

Integrovaný systém v budově - Systém techniky prostředí v objektu administrativní budovy - Řídicí systém KNX

The integrated system in the building - HVAC systems in the office buildings - KNX control system

Bc. Tomáš Varga

Diplomová práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlí
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš VARGA**

Osobní číslo: **A10359**

Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Integrované systémy v budovách**

Téma práce: **Integrovaný systém v budově - Systém techniky prostředí v objektu administrativní budovy - Řídicí systém KNX**

Zásady pro vypracování:

1. Analyzujte specifika prostředí v administrativní budově, zahrnující technologii tvorby vnitřního prostředí.
2. Na základě výše uvedené analýzy popište požadavky na tepelně technické vlastnosti budovy, a zařízení techniky prostředí, včetně způsobu řízení.
3. Pro konkrétní budovu navrhnete případnou změnu tepelně-technických parametrů budovy a pro takto upravenou budovu navrhnete vhodný systém techniky prostředí se zvážením možností využití obnovitelných zdrojů energie. Systém techniky prostředí řešte pomocí teplovodní vytápěcí soustavy a teplovzdušným větracím systémem s možností chlazení. Energetický zdroj bude plynová kotelna na ZP.
4. Zvažte možnost využití fotovoltaických panelů a proveďte jejich technicko-ekonomické hodnocení.
5. Navrhnete systém řízení jako sběrníkový s použitím KNX komunikace, s vizualizací SCADA a komunikační bránou s protokolem TCP/IP, s možností vzdáleného ovládání přes GSM, s výstupem s případnou vazbou na management budovy.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. SMOLÍK, J. a kol.: Technika prostředí . SNTL Praha 1970.
2. CHYSKÝ, J., HEMZAL, K. a kol.: Větrání a klimatizace. Technický průvodce. ČMT Praha 1993. ISBN 80-901574-0-8.
3. JELÍNEK, V., HOUŠKOVÁ, M., PAVLÍČEK, I., PETROVÁ, M.: Technická zařízení budov. Podklady pro projekty. Vydavatelství ČVUT Praha, 1993. ISBN 80-01-00586-0.
4. LABOUTKA, K., SUCHÁNEK, T.: Výpočtové tabulky pro vytápění. Vztahy a pomůcky. Vydavatelství Společnosti pro techniku prostředí Praha, 2001. ISBN 80-02-01466-9. Platné ČSN řada 06, 07, 34, 35, 36, 37, 38, 73, 74, 83, 91.
5. KŘEČEK, S. a kol.: Příručka zabezpečovací techniky. Cricetus, 2003. ISBN 80-902938-2-4.
6. MERZ, H., HANSEMANN, T., HUBNER, C.: Automatizované systémy budov. GRADA 2007. ISBN 978-80-247-2367-9.
7. CIHELKA, J. a kol. Vytápění, větrání a klimatizace. SNTL Praha, 1985.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Zálešák, CSc.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání diplomové práce:

24. února 2012

Termín odevzdání diplomové práce:

6. června 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cieľom tejto práce je navrhnúť vhodný systém slúžiaci pre tvorbu vnútornej mikroklímy spolu s návrhom riadiacich a ovládacích systémov s ohľadom na nasadenie v administratívnej budove.

Teoretická časť je zameraná na ujasnenie si termínov potrebných na pochopenie praktickej časti a zahŕňa termíny ako napr. KNX, tvorba vnútorného prostredia a riadiace systémy. Praktická časť je zameraná na návrh konkrétnych zariadení, ktoré slúžia na tvorbu vnútornej mikroklímy a ich reguláciu a správu prostredníctvom štandardu KNX.

Kľúčová slova: administratívna budova, podlahové vykurovanie, vzduchotechnika, kondenzačný kotol, fotovoltaika, klimatizácia, VRV, KNX, SCADA

ABSTRACT

Goal of this thesis is to design an appropriate system for creation of a microclimate, as well as design of control systems for implementation in administration building.

The theoretical part is intended to clarify necessary terms for understanding the practical part, and includes terms such as KNX, creating of inner environment and control systems. The practical part is focused on the design of specific devices that serve to create a inner microclimate the control and regulation of this devices through the KNX standard.

Keywords: administration building, underfloor heating, ventilation technology, Condensing boiler, Photovoltaics, air-conditioner, VRV, KNX, SCADA

Pod'akovanie

Chcem poďakovať Ing. Martinovi Zálešákovi, CSc. vedúcemu diplomovej práce za odborné vedenie, podnetné pripomienky, rady a odbornú pomoc pri vypracovávaní diplomovej práce. Moja vďaka patrí taktiež Ing. Beáte Vargovej a Ing. Ladislavovi Dianovi, za cenné rady a informácie, ktorými mi pomohli. A v neposlednom rade by som sa rád poďakoval rodine a priateľom ktorý ma po celú dobu štúdia podporovali.

Motto:

„Tam kde ostatní končia, ja ešte len začínam“

TOMÁŠ VARGA

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČASŤ	11
1 PROSTREDIE	12
1.1 KLIMATICKÉ PODMIENKY	12
1.1.1 Zloženie vzduchu a jeho prímеси.....	13
1.1.2 Vlhkosť vzduchu	13
1.1.3 Teplota vzduchu	14
1.1.4 Vietor.....	14
1.1.5 Slnéčné žiarenie	14
1.2 TEPELNÁ POHODA	15
1.3 FAKTORY OVPLYVNŮJÚCE TEPELNÝ STAV PROSTREDIA	17
1.3.1 Relatívna vlhkosť vzduchu.....	17
1.3.2 Rýchlosť prúdenia vzduchu	18
1.3.3 Teplota okolitého vzduchu.....	18
1.3.4 Stredná radiačná teplota okolitých plach	19
1.4 ŠKODLIVINY	20
1.4.1 Nadmerné teplo a vlhkosť	21
1.4.2 Zápachy	21
1.4.3 Toxické škodliviny.....	22
1.4.4 Oxid uhličitý.....	22
1.4.5 Aerosólové škodliviny	23
1.4.6 Mikrobionálne škodliviny	23
1.4.7 Ionizačné škodliviny	23
1.4.8 Elektrostatický stav prostredia	23
1.4.9 Elektromagnetický stav prostredia.....	24
1.4.10 Elektroionový stav prostredia	24
1.4.11 Hluk.....	24
2 VETRACIE SYSTÉMY	25
2.1 PRIRODZENÉ VETRANIE	25
2.2 NÚTENÉ VETRANIE	29
2.3 REKUPERÁCIA VZDUCHU	31
2.4 CENTRÁLNY VETRACÍ SYSTÉM	32
2.5 DECENTRÁLNY VETRACÍ SYSTÉM	33
2.6 ČASTI VETRACIEHO SYSTÉMU.....	34
2.6.1 Vzduchotechnická jednotka	34
2.6.1 Filtre	36
2.6.2 Regulácia.....	36
2.6.3 Vzduchotechnické rozvody	36
2.6.4 Vstupný prívod vzduchu	37
2.6.5 Výstupný odvod vzduchu.....	37
2.6.6 Prívodné a odvodné vyústenia	37
2.7 TYPY REKUPERAČNÝCH VÝMENNÍKOV	38
2.7.1 Doskový rekuperátor	38
2.7.2 Rotačné rekuperátory	39

