

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYTÁPĚNÍ, VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ HORSKÉHO HOTELU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:

Bc. Matěj Kubina

Vedoucí práce:

doc. Ing. Vladimír Jelínek, CSc.


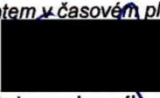
2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Kubina</u>	Jméno: <u>Matěj</u>	Osobní číslo: <u>412697</u>
Zadávací katedra: <u>K125 - Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>(N3649) Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>(3608T006) Budovy a prostředí</u>		


II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Vytápění, větrání a chlazení horského hotelu</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Heating, ventilation and cooling of a mountain hotel</u>	
Pokyny pro vypracování:	
Studie: Interní mikroklima a tepelně-technické parametry budovy, legislativní a hygienické parametry. Varianty řešení systémů, zdrojů vytápění a větrání - schematický popis	
Projekt: Zpracování DPS v přízemí a ubytovacích prostorách - volba jedné varianty. Zdroj, systém - půdorysy, charakteristické řezy, schéma, technická zpráva Výtah ze zařízení, potrubí, prvků rozvodu a distribučních prvků	
Seznam doporučené literatury: <small>CHYSKÝ, Jaroslav a Karel HEMZAL. Větrání a klimatizace. Vydání třetí, zcela přepracované. Praha: BOLIT-B press, 1993. ISBN 9788090157408 PETRÁK, Jiří a Zdeněk DVOŘÁK. Tepelná čerpadla. 1. vyd. Praha: Ediční středisko Českého vysokého učení technického, 1991. DRKAL, František, Vladimír ZMRHAL a České vysoké učení technické v Praze. Strojní fakulta. Vybrané statě z větrání a klimatizace. 1. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 8001064581 PETRÁŠ, Dušan, Daniela KOUDELKOVÁ a Karel KABELA. Teplovodní a elektrické podlahové vytápění. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2004. ISBN 8088905974</small>	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>doc. Ing. Vladimír Jelínek, CSc.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>1.10.2019</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>5.1.2020</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem a časovým plánem příslušného ak. roku</i>
 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“.

1.10.2019
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

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

Praha, 5. 1. 2020

podpis

Poděkování

Mé poděkování patří doc. Ing. Vladimíru Jelínkovi, CSc. za odborné vedení a věcné připomínky. Dále děkuji své rodině a blízkým za trpělivost a cenné komentáře, které mi pomohly vidět řešenou problematiku z různých pohledů.

Anotace

Tato diplomové práce se zabývá zpracováním projektu vzduchotechniky, vytápění a chlazení v horském hotelu. První část práce je věnována studii. Zde je stručně popsán vybraný objekt, interní mikroklima, základní požadavky na větrání a jeho legislativní rámec. V závěru studie je uvedeno několik možností řešení vzduchotechniky v návaznosti na vytápění a chlazení. Ve druhé části byla vybrána jedna varianta řešení, pro kterou je samostatně zpracován projekt vzduchotechniky.

Klíčová slova

hotel, vzduchotechnika, větrání, vytápění, chlazení

Annotation

This diploma thesis deals with the project of air conditioning, heating and cooling in a mountain hotel. The first part is devoted to the study. There is briefly described selected object, internal microclimate, basic requirements for ventilation and its legislative framework. At the end of the study, there are several possibilities how to solve the ventilation in relation to heating and cooling. In the second part, one version of the solution was chosen for an air-conditioning project.

Keywords

hotel, air conditioning, ventilation, heating, cooling

Obsah

A - STUDIE

B - PROJEKT VZDUCHOTECHNIKY

TECHNICKÁ ZPRÁVA

VÝPIS PRVKŮ

B.01 PŮDORYS 1. NP 1:50

B.02 PŮDORYS 2.- 4. NP 1:50

B.03 PŮDORYS 5. NP 1:50

B.04 ŘEZY BUDOVOU 1:50

B.05 PŮDORYS STROJOVNY VZDUCHOTECHNIKY 1:25

B.06 ŘEZY STROJOVNOU VZDUCHOTECHNIKY 1:25

B.07 ŘEZY STROJOVNOU VZDUCHOTECHNIKY 1:25

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**VYTÁPĚNÍ, VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ HORSKÉHO HOTELU
A – STUDIE**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:

Bc. Matěj Kubina

Vedoucí práce:

doc. Ing. Vladimír Jelínek, CSc.

2019/2020

Obsah

A STUDIE	9
1. Úvod	9
2. Interní mikroklima.....	10
3. Požadavky na větrání a legislativa	11
3.1. Hygienické požadavky.....	11
3.2. Stavebně technické požadavky.....	15
3.3. Ochrana proti radonu	15
3.4. Požární požadavky	15
3.5. Bezpečnostní požadavky	16
3.6. Energetické požadavky	16
3.7. Požadavky na kvalitu vzduchu přiváděného do větraných prostorů	17
4. Popis objektu.....	17
5. Tepelně technické parametry budovy	18
5.1. Tepelně technické vlastnosti konstrukce	18
5.2. Parametry vnějšího prostředí	18
5.3. Výpočet tepelných ztrát a tepelné zátěže	18
6. Koncept vytápění, větrání a chlazení budovy	19
6.1. Rozdělení objektu	20
6.2. Výběr zdroje tepla a chladu	21
6.3. Výběr systému	21
6.4. Rozdělení do skupin dle provozu.....	41
7. Shrnutí studie	44
B PROJEKT VZDUCHOTECHNIKY	45
1. Předmět projektu	45
2. Závěr.....	45

A STUDIE

1. Úvod

Nezbytnou součástí moderní výstavby je důraz na budoucí kvalitu vnitřního prostředí budov a spokojenost uživatelů. Vytápění, větrání a chlazení s touto problematikou úzce souvisí. Správně navržený systém by měl zajistit funkční mix, který bude zajišťovat požadované parametry při zachování uživatelské přívětivosti, ekologie a ekonomiky provozu.

V nejlepším případě by měly být tyto systémy navrženy koordinovaně, aby se doplňovaly a využívaly maximální potenciál energetických zdrojů.

Důležité pro dobrý návrh, realizaci i bezproblémový provoz těchto zařízení, je znalost okrajových podmínek pro návrh. Je nutné si určit zdroje látek a energie ovlivňující stav prostředí, s funkcí technologických zařízení a tepelně technickými vlastnostmi daného objektu. Spolupráce s odborníky souvisejících profesí je také velmi podstatná již v počátečních fázích navrhování (Drkal, Zmrhal, 2018).

Úvodní část studie proto nastiňuje problematiku interního mikroklimatu a zmiňuje obecné požadavky na ochranu zdraví a bezpečnost, které jsou dány právními předpisy.

Následuje představení vlastních parametrů objektu a prostředí, na které navazuje druhá část studie. Ta věnuje pozornost celkovému konceptu z hlediska vytápění, větrání a chlazení.

Navrhované varianty jsou porovnávány s ohledem na typ objektu a provozní zatížení.

Výsledkem porovnání je výběr konkrétního řešení pro jednotlivé provozy.

Na studii navazuje projektová část. Výstupem této části je projekt vzduchotechniky horského hotelu.

2. Interní mikroklima

Interní mikroklima neboli vnitřní prostředí budov je pro zdraví obyvatel velmi důležité, neboť v nich lidé tráví většinu času. Stav prostředí má vliv na zdraví člověka, jeho vnímání a produktivitu práce. Úkolem projektanta vzduchotechniky je zajistit pohodu prostředí.

Pohodu prostředí Saini (1971 in Kabele, 2013) definuje jako „*souhrn podmínek, za nichž si subjekt neuvědomuje stav prostředí*“.

Doležilková (2007) uvádí 3 základní prostředky tvorby mikroklimatu:

- Stavební konstrukce,
- Vzduchotechnika,
- Vytápění.

Jokl (1986 in Kabele, 2013) rozlišuje tyto složky vnitřního prostředí:

- Tepelně-vlhkostní,
- Světelné,
- Akustické,
- Elektrostatické,
- Elektromagnetické,
- Elektroiontové,
- Ionizující,
- Radiační pole,
- Kvalita vnitřního vzduchu (plyny, aerosoly, mikroorganismy),
- Psychický komfort (architektura, barvy, povrchy, aj.).

Ke vzduchotechnice se vztahuje především tepelně-vlhkostní složka, kvalita vzduchu a akustika. Úkolem projektanta vzduchotechniky je zajistit optimální teplotu vzduchu, dostatečné odvětrání přebytečné vlhkosti včetně uspokojivé vlhkosti vzduchu v zimním období. Dále je nutné zabezpečit ideální množství čerstvého vzduchu a odvod vzduchu znehodnoceného nejružnějšími plyny, aerosoly, oděry či mikroorganismy, které mohou být vyprodukovány jak člověkem, tak vnitřním vybavením a stavební konstrukcí. Důležitý je také tichý provoz a distribuce vzduchu (Kabele, 2013).

Éra zaměřená na snižování energetické náročnosti vedla k nástupu nových stavebních materiálů a snížení prostupů tepla konstrukcí na naprosté minimum. Samotné zdokonalení a utěsnění obálky budov tak, aby téměř žádné teplo neunikalo do okolí, vede k tomu, že se z

budov stávají téměř neprostupné „termosky“. Pokud by tyto „termosky“ byly ponechány bez dalších opatření, bude se vnitřní mikroklima velmi rychle zhoršovat, až natolik, že by se takové budovy staly téměř neobyvatelnými. Jedná se především o kvalitu vnitřního vzduchu, který v utěsněných budovách nemá šanci na přirozenou výměnu a množství vodní páry, které může způsobovat rozsáhlé problémy (Kabele, 2013).

Výměna znehodnoceného vzduchu za čerstvý vzduch byla v obytných budovách v minulosti velmi často realizována převážně infiltrací netěsnostmi v obvodových konstrukcích, nejčastěji netěsnostmi okenních výplní. To však způsobovalo velké energetické ztráty, čemuž se v dnešní době snažíme zamezit. U moderních konstrukcí se s takovým efektem již není možno setkat. Další možností, jak zajistit výměnu znehodnoceného vzduchu je větrat otevřením oken v pravidelných intervalech. To vyžaduje nejen svědomité a krajně nepohodlné plnění tohoto úkolu, ale zároveň dochází k odstranění celé podstaty předchozích energeticky úsporných opatření. Pokud je oproti průběžné infiltraci vzduch zadržován jen proto, aby byl potom v jeden moment vyměněn velkým objemem čerstvého vzduchu, přijdeme o podobně velké množství energie jako při průběžné infiltraci a tudíž investice do úsporných opatření budou znehodnoceny. Navíc bude docíleno pouze cyklického zvyšování a snižování škodlivých látek. Jedinou výhodou tohoto provozu jsou nulové investiční náklady (Kabele, 2013).

V současnosti je nutné najít řešení, jak dosáhnout toho, aby energeticky úsporná budova byla současně i budovou zdravou, která by nepředstavovala pro své obyvatele zdravotní riziko (Doležilková, 2007).

3. Požadavky na větrání a legislativa

3.1. Hygienické požadavky

Hygienické požadavky zahrnují úpravy čistoty (kvality) vnitřního vzduchu, teploty a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu a množství čerstvého vzduchu (Zmrhal, Drkal, Šimánek, 2016).

3.1.1. Čistota vnitřního vzduchu

Vnitřní vzduch je znečišťován produkcí znehodnocujících škodlivých látek (oxid uhličitý CO₂, těkavé organické látky VOC, tuhé částice, radon, vodní pára a další), které se uvolňují v prostředí, popřípadě se vyskytují ve venkovním přiváděném vzduchu. Ve výrobních prostorách vznikají škodlivé látky z technologického procesu.

Čistota vnitřního vzduchu je zabezpečena odvodem znehodnoceného, znečištěného vzduchu a přívodem venkovního vzduchu. Důležité je, aby koncentrace znečišťujících látek nepřesáhly přípustné hodnoty dle legislativních předpisů a norem:

- V obytných prostorech: koncentrace oxidu uhličitého (CO₂) dle ČSN EN 15665 Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov.
- V pobytových prostorech: koncentrace oxidu uhličitého (CO₂) dle vyhlášky MMR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů, (změny v souladu s novým stavebním zákonem č. 183/2006 Sb.) a dle ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy a koncentrace některých specifických škodlivin dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů (Vyhláška č. 93/2012 Sb., prováděcí předpis k zákonu č. 309/2007 Sb. a 262/2006 Sb.).
- V pracovních nevýrobních prostorech: koncentrace oxidu uhličitého (CO₂) dle ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy a koncentrace specifických škodlivin dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů (Vyhláška č. 93/2012 Sb., prováděcí předpis k zákonu č. 309/2007 Sb. a 262/2006 Sb.).
- V pracovních a výrobních prostorech: koncentrace specifických škodlivin dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů (Vyhláška č. 93/2012 Sb., prováděcí předpis k zákonu č. 309/2007 Sb. a 262/2006 Sb.).

