potřeba teplé vody přepočtena na den:

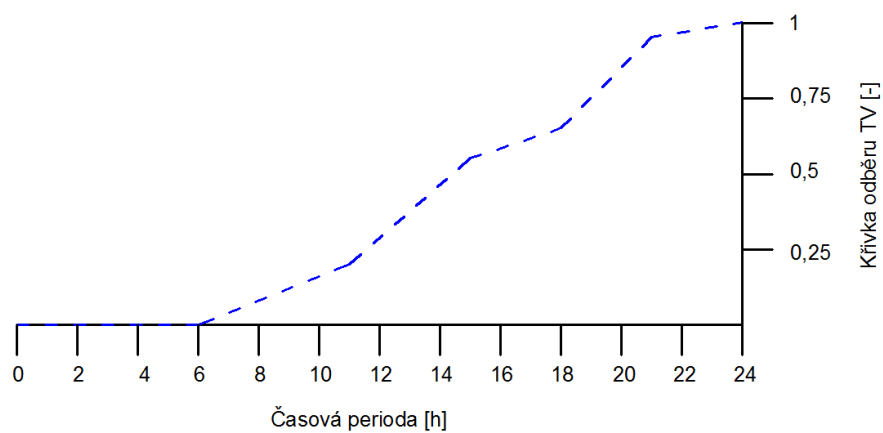
$$Q_{TV,d} = \frac{Q_{TV,rok}}{365} = \frac{50559}{365} = 138,5 \text{ [kWh/den]}$$

6.3 Zásobník TV

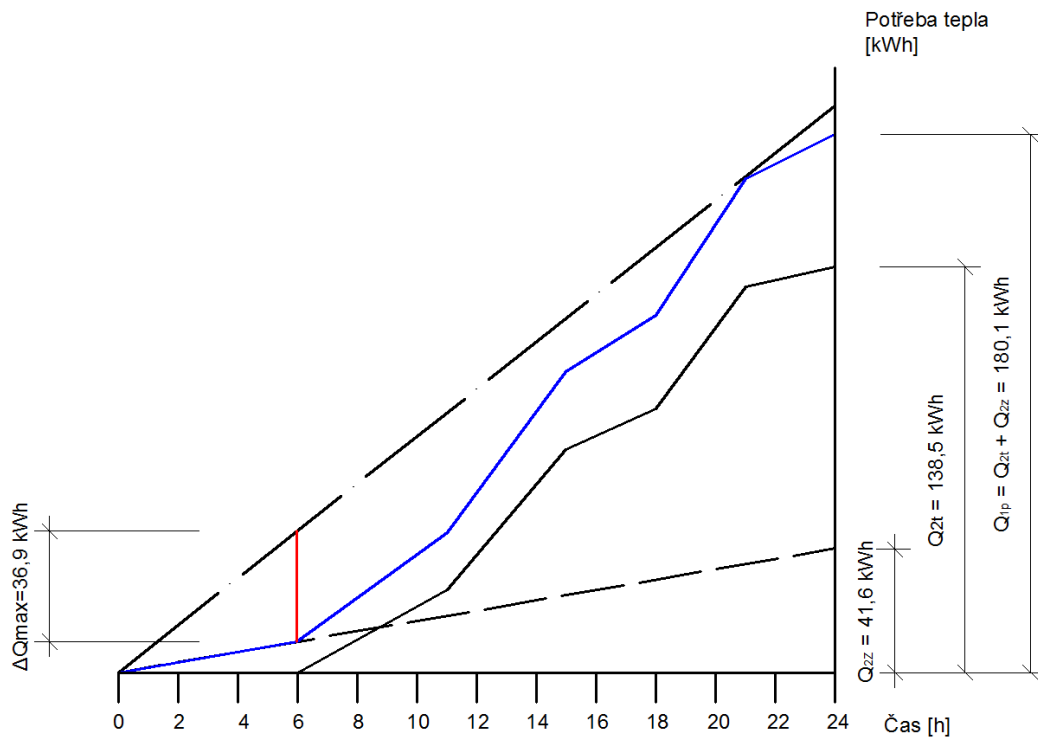
Nedílnou součástí k zdroji tepla je i zásobník na TV. Pro jeho navržení bylo potřeba sestavení křivky denní potřeby TV a ta se následně převedla do odběrového diagramu.