2.7.1	Bypass	39
2.8	ZEMNÝ VÝMENNÍK (EWT)	40
3	RIADIACI SYSTÉM	42
3.1	USPORIADANIE RIADIACEHO SYSTÉMU	42
3.1.1	Centralizovaný zbernicový systém	42
3.1.1	Decentralizovaný systém	43
3.1.2	Hybridný systém	44
3.2	KOMUNIKAČNÉ PROTOKOLY	45
3.3	PROPRIETÁRNE SYSTÉMY	47
3.3.1	ABB Ego-n.....	47
3.3.2	Moeller XComfort.....	47
3.3.3	Elko EP iNels II	47
3.3.1	Tecomat Foxtrot s iNels II	48
3.4	OTVORENÉ ŠTANDARDY – KOMPLEXNÉ PROTOKOLY	48
3.4.1	Konnexbus/EIB	48
3.4.2	LonWorks.....	54
3.4.3	EnOcean	54
3.4.4	BACnet.....	54
II	PRAKTICKÁ ČASŤ	56
4	ANALÝZA OBJEKTU.....	57
4.1	CHARAKTERISTIKA OBJEKTU	57
4.2	ROZMERY MIESTNOSTÍ	58
4.3	TEPELNO-IZOLAČNÉ VLASTNOSTI KONŠTRUKCIÍ.....	58
4.4	KONDENZÁCIA VODNÝCH PAR.....	60
5	VÝKONOVÉ PARAMETRE.....	63
5.1	KLIMATICKÉ HODNOTY	63
5.2	TEPELNÉ STRATY.....	63
5.2.1	Návrhová tepelná strata prestupom tepla pre vykurovaný priestor.....	63
5.2.2	Návrhové tepelné straty vetraním	64
5.2.1	Celková návrhová tepelná strata vykurovaného priestoru	64
5.2.2	Zátopový tepelný výkon.....	64
5.3	NÁVRHOVÝ TEPELNÝ VÝKON PRE VYKUROVANÉ PRIESTORY	64
5.3.1	Celkový návrhový tepelný výkon	64
5.3.1	Celkový tepelný výkon pre funkčnú časť budovy alebo pre budovu.....	65
5.4	ENERGETICKÝ ŠTÍTOK OBÁLKY BUDOVY	66
5.5	TEPELNÉ ZISKY Z VONKAJŠIEHO PROSTREDIA.....	67
5.5.1	Výpočet polohy Slnka	67
5.5.2	Intenzita slnečnej radiácie	67
5.5.1	Tepelná záťaž oknami	68
5.5.2	Tepelné zisky stenami	69
5.5.3	Tepelné zisky z vnútorného prostredia	69
5.6	TEPELNÉ ZISKY BUDOVY	70
6	TVORBA MIKROKLÍMY	71

6.1	NÁVRH PODLAHOVÉHO KÚRENIA	71
6.1.1	Dimenzovanie podlahového vykurovania.....	71
6.1.1	Rozdeľovač a akčný člen	74
6.1.1	Regulačná stanica s čerpadlom PUSH 23	75
6.1.2	Výpočet veľkosti expanznej nádoby	76
6.1.1	Návrh obehového čerpadla pre podlahové vykurovanie.....	78
6.2	NÁVRH VZDUCHOTECHNICKEJ JEDNOTKY	78
6.2.1	Vzduchotechnická jednotka pre Blok 1	80
6.2.2	Vzduchotechnická jednotka pre Blok 2	81
6.2.3	Úpravy vzduchu	81
6.2.4	Návrh distribučných prvkov.....	84
6.2.5	Návrh prvkov na odvod vzduchu	85
6.2.6	Odsávanie znečisteného odpadného vzduchu	85
6.2.7	Regulačná klapka	85
6.3	NÁVRH SYSTÉMU CHLADENIA	86
6.3.1	Návrh exteriérovej jednotky.....	87
6.3.2	Návrh interiérovej jednotky	88
6.4	ZÁSOBOVANIE TEPLOU ÚŽITKOVOU VODOU	89
6.5	NÁVRH KONDENZAČNÉHO KOTLA	90
6.6	SCHÉMA ZAPOJENIA KOTOLNE.....	91
6.7	VYUŽITIE OBNOVITELNÝCH ZDROJOV ENERGIE	92
6.7.1	Charakteristika oblasti.....	92
6.7.2	Voľba komponentov elektrárne.....	92
6.7.3	Technické hodnotenie projektu	94
6.7.4	Ekonomické hodnotenie.....	94
7	SYSTÉM RIADENIA BUDOVY	96
7.1	OVLÁDANIE PODLAHOVÉHO VYKUROVANIA	96
7.1.1	Regulátor C-56 s ovládacou jednotkou I-76	96
7.1.1	Uponor KNX Media coupler R-76.....	97
7.1.2	Návrh zapojenia	97
7.1.3	Uponor regulátor C-46	98
7.1.4	Uponor R-56 SMS.....	99
7.2	REGULÁCIA VZDUCHOTECHNIKY.....	99
7.3	REGULÁCIA VRV SYSTÉMU	101
7.4	INÉ ZARIADENIA	102
7.5	VIZUALIZÁCIA OVLÁDANIA	103
7.5.1	Návrh ovládania vzduchotechniky	104
7.5.2	Návrh ovládania teploty v miestnostiach	105
	ZÁVER	106
	ZÁVER V ANGLIČTINE.....	108
	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	110
	ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....	114
	ZOZNAM OBRÁZKOV	116

ÚVOD

Človek už od nepamäti buduje rôzne druhy prístreškov, stavení a budov, ktoré mu poskytujú ochranu pred vplyvom vonkajšieho prostredia. Tak isto ako sa človek vyvíjal a objavoval nové technológie, tak sa spolu s ním vyvíjali aj budovy v ktorých žil a pracoval. Spolu s budovami sa vyvíjali aj technológie a možnosti, ktorými človek upravoval vnútornú mikroklimu týchto budov.