Průtok přiváděného /odváděného vzduchu, která zajistí nepřekročení přípustných hodnot koncentrací, se určí, pokud je známa produkce znečišťujících látek (Zmrhal, Drkal, Šimánek, 2016).

3.1.2. Požadavky na množství čerstvého vzduchu

Pro osoby v obytných, pobytových i pracovních prostorech je třeba zaručit přívod vzduchu v souladu s požadavky právních předpisů a norem. Množství vzduchu v [m³/h os.], [h⁻¹] stanovují právní předpisy a normy následovně:

- Požadavky pro obytné prostory: Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby a norma ČSN EN 15 665 - Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov, která pro trvalé větrání vymezuje dávku $15-25\text{m}^3/\text{h}$ na osobu nebo intenzitu větrání $0,3-0,5\text{h}^{-1}$ (v praxi se doporučuje $25-35\text{m}^3/\text{h}$ na osobu). Pro nárazové větrání definuje dávky dle konkrétního prostoru: kuchyně - $100-150\text{m}^3/\text{h}$, koupelny - $50-90\text{m}^3/\text{h}$, WC - $25-50\text{m}^3/\text{h}$.
- Požadavky pro pobytové prostory: Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby, vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb, vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 238/2011 Sb., o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch a Vyhláška MZ ČR č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů (Zmrhal, Drkal, Šimánek, 2016).
- Požadavky pro pracovní prostředí: Nařízení vlády č. 178/2001 Sb. a č. 523/2002 Sb., které stanovuje minimální množství větracího vzduchu následovně:

$50\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ na osobu pro práci převážně vsedě

$70\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ na osobu pro práci převážně vestoje a v chůzi

$90\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ na osobu při těžké fyzické práci (Doležilková, 2007).

3.1.3. Teplota vnitřního vzduchu

Teplota vnitřního vzduchu ve větraných prostorech je dána výsledkem tepelné bilance vnitřních a venkovních zdrojů tepla, tepelných vlastností budovy a stavu venkovního přiváděného vzduchu. Větráním není možné zabezpečit přesně definovanou teplotu vnitřního vzduchu. Většinou je to možné pouze v omezeném pásmu hodnot daném druhem prostředí a venkovními klimatickými podmínkami. Přesně dané teploty vnitřního vzduchu pomáhá dosáhnout klimatizace.

Hygienické požadavky na tepelný stav prostředí v legislativních předpisech definuje norma ČSN EN ISO 7726 Ergonomie tepelného prostředí - Přístroje pro měření fyzikálních veličin. Kromě teplot t [°C] vymezuje i teplotu operativní t_o [°C] a teplotu výslednou t_g [°C]. Teplota

operativní i výsledná obsahují kromě teploty vzduchu i vliv teploty okolních ploch místnosti a rychlosti vzduchu na tepelný pocit osob.

V prostorech obytných, pobytových, pracovních nevýrobních, kde se nenacházejí významné vnitřní zdroje tepla, lépe řečeno, kde jsou okenní plochy v letním období opatřeny účinným stíněním sluneční radiace (teplota rozměrných povrchů místnosti se významně neliší od teploty vzduchu), se při návrhu větrání použije teplota vnitřního vzduchu podle ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy.

Venkovní vzduch se v zimě musí ohřívat v ohřívači větrací jednotky nebo otopnými plochami systému vytápění v místnosti. V obou zmíněných možnostech je nutná součinnost s návrhem systému vytápění a zásobování teplem.

Požadavky na teplotu vnitřního vzduchu (operativní i výslednou) definují:

- V obytných, pobytových a pracovních nevýrobních prostorech (v chladném období roku): vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. (prováděcí předpis k zákonu č. 258/2000 Sb.), vyhláška č. 137/2004 Sb., o hygienických požadavcích na stravovací služby a o zásadách osobní a provozní hygieny při činnostech epidemiologicky závažných, vyhláška MZ ČR č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých a norma ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu.
- V pracovních výrobních i nevýrobních prostorech (celoročně): nařízení vlády y č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (Zmrhal, Drkal, Šimánek, 2016).

3.1.4. Relativní vlhkost vzduchu

V budovách a místnostech vyhrazených pro pobyt osob je přijatelné pásmo relativní vlhkosti vnitřního vzduchu v rozmezí 30 a 70 %. V zimním období se přívodem ohřívajícího venkovního vzduchu relativní vlhkost vnitřního vzduchu snižuje. Z tohoto důvodu se v náročných provozech během zimního období přiváděný venkovní vzduch klimatizací zvlhčuje.

Závazné požadavky na relativní vlhkost vnitřního vzduchu uvádějí:

- V pobytových prostorech: vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb a vyhláška MZ ČR č. 410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých.
- V pracovních výrobních a nevýrobních prostorech: nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci (Zmrhal, Drkal, Šimánek, 2016).

3.2. Stavebně technické požadavky

3.2.1. Tepelná ochrana budov

Tepelná ochrana budov se řeší v návaznosti na požadavky zákona o hospodaření s energií, respektive vyhláškou 78/2013 Sb. Tepelná ochrana budov v návaznosti na ochranu proti vlhkosti se řeší dle ČSN 73 0540 - 2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Z pohledu větrání norma obsahuje požadavek na průvzdušnost spár a netěsnosti obvodových konstrukcí, na celkovou průvzdušnost obálky budovy a stanovuje doporučené hodnoty intenzity větrání místností [h^{-1}] (Zmrhal, Drkal, Šimánek, 2016).

3.3. Ochrana proti radonu

Ochrana budov proti radonu z podloží je uvedena v normě ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží. Důležité je stanovení radonového indexu pozemku pro stavební řízení. Při změně stávající stavby, která se týká těsnosti obálky budovy nebo systému větrání, je třeba prokázat, že objemová aktivita radonu v obytných a pobytových prostorách nepřekračuje směrné hodnoty stanovené vyhláškou Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně (Zmrhal, Drkal, Šimánek, 2016).

3.4. Požární požadavky

Tyto požadavky obsahují tři oblasti:

- Požární ochrana vzduchotechnických zařízení proti šíření požáru,
- Větrání chráněných únikových cest,
- Zařízení pro odvod kouře a tepla.

Hlavní požární požadavky jsou uvedeny ve vyhlášce č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve

vyhlášce č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů a normami ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty a ČSN 73 0872 Požární bezpečnost staveb - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým potrubím (Zmrhal, Drkal, Šimánek, 2016).

3.5. Bezpečnostní požadavky

V prostorech, kde se vyskytují látky hořlavé a nebezpečné výbuchem, se koncentrace těchto látek pod dolní mezí výbušnosti zabezpečuje dostatečných větráním dle normy ČSN EN 60079-10-1 Výbušné atmosféry – Část 10-1: Určování nebezpečných prostorů – Výbušné plynné atmosféry. Pro parkování vozidel na plynná paliva upravuje norma ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže (Zmrhal, Drkal, Šimánek, 2016).

3.6. Energetické požadavky

U všech větracích systémů musí být zabezpečen ohřev přiváděného venkovního vzduchu. U přirozeného, hybridního a nuceného podtlakového větrání obstarává ohřev venkovního vzduchu otopná soustava v místnosti. Tento požadavek má velký vliv na dimenzování velikosti zdroje tepla a otopných ploch i jejich regulační schopnosti. U nuceného rovnotlakého větrání se venkovní přiváděný vzduch většinou předeřívá ve výměníku pro zpětné získávání tepla, dohřev musí zabezpečit ohříváč vzduchu ve větrací jednotce či otopná soustava v místnosti. Ohřev vzduchu musí být zabezpečen ze všech provozních stavů charakteristických proměnlivostí počtu osob přítomných ve větraném prostoru, proměnlivostí venkovních klimatických podmínek, změnami doby užívání během dne a roku. Z hlediska energetické náročnosti budov je potřeba tepla pro ohřev venkovního vzduchu zahrnuta v potřebě tepla na vytápění dle normy ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení. Parametry venkovního vzduchu pro dimenzování výměníků tepla ve větracích zařízeních jsou obsaženy v normě ČSN 12 7010/ Z1 Vzduchotechnická zařízení - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení – Obecná ustanovení. Dodržení hygienických a provozních požadavků na větrání musí být preferováno před dosažením energetických úspor v souladu s normou ČSN 73 0540 - 2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky (Zmrhal, Drkal, Šimánek, 2016).

3.7. Požadavky na kvalitu vzduchu přiváděného do větraných prostorů

Kvalita nuceně přiváděného vzduchu záleží na požadované kvalitě vzduchu vnitřního. Norma ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy vymezuje 4 třídy kvality vnitřního vzduchu (IDA 1 až IDA4). Vhodný způsob filtrace venkovního vzduchu závisí, mimo požadované třídy IDA i na kvalitě venkovního vzduchu.

Norma ČSN EN 13779 Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy udává třídy ODA1 až ODA3. Pro danou kombinaci tříd IDA a ODA se dle výše uvedené normy použijí doporučené filtry třídy G, M, F (třídění filtru dle normy ČSN EN 779 Filtry atmosférického vzduchu pro odlučování částic pro všeobecné větrání – Stanovení filtračních parametrů).

V budovách pro pobyt osob lze použít vzduchový oběh bez filtrace, a to v případě, že ve větraných prostorech nevznikají specifické škodliviny uvedené v nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci. V opačném případě musí být oběhový vzduch vyčištěn tak, aby koncentrace škodliviny v oběhovém vzduchu byla nižší než 5 % koncentrace PEL (přípustný expoziční limit) udané v nařízení vlády č. 361/2007 Sb.

Přirozený přívod venkovního vzduchu lze upotřebit, z hlediska kvality venkovního vzduchu, jenom v oblastech, kde venkovní vzduch není výrazně znečištěn. Doporučuje se využít údajů Českého hydrometeorologického ústavu.

4. Popis objektu

Uvažovaným objektem je novostavba horského hotelu jménem „Bouda Josefina“. Hotel bude stát v Krkonoších ve výšce 1275 m n. m. Jedná se o budovu poměrně kompaktního tvaru, která má 4 nadzemní a 2 podkrovní podlaží. Budova nemá žádné podzemní podlaží, pouze část prvního podlaží je pod úrovní terénu. V prvním nadzemním podlaží se nachází restaurace se zázemím a kuchyní. Ve druhém až čtvrtém nadzemním podlaží jsou hotelové pokoje pro hosty. Do pátého nadzemního podlaží je situován byt správce, sklady ložního prádla, strojovna vzduchotechniky a zázemí pro wellness. Samostatné menší wellness, skládající se z bazénu a saunové části, je umístěno v šestém nadzemním podlaží. K objektu je dovedena pouze přípojka elektřiny. Voda je získávána z vlastního zdroje. Čištění vody je řešeno vlastní čističkou odpadních vod umístěnou v objektu mimo hotel.

5. Tepelně technické parametry budovy

5.1. Tepelně technické vlastnosti konstrukce

Jedná se o novostavbu s důrazem na nízké provozní náklady, proto byl kladen důraz na kvalitu zateplení a výplně otvorů, které splňují požadované i doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2:2011.

Použité konstrukce:

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]
Stěna vnější	0,18
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,16
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,15
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině	0,22
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	0,8
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	0,9
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,45
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	1,8

Tab. 5.1: Použité konstrukce

5.2. Parametry vnějšího prostředí

Jedná se o budovu ležící v nadmořské výšce 1275 m n. m. Zimní výpočtová teplota byla proto uvažována -21°C. Letní výpočtová teplota byla, vzhledem ke zkušenostem z posledních let, uvažována 32°C.