Předpokládané rozložení odběru:

- 0 – 6 h = 0%
- 6 – 11h = 20%
- 11 – 15 h = 35%
- 15 – 19 h = 10%
- 19 – 21 h = 30%
- 21 – 24 h = 5%



Obrázek 10: Křivka odběru tepla



Obrázek 11: Křivka odběru a dodávky tepla

V našem případě se rovná:

$$Q_{TV,d} = Q_{2t} = 138,5 [kWh]$$

Teplu odebrané z ohřivače TV, poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci TV „z“ je zvoleno 0,3. Hodnota „z“ představuje součinitel, který zohledňuje, zda se jedná o dálkový potrubní rozvod, rozvod ve starších budovách či v našem případě rozvod se standardně navrženou tloušťkou izolace dle vyhlášky č. 193/2007 Sb.

$$Q_{2p} = (1 + z) \cdot Q_{2t} = 180,1 [kWh/den]$$

Výpočet objemu zásobníku TV nádoby (8):

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{36900}{1000 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10)} = 0,705 [m^3]$$

Navržen byl zásobník TV od firmy Hoval, typ CombiVal ER 800. Technické parametry viz níže.

Tabulka 18: Návrh zásobníku TV

Stanovené výpočtem		
Požadavky	Minimální objem	V=0,705 m ³
Navrženo		
Typ	Hoval CombiVal ER 800	
Vlastnosti	Objem	0,800 m ³
	Průměr s izolací	1020 mm
	Výška	2005mm
	Hmotnost	243 kg

Zdroj: Technický list 18 - Zásobník TV Hoval CombiVal ER 800

6.4 Výběr zdroje

Jako možné zdroje tepla by se v běžných podmínkách nabízely kotle na plyn, dřevo, či jiné. Bohužel většina z nich nebylo možné vybrat, jelikož vše na chatu se musí transportovat helikoptérou, tudíž, plyn odpadá, surové dřevo odpadá z hlediska nekomfortu manuálního doplňování.

Nejvíce vhodný pro dané podmínky je kotel na pelety, který disponuje automatickým doplňováním paliva do kotle, jednoduché skladování pelet v místnosti s dopravníkem. Doprava vlastních pelet je také jednoduchá.

6.5 Kotel na pelety

Kotel byl navržen jeden na pelety, značky Hoval BioLyt o jmenovaném výkonu 49 kW. Kotel musí mít výkon na pokrytí tepelných ztrát a ohřevu TV.

Pro výpočet byl použit následující vzorec (9):

$$Q_{příp,I} = 0,7 \cdot Q_{vytápění,h} + 0,7 \cdot Q_{větrání,h} + Q_{TV,h} = 0,7 \cdot 6,5 + 0,7 \cdot 32,6 + 5,8 = 33,2 [kW]$$

$$Q_{příp,II} = Q_{vytápění,h} + Q_{větrání,h} = 6,5 + 32,6 = 39,1, [kW]$$

Tabulka 19: Návrh zdroje tepla pro objekt

Navrženo		
Typ	Hoval BioLyt 50	
Rozměry a hmotnost	Jmenovitý výkon	14-49 kW
	Účinnost	90%
	Délka	610 mm
	Šířka	1100 mm
	Výška	1568 mm
	Hmotnost	640 kg

Zdroj: Technický list 20 - Kotel na pelety Hoval BioLyt

6.6 Akumulační zásobník

Velikost akumulčního zásobníku byla stanovena empiricky, pravidlem, kdy cca na 1 kW odpovídá 20 l vody v akumulčním zásobníku. Pro kotel o jmenovitém výkonu 49 kW, z toho lze jednoduše vypočítat objem zásobníku 980 l.

Tabulka 20: Návrh akumulčního zásobníku

Stanoveno výpočtem		
Požadavky	Minimální objem	V=0,980 m ³
Navrženo		
Typ	Hoval EnerVal 1000	
Vlastnosti	Objem	1 m ³
	Průměr s izolací	1030 mm
	Výška	2132 mm
	Hmotnost	243 kg

Zdroj: Technický list 19 - Akumulační zásobník Hoval EnerVal 1000

Tento akumulční zásobník lze navíc doplnit o elektrickou topnou vložku o výkonu až 9 kW. Tato vložka může sloužit jako nouzový záložní zdroj pro přípravu otopné vody.