Pri stavbe moderných budov sa už od štádia projektu, až po finálnu stavbu myslí na úsporu nákladov a maximálnu možnú mieru automatizácie jednotlivých systémov. Mieru maximalizácie úspor ovplyvňujú aj zvolené zariadenia, ktoré slúžia k vytvoreniu vhodných podmienok pre pobyt ľudí. Medzi tieto zariadenia patria napríklad rôzne vzduchotechnické jednotky, vykurovacie či ochladzovacie systémy ale v neposlednej rade aj rôzne regulátory, ktoré sa starajú o ovládanie týchto zariadení tak, aby v konečnom dôsledku vytvorili prostredie, čo najvhodnejšie k pobytu ľudí. Tieto systémy dokážu regulovať teplotu, vlhkosť, množstvo čerstvého vzduchu privádzaného do miestnosti, intenzitu osvetlenia v miestnostiach, dokážu zatiahnuť žalúzie v prípade silného vetra, ale zvládajú i mnoho iných úkonov. Možnosti ovládania pomocou takýchto systémov sú veľmi rozsiahle.

Cieľom diplomovej práce je návrh takéhoto komplexného systému pre tvorbu a ovládanie vnútornej mikroklimy v prostredí administratívnej budovy. Pri návrhu takéhoto systému musia byť zohľadnené rôzne aspekty, ktoré odlišujú budovy administratívneho typu od iných druhov budov, ako odlišné nároky na vykurovanie, chladenie či výmenu vzduchu a iné.

Prácu ako takú tvoria dve časti a to časť teoretická a časť praktická, pričom jednotlivé časti sú rozčlenené na kapitoly a podkapitoly. V teoretickej časti práce sú za použitia odbornej literatúry uvedené teoretické východiská potrebné k pochopeniu praktickej časti práce. Praktická časť práce je potom zameraná na samotný návrh systému pre tvorbu a ovládanie vnútornej mikroklimy v prostredí administratívnej budovy.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 PROSTREDIE

Pojmom prostredie označujeme súhrn podmienok fungovania života. Ako vonkajší súhrn podmienok označujeme vonkajšie prostredie a súhrn vnútorných podmienok je označované výrazom vnútorné prostredie. Pri návrhu budov je dôležité poznať vonkajšie prostredie, pretože na každú stavbu pôsobia vonkajšie klimatické podmienky, s ktorými sa musí počítať pri návrhu budovy. Tie nemalou mierou ovplyvňujú vnútorné prostredie budov, samostatnú stavbu ale aj ľudí.

Umelé životné prostredie budov, tvoriace vnútorné prostredie, je vymedzené stavebnými konštrukciami v súčinnosti s technikou prostredia, slúžiace na vyvolanie pocitu pohody u používateľa sa nazýva vnútorné prostredie. Tepelná pohoda je definovaná ako pocit s tepelným stavom prostredia.

Klimatické faktory vnútorného prostredia:

- Vlhkosť vzduchu
- Zloženie vzduchu
- Teplota vzduchu a ostatné tepelné vlastnosti prostredia
- Rýchlosť prúdenia vzduchu
- Hluk
- Žiarenie
- Elektrické vlastnosti prostredia

Stav, v ktorom človek nemá pocit tepla ani chladu, teda tepelná neutralita je prvou podmienkou k spokojnosti v interiéri. Experimentálne pokusy vykonané Newinsom a Frangerom preukázali, že potenie človeka a teplota pokožky pri určitých telesných činnostiach je úzko spojená s pocitom pohody. Využitím týchto funkcií spolu s tepelnou rovnováhou nám dávajú podklad k určeniu všeobecnej rovnice tepelnej polohy.

1.1 Klimatické podmienky

Výraz klimatické podmienky predstavuje priebeh parametrov vonkajšieho prostredia vzduchu v závislosti na čase. Tieto parametre sa líšia v závislosti od nadmorskej výšky, geografickej polohy, od ročného obdobia a iných faktorov. Tieto informácie sú nesmierne dôležité pre správne naprojektovanie budovy a jej technického zázemia.

1.1.1 Zloženie vzduchu a jeho prímiesi

Vzduch je z chemického hľadiska zmesou rôznych chemických látok. Táto zmes má približne rovnaké zloženie až do výšky 30km, nakoľko sa neustále premiešava pôsobením vetra. Avšak zloženie suchého vzduchu je z dôvodu zjednotenia rôznych výpočtov stanovené normou, vid'. nasledujúca tabuľka.

Tab. 1 Zloženie suchého atmosférického vzduchu

Prvok	Chem. značka	Objemové %
Dusík	N ₂	78,09
Kyslík	O ₂	20,95
Argón	Ar	0,93
Oxid uhličitý	CO ₂	0,03
Neón	Ne	$1,8 \cdot 10^{-3}$
Hélium	He	$5,2 \cdot 10^{-4}$
Metán	CH ₄	$2 \cdot 10^{-4}$
Kryptón	Kr	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Oxid uhoľnatý	CO	$6 \cdot 10^{-5}$
Oxid siričitý	SO ₂	$2 \cdot 10^{-8} - 1 \cdot 10^{-4}$
Amoniak	NH ₃	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-4}$
Vodík	H ₂	$5 \cdot 10^{-5}$
Oxid dusný	N ₂ O	$2,5 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-5}$
Formaldehyd	HCOH	$1 \cdot 10^{-5}$
Xenón	Xe	$8 \cdot 10^{-6}$
Ozón	O ₃	$1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-6}$
Oxid dusičitý	NO ₂	$5 \cdot 10^{-8} - 2 \cdot 10^{-6}$
Sírovodík	H ₂ S	$2 \cdot 10^{-8}$

Taktiež sa vo vzduchu nachádza ešte prach, ktorý vzniká pri rozpade organických látok, rozpadom hornín a pôdy, častice vzniknuté nedokonalým spaľovaním ako popol a sadze. Určité množstvo prachu v ovzduší nie je zdraviu škodlivé, nakoľko sa ľudský organizmus tomuto stavu dokáže prispôbiť. Horšie to býva v priemyselných oblastiach, kde môže za rok spadnúť až 1 kg/m^2 týchto častíc.

1.1.2 Vlhkosť vzduchu

Vlhkosť udáva obsah vodných par vo vzduchu. Táto informácia je dôležitá z hľadiska dimenzovania klimatizačných zariadení nakoľko v našich klimatických podmienkach môžu nastať dva stavy, ktoré narušujú pohodu človeka. Tie sú:

- veľmi vysoká relatívna vlhkosť vzduchu – vzniká v letných dňoch pri teplotách 25°C a vyšších, obvykle po daždi keď sa relatívna vlhkosť dostane až na 80%. Vtedy začínajú ľudia pociťovať dusno,

- veľmi nízka relatívna vlhkosť vzduchu – vzniká v zimných dňoch keď pri veľmi nízkom parciálnom tlaku vodných pár klesá vo vykurovaných priestoroch vlhkosť pod 30% pri teplote 20 °C.

Vodné pary vo vzduchu sa vyjadrujú štyrmi rôznymi spôsobmi:

- mernou vlhkosťou vzduchu x (kg/kg_{sv}),
- parciálnym tlakom vodných pár vo vzduchu p_p (Pa),
- teplotou suchého teplomeru t_s (°C) a teplotou mokrého teplomeru t_m (°C),
- teplotou suchého teplomeru vzduchu t_s (°C) a relatívnou vlhkosťou φ (%).