5.3. Výpočet tepelných ztrát a tepelné zátěže

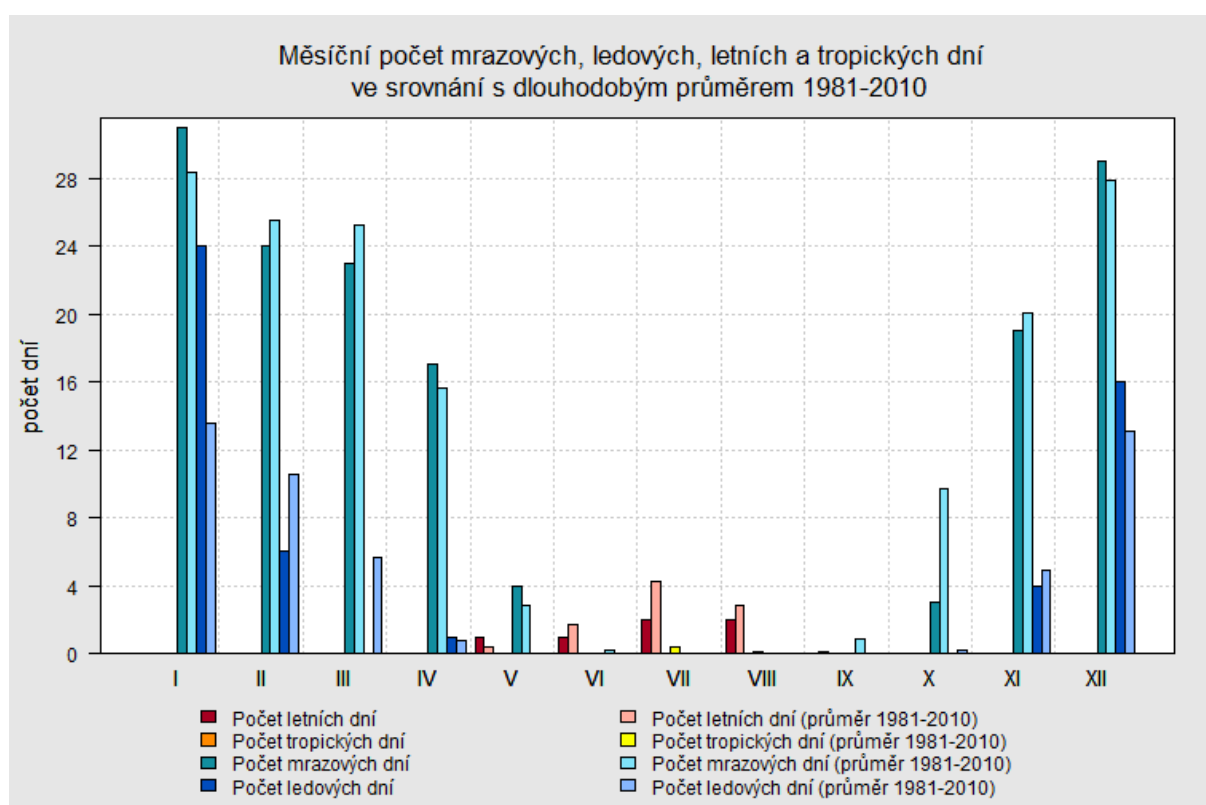
Výpočet tepelných ztrát byl proveden dle normy ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3 pro celý objekt hotelu.

Hrazení tepelných ztrát činí 58,5 kW. Výpočet tepelné zátěže pro klimatizované místnosti byl proveden dle normy ČSN 73 0548. Hrazení tepelné zátěže dosahuje celkem 80,4 kW.

6. Koncept vytápění, větrání a chlazení budovy

Mezi základní požadavky na provoz budovy patří zajištění dostatečného množství čerstvého vzduchu a optimální vytápění a chlazení vybraných místností po celý rok, v předpokládaných podmínkách venkovního prostředí. Provoz hotelu může být ovlivněn stavem naplnění kapacity a sezónností. V průběhu roku může nastat období, kdy bude hotel uzavřen a naopak kdy bude jeho kapacita naplněna.

Vypočtené tepelné ztráty a tepelná zátěž jsou pro extrémní podmínky. Vzhledem k umístění stavby je nutné přistupovat k vypočteným údajům z pohledu pravděpodobnosti výskytu tohoto extrému.



Obr. 6.1: Klimatická data sezónních extrémů

(Zdroj: Měsíční přehledy pozorování, ČHMÚ, 2019)

Data za rok 2018 a průměr let 1981-2010 pro oblast Pec pod Sněžkou

Z klimatických dat vyplývají průměrné počty mrazových, ledových, letních a tropických dní za poslední roky. Z uvedených dat lze konstatovat, že počet dní, kdy počasí v této oblasti dosahuje letních extrémů, se pohybuje v řádu jednotek dní, zatímco počet zimních extrémních dní může stoupat do desítek dní v roce.

Tyto informace je nutno zohlednit při návrhu zdroje chlazení a vytápění.

6.1. Rozdělení objektu

V objektu se nachází několik provozů. Hlavní funkční celky v budově jsou ubytovací část, restaurace, kuchyň a wellness.

Ubytovací část

Ubytovací část je ve 2. - 4. NP. Hotel disponuje 27 pokoji ve třech podlažích. 21 pokojů je dvoulůžkových s možností jedné přistýlky, 6 pokojů je čtyřlůžkových. Kapacita hotelu činí 66 - 87 hostů. Pokoje jsou vybaveny vlastní koupelnou s toaletou. Pokoje splňují vyšší standardy, a proto je kromě vytápění a větrání požadováno i chlazení. Větrání je uvažováno nucené, řízené dle využívání pokojů. V době nevyužívání je počítáno pouze s nezbytně nutným množstvím čerstvého vzduchu $0,1 \text{ h}^{-1}$. Stejně tak se předpokládá chlazení pouze využívaných pokojů. Společně s větráním pokojů bude větrán i byt správce v 5. NP.

Restaurace

Restaurace o rozloze cca 120 m^2 je umístěna v 1. NP a slouží jak pro hosty hotelu, tak pro veřejnost. Kapacita restaurace je 70 míst. Při běžném provozu je počítáno s pravidelným stolováním při snídaních a večeřích. Předpokládá se zajištění dostatečného přívodu čerstvého vzduchu, vytápění v zimě a chlazení v létě.

Kuchyň

Kuchyň o rozloze 30 m^2 je umístěna v 1. NP. Jedná se o menší velkokuchyň s předpokládanou přípravou přibližně 200 jídel za den. Co se týče vybavení kuchyně, je počítáno se spotřebiči jako je konvektomat, elektrický kotel, elektrická pec, automat na omáčky, chladnička, elektrický sporák, elektrická grilovací deska, elektrická pánev a myčka na nádobí.

Požadavkem na větrání v kuchyni je zajištění takového systému, který umožní změny dispozice zařízení kuchyně. Důležité je i zajištění odvodu znehodnoceného vzduchu a vodní páry. Kromě vytápění je nutné rovněž zabezpečit odvod tepelné zátěže.

Wellness

Wellness v 6. NP se skládá z bazénu, sauny a doplňkových prostor (sprchy, odpočívárna, toalety, šatny). Bazén má plochu 36,5m² a slouží převážně pro hosty hotelu. Požadavkem na wellness je zajištění dostatečného vytápění a větrání. Je potřeba zajistit jak vytápění bazénové haly a přilehlých prostor, tak ohřev bazénu a teplé vody do sprch. Předpokládá se celoroční provoz.

Přidružené prostory

Požadavkem na přidružené prostory jako je WC, lyžárna nebo sklady je zajistit dostatečné větrání, aby se zamezilo nadměrné koncentraci vodních par a nežádoucímu vzniku plísní, či pronikání odérů do jiných místností.

6.2. Výběr zdroje tepla a chladu

Výběr zdroje tepla a chladu vychází z podmínek, které se v daném místě nabízejí. Plynová přípojka není v místě ani vzdáleném okolí dostupná. Zbývají tedy zdroje na pevná paliva a elektřina. Historicky byly horské chaty vytápěny spalováním pevných paliv, tato možnost se z hlediska své náročnosti na obsluhu a ekologické zátěže nepředpokládá. Vedle elektrokotlů se dále nabízejí zejména moderní tepelná čerpadla. Výběr tepelného čerpadla je v tomto případě ovlivněn klimatickými podmínkami. Dle doporučení výrobců se ve velmi chladných klimatických podmínkách využívá čerpadel země-voda, které využívají energie ze země. Energie ze země je v průběhu roku stabilnější a dodává dostatek energie i v nejchladnějším období roku. Další výhodou některých tepelných čerpadel je možnost jeho inverzního chodu, čímž v sobě spojuje zároveň zdroj tepla a chladu. Toto spojení je velice výhodné z důvodu možnosti využívat tento zdroj celoročně a docílit tak brzkého návratu počátečních investic. Další výhodou je možnost využití odpadního tepla v letním provozu pro regeneraci vrtů. Pro tento projekt bylo zvoleno tepelné čerpadlo IVT Geo G 264 s výkonem 64kW. Budou využity hloubkové vrty. Tepelné čerpadlo bude doplněno o zásobníky teplé a studené vody o objemech 600 l. Tepelné čerpadlo bude zároveň zajišťovat ohřev vody (tedy i vody v bazénu).

6.3. Výběr systému

Výběr klimatizačního systému je ovlivněn volbou zdroje tepla a chladu. Klimatizační systémy se dělí podle způsobu přenosu tepla a chladu na:

- Vzduchové – přenos tepla a chladu vzduchem,

- Vodní – přenos tepla a chladu vodou, nebo podobným médiem,
- Chladivové – přenos tepla a chladu pomocí speciálních chladiv.

Vzhledem k tomu, že jako zdroj tepla i chladu může být použito jedno stejné tepelné čerpadlo, je výhodné použít systémů vzduchových, nebo vodních. Přesto, že se chladivové systémy vyznačují velkou účinností, jejich použití by v tomto případě znamenalo nutnost využití další jednotky a nebyl by využit potenciál tepelného čerpadla.

6.3.1. Varianty řešení vzduchotechniky pokojů v návaznosti na vytápění a chlazení

Pro řešení vzduchotechniky pokojů v návaznosti na vytápění a chlazení byl vybrán pokoj 211. Jedná se o pokoj ve 2. NP, který se nachází uprostřed dispozice objektu a je orientován na jih. Tento pokoj byl vybrán jako vzorový, jelikož se svými požadavky shoduje s nejvíce pokoji v objektu. Rohové pokoje mohou mít odlišné požadavky, zejména z hlediska chlazení. Ve studii jsou zpracovány 4 varianty vytápění, větrání a chlazení. V každém uvažovaném pokoji je možná (alespoň částečně) samostatná regulace teploty a řízení množství přiváděného vzduchu v závislosti na obsazenosti pokoje. V případě, že pokoj nebude obsazen, stačí přivádět $0,1\text{h}^{-1}$ čerstvého vzduchu a není vyžadováno chlazení. Při dlouhodobé neobsazenosti pokoje je možné snížit jeho teplotu v zimě na 18°C .

Var. 1 Teplovzdušné vytápění a chlazení

V této variantě bylo navrženo vytápění a chlazení pomocí přiváděného vzduchu.

Teplota vnitřního vzduchu v létě	t_i	26°C
Maximální tepelná zátěž	ΣQ_{zat}	939W
Produkce citelného tepla na osobu	Q_{os}	62 W
Produkce vodní páry na osobu	G_{os}	116g/h
Teplota vnitřního vzduchu v zimě	t_i	20°C
Maximální tepelná ztráta	ΣQ_{ztr}	138W

Tab. 6.1: Základní parametry pokoje

Teplota přiváděného vzduchu v létě	t_i	20°C
Rozdíl teplot	Δt_p	6K
Množství čerstvého vzduchu v létě	$V_{e,l}$	100 m ³ /h
Množství cirkulačního vzduchu v létě	$V_{c,l}$	361 m ³ /h
Množství přiváděného vzduchu v létě	$V_{p,l}$	461 m ³ /h
Chladicí výkon přiváděného vzduchu	Q_{Ch}	939 W
Teplota přiváděného vzduchu v zimě	t_i	22°C
Rozdíl teplot	Δt_p	2K
Množství čerstvého vzduchu v zimě	$V_{e,z}$	100 m ³ /h
Množství cirkulačního vzduchu v zimě	$V_{c,z}$	105 m ³ /h
Množství přiváděného vzduchu v zimě	$V_{p,z}$	205 m ³ /h
Topný výkon přiváděného vzduchu	Q_{vyt}	138 W

Tab. 6.2: Parametry výměny vzduchu

Chladicí výkon	Q_{chs}	939 W
Teplotní spád vody	Δt_v	6/12°C
Topný výkon	Q_{vs}	138 W
Teplotní spád vody	Δt_v	50/45°C

Tab. 6.3: Parametry VZT jednotky

Centrální vzduchotechnická jednotka

Množství přiváděného vzduchu vychází z potřeby množství vzduchu pro vytápění a chlazení. Pro tento pokoj je nutné v létě přivádět 461 m³/h a v zimě 205 m³/h. V součtu je nutné pro potřeby ubytovací části přivádět 19600 m³/h v létě a 12500 m³/h v zimě. Pro tuto variantu je nutné použít 2 vzduchotechnické jednotky o schopnosti dodávat 10000 m³/h. Jednu pro severní část, druhou pro jižní část. Odpadní vzduch z koupelen není možné používat pro směšování. Odpadní/cirkulační vzduch je proto nasáván z chodby. Koupelny jsou podtlakově větrány nárazově ventilátorem podle potřeby. Znehodnocený vzduch z koupelen je pomocí potrubního vedení odváděn mimo VZT.

Navrženy byly dvě VZT jednotky JANKA KLMOD 16 se směšovací komorou. Tyto jednotky jsou napojeny na zdroj tepla a chladu a zajišťují přívod vzduchu v požadované teplotě a přívod čerstvého vzduchu.

Pro odvod z koupelen byl navržen odvodní ventilátor Helios ELS-V-100.