6.7 Expanzní nádoba

Výpočet tlakové expanzní nádoby byl proveden ve výpočtové tabulce TZB-info.cz (10).

Tabulka 21: Výpočet tlakové expanzní nádoby

Výkon zdroje tepla - pojistný výkon	$Q_p =$	49 kW	Součinitel zvětšení objemu $n =$	0.0321 ???
Maximální teplota otopné vody	$t_{max} =$	85 °C	při ($t_{max} - 10$ °C)	

Zadejte nejnižší z těchto prvků soustavy		
	Konstrukční přetlak p_{rx}	Výška nad MR h_{MR}
Čerpadlo	1000 kPa	-1,4 m
Kotel	450 kPa	-1,4 m
Otopné těleso	1000 kPa	6 m
jiné zařízení		

Konstrukční přetlak soustavy (v MR) $p_k =$ 436 kPa ???

Nejnižší přetlak soustavy $p_{d,dov} =$ 88 kPa ???

$p_d > p_{d,dov} \Rightarrow$ VYHOVUJE

$p_k > p_{h,dov} \Rightarrow$ VYHOVUJE

Poznámka:
Objem vody otopných těles je započten do objemu vody potrubí V_p

Výška nejvyššího bodu otopné soustavy	$h =$	8,2 m ???
Nejnižší pracovní přetlak soustavy	$p_d =$	90 kPa ???
Nevyšší pracovní přetlak soustavy	$p_{h,dov} =$	250 kPa ???
Vodní objem otopné soustavy		
Kotel	$V_k =$	180 l
Potrubí	$V_p =$	154 l ???
Otopná tělesa	$V_{OT} =$	0 l ???
Ostatní zařízení	$V_{ost} =$	1000 l
	$V = V_k + V_p + V_{OT} + V_{ost} =$	1334 l ???
Výsledky		
Vypočítaný objem expanzní tlakové nádoby	$V_{et} =$	121.8 l ???
Vnitřní průměr pojistného potrubí	$d_v =$	14.2 mm ???

PV - pojistný ventil

MR - manometrická rovina; rovina, ke které se vztahují přetlaky v otopné soustavě (většinou ve výšce 1.5 m nad podlahou)

NB - neutrální bod; místo napojení expanzního zařízení (expanzní nádoby)

B - nejvyšší bod soustavy - nejvyšší místo otopné soustavy

Obrázek 12: Výpočet tlakové expanzní nádoby

Výsledkem je minimální objem tlakové expanzní nádoby 131,2 l. Navržena nádoba o objemu 150 litrů.

Tabulka 22: Návrh tlakové expanzní nádoby

Stanoveno výpočtem		
Požadavky	Minimální objem	V=0,121 m ³
Navrženo		
Typ	Aquafill HS 150	
Vlastnosti	Objem	0,150 m ³
	Velikost připojení	6/4"
	Průměr s izolací	554 mm
	Výška	807 mm

Zdroj: Technický list 21 - Expanzní nádoba Aquafill HS 150

6.8 Pojistný ventil

Výpočet pojistného ventilu byl proveden ve výpočtové tabulce TZB-info.cz (11).

Zdroj tepla:	Skupina:	Teplotní interval [°C]	vstup do PV	výstup z PV
<input checked="" type="radio"/> výměník tepla	<input checked="" type="radio"/> A1	$T_1 < 100$	voda	voda
<input type="radio"/> kotel	<input type="radio"/> A2	$100 < T_1 < t_{2x}$	voda	směs
	<input type="radio"/> A3	$100 \leq t_{2x} \leq T_1$	pára	pára
	B		pára	pára

T_1 - výpočtová teplota ohřívací vody na vstupu

t_{2x} - teplota ohřívání vody na mezi odparu při přetlaku p_{ot}

Výpočtové parametry pojistných ventilů: GIACOMINI

jmenovitá světlost DN [mm]	1/2"	3/4"	1"	5/4"	6/4"	2"
nejmenší průřez S_o [mm ²]	201	314	452	754		
výtokový součinitel α_w [-]	0,64	0,61	0,60	0,62		

Poznámka: Přednastavené hodnoty průřezu a výtokového součinitele můžete změnit a výpočet se provede znovu pro Vámi zadané hodnoty.