1.1.3 Teplota vzduchu

Teplota vzduchu je hodnota, ktorá sa mení s geografickou polohou, ročným obdobím ale aj podľa typu zemského povrchu. Z tohto dôvodu bývajú územia rozčlenené na oblasti s rovnakou minimálnou teplotou. V ČR sú to oblasti tri a to s teplotami vzduchu -12, -15 a -18°C. Najvyššia výpočtová teplota pre určenie chladiaceho výkonu sa volí ako dlhodobý priemer najvyšších teplôt na príslušnom mieste. Na základe týchto dvoch hodnôt sa následne navrhujú vykurovacie a chladiace zariadenia do budov.

1.1.4 Vietor

Dôležitým faktorom pre teplotné podmienky v miestnostiach je vietor. Ten preniká do budov cez rôzne netesnosti a spary a znižuje tým teplotu v daných miestnostiach. Rýchlosť vetra sa meria v meteostaniciach za pomoci anemometrov a na základe týchto meraní rozoznávame denné a nočné priebehy rýchlostí. Priemerná denná rýchlosť vetra v Českej republike je 3,5m/s vo vyšších polohách 8m/s, v zimnom období môže počas noci rýchlosť dosiahnuť charakter výškového vetra.

1.1.5 Slnéčné žiarenie

Prenos energie vo forme elektromagnetických vln a hmotných častíc voláme slnečné žiarenie. Tieto elektromagnetické vlny tvoria spektrum, ktoré sa dá rozložiť na zložky s rozdielnou vlnovou dĺžkou. Našou atmosférou preniká len spektrum o vlnovej dĺžke od 280 do 3000 nm. Pokiaľ by Zem nebola ochránená vzdušným obalom a jej plocha by bola kolmá na slnečné žiarenie tak by na Zem dopadalo žiarenie s intenzitou 1370W/m², čo predstavuje solárnu konštantu. Vplyvom zaoblenia, ročných období a vzdušného obalu Zeme, dopadá na povrch len časť tohto žiarenia. Najväčší význam má slnečné žiarenie pri

vníkaní tepla vplyvom oslnenia cez zasklené plochy. V letnom období tvorí najväčšiu zložku tepelnej záťaže miestností, na ktorú sa musí brať zreteľ pri návrhu klimatizačných zariadení.

1.2 Tepelná pohoda

Dosiahnutie rovnováhy tepelného režimu človeka potrebnej k udržaniu stálej teploty tela je základným a nevyhnutelným predpokladom tepelnej pohody. Priemerný zdravý človek s teplotou tela okolo 36,7°C biochemickými reakciami v tele vytvára teplo ktoré v kľudovej fáze (spánok) má hodnotu 44W/m² a objemový prietok pľúcami činí 0,14 l/s. Tieto hodnoty ale vzrastajú podľa namáhavosti vykonávanej činnosti.

Tepelná rovnováha

Spĺnením troch základných podmienok tepelnej pohody vytvoríme stav prostredia taký, aby sa v ňom človek cítil príjemne.

Prvou z týchto podmienok je zabezpečenie tepelnej rovnováhy. Táto rovnováha sa vyjadruje vzťahom

$$f(\dot{q}_m, R_{cl}, t_i, t_r, w, p_v, t_k, \dot{q}_w) = 0$$

kde

$$\dot{q}_m = \frac{\dot{Q}}{S_t} - \text{vnútorná produkcia tepla – metabolizmus } \left(\frac{W}{m^2}\right)$$

S_t - povrch telesa (m²)

R_{cl} - tepelný odpor odevu $\left(\frac{m^2 \cdot K}{W}\right)$

t_i - teplota okolitého vzduchu (°C)

t_r - stredná radiačná teplota okolitých plôch (°C)

w - rýchlosť prúdenia vzduchu $\left(\frac{m}{s}\right)$

p_v - tlak vodnej pary vo vzduchu (kPa)

t_k - stredná teplota pokožky

$\dot{q}_w = \frac{\dot{Q}_w}{S_t}$ - jednotkový tok z jednotkovej plochy povrchu tela vyparovaním vylúčeného potu

Pri aktivite človeka jediné fyziologické veličiny, ktoré ovplyvňujú tepelnú rovnováhu, sú teplota pokožky t_k a tepelný tok odvádzaný vyparovaním vylúčeného potu \dot{q}_w . Vyjadriť ich možno vzťahmi, ktoré sú považované aj za druhú a tretiu základnú podmienku pre vytvorenie tepelnej pohody.

$$t_k = f(\dot{q}_m)$$

$$\dot{q}_w = g(\dot{q}_m)$$

Dosadením vzťahov z druhej a tretej podmienky tepelnej rovnováhy dostávame funkčný vzťah, ktorým vyjadříme optimálny teplotný režim prostredia.

$$f(\dot{q}_m, R_{cl}, t_i, t_r, w, p_v)$$

Pod pojmom tepelná pohoda rozumieme stav prostredia taký, pri ktorom človek nepociťuje nadmerné teplo alebo chlad. O jeho dosiahnutí hovoríme vtedy, ak je dosiahnutá rovnováha medzi teplom vyprodukovaným ľudským telom a jeho tepelnými stratami. Produkcia vnútorného tepla je pre rozličné činnosti odlišná. Príklady niektorých činností a veľkostí produkovaného vnútorného tepla sú v tabuľke Tab 2 [1]

Tab. 2 Produkcia vnútorného tepla človeka

Druh činnosti	Intenzita vnútornej produkcie tepla $\dot{q}_m \left(\frac{W}{m^2}\right)$
Pokojný spánok	40
Odpočinok v sede	60
Státie	70
Kancelárske práce	65 až 70
Práce v domácnosti	90 až 120
Ľahká fyz. práca	80 až 160
Stredná fyz. práca	120 až 160
Ťažká fyz. práca	180
Chôdza po rovine 3km/h	110
Chôdza po rovine 5km/h	180
Beh po rovine 9km/h	380
Tanec	140 až 260
Gymnastika	170 až 230

Koľko tepla stratí ľudské telo závisí na množstve tepla odvádzaného do prostredia formou vedenia, prúdenia, sálania, dýchania vyparovaním potu a pod.

1.3 Faktory ovplyvňujúce tepelný stav prostredia

Štyri faktory ovplyvňujúce tepelný stav prostredia:

- relatívna vlhkosť φ (%),
- rýchlosť prúdenia vzduchu w (m/s),
- teplota okolitého vzduchu t_i (°C),
- stredná radiačná teplota okolitých plôch t_r (°C).