Distribuční prvky

Pro přívod je zvolena přívodní čtyřhranná mřížka Mandík 100x400. Je vyvedena v čele sníženého podhledu v předsíni a směřuje proud vzduchu podél stropu na druhou stranu místnosti. Odvodní a cirkulační vzduch je nasáván z chodby v každém podlaží pomocí mřížek MANDÍK SVM 500x300. Ve dveřích do chodby je mřížka 425x125 mm.

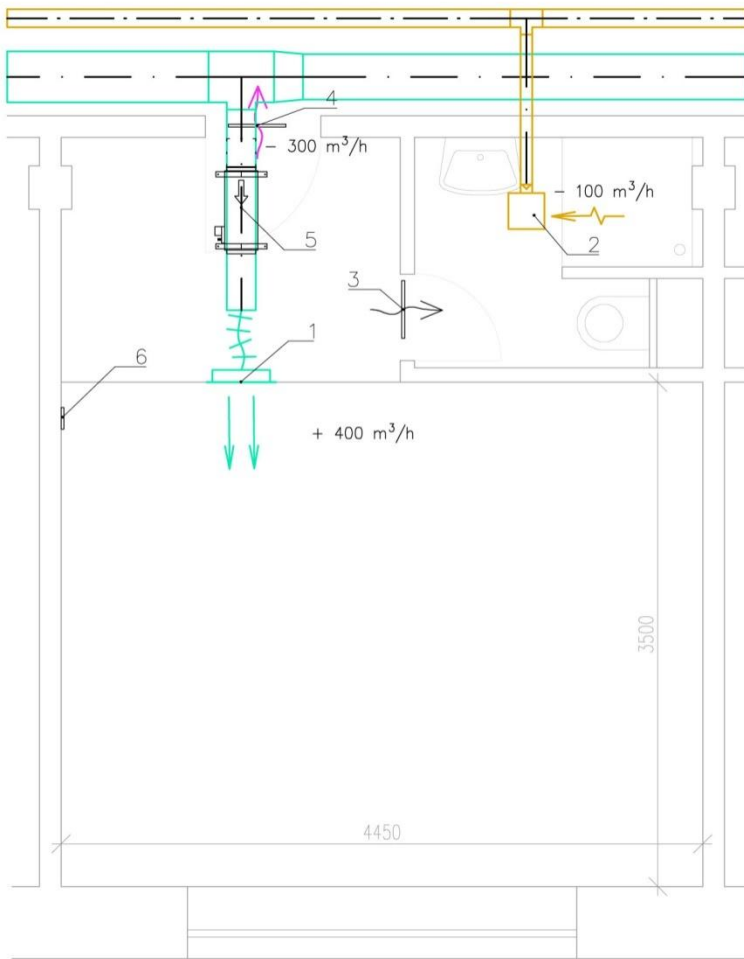
Odvod z koupelny je přes skříň ventilátoru. Ve dveřích do koupelny je dveřní mřížka o rozměru 200x125 mm.

Měření a regulace

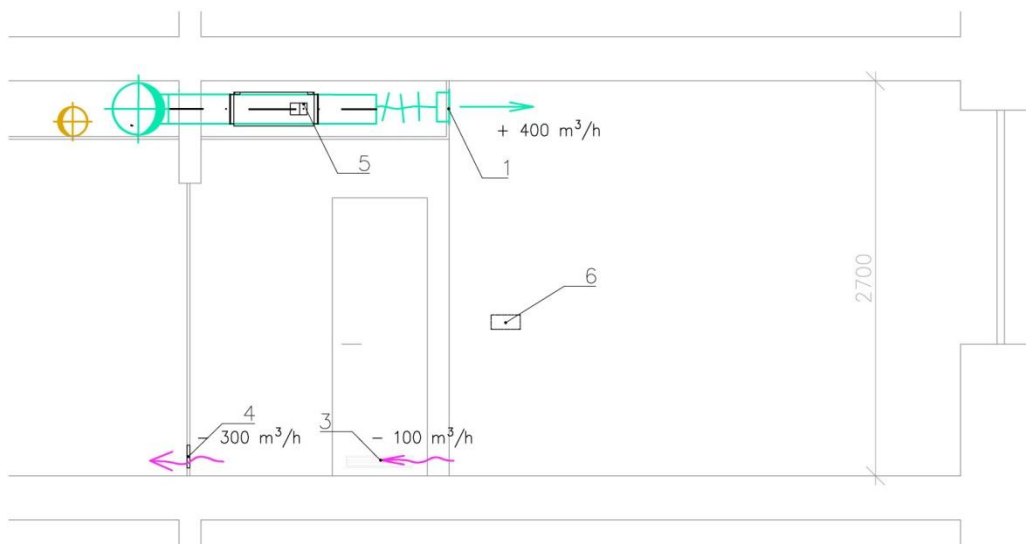
Každá místnost je vybavena termostatem. Termostat je spojen s regulační klapkou na přívodu vzduchu. V době přítomnosti osob (dle vstupního kartového systému) má přiváděný vzduch minimální objem 100 m³/h. Na každý obsazený pokoj bude do VZT jednotky přiváděno 100 m³/h čerstvého vzduchu.

Specifické vlastnosti systému

Tento systém pracuje s centrálním oběhem vzduchu. V jednotce je vzduch různě upravován a mísen podle požadavků vnitřního prostředí. Výhodou systému je poměrně rychlá regulace teploty a fakt, že není nutné dělat rozvody topné a chladicí vody (otopná tělesa v koupelnách elektrická). Nevýhodou je velká dimenze potrubí vzduchotechniky, potřeba velkého prostoru pro VZT jednotky a možnost regulace pouze kvantitativní. Další nevýhodou je v případě potřeby vytápění stálý provoz VZT jednotek i při neobsazení pokojů.



Obr. 6.2: Varianta 1 – Teplovzdušné větrání a chlazení – půdorys



Obr. 6.3: Varianta 1 – Teplovzdušné větrání a chlazení - řez

1- přívodní mřížka, 2 – odvodní ventilátor (nárazové větrání), 3 - dveřní mřížka, 4 – dveřní odvodní mřížka (odvod z chodby centrálně), 5 – regulátor variabilního průtoku vzduchu, 6 - ovládací panel s prostorovým teploměrem

Var. 2 Fan-Coil – parapetní jednotka

V této variantě jsou navrženy pro vytápění a chlazení Fan-coil jednotky v parapetním provedení.

Teplota vnitřního vzduchu v létě	t_i	26°C
Maximální tepelná zátěž	ΣQ_{zat}	939W
Produkce citelného tepla na osobu	Q_{os}	62 W
Produkce vodní páry na osobu	G_{os}	116g/h
Teplota vnitřního vzduchu v zimě	t_i	20°C
Maximální tepelná ztráta	ΣQ_{ztr}	138W

Tab. 6.4: Základní parametry pokoje

Teplota přiváděného vzduchu v létě	t_i	24°C
Rozdíl teplot	Δt_p	2K
Teplota přiváděného vzduchu v zimě	t_i	20°C
Rozdíl teplot	Δt_p	0K
Množství čerstvého vzduchu	V_e	100 m ³ /h
Množství cirkulačního vzduchu	V_c	0 m ³ /h
Množství přiváděného vzduchu	V_p	100 m ³ /h
Chladicí výkon přiváděného vzduchu	Q_{Ch}	134 W
Topný výkon přiváděného vzduchu	Q_{vyt}	0 W

Tab. 6.5: Parametry výměny vzduchu

Chladicí výkon	Q_{chs}	760 W
Teplotní spád	Δt_v	7/12°C
Topný výkon bez ventilátoru	Q_{vs}	185 W
Topný výkon	Q_{vs}	970 W
Teplotní spád	Δt_v	45/40°C
Proudění vzduchu max.	V_c	1460 m ³ /h

Tab. 6.6: Parametry Fan-coil jednotky

Fan-coil parapetní jednotka

Pro distribuci chladu a tepla v místnosti byla zvolena Fan-coilová parapetní jednotka IVAR SL200 umístěná pod oknem. Tato jednotka nasává cirkulační vzduch z místnosti a ohřívá ho či ochlazuje. Přívod čerstvého vzduchu je řešen separátně. Tato jednotka je schopná velmi rychle a samostatně reagovat na změny teplot. Při chlazení se pracuje s teplotami pod rosným bodem, proto je nutné zřídit odvod kondenzátu. Jednotka je vybavena filtry vzduchu, vyžadující údržbu. Pro vytápění je možné využít bezventilátorového provozu, při kterém je hluchost snížena na minimum.

Přívod a odvod vzduchu

Množství větracího vzduchu odpovídá minimální potřebě čerstvého vzduchu v místnosti. To v tomto případě představuje 50 m³/h na osobu a 100 m³/h pro tento pokoj. Pro tuto variantu je v součtu požadováno 3450 m³/h čerstvého vzduchu pro ubytovací část. Pro pokoje je navržena jedna větrací jednotka DUPLEX 5000 ROTO. Tato jednotka je napojena na zdroj tepla a chladu a zajišťuje přívod čerstvého vzduchu v požadované teplotě. Větrání je rovnotlaké a odvod je realizován z koupelny, kam je přisáván mřížkou ve dveřích.

Distribuční prvky

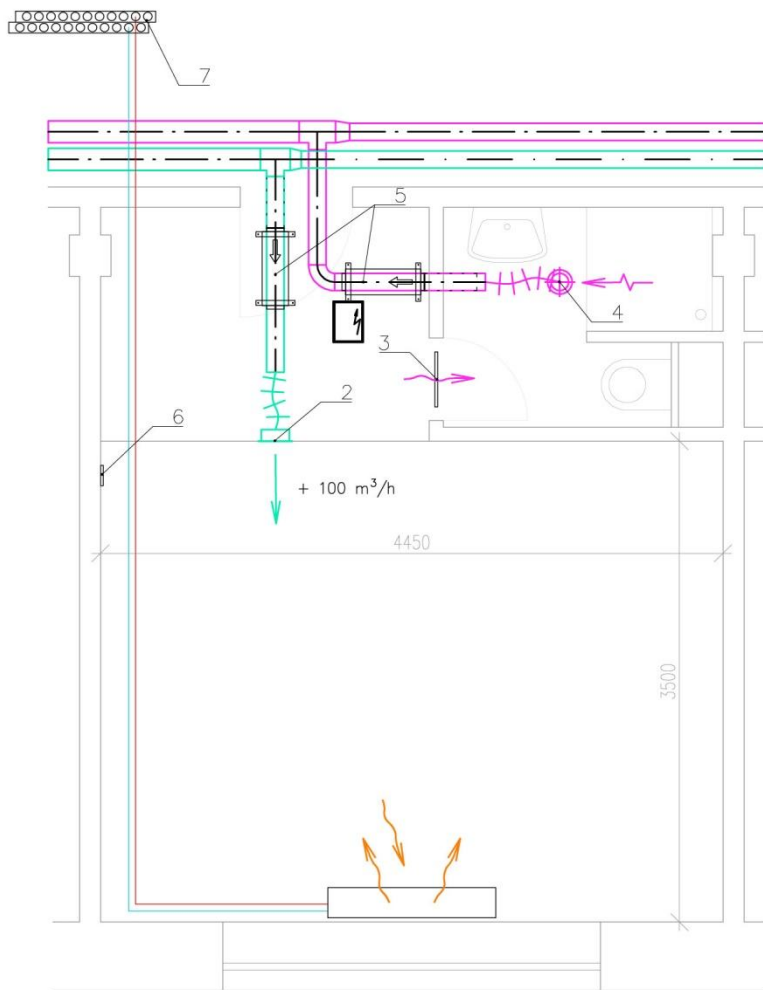
Pro přívod je zvolena čtyřhranná vyústka od výrobce Mandík o rozměrech 200x100 mm. Je vyvedena v čele sníženého podhledu v předsíni a směřuje proud vzduchu do pokoje tak, aby došlo k jeho dostatečnému provětrání. V koupelně je umístěn odvodní talířový ventil v podhledu. Ve dveřích do koupelny je dveřní mřížka o rozměru 445x82 mm.