p_{ot} = 250 kPa ... otevírací přetlak pojistného ventilu

Q_n = 49 kW ... jmenovitý výkon zdroje tepla

S_o = 22 mm² ... vypočtený minimální průřez sedla pojistného ventilu

1/2" ... navržený pojistný ventil

S_o = 201 mm² ... skutečný průřez sedla navrženého pojistného ventilu

d_1 = 14 mm ... minimální vnitřní průměr vstupního pojistného potrubí

d_2 = 14 mm ... minimální vnitřní průměr výstupního pojistného potrubí

Poznámka: Na vypočtený vnitřní průměr pojistného potrubí se v případě napojení pohlíží pouze orientačně. Dimenze potrubí musí vyhovovat podmínce, aby tlaková ztráta pojistného potrubí před pojistným ventilem nepřesáhla hodnotu $0,03 \cdot p_{ot}$ a celková ztráta pojistného potrubí nepřesáhla hodnotu $0,10 \cdot p_{ot}$

Obrázek 13: Výpočet pojistného ventilu

Podle vypočtených hodnot je navržen pojistný ventil od firmy Giacomini typ R140 o přípojovacím rozměru 1/2“ a otevíracím přetlaku 250 Pa.

Tabulka 23: Návrh pojistného ventilu

Navrženo		
Typ	Giacomini R140	
Vlastnosti	Přípojovací rozměr	1/2“
	Otevírací přetlak	250 pa

Zdroj: Technický list 22 - Pojistný ventil Giacomini R140

Podle předpisu výrobce musí být ventil otočený membránou nahoru. To je z důvodu nezanášení membrány a její správné funkci.

6.9 Čerpadla

6.9.1 Čerpadlo okruhu vytápění

Podle parametrů v příloze 11, maximální průtok $q=687$ l/h a dopravní výšky 8,9m byl podle selektoru firmy Wilo zvolen model Yonos Pico-STG.

Tabulka 24: Návrh čerpadla pro okruh vytápění

Navrženo		
Typ	Wilo Yonos PICO-STG 15/1-13 130	
Vlastnosti	Dopravované množství vody	687 l/h
	Dopravní výška	8,9 m
	Přípojovací rozměr	1“

Zdroj: Technický list 23

Charakteristiky čerpadla viz technický list 23.

6.9.2 Čerpadlo okruhu přípravy TV

Čerpadlo pro okruh přípravy TV bylo navrženo podle diagramu odběru. Dle diagramu lze číst, že je potřeba nabít zásobník za 6 hodin výkonem 36,9 kWh. Na 1 hodinu to odpovídá 6,15 kWh. Z toho lze pomocí kalorimetrické rovnice vypočítat potřebný průtok.

$$q_{\text{čerpadla,TV}} = \frac{\Delta Q_{TV,h}}{\rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{6150}{1000 \cdot 1,163 \cdot (80 - 60)} = 0,264 \left[\frac{m^3}{h} \right] \sim 264 \left[\frac{l}{h} \right]$$

Potřebný průtok je $q=164$ l/h a dopravní výšku 2,8m. Podle selektoru na webu firmy Wilo byl zvolen model Yonos Pico.

Tabulka 25: Návrh čerpadla pro okruh přípravy TV

Navrženo		
Typ	Wilo Yonos PICO 30/1-4	
Vlastnosti	Dopravované množství vody	264 l/h
	Dopravní výška	2,8m
	Připojovací rozměr	1"

Zdroj: Technický list 24

Charakteristiky čerpadla viz technický list 24.

6.9.3 Čerpadlo okruhu VZT1

Čerpadlo pro okruh vzduchotechniky bylo navrženo podle požadovaného průtoku, který vyžaduje výrobce vzduchotechnické jednotky. Teplotní spád média má být 80/60 °C. Dopravní výška je minimální, 1,4 m.

Tabulka 26: Návrh čerpadla pro okruh VZT1

Navrženo		
Typ	Wilo Yonos PICO 30/1-4	
Vlastnosti	Dopravované množství vody	1358 l/h
	Dopravní výška	1,4m
	Připojovací rozměr	1"

Zdroj: Technický list 25

Charakteristiky čerpadla viz technický list 25.