Ďalšie faktory súvisiace s osobou a účelom miestnosti, ktoré ovplyvňujú tepelnú pohodu sú:

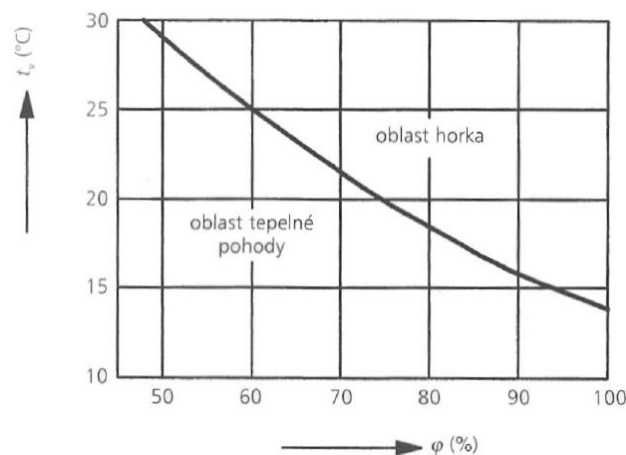
- tepelný odpor oblečenia $clo = 1,555$ ($m^2 \cdot K/W$),
- aktivita človeka vyjadrená jeho metabolizmom (W/m^2).

1.3.1 Relatívna vlhkosť vzduchu

Relatívna vlhkosť vzduchu patrí medzi významné faktory s vplyvom na kvalitu vnútornej mikroklimy, ďalej s vplyvom na pracovný výkon ako aj na pracovnú pohodu a celkový zdravotný stav človeka. Odporúča sa ju preto udržiavať v rozpätí $35\% < \varphi < 70\%$., pričom optimálna vlhkosť vzduchu vo vnútorných priestoroch by sa mala pohybovať v rozpätí od 45% do 55% pri teplote 18 až 21°C.

Ak sa vlhkosť vzduchu v miestnostiach pohybuje pod dolnou hranicou 45% hovoríme o suchom vzduchu. Tento, môže u ľudí v miestnosti spôsobovať vysušovanie nosnej sliznice, taktiež vysušovanie ústnej dutiny, či očných spojiviek a spôsobovať tak bolesť, štipanie, pálenie, rezanie, či iné kontraindikácie. Ak sa vlhkosť vzduchu v miestnostiach pohybuje nad hornou odporúčanou hranicou 60% hovoríme o príliš vlhkom vzduchu. Tento potom predstavuje riziko vzniku spór plesní a rôznych patologických mikroorganizmov, ktoré sa podieľajú na šírení infekcií hlavne dýchacích ciest.

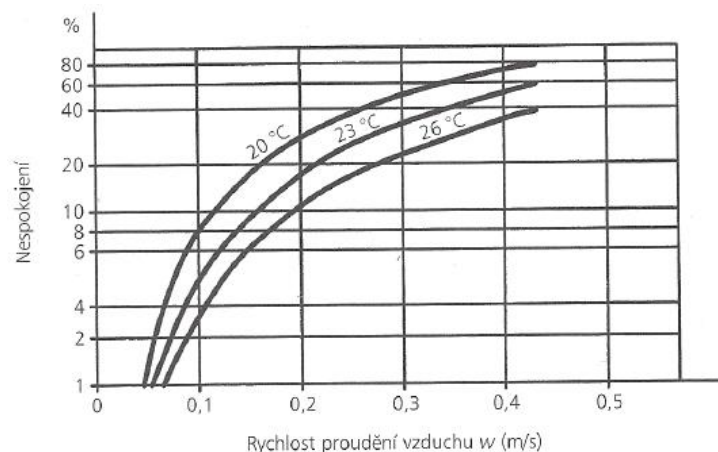
Tolerancia na relatívnu vlhkosť vzduchu sa však u každého jedinca rôzni, vo všeobecnosti je ale pomerne vysoká. Prechod z tepelnej pohody až do úrovne intolerancie, resp do úrovne „horca“ je znázornený na nasledujúcom obrázku.



Obr. 1 Prechod z tepelnej pohody to oblasti horka [1]

1.3.2 Rýchlosť prúdenia vzduchu

Rýchlosť prúdenia vzduchu je tiež faktorom, ktorý vplýva na celkový pocit tepelnej pohody, pričom citlivosť na prúdenie vzduchu je podmienená hlavne teplotou prúdiaceho vzduchu. Ak je prúdiaci vzduch v uzavretom priestore chladný, zvýši sa miera citlivosti naň. Vo vnútorných priestoroch budov by sa mala rýchlosť prúdenia pohybovať maximálne v intervale $0,1$ až $0,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Závislosť nespokojných používateľov na priemernej rýchlosti prúdenia vzduchu je vyobrazená na obrázku.



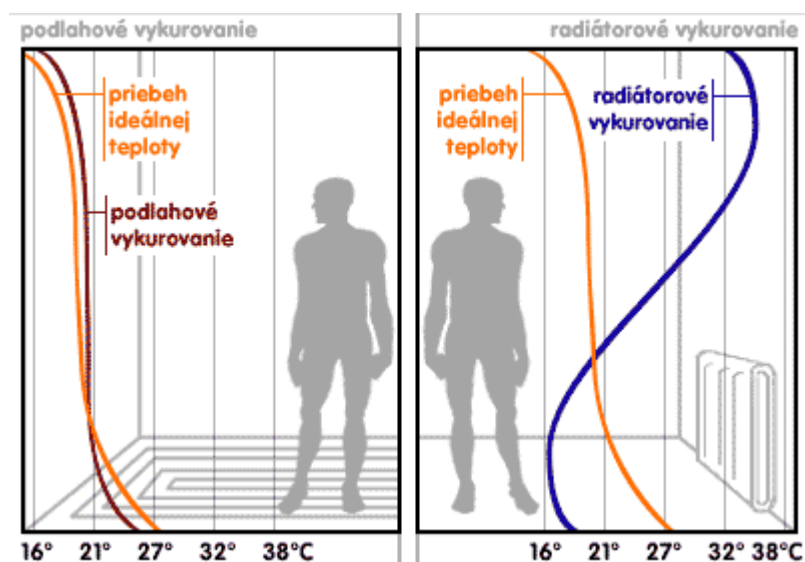
Obr. 2 Závislosť percenta nespokojných používateľov na priemernej rýchlosti prúdenia vzduchu [1]

1.3.3 Teplota okolitého vzduchu

Teplota okolitého vzduchu sa vo vnútri budov rôzni. Môžeme hovoriť o zvislej, resp. vertikálnej nerovnosti, ktorú ovplyvňuje výška priestorov, nerovnomernosť ochladzovania stavebných konštrukcií a spôsob, akým sa privádza do priestorov teplo. Pri využití

podlahového vykurovania je rozdiel teplôt vzduchu v priestoroch minimálny a približuje sa k ideálnemu rozloženiu tepla. Pri vykurovaní pomocou konvenčných telies je teplotný rozdiel badateľnejší, pričom teplota kulminuje pod stropom a na podlahe potom dosahuje teplota minimum. Pri zohľadňovaní tepelnej pohody človeka, by sa mal dodržať u stojacej osoby maximálne 2° teplotný rozdiel (medzi nohami človeka a miestom hlavy) a u sediaceho človeka rozdiel maximálne 1,5° C.