Měření a regulace

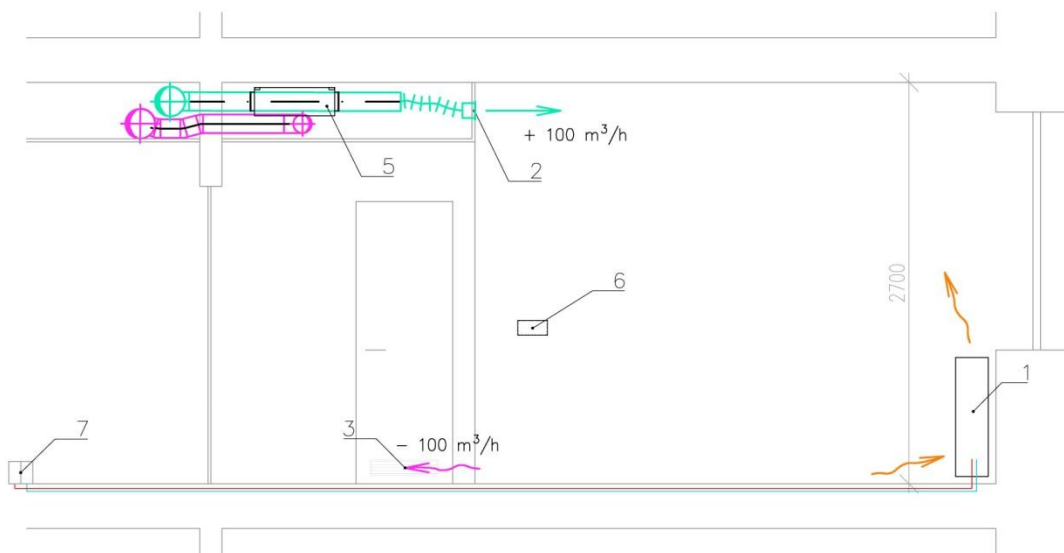
Regulace úpravy cirkulačního vzduchu probíhá v jednotce fan-coil podle prostorového termostatu umístěného v místnosti. Regulace přívodu čerstvého vzduchu probíhá pomocí signálů nadřazeného systému. Přívodní i odvodní potrubí je osazeno v každé koncové zóně regulátory variabilního průtoku vzduchu. Tím je zajištěn přívod čerstvého vzduchu, pouze pokud je to nutné a nedochází ke zbytečným ztrátám energie větráním.

Specifické vlastnosti systému

Jednotka Fan-coil v nástěnném provedení umožňuje chladit a vytápět samostatné zóny nezávisle na ostatních. Reakce na změnu teploty jsou velmi rychlé. Jednotka sama udržuje teplotu na požadované úrovni. Je možné ji používat nezávisle na přívodu čerstvého vzduchu. Při nízkých požadavcích na vytápění lze využít bezventilátorový provoz. V době, kdy není teplotu v pokoji třeba upravovat, lze jednotku vypnout. Vyžaduje však pravidelnou údržbu. Teplota chladné vody se pohybuje pod hranicí rosného bodu, a proto je nutné zřídit odvod kondenzátu. V době provozu může být jednotka zdrojem hluku.



Obr. 6.4: Varianta 2 – Fan-coil jednotka - půdorys



Obr. 6.5: Varianta 2 – Fan-coil jednotka - řez

1- Fan-coil jednotka, 2 - přívodní mřížka, 3 - dveřní odvodní mřížka, 4 – odvodní ventil, 5 – regulátor variabilního průtoku vzduchu, 6 - ovládací panel s prostorovým teploměrem, 7 - rozdělovač a sběrač pro Fan-coil

Var. 3 Potrubní indukční jednotka

V této variantě byla navržena pro vytápění a chlazení potrubní indukční jednotka umístěná ve sníženém pohledu předsíně pokoje.

Teplota vnitřního vzduchu v létě	t_i	26°C
Maximální tepelná zátěž	ΣQ_{zat}	939W
Produkce citelného tepla na osobu	Q_{os}	62 W
Produkce vodní páry na osobu	G_{os}	116g/h
Teplota vnitřního vzduchu v zimě	t_i	20°C
Maximální tepelná ztráta	ΣQ_{ztr}	138W

Tab. 6.7: Základní parametry pokoje

Teplota přiváděného vzduchu v létě	t_i	24°C
Rozdíl teplot	Δt_p	2K
Teplota přiváděného vzduchu v zimě	t_i	20°C
Rozdíl teplot	Δt_p	0K
Množství čerstvého vzduchu	V_e	100 m ³ /h
Množství cirkulačního vzduchu	V_c	0 m ³ /h
Množství přiváděného vzduchu	V_p	100 m ³ /h
Chladicí výkon přiváděného vzduchu	Q_{ch}	134 W
Topný výkon přiváděného vzduchu	Q_{vyt}	0 W

Tab. 6.8: Parametry primárního vzduchu

Teplotní spád chladné vody	Δt_v	14/16°C
Teplotní spád topné vody	Δt_v	45/40°C
Parametry pro přívod primárního vzduchu 100 m ³ /h		
Chladicí výkon	Q_{chs}	1034 W
Při teplotě přiváděného vzduchu	t_p	18°C
Topný výkon	Q_{vs}	667 W
Při teplotě přiváděného vzduchu	t_p	27,2°C
Proudění vzduchu max.	V_c	388 m ³ /h
Parametry pro přívod primárního vzduchu 22 m ³ /h		
Chladicí výkon	Q_{chs}	449 W
Při teplotě přiváděného vzduchu	t_p	15°C
Topný výkon	Q_{vs}	341 W
Při teplotě přiváděného vzduchu	t_p	30°C
Proudění vzduchu max.	V_c	126 m ³ /h

Tab. 6.9: Parametry indukční jednotky

Potrubní indukční jednotka

Pro distribuci chladu a tepla v místnosti je zvolena potrubní indukční jednotka Lindab Munio umístěná ve sníženém pohledu předsíně pokoje. Pro úpravu a distribuci vzduchu není potřeba ventilátor. Cirkulační vzduch je pomocí indukce nasáván z místnosti a je ohříván, či ochlazován. To znamená, že přívod čerstvého (primárního) vzduchu je pro provoz této jednotky zcela zásadní. Tato jednotka je schopná velmi rychle reagovat na změny teplot. Při

chlazení se pracuje s teplotami nad rosným bodem. Nedochozí zde ke kondenzaci, a proto není nutné zřizovat odvod kondenzátu. V případě snížení průtoku primárního vzduchu je snížen i výkon jednotky. Pro provoz neobsazeného pokoje v zimě lze využít minimálního průtoku primárního vzduchu $22 \text{ m}^3/\text{h}$, který zajistí dostatečný výkon pro vytápění pokoje.

Přívod a odvod vzduchu

Množství větracího vzduchu odpovídá minimální potřebě čerstvého vzduchu v místnosti. To zde představuje $50 \text{ m}^3/\text{h}$ na osobu a $100 \text{ m}^3/\text{h}$ pro tento pokoj. V součtu je v této variantě požadované množství čerstvého vzduchu $3450 \text{ m}^3/\text{h}$ pro ubytovací část. Pro pokoje byla navržena jedna větrací jednotka DUPLEX 5000 ROTO. Tato jednotka je napojena na zdroj tepla a chladu a zajišťuje přívod čerstvého vzduchu v požadované teplotě. Větrání je rovnotlaké a odvod je realizován z koupelny, kam je přisáván mřížkou ve dveřích.

Distribuční prvky

Přívod primárního vzduchu je zaústěn do indukční jednotky. Pro přívod vzduchu do místnosti slouží čtyřhranná vyústka, která je součástí indukční jednotky. Vyústka je vyvedena v čele sníženého pohledu v předsíni a směřuje proud vzduchu do pokoje tak, aby došlo k jeho dostatečnému provětrání. Sání cirkulačního vzduchu se realizuje skrz nasávací otvory jednotky v pohledu předsíňe. V koupelně je umístěn odvodní talířový ventil v pohledu. Ve dveřích do koupelny je dveřní mřížka o rozměru $445 \times 82 \text{ mm}$.

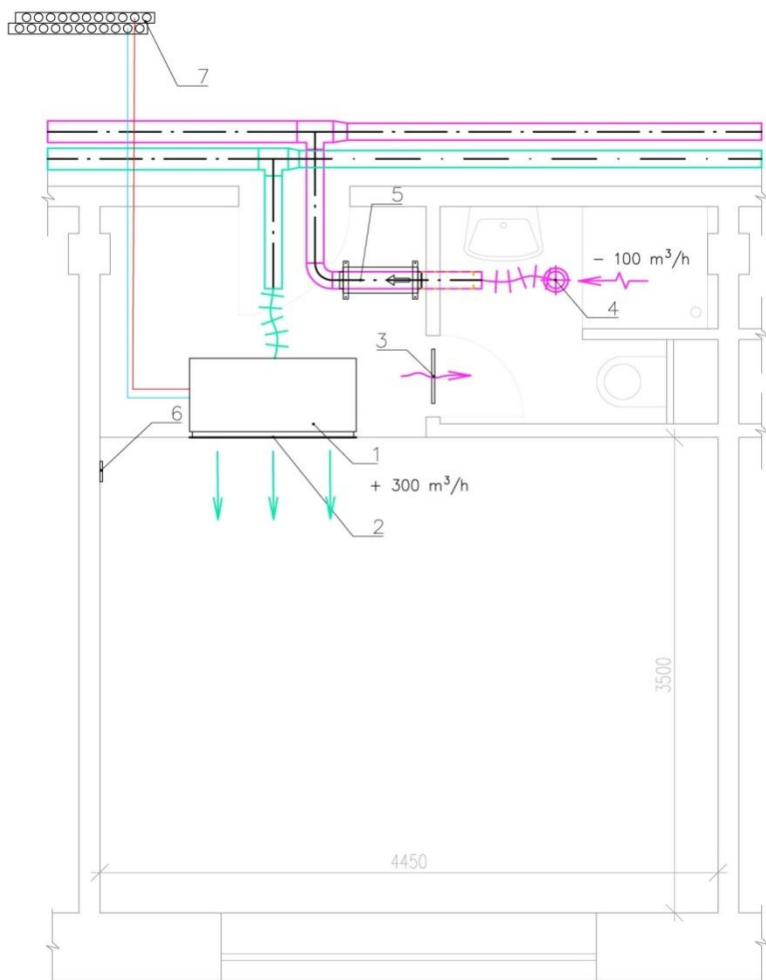
Měření a regulace

Regulace úpravy cirkulačního vzduchu probíhá v indukční jednotce teplotou přiváděného média podle prostorového termostatu umístěného v místnosti. Regulace přívodu čerstvého vzduchu probíhá pomocí signálů nadřazeného systému. Přívodní i odvodní potrubí je osazeno v každé koncové zóně regulátory variabilního průtoku vzduchu. Tím je zaručen přívod čerstvého vzduchu a to pouze pokud je to nutné a nedochází ke zbytečným ztrátám energie větráním. V případě že je pokoj neobsazen a je potřeba ho vytápět, je zajištěn minimální potřebný průtok primárního vzduchu pro provoz jednotky.

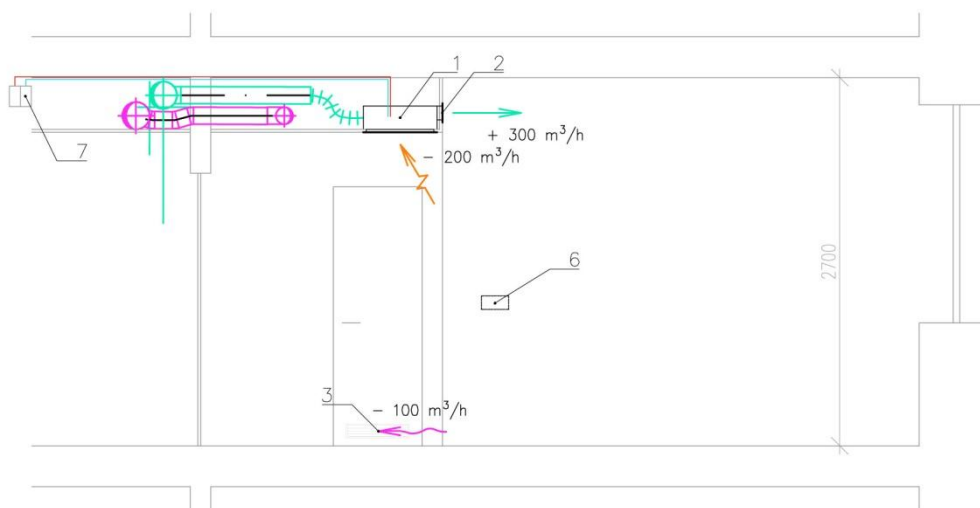
Specifické vlastnosti systému

Stropní indukční jednotka umožňuje chladit a vytápět jednotlivé zóny nezávisle na ostatních. Reakce na změnu teplot jsou velmi rychlé. Ke svému provozu však potřebuje neustálý přívod vzduchu. Jednotka sama udržuje teplotu v místnosti na požadované úrovni. Teplota chladné

vody je nad hranicí rosného bodu a není proto nutné zřídit odvod kondenzátu. Tato jednotka má však omezený výkon a pro větší pokoje by bylo nutné umístit více jednotek.



Obr. 6.6: Varianta 3 – Indukční jednotka – půdorys



Obr. 6.7: Varianta 3 – Indukční jednotka – řez

1- Indukční jednotka, 2 - přívodní mřížka, 3 - dveřní odvodní mřížka, 4 – odvodní ventil, 5 – regulátor variabilního průtoku vzduchu, 6 - ovládací panel s prostorovým teploměrem, 7 - rozdělovač a sběrač topné a chladné vody

Var. 4 Velkoplošné stropní vytápění a chlazení

V této variantě byly navrženy pro vytápění a chlazení kapilární rohože uložené pod konstrukcí stropu nad SDK podhledem.