6.9.4 Čerpadlo kotlového okruhu

Kotlové čerpadlo bylo navrženo na součet průtoků všech kruhů, co jsou napojeny na rozdělovač/sběrač.

$$q_{\text{čerpadlo,kotel}} = q_{\text{čerpadlo,TV}} + q_{\text{čerpadlo,VZT1}} + q_{\text{čerpadlo,UT}} \left[\frac{l}{h} \right]$$

$$q_{\text{čerpadlo,kotel}} = 264 + 1358 + 687 = 2306 \left[\frac{l}{h} \right]$$

Tabulka 27: Návrh čerpadla pro kotlový okruh

Navrženo		
Typ	Wilo Yonos PICO 30/1-4	
Vlastnosti	Dopravované množství vody	2306 l/h
	Dopravní výška	2,1 m
	Připojovací rozměr	1 1/2“

Zdroj: Technický list 26

Charakteristiky čerpadla viz technický list 26.

6.10 Zásobník na pelety

Díky nepřístupnosti chaty a problematickému zásobování, navržena vlastní místnost, která bude sloužit jako zásobník pelet. Místnost bude vybavena automatickým podavačem, také od firmy Hoval.

Velikost zásobníku byla vypočtena následovně:

$$V_{pelet,rok} = \frac{B_v + B_{TV}}{\rho_{měrná\ hustota}} [m^3]$$

Kde: $V_{pelet,rok}$ je objem pelet spotřebovaný za rok [m^3]

B_v je roční potřeba paliva pro vytápění na vstupu [kg/rok]

B_{TV} je roční potřeba paliva pro TV na vstupu [kg/rok]

$\rho_{měrná\ hustota}$ je měrná hustota pelet [kg/m^3]

$$V_{pelet,rok} = \frac{22373 + 13726}{600} = 60,0[m^3]$$

Roční potřebu paliva na vstupu byla vypočtena pomocí programu Protech, model Tepelný výkon. Více v příloze 12.

Z výpočtu plyne, že roční spotřeba pelet je $60,0 m^3$. Místnost, která je k dispozici, má plochu $7,6 m^2$, světlou výšku $3,3m$. Její objem je $25 m^3$. Tento objem není možno využít zcela, něco vezme vyspádování místnosti pro přirozené gravitační posuvy pelet do automatického podavače a zároveň není možné místnost naplnit až na úroveň stropu. Předpoklad 60% využití objemu místnosti.

$$V_{zásobníku} = 0,6 \cdot V_{místnosti} [m^3]$$

$$V_{zásobníku} = 0,6 \cdot 7,6 \cdot 3,3 = 15,0 [m^3]$$

Z toho vyplývá, že bude potřeba pelety 4 krát ročně doplňovat.

C. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce byl návrh vytápění a větrání objektu umístěném v horském prostředí. V návrhu řešení byly použity poznatky a zkušenosti z Projektu 2, kde bylo cílem zpracování rešerší o existujících řešení TZB systémů v horských objektech. Důležitou informací bylo, která řešení systémů TZB jsou nejčastější, a jaké jsou nejčastější nedostatky těchto systémů. Díky těmto zkušenostem bylo možné v této diplomové práci navrhnout nejvhodnější možné řešení pro objekt umístěný v horském prostředí. Snahou bylo navrhnout moderní, zároveň ekologicky a energeticky vhodné řešení, které zaručí vysoký komfort užívání a zároveň snadný provoz objektu.

První část diplomové práce – projekt větrání - řeší návrh systému vzduchotechniky s nuceným větráním. Tato část obsahuje výpočet množství větracího vzduchu, návrh vzduchotechnických výustek, návrh tras a návrh vzduchotechnických jednotek. Projekt obsahuje výkresovou dokumentaci s půdorysy rozvodů vzduchotechnických potrubí pro všechna podlaží, svislým řezem a technickou zprávou.

Druhá část diplomové práce - projekt vytápění - řeší návrh systému vytápění. Tato část obsahuje návrh otopných těles, návrh otopných tras potrubí po objektu, návrh regulačních armatur včetně jejich nastavení. Do této části také patří návrh zdroje tepla, návrh zásobníku TV a návrh akumulčního zásobníku. Projekt obsahuje výkresovou dokumentaci s půdorysy tras potrubí a navrženými tělesy pro všechna podlaží, svislý řez, schéma zapojení všech zařízení v kotelně a technickou zprávu.