Vlastná stavba a jednotlivé systémy technického zariadenia budov, by pre zabezpečenie tepelnej pohody mali byť riešené tak, aby počas vykurovacieho zimného obdobia bola stanovená určitá hraničná minimálna teplota a počas letného nevykurovacieho obdobia stanovená určitá maximálna hraničná teplota.



Obr. 3 Profil podlahového a radiátorového vykurovania [2]

1.3.4 Stredná radiačná teplota okolitých plôch

Účinnú teplotu okolitých plôch môžeme definovať ako spoločnú teplotu okolitých plôch, pri ktorej je celkový tok sálaním medzi povrchom oblečeného ľudského tela a okolitými plochami rovnaký ako v skutočnosti. Vyjadruje sálavý účinok konštrukcií ohraničujúcej miestnosť [3].

$$t_u = (\varphi_{r1} \cdot T_1^4 + \varphi_{r2} \cdot T_2^4 + \dots + j_m \cdot T_n^4)^{0.25} - 273 \quad [^{\circ}\text{C}].$$

V technickej praxi sa často nahrádza strednou (priemernou) teplotou plôch.

$$t_{si,m} = \sum (t_{sj} \cdot S_j) / \sum S_j \quad [^{\circ}\text{C}],$$

kde je:

t_{sj} - teplota povrchu jednotlivé ohraničující konstrukcie,

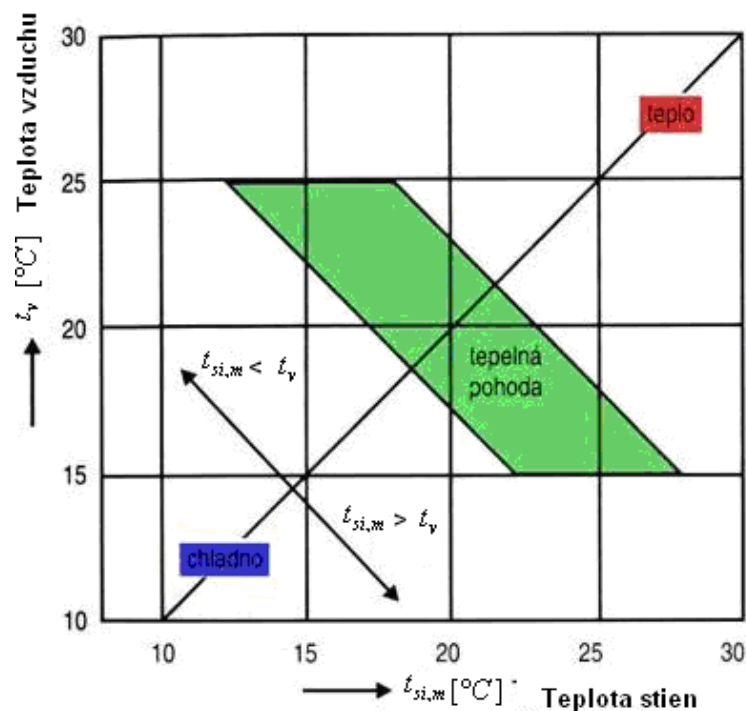
S_j - plocha ohraničující konstrukcie, ktorá má rovnakú povrchovú teplotu,

$\sum S_j$ - súčet všetkých plôch, ktoré ohraničujú miestnosť.

Ak povrchová teplota konštrukcií ohraničujúcej priestor klesá, pre zachovanie rovnakej tepelnej pohody je potrebné súčasne zvyšovať teplotu vzduchu. Túto podmienku možno vyjadriť rovnicou:

$$t_v + t_{si,m} = 38 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Pomer oboch teplôt je limitovaný. Ak berieme do úvahy miestnosť s výslednou teplotou (globeteploťou) v rozpätí 18.5 - 21.5 °C, môže sa teplota vzduchu pohybovať v rozpätí 15 - 25 °C a povrchová teplota okolitých plôch v rozpätí od 12 do 28 °C [3].



Obr. 4 Oblasť tepelnej pohody v závislosti na teplote vzduchu a priemernej teplote okolitých plôch [2]

1.4 Škodliviny

Medzi škodliviny radíme všetky látky ako plyny, prach, pary, fyziologické a biologické javy a pod., ktorých prítomnosť v prostredí pôsobí či poškodzuje zdravie

človeka, zvierat či rastlín, alebo negatívne pôsobí na životnosť stavby a uskladneného materiálu.

1.4.1 Nadmerné teplo a vlhkosť

Nadmerná produkcia tepla a vlhkosti v miestnosti môže narušovať tepelnú pohodu. Za účelom vytvorenia tepelnej pohody je nutné nadmerné teplo odvádzať. Pre odvod tohto tepla vetracím systémom bola stanovená norma ČSN 73 0548 Výpočet tepelnej záťaže klimatizovaných priestorov.

Tab. 3 Prípustné hodnoty mikroklimatických podmienok [1]

Trieda práce	M (W/m ²)	Operatívna teplota t _o (°C)			v (m/s)	φ (%)	Intenzita pocení SR (g/h) ^{***}
		t _{o,min}	t _{o,opt}	t _{o,max}			
I	≤ 80	20	27 ± 2	28	0,1 až 0,2	30 až 70	107
II a	81 až 105	18	20 ± 2	27	0,1 až 0,2		136
II b	106 až 130	14	16 ± 2	25	0,2 až 0,3		171
III a	131 až 160	10*	12 ± 2*	26*	0,2 až 0,3		256
III b	161 až 200	10**	12 ± 2**	26**	0,2 až 0,3		359

t_{o,min} (°C) minimálna hodnota operatívnej teploty pro tepelný odpor oděvu 1 clo

t_{o,opt} (°C) operatívna teplota pro tepelný odpor oděvu 0,75 clo

t_{o,max} (°C) operatívna teplota pro tepelný odpor oděvu 0,5 clo

SR (g/h) intenzita pocení

* z hlediska energetického výdeje práce není celosměrně únosná pro ženy

** z hlediska energetického výdeje práce není celosměrně únosná pro muže

*** platí pro osobu o ploše povrchu těla 1,8 m², t_o stanovená pro 60 % relativní vlhkost vzduchu

1.4.2 Zápachy

Plynné zložky vnímané zmyslovými orgánmi ako zápachy resp. pachy, sú anorganického alebo organického pôvodu a vo vnútorných priestoroch budov vznikajú hlavne pri činnosti človeka, resp. vznikajú uvoľňovaním látok z materiálov. Pachy však nevnikajú len vo vnútornom prostredí budov, ale môžu do interiéru budov zasahovať z vonkajšieho okolia. Pachy nepredstavujú pre zdravie človeka priame ohrozenie, ale môžu znehodnocovať a zle vplývať na pocit komfortu človeka. Zápach a jeho koncentráciu nie je možné adekvátne merať, nakoľko niektoré zložky už pri nízkej koncentrácii indikujú zápach. Podľa Zwaardemarkerovej stupnice existuje päť základných typov zápachov. [1]