Teplota vnitřního vzduchu v létě	t_i	28°C
Maximální tepelná zátěž	ΣQ_{zat}	912W
Produkce citelného tepla na osobu	Q_{os}	50 W
Produkce vodní páry na osobu	G_{os}	135g/h
Teplota vnitřního vzduchu v zimě	t_i	20°C
Maximální tepelná ztráta	ΣQ_{ztr}	138W

Tab. 6.10: Základní parametry pokoje

Teplota přiváděného vzduchu v létě	t_i	24°C
Rozdíl teplot	Δt_p	4K
Teplota přiváděného vzduchu v zimě	t_i	20°C
Rozdíl teplot	Δt_p	0K
Množství čerstvého vzduchu	V_e	100 m ³ /h
Množství cirkulačního vzduchu	V_c	0 m ³ /h
Množství přiváděného vzduchu	V_p	100 m ³ /h
Chladicí výkon přiváděného vzduchu	Q_{ch}	134 W
Topný výkon přiváděného vzduchu	Q_{vyt}	0 W

Tab. 6.11: Parametry výměny vzduchu

Chladicí výkon	Q_{chs}	1035W
Teplotní spád	Δt_v	16/18°C
Topný výkon	Q_{vs}	720W
Teplotní spád	Δt_v	32/28°C

Tab. 6.12: Parametry kapilární rohože

Kapilární rohože

Pro distribuci chladu a tepla v místnosti byly zvoleny kapilární rohože ve stropním systému od výrobce G-THERM. Rohože jsou instalovány nad SDK podhled z desek Knauf Thermoboard. Stropní konstrukce je izolována.

Přívod a odvod vzduchu

Množství větracího vzduchu odpovídá minimální potřebě čerstvého vzduchu v místnosti. To zde představuje 50 m³/h na osobu a 100 m³/h pro tento pokoj. V součtu je v této variantě požadováno 3450 m³/h čerstvého vzduchu pro ubytovací část. Pro pokoje je navržena jedna větrací jednotka DUPLEX 5000 ROTO. Tato jednotka je napojena na zdroj tepla a chladu a zajišťuje přívod čerstvého vzduchu v požadované teplotě. Větrání je rovnotlaké a odvod je realizován z koupelny, kam je přisáván mřížkou ve dveřích.

Distribuční prvky

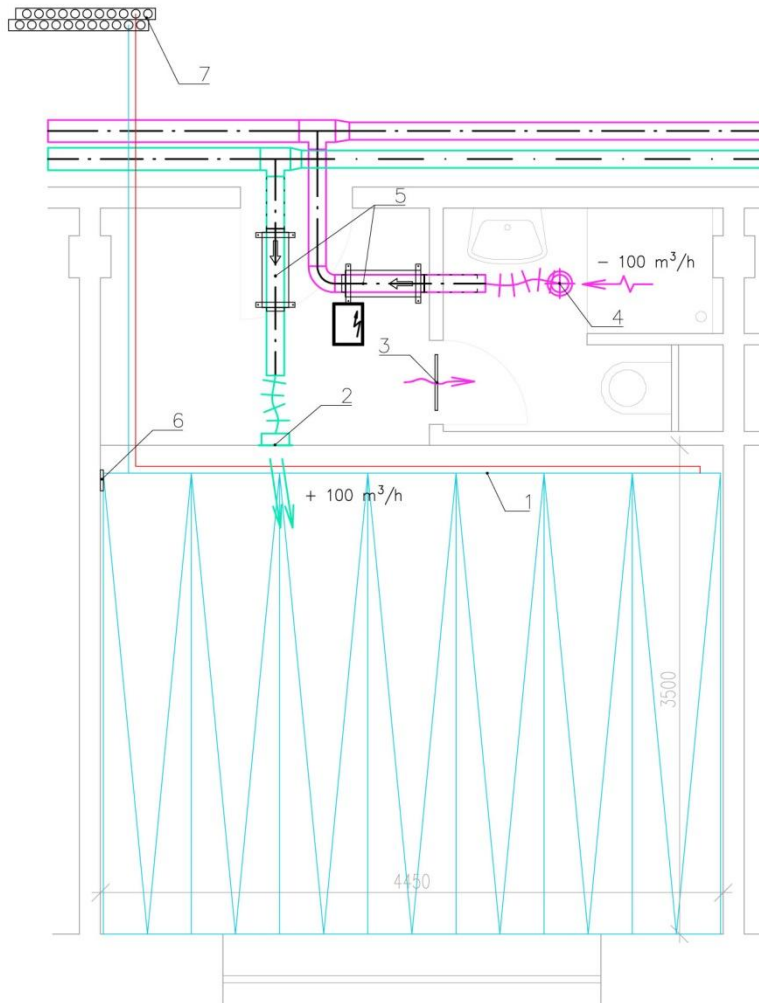
Pro přívod je zvolena dvouřadá přívodní mřížka MANDÍK VVM 200X100. Mřížka je vyvedena v čele sníženého podhledu v předsíni a směřuje proud vzduchu podél chladícího stropu na druhou stranu místnosti, kde chladný vzduch vytlačuje směrem k podlaze vzduch teplý a vyvažuje tak tepelnou zátěž u obvodové zdi. V koupelně je umístěn odvodní talířový ventil v podhledu. Ve dveřích do koupelny je dveřní mřížka o rozměru 425x125 mm.

Měření a regulace

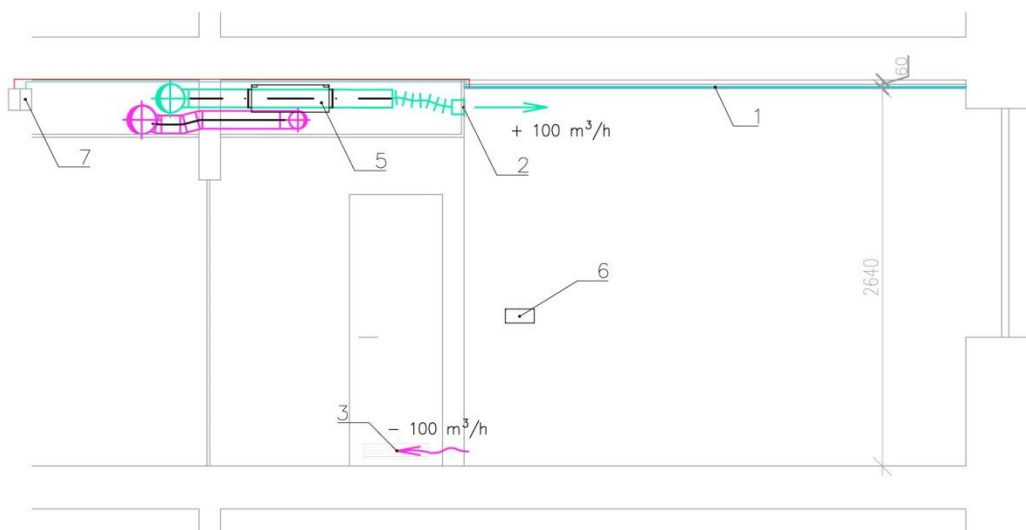
Prostorová teplota je řízena prostorovým regulátorem. Ten při překročení nastavené teploty zapíná regulační ventil, který upravuje teplotu přiváděné vody. Každá místnost je vybavena ovládacím panelem napojeným na termostat. Regulace přívodu čerstvého vzduchu probíhá pomocí signálů nadřazeného systému. Přívodní i odvodní potrubí je osazeno v každé koncové zóně regulátory variabilního průtoku vzduchu. Tak je zajištěno, že je čerstvý vzduch přiváděn, pouze pokud je to nutné a nedochází ke zbytečným ztrátám energie větráním. Přiváděný vzduch je v jednotce upravován na požadovanou konstantní teplotu. Pokud je teplota venkovního vzduchu nižší než požadovaná teplota, je možné využít chladného vzduchu k chlazení.

Specifické vlastnosti systému

Jedná se o nízkoteplotní vytápění a naopak vysokoteplotní chlazení. V tomto systému nedochází (nesmí docházet) ke kondenzaci. Pro tento systém je typická sálavá složka tepla, která bývá považována za nejpřirozenější. Systém je navíc během provozu bezúdržbový a tichý. Je možné ho provozovat nezávisle na množství větracího vzduchu. Vzhledem k tomu, že systém ovlivňuje teplotu radiační, stačí pro zajištění stejného tepelného komfortu teplota o 2K vyšší. Tento systém odvádí pouze teplo citelné. Systém má schopnost relativně rychle reagovat na změny teploty v místnosti.



Obr. 6.8: Varianta 4 - Velkoplošné stropní vytápění a chlazení - půdorys



Obr. 6.9: Varianta 4 - Velkoplošné stropní vytápění a chlazení - řez

1- kapilární rohože, 2 - přívodní mřížka, 3 - dveřní odvodní mřížka, 4 – odvodní ventil, 5 –regulátor variabilního průtoku vzduchu, 6 - ovládací panel s prostorovým teploměrem, 7 - rozdělovač a sběrač pro kapilární rohože

Porovnání variant

Varianta 1 - Teplovzdušné vytápění a chlazení

Výhody:

- Nízká hlučnost koncových prvků,
- Centrální úprava vzduchu,
- Délka rozvodů topného a chladicího okruhu.

Nevýhody:

- Přiváděno velké množství vzduchu, hlavně v létě,
- Omezená regulace,
- Délka a dimenze potrubí,
- Závislost vytápění a chlazení na přívodu vzduchu – nutné větrat i v případě neobsazení pokoje,
- Centrální směšování vzduchu,
- Nutnost použít 2 VZT jednotky,
- Komfort vnitřního prostředí.

Varianta 2 – Fan-coil -parapetní jednotka

Výhody:

- Přiváděno jen nezbytně nutné množství vzduchu = nižší dimenze potrubí,
- Nezávislost vytápění a chlazení na přívodu vzduchu,
- Regulace teploty v každé místnosti,
- Účinné odclonění zátěže a ztrát přímo v místě jejich největšího vzniku,
- Rychlá reakce systému na změnu požadavků,
- Pro větrání stačí 1 VZT jednotka pro J i S stranu,
- Pro vytápění v některých případech postačí i bezventilátorový provoz.

Nevýhody:

- Hluk v obytné zóně při sepnutí ventilátorů,
- Potřeba přivést topný a chladicí okruh,
- Potřeba energie na ventilátory,

- Provozní náklady na provoz všech koncových jednotek (filtry),
- Pro chlazení není výhodné odebírat vzduch odspodu,
- Nutná a složitější realizace odvodu kondenzátu.

Varianta 3 – Potrubní indukční jednotka

Výhody:

- Relativně rychlá reakce systému na změny požadavků vytápění a chlazení,
- Regulace teploty v každé místnosti,
- Omezení vzniku kondenzátu při vyšší teplotě přiváděné vody,
- Stačí 1 VZT jednotka pro J i S stranu,
- Není nutný koncový ventilátor.

Nevýhody:

- Závislost vytápění a chlazení na přívodu vzduchu – nutné větrat i v případě neobsazení pokoje,
- Nedostatečný výkon chladiče pro některé pokoje.

Varianta 4 – Velkoplošné vytápění a chlazení – kapilární rohože

Výhody:

- Nulová hlučnost,
- Přiváděno jen nezbytně nutné množství vzduchu,
- Nezávislost vytápění a chlazení na přívodu vzduchu,
- Regulace teploty v každé místnosti,
- Příjemná sálavá složka tepla,
- Stačí 1 VZT jednotka pro J i S stranu,
- Poměrně rychlá odezva na změnu požadavků vytápění a chlazení,
- Není nutný odvod kondenzátu,
- Nízká potřeba energie pro vysokoteplotní chlazení a nízkoteplotní vytápění.

Nevýhody:

- Nutnost použití zařízení filtrace vody a speciálních rozdělovačů pro kapilární rohože,
- Nákladnější instalace – podhledy,
- Odvod pouze citelného tepla.

Multikriteriální shrnutí kladů a záporů jednotlivých systémů

Multikriteriální hodnocení má za cíl shrnout jednotlivé výhody a nevýhody systémů a přiřadit jim bodové hodnocení ve škále od 0 - 10 bodů, kde 0 bodů je minimum a 10 maximum.

Hodnotí se z hlediska různých kritérií. Odlišná kritéria zaujímají různou váhu v rozhodovacím procesu. Tuto nesourodost představuje váhový koeficient. Váhový koeficient 1 přisuzuje kritériu maximální důležitost, koeficient 0 znamená nedůležité kritérium.