Třetí část diplomové práce – studie řízení provozu horské chaty - řeší koncepční návrh systému řízení a regulace v řešeném objektu. Pro systém řízení a regulaci provozu v řešeném objektu byl navržen systém Hoval TopTronic E, který je pro dané řešení nejvhodnější. Schémata zapojení tohoto systému do řešené strojovny navazují na projekt vytápění, kde je systém Hoval TopTronic E napojen na všechny prvky v kotelně. Součástí studie jsou schémata rozvaděče se všemi potřebnými moduly. V této studii je popsán provoz kotle v rámci odběru energie pro dva typické dny v roce za daných klimatických podmínek.

Tato diplomová práce a předchozí semestrální projekty měly za úkol najít ideální řešení systémů technických zařízení budov pro objekty v horském prostředí. Vhodným návrhem těchto systémů pro objekty v horském či odlehlém prostředí je možné zajistit dlouhodobou udržitelnost těchto objektů a čistotu životního prostředí, kterou je nezbytné chránit.

D. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Capanna Regina Margherita. *Wikipedia.org*. [Online] [Citace: 13. 10 2016.] http://cs.wikipedia.org/wiki/Capanna_Regina_Margherita.
2. Ing. arch. Štěpán Svejkský. Chata 4 554. *Galerie A+S, Katedra architektury FSV ČVUT*. [Online] [Citace: 1. 10 2016.] <http://archgalerie.fsv.cvut.cz/file/file?idProject=26&fileType=2>.
3. ČSN 73 0540-2, *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. místo neznámé : Úřad pro normalizaci, měření a státní zkušebnictví, 2011.
4. ČSN EN 12831, *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu*. místo neznámé : Český normalizační institut, 2004.
5. ČSN 06 0210, *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*. místo neznámé : Český normalizační institut, 1994.
6. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D. PROJEKT III. (IV.) - Vzduchotechnika - 7. Dokumentace VZT . [Online] [Citace: 22. 10 2016.] http://www.users.fs.cvut.cz/~zmrhavla/Projekt3/Podklady/07_Dokumentace%20VZT.pdf.
7. ČSN EN 15665 *Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov*. místo neznámé : Úřad pro normalizaci, měření a státní zkušebnictví, 2009.
8. Metody návrhu zásobníku teplé vody. *TZB-info.cz*. [Online] [Citace: 10. 10 2016.] <http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/7885-metody-navrhu-zasobniku-teple-vody>.
9. Katedra TZB, Fakulta stavební VUT. Návrh plynové kotelny (III. kategorie). [Online] [Citace: 27. 10 2016.] http://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_C9.pdf.
10. Výpočet tlakové expanzní nádoby. *TZB-info.cz*. [Online] [Citace: 15. 12 2016.] <http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/60-tlakova-expanzni-nadoba>.
11. Výpočet pojistného ventilu pro kotle a výměníky tepla. *TZB-info.cz*. [Online] [Citace: 26. 12 2016.] <http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/43-vypocet-pojistneho-ventilu-pro-kotle-a-vymeniky-tepla>.
12. Prof. Ing. František Drkal, CSc., a další. *Vzduchotechnika IB*. Praha : autor neznámý, 2009.
13. Projekční podklady a pomůcky - Součinitele vřazených odporů. *TZB-info.cz*. [Online] [Citace: 5. 5 2015.] <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady&id=25>.
14. Přepočet průtoku a rychlosti proudění v potrubí. *TZB-info.cz*. [Online] [Citace: 15. 3 2015.] <http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/83-prepocet-prutoku-a-rychlosti-proudeni-v-potrubi>.
15. Tepelné izolace potrubí dle vyhlášky č.151/2001. *TZB-info.cz*. [Online] [Citace: 8. 10 2016.] <http://www.tzb-info.cz/4312-tepelne-izolace-potrubi-dle-vyhlasky-c-151-2001>.
16. VÝPOČET MÍSTNÍCH ODPORŮ PRO OBLOUKY A KOLENA. *Qpro.cz*. [Online] <http://www.qpro.cz/Tlakova-ztrata-mistnimi-odpory-Strana-2>.

E. SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1 - Přehled použitých konstrukcí.PDF
- Příloha 2 - Tepelné ztráty dle provozů.PDF
- Příloha 3 - Tabulka koncových prvků VZT - Provoz I.pdf
- Příloha 3 - Tabulka koncových prvků VZT - Provoz I.xlsx
- Příloha 4 - Vypočet tlakových ztrát VZT potrubí.pdf
- Příloha 4 - Vypočet tlakových ztrát VZT potrubí.xlsm
- Příloha 5 - Provoz I - HX - Zima.pdf
- Příloha 5 - Provoz I - HX - Zima.xls
- Příloha 6 - Provoz I - HX - Léto.pdf
- Příloha 6- Provoz I - HX - Léto.xls
- Příloha 7 - Tabulka koncových prvků VZT - Provoz II.pdf
- Příloha 7 - Tabulka koncových prvků VZT - Provoz II.xlsx
- Příloha 8 - Návrh těles.PDF
- Příloha 9 - Seznam použitých regulačních armatur a jejich nastavení.PDF
- Příloha 10 - Potřeba energie a paliva pro TV.PDF
- Příloha 11 - Export dat z Dymos.PDF
- Příloha 12 - Potřeba energie a paliva pro vytápění.PDF

F. SEZNAM TECHNICKÝCH LISTŮ

Technické listy jsou umístěny na přiloženém CD.

Technický list 1 - Kruhový difusor Lindab PCS.PDF

Technický list 2 - Mřížka do spiro potrubí Lindab RGS.pdf

Technický list 3 - Mřížka do stěny Lindab G.pdf

Technický list 4 - Regulátor objemu Lindab GAT pro mřížku G.pdf

Technický list 5 - Talířový ventil pro odvod Lindab KPF.pdf

Technický list 6 - Talířový ventil pro přívod Lindab KI.pdf

Technický list 7 - Adaptér pro připojení talířového ventilu do spiro potrubí Lindab VPS.pdf

Technický list 8 - Ventilátor do spiro potrubí Lindab IPA.pdf

Technický list 9 - Tlumič hluku čtyřhranný Lindab SLRS.pdf

Technický list 10 - VZT jednotka CIC Hřebec H-block.pdf

Technický list 11 - VZT jednotka CIC Hřebec H-RD.pdf

Technický list 12 - H-armatura Gaicomini R383.pdf

Technický list 13 - Termostatická vložka IMI VHF8S.pdf

Technický list 14 - Termostatický ventil IMI Calypso.pdf

Technický list 15 - Regulační šroubení IMI Regulux.pdf

Technický list 16 - Regulační ventil IMI TBV-C.pdf

Technický list 17 - Izolace z pěnového kaučuku Kaimann ST Protect F-Black.pdf

Technický list 18 - Zásobník TV Hoval CombiVal ER 800.pdf

Technický list 19 - Akumulační zásobník Hoval EnerVal 1000.pdf

Technický list 20 - Kotel na pelety Hoval BioLyt.pdf

Technický list 21 - Expanzní nádoba Aquafill HS 150.pdf

Technický list 22 - Pojistný ventil Giacomini R140.pdf

Technický list 23 - Oběhové čerpadlo pro okruh UT Wilo Yonos_PICO-STG_15_1-13_130.pdf

Technický list 24 - Oběhové čerpadlo pro TV Yonos_PICO_15_1-4_130.pdf

Technický list 25- Oběhové čerpadlo pro VZT Yonos_PICO_15_1-4_130.pdf

Technický list 26 - Oběhové čerpadlo pro kotlový okruh Wilo Yonos_PICO_25_1-6_130.pdf

G. SEZNAM VÝKRESŮ

Projekt větrání:

Výkres 1 - Půdorys 1.PP - rozvody potrubí

Výkres 2 - Půdorys 1.NP - rozvody potrubí

Výkres 3 - Půdorys 2.NP - rozvody potrubí

Výkres 4 – Svislý řez - rozvody potrubí

Projekt vytápění:

Výkres 1 - Půdorys 1.PP - rozvody potrubí

Výkres 2 - Půdorys 1.NP - rozvody potrubí

Výkres 3 - Půdorys 2.NP - rozvody potrubí

Výkres 4 – Svislý řez - schéma otopné soustavy

Výkres 5 – Kotelna - půdorys. 1.PP

Výkres 6 – Kotelna – schéma zapojení

H. SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ

- 1] Autodesk, AutoCAD 2013
- 2] AB Studio, CADKON+ 2017, modul MEP
- 3] CIC Hřebec, AHU Select návrhový program VZT jednotek
- 4] Protech, modul TV (Tepelný výkon), modul DYMOS (Dymenzování otopných soustav)
- 5] MS World, Excel 2013