- Éterické (ľudské pachy)
- Aromatické (pachy rozkladajúceho sa zrelého ovocia)
- Izovalerické (pachy potu a z fajčenia tabaku)
- Narkotické (pachy rozkladajúcich sa proteínov)
- Zažlké (pachy mliekarenských výrobkov)

1.4.3 Toxické škodliviny

Medzi toxické zložky prostredia radíme plynné zložky ovzdušia vyvolávajúce patologické zmeny a teda toxické plyny. Ich pôvod je dvojakého druhu a to prenikaním z exteriéru alebo vznikom v interiéri. Z exteriéru prenikajú napr. oxidy síry, oxidy uhoľnatý, ozón atď. a v interiéroch vznikajú škodliviny ako formaldehyd, styren či zmesi rôznych organických látok. Tieto škodliviny vznikajú buď činnosťou človeka alebo uvoľňovaním zo stavebných látok.

Škodliviny sa vyskytujú v koncentráciách, ktoré sa vyjadrujú:

- Objemovo (ppm)
- Hmotnostne (mg/m^3)
- Počtom častíc v objemovej jednotke

Prípustné expozičné limity sú stanovené podľa Nařízení vlády č. 178/2001 Sb. [1]

1.4.4 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý dosahuje rozdielnu koncentráciu vo vonkajších priestoroch ako v tých vnútorných, pričom vo vnútorných priestoroch je vždy koncentrácia vyššia. Práve z tohto dôvodu je oxid uhličitý považovaný za najbežnejší kontaminant vnútorného ovzdušia.

Hlavným producentom oxidu uhličitého vo vnútorných priestoroch je človek resp. metabolizmus a dýchacie a termoregulačné procesy prebiehajúce v jeho organizme. Koncentrácia oxidu uhličitého sa vo vnútornom prostredí úmerne zvyšuje spolu so zvyšujúcim sa počtom ľudí v miestnosti. Okrem počtu ľudí v miestnosti na koncentráciu vplýva aj veľkosť priestoru a jeho nedostatočné odvetrávanie. Hodnotenie miery koncentrácie oxidu uhličitého je neľahkou záležitosťou. Jeho zvýšenú mieru nie je jedinec po určitom čase schopný svojimi zmyslami posúdiť, keďže sa čuchové orgány prispôsobujú koncentrácii pachov. Táto situácia je badateľná napr. po vstupe do miestnosti, kedy čuchové orgány indikujú zvýšenú mieru oxidu uhličitého, v podobe „ťažkého, vydýchaného vzduchu“, po čase si však na koncentráciu privyknú. V určitom momente, však dochádza k badateľnému vplyvu zvýšenej koncentrácie oxidu uhličitého na ľudský organizmus, v podobe malátnosti, unavenosti, vyčerpanosti, neschopnosti sa sústrediť, prípadne bolesťami hlavy. V podstate možno konštatovať, že zvýšená miera oxidu uhličitého má nepriaznivé účinky na chod ľudského organizmu a spôsobuje malátnosť a letargiu. [4] [5]

Tab. 4 Účinky CO₂ na člověka [5]

Množstvo častíc na meter štvorcový	Účinky na ľudský organizmus
cca 350	úroveň vonkajšieho prostredia
do 1000	doporučená úroveň CO ₂ vo vnútorných priestoroch
1200 - 1500	doporučená maximálna úroveň CO ₂ vo vnútorných priestoroch
1000 - 2000	nastávajú príznaky únavy a klesania koncentrácie
2000 - 5000	nastávajú možné bolesti hlavy
50000	maximálna bezpečná koncentrácia bez zdravotných rizík
> 5000	nevoľnosť a zvýšený tep
> 15 0000	dýchacie problémy
> 40 000	možná strata vedomia

1.4.5 Aerosólové škodliviny

Aerosóly sú veľmi jemné tuhé alebo kvapalné častice rozptýlené v ovzduší. Tuhé aerosóly vznikajú napr. pri opracovaní tuhých materiálov či oxidácii anorganických látok a voláme ich prach. Na ľudský organizmus môžu pôsobiť fyzikálne, chemicky, biologicky a fyzikálno-chemicky. [1]

1.4.6 Mikrobionálne škodliviny

Medzi tieto škodliviny zaraďujeme baktérie, vírusy, plesne a iné mikroorganizmy, ktoré sa vyskytujú v ovzduší a môžu spôsobiť alergické či toxické prejavy alebo infekčné ochorenia. Širia sa prostredníctvom aerosólov a miestnosti s väčším výskytom ľudí vždy obsahujú choroboplodné zárodoky. Najjednoduchším spôsobom ako sa týchto škodlivín zbaviť je intenzívna výmena vzduchu, nakoľko k existencii potrebujú nosiče ako napr. čiastočky prachu. [1]

1.4.7 Ionizačné škodliviny

Zdrojom týchto škodlivín sú rádioaktívne látky ako Radon a jeho produkty vznikajúce rozpadom radia. Celosvetovo rešpektovaná prípustná hodnota objemovej koncentrácie je pre existujúce budovy 400 Bq/m³, pre renovované domy 200 Bq/m³ a pre novostavby 70 Bq/m³. [1]

1.4.8 Elektrostatický stav prostredia

Elektrostatické pole, ktoré vzniká pohybom tuhých alebo tekutých látok, môže za určitých podmienok nadobúdať hodnoty až 20 000V, čo má samozrejme negatívny vplyv

na človeka ale aj na predmety a samotné budovy. Redukovať ju môžeme použitím vhodného odevu, uzemnením alebo použitím antistatickej podlahy. [1]

1.4.9 Elektromagnetický stav prostredia

Priestor, v ktorom sa prejavujú účinky elektromagnetických vln nazývame elektromagnetické pole. Elektromagnetické mikroklima tvoria elektromagnetické vlny s frekvenciou od 30MHz do 30 Ghz. V exteriéroch býva najčastejším prírodným zdrojom slnečné žiarenie či búrka. Z umelých zdrojov v exteriéroch môžeme hovoriť o rôznych vysielateľoch či vedeniach vysokého napätia a v interiéroch napr. o mikrovlnných rúrach. Najcitlivejšími časťami tela na tento druh žiarenia sú oči, pohlavné orgány a nervový systém. [1]

1.4.10 Elektroionový stav prostredia

Pohoda človeka taktiež závisí od počtu voľných iónov vo vzduchu, na tzv. elektroionovom mikroklimete. V prípade že sa porušia normálne podmienky a neutrálne molekuly plynu zmenia svoj náboj tak sa tento stav prejaví na človeku zvýšenou únavou, bolesťami hlavy, nespavosťou, závratmi či nevoľnosťou. K takémuto narušeniu stavu iónov dochádza prirodzeným a umelým spôsobom. Medzi prirodzené spôsoby patria poveternostné zmeny či atmosferické poruchy. Medzi umelé narušenia patria rôzne strojné zariadenia, splodiny rôznych procesov či deformáciou elektrického poľa Zeme. [1]

1.4.11 Hluk

Škodlivý je pre človeka, keď zvukové vlny s rôznymi amplitúdami a frekvenciami prekračujú určité hodnoty. Tento dej znižuje pracovnú výkonnosť a ovplyvňuje pohodu prostredia. Relatívne trvalý vplyv hluku na ľudský organizmus pôsobí negatívne najmä na psychiku človeka, sluchový analyzátor a vegetatívny nervový systém. [1]

2 VETRACIE SYSTÉMY

Vetracie systémy slúžia na dopravovanie čerstvého vzduchu do interiéru budov a sú nevyhnutnú súčasťou adekvátneho fungovania akéhokoľvek typu budovy. Vetracie systémy sa využívajú na zabezpečenie maximálneho komfortu ľudí, ďalej na zabezpečenie optimálnej klímy a kvality prostredia, pričom sú pre maximálny efekt kombinované a využívané rôzne druhy vetracích systémov.

Vetracie systémy možno podľa druhu vetrania rozdeliť na prirodzené vetranie a nútené vetranie, ktoré môže byť buď podtlakové, rovnotlakové, pretlakové alebo hybridné vetranie.

Vetracie systémy možno rozčleniť aj podľa zabezpečovania prídavnej funkcie, ktorou môže byť chladenie a ohrievanie vzduchu alebo zvlhčovanie a odvlhčovanie vzduchu. Prípadne existuje členenie aj podľa distribúcie na centralizované a decentralizované vetracie systémy.

2.1 Prirodzené vetranie

Prirodzené vetranie je považované za najčastejšie využívaný a najjednoduchší spôsob vetrania, pričom je na vetranie využívaná prírodná sila, gravitácia- prirodzené gravitačné vetranie a na dodávanie čerstvého vzduchu prirodzená ventilácia využívajúca vietor a vztlak. Tento druh vetrania je síce najrozšírenejší, ale taktiež aj najmenej účinný spôsob vetrania a je možné ho preto zefektívniť ďalšími kombináciami vetracích systémov. [6, 7]

Prirodzené vetranie zahŕňa [6, 7]:

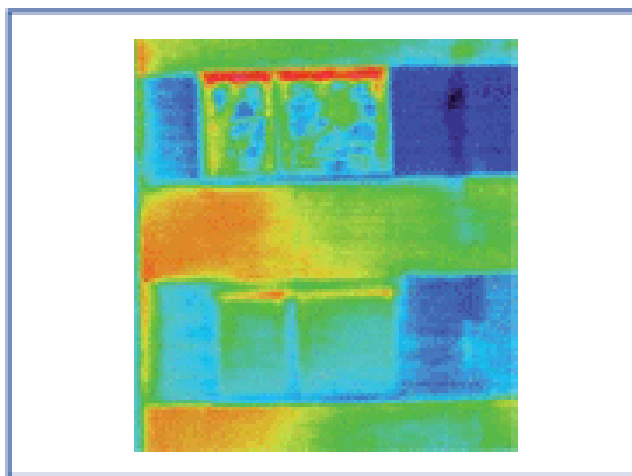
- infiltráciu a exfiltráciu,
- vetranie oknom,
- šachtové vetranie,
- aeráciu.

Infiltrácia a exfiltrácia

Predstavuje prirodzený spôsob výmeny vzduchu. U tohto spôsobu nastáva vnikanie vzduchu do budovy prostredníctvom tlakového rozdielu, ktorý je vyvolaný gravitačnou silou a pôsobením vetra. Unikanie vzduchu nastáva pomocou netesností v špárach okien prípadne pórnymi použitých stavebných materiálov.

Infiltrácia a exfiltrácia je teda ovplyvnená prievzdušnosťou škár, ktorá súvisí s kvalitou tesnenia u okien a dverí v budove, od samotného umiestnenia budovy ako aj od smeru a sily poveternostných podmienok.

V modernej dobe začína byť tento spôsob nevyhovujúci a prekonaný, nakoľko akékoľvek netesnosti sú v budove nežiaduce, pretože narúšajú obvodový plášť budov, čím vznikajú tepelné straty. Netesnostiam sa teda moderné budovy vyhýbajú v snahe minimalizovať tepelné straty [6, 8]



Obr. 5 Únik tepla netesnosťami okien v zimnom období [8]

V zimnom vykurovacom období však nastáva neriadené intenzívne vetranie s veľkými tepelnými stratami. Pri inštalácii moderných tesných okien je teda princíp nefunkčný. Intenzita a výskyt vetrania sa nedá regulovať takže celý systém znefunkčňuje a samotná výmena vzduchu pomocou infiltračie je nepostačujúca [8]

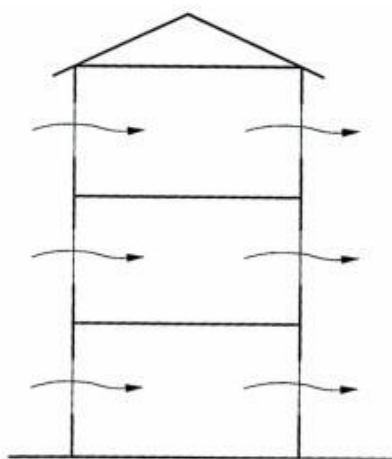
Prirodzené vetranie prostredníctvom otvoreného okna

Vzhľadom na nedostatočnú intenzitu vetrania pri infiltračii a exfiltrácii sa využíva ďalší spôsob prirodzeného vetrania a tým je vetranie otvoreným oknom. Výmena vzduchu otvoreným oknom je možná vďaka rozdielu teplôt vo vnútri budovy a vo vonkajšom okolí budovy a vďaka pôsobeniu vetra.

V prípade že prúdy studeného a teplého vzduchu prúdia rovnakým oknom hovoríme o gravitačnom princípe vetrania. Ak sa však otvorí okná na dvoch stranách budovy, resp. na náveternej a záveternej strane budovy, využíva sa na výmenu vzduchu vetraním vplyv vetra. Pri využití vetra na výmenu vzduchu dochádza k premene pohybovej energie vetra

na tlakovú energiu a vytvorí sa tlakový rozdiel. Tento spôsob vetrania sa nazýva priečne vetranie vid'. obrázok *Obr. 6*.

Tento typ prirodzeného vetrania patrí taktiež k tým bežným a dokonca pri využití do