Vzhledem k funkci a umístění hotelu v tichém horském prostředí se mezi důležitá kritéria řadí hluk, komfort uživatelů a potřeba dlouhodobého servisu.

Varianta	1	2	3	4	
Kritérium	Teplovzdušné vytápění a chlazení	Fancoil jednotka	Indukční jednotka	Velkoplošné vytápění a chlazení	Váhový koeficient
Hluk koncových elementů	8	3	8	10	1
Dimenze potrubí	0	10	9	10	0,5
Rozměrové požadavky - jednotky, konc. prvky	0	7	7	9	0,8
Závislost vytápění/chlazení na větrání	0	10	5	10	0,5
Možnost regulace	3	10	5	7	0,8
Náklady na VZT jednotky	0	10	10	10	0,7
Náklady na koncové prvky	10	5	5	3	0,5
Kondenzace - nutnost zřídít odvod	10	0	10	10	0,8
Možnost využití vysokoteplotního chlazení	0	0	10	10	0,8
Komfort uživatelů	3	7	7	10	1
Potřeba servisu	7	5	7	10	1
celkem	41	67	83	99	
celkem včetně váhového koeficientu	33	48	64	77	

Tab. 6.13: Multikriteriální hodnocení

Z multikriteriálního hodnocení vychází nejlépe varianta č. 4 - velkoplošné vytápění a chlazení pomocí stropních kapilárních rohoží. Tato varianta má, kromě vyšších investičních nákladů na zabudování samotných rohoží a topných či chladičových okruhů, velký počet nesporných výhod.

Varianta č. 4 bude použita pro návrh vzduchotechnického zařízení pro bytovací část. Při použití této varianty je možné využít vysokoteplotní zdroj chladu k chlazení. V případě

tepelného čerpadla to znamená využití free coolingu, neboli využití samotného potenciálu zemních vrtů bez použití kompresoru. Vzhledem k této volbě bude zbytek zařízení navrhnut tak, aby mohly této možnosti využít.

6.3.2. Řešení vzduchotechniky restaurace v návaznosti na vytápění a chlazení

Pro prostor restaurace je uvažována samostatná VZT jednotka umístěná v 5. NP ve strojovně vzduchotechniky. Prostor restaurace je ovlivněn velkými prosklenými plochami na jižní straně. Vytápění prostoru bude realizováno podokenními konvektory. Pro chlazení bude využit systém vysokoteplotního chlazení. Při tomto požadavku může být zvolena varianta velkoplošného stropního chlazení, nebo použití indukčních chladících trámčů.

Po předběžných výpočtech bylo zjištěno, že v ploše stropu není možno umístění dostatečného počtu indukčních chladících trámčů pro pokrytí tepelné zátěže. Proto je zvolena varianta velkoplošného chlazení kapilárními rohožemi umístěnými na sádkartonový podhled. Mezi nimi budou umístěny distribuční prvky vzduchotechnického systému. Část tepelné zátěže přebírá také VZT jednotka, která v létě přivádí vzduch o teplotě 24°C.

Výpočet množství čerstvého vzduchu vychází z požadavku přívodu vzduchu na osobu. Systém je navržen jako rovnotlaký vzhledem k ostatním místnostem.

6.3.3. Řešení vzduchotechniky kuchyně v návaznosti na vytápění a chlazení

Pro provoz kuchyně je uvažována samostatná VZT jednotka umístěná v 5. NP ve strojovně vzduchotechniky. Požadavkem investora je možnost libovolného uspořádání a vybavení kuchyně. V budoucnu může dojít ke změně uspořádání interiéru dle provozovatele, nových technologií atd. Z tohoto důvodu je zvolen systém klimatizačního stropu, který zaručuje odvětrání jakékoliv zátěže bez vlivu umístění. Rovněž není nutné systém měnit při další změně vnitřní dispozice. V provozu kuchyně není možné využívat oběhového vzduchu, a proto musí být všechny odpadní vzduch nahrazen vzduchem čerstvým.

Pro vytápění je zvoleno teplovodní podlahové vytápění dimenzované na možnost temperování místnosti při nevyužívání. V případě provozu se očekávají větší tepelné zisky. Přívod čerstvého vzduchu vychází z požadavků na odvod tepelné zátěže od vaření. Chlazení pomocí větracího vzduchu v tomto případě nenavýšuje výrazně množství přiváděného vzduchu.

Společně s kuchyňským provozem bude odvětráváno hygienické zázemí zaměstnanců a sklady. Systém je navržen jako rovnotlaký vzhledem k okolním místnostem.

6.3.4. Řešení větrání WC a ostatního zázemí v 1. NP

Pro větrání WC bude použita rekuperační větrací jednotka umístěná pod stropem úklidové místnosti v 1. NP. V tomto prostoru nejsou zvláštní požadavky na úpravu vzduchu ani na chlazení jako takové. Vytápění zajistí teplovodní podlahové vytápění, dimenzované na pokrytí tepelných ztrát větráním. Hygienické místnosti budou udržovány v podtlaku. Úhrn odsátého vzduchu proběhne skrze mřížky ve dveřích z přetlakově větrané haly.

Přívod čerstvého vzduchu vychází z požadavků na odvětrání jednotlivých zařizovacích předmětů. Počítá se s útlumovým režimem v době nevyužívání. Systém jako celek je navržen jako rovnotlaký.

6.3.5. Řešení vzduchotechniky wellness a bazénu v návaznosti na vytápění a chlazení

Pro větrání prostoru wellness a bazénu bude navržena samostatná vzduchotechnická jednotka určená speciálně k větrání bazénů. Tato jednotka bude umístěna v 5. NP v strojovně bazénové technologie. Speciálním požadavkem na VZT jednotku je schopnost odvlhčování větraného vzduchu. Přívod vzduchu v bazénovém prostoru bude směřovat k proskleným plochám a směrem k ploše bazénu. Odvod vzduchu bude realizován pod stropem.

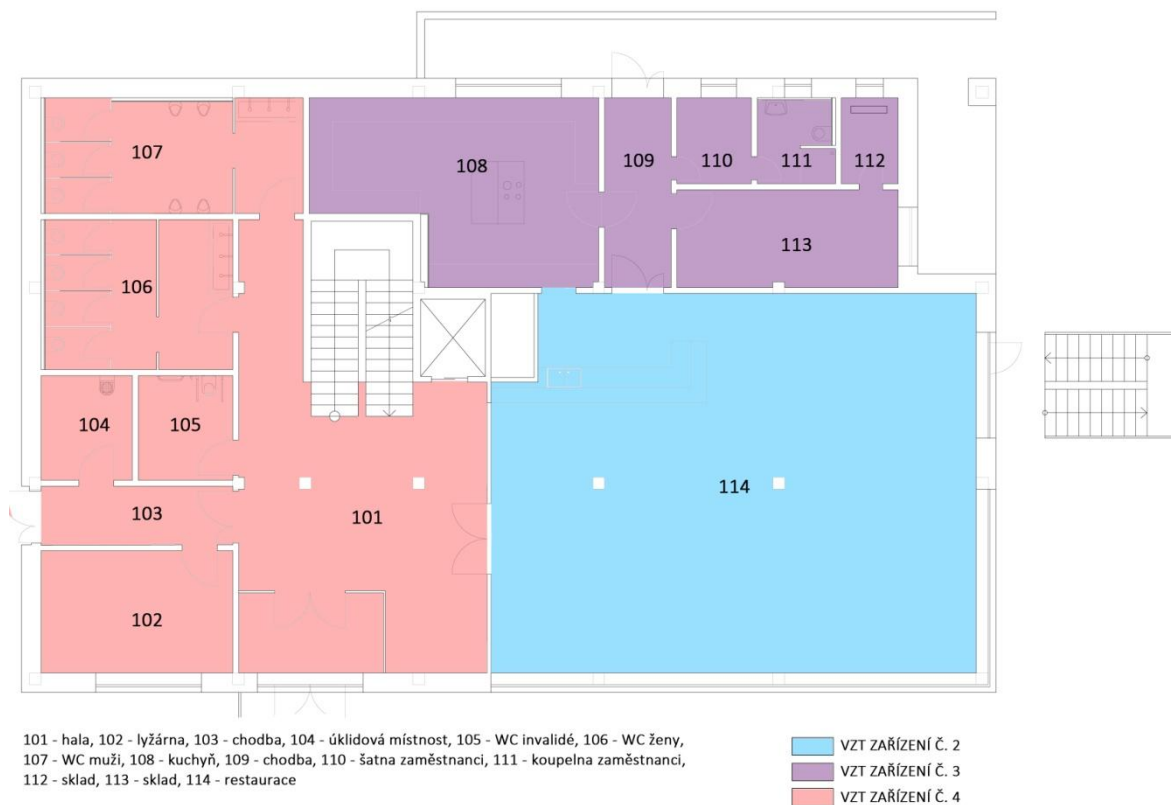
Hygienická zařízení budou udržována v podtlaku s úhrnem vzduchu z okolních přetlakově větraných místností. Vytápění bude zajišťovat teplovodní podlahové vytápění. Požadované množství přívodního vzduchu vychází z vlhkostní bilance prostorů.

6.4. Rozdělení do skupin dle provozu

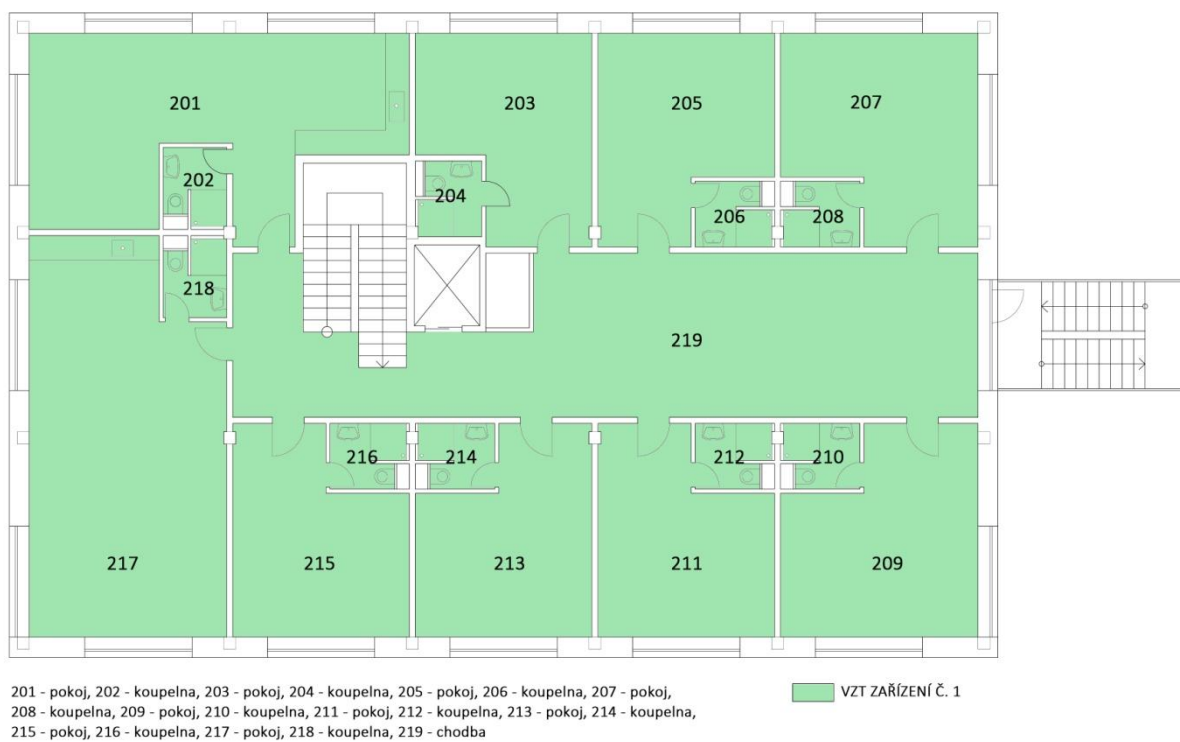
Prostory hotelu jsou dle požadavků na vytápění, chlazení a větrání rozděleny do 5 provozů. Pro každý provoz je zvolen systém vytápění a chlazení a adekvátně k tomu je řešeno větrání. Technická specifikace jednotlivých zařízení je uvedena v části B – Projekt vzduchotechniky této diplomové práce.

Zařízení	Skupiny provozů (větrané prostory)	Označení místností	Funkce vzduchotechniky	Podlaží
1	Pokoje, koupelny a chodby 2. -4. NP + byt správce + sklad prádla	201 až 219 301 až 319 401 až 419 507 až 511	Větrání, úprava vzduchu na pokojovou teplotu, částečné chlazení	2. - 4. NP, 5. NP
2	Restaurace	114	Větrání, úprava vzduchu na pokojovou teplotu, částečné chlazení	1. NP
3	Kuchyň + hygienické zázemí zaměstnanců + sklady	108 až 113	Větrání, vytápění, chlazení	1. NP
4	WC hosté + lyžárna + vstupní hala	101 až 107	Větrání	1. NP
5	Bazén + šatny + sprchy + wellness	501 až 504, 512, 601 až 606	Větrání, úprava vzduchu na pokojovou teplotu, odvlhčování	5. NP 6. NP

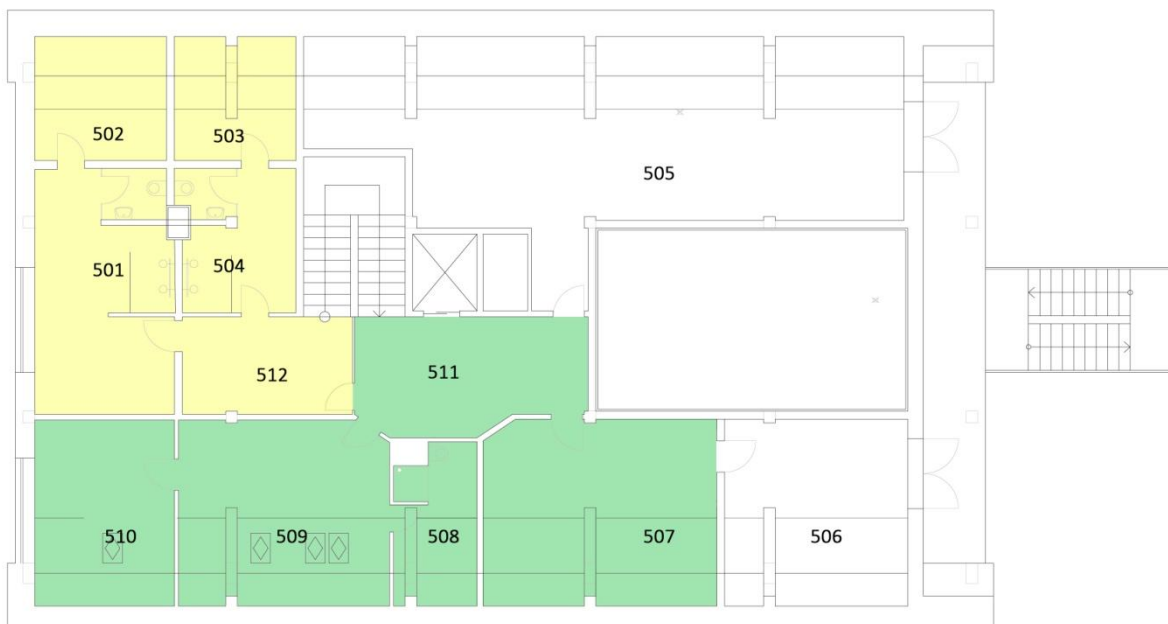
Tab. 6.14: Skupiny provozů k jednotlivým VZT zařízením



Obr. 6.10: Schéma skupin provozů 1. NP



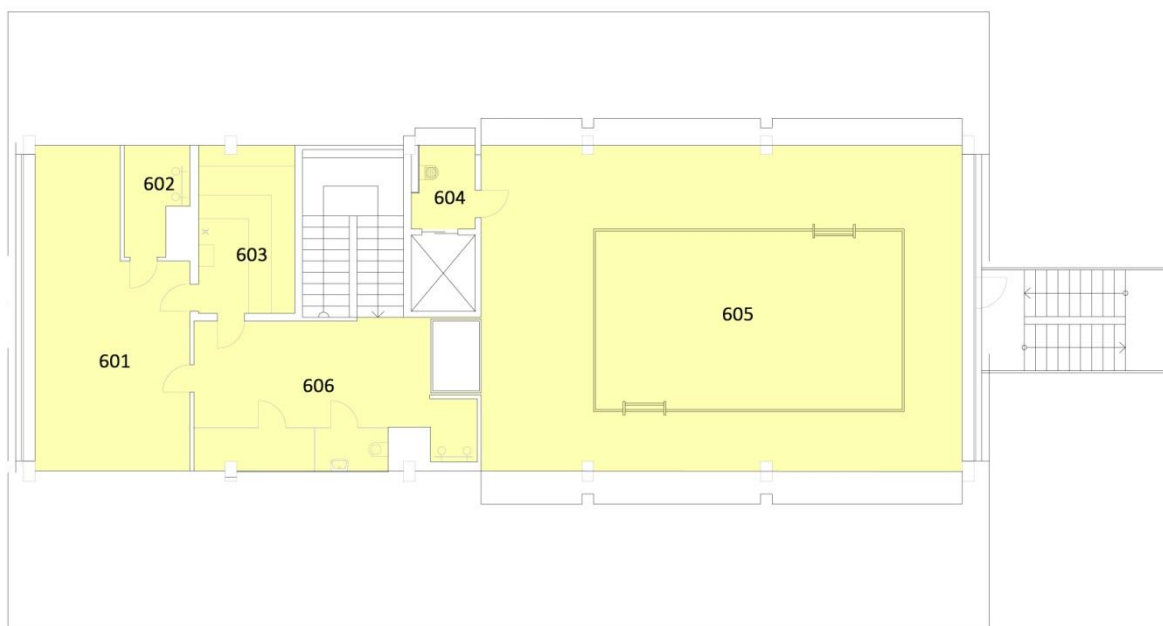
Obr. 6.11: Schéma skupin provozů v 2. - 4. NP



501 - sprchy ženy, 502 - šatna ženy, 503 - šatna mužů, 504 - sprchy mužů, 505 - strojovna vzduchotechniky,
 506 - strojovna bazénové technologie , 507 - sklad, 508 - koupelna, 509 - obývací pokoj, 510 - ložnice,
 511 - chodba, 512 - chodba

VZT ZAŘÍZENÍ Č. 1
 VZT ZAŘÍZENÍ Č. 5

Obr. 6.12: Schéma skupin provozů 5. NP



601 - odpočívárna, 602 - ochlazovací sprchy, 603 - sauna, 604 - úklidová místnost, 605 - bazén,
 606 - chodba se sprchami a toaletami

VZT ZAŘÍZENÍ Č. 5

Obr. 6.13: Schéma skupin provozů 6. NP

7. Shrnutí studie

Cílem diplomové práce je návrh vzduchotechniky horského hotelu Josefina v návaznosti na vytápění a chlazení objektu.

Část A – Studie představuje problematiku interního mikroklima, popisuje požadavky na větrání a vymezuje základní legislativní rámec. Dále je zde uveden popis řešeného objektu a jeho tepelně technické parametry. Součástí studie je návrh možných řešení jednotlivých provozů (pokoje, restaurace, kuchyň, WC+ zázemí, wellness) z hlediska větrání, vytápění a chlazení. Pro ubytovací část je proveden důkladnější rozbor. Jsou uvedeny 4 varianty možného řešení systému větrání, vytápění a chlazení. Tyto varianty jsou podrobeny multikriteriálnímu zhodnocení s cílem vybrat nejvhodnější variantu.

V závěru jsou uvedena schémata jednotlivých pater s rozdělením do skupin provozů k jednotlivým VZT zařízením. Tato jsou vybrána jako nejvhodnější řešení splňující požadavky.

B PROJEKT VZDUCHOTECHNIKY

1. Předmět projektu

Předmětem projektu je návrh vzduchotechniky horského hotelu Bouda Josefina, který obsahuje technickou zprávu s výkresovou dokumentací.

Podkladem pro návrh vzduchotechniky je část práce A – Studie.

Projekt vzduchotechniky obsahuje:

TECHNICKÁ ZPRÁVA

VÝPIS PRVKŮ

B.01 PŮDORYS 1. NP	1:50
B.02 PŮDORYS 2.- 4. NP	1:50
B.03 PŮDORYS 5. NP	1:50
B.04 ŘEZY BUDOVOU	1:50
B.05 PŮDORYS STROJOVNY VZDUCHOTECHNIKY	1:25
B.06 ŘEZY STROJOVNOU VZDUCHOTECHNIKY	1:25
B.07 ŘEZY STROJOVNOU VZDUCHOTECHNIKY	1:25

2. Závěr

Hlavním cílem diplomové práce je vypracovat projektovou dokumentaci vzduchotechniky horského hotelu Bouda Josefina.

První část stručně seznamuje s problematikou interního mikroklimatu, požadavky na větrání a legislativním rámcem. Druhá část uvažuje několik možných variant řešení vzduchotechniky, pomocí multikriteriální analýzy, vybírá optimální variantu systému větrání, vytápění a chlazení pokojů. Vzhledem k rozdílným požadavkům jednotlivých provozů bylo vybráno 5 různých VZT zařízení, jejichž technická specifikace je součástí technické zprávy. Vybraná řešení větrání jednotlivých provozů byla zpracována v projektové dokumentaci vzduchotechniky.

Seznam použité literatury

- ČSN EN 12831-1 *Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3*. Praha, 2018.
- ČSN 73 0548 *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů*. Praha, 1986.
- DOLEŽÍLKOVÁ, Hana. *Větrání a optimalizace vnitřního prostředí obytných budov* [online]. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, Katedra technických zařízení budov, 2007 [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: [file:///C:/Users/prace/Downloads/TZ31_VETRANI%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/prace/Downloads/TZ31_VETRANI%20(1).pdf)
- DRKAL, František a Vladimír ZMRHAL. *Větrání*. 2. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06378-1.
- DRKAL, František a Vladimír ZMRHAL. *Vybrané statě z větrání a klimatizace*. V Praze: České vysoké učení technické, 2018. ISBN 978-80-01-06458-0.
- DRKAL, František, Miloš LAIN a Vladimír ZMRHAL. *Klimatizace*. V Praze: České vysoké učení technické, 2015. ISBN 978-80-01-05652-3.
- CHYSKÝ, Jaroslav a Karel HEMZAL. *Větrání a klimatizace*. 3., zcela přeprac. vyd. Brno: BOLIT-B Press, 1993. ISBN 80-901574-0-8.
- JELÍNEK, Vladimír a Vladimíra LINHARTOVÁ. *Vstupní parametry pro návrh interního mikroklimatu* [online]. 4. 11. 2014 [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/11927-vstupni-parametry-pro-navrh-interniho-mikroklimatu>
- KABELE, Karel. *125 TVNP - Teorie vnitřního prostředí budov* [přednáška]. Praha: ČVUT, Fakulta stavební, Katedra technických zařízení budov, 2013 [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: <file:///C:/Users/prace/Downloads/125tvnp-01.pdf>
- Měsíční přehledy pozorování. *Portál ČHMÚ* [online]. Praha, 2019 [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data#>
- ZMRHAL, Vladimír, František DRKAL a Václav ŠIMÁNEK. *Koncept větrání* [online]. Praha: ČVUT, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí, 2016 [cit. 2019-12-31]. Dostupné z: http://www.ckait.cz/sites/default/files/koncept_vetrani.pdf

Seznam obrázků

Obr. 6.1: Klimatická data sezonních extrémů	19
Obr. 6.2: Varianta 1 – Teplovzdušné větrání a chlazení – půdorys.....	25
Obr. 6.3: Varianta 1 – Teplovzdušné větrání a chlazení - řez.....	25
Obr. 6.4: Varianta 2 – Fan-coil jednotka - půdorys	28
Obr. 6.5: Varianta 2 – Fan-coil jednotka - řez	28
Obr. 6.6: Varianta 3 – Indukční jednotka – půdorys	32
Obr. 6.7: Varianta 3 – Indukční jednotka – řez	32
Obr. 6.8: Varianta 4 - Velkoplošné stropní vytápění a chlazení - půdorys.....	35
Obr. 6.9: Varianta 4 - Velkoplošné stropní vytápění a chlazení - řez.....	35
Obr. 6.10: Schéma skupin provozů 1. NP	42
Obr. 6.11: Schéma skupin provozů v 2. - 4. NP	42
Obr. 6.12: Schéma skupin provozů 5. NP	43
Obr. 6.13: Schéma skupin provozů 6. NP	43

Seznam tabulek

Tab. 5.1: Použité konstrukce	18
Tab. 6.1: Základní parametry pokoje	23
Tab. 6.2: Parametry výměny vzduchu	23
Tab. 6.3: Parametry VZT jednotky	23
Tab. 6.4: Základní parametry pokoje	26
Tab. 6.5: Parametry výměny vzduchu	26
Tab. 6.6: Parametry Fan-coil jednotky	26
Tab. 6.7: Základní parametry pokoje	29
Tab. 6.8: Parametry primárního vzduchu	29
Tab. 6.9: Parametry indukční jednotky	29
Tab. 6.10: Základní parametry pokoje.....	33
Tab. 6.11: Parametry výměny vzduchu	33
Tab. 6.12: Parametry kapilární rohože	33
Tab. 6.13: Multikriteriální hodnocení	38
Tab. 6.14: Skupiny provozů k jednotlivým VZT zařízením.....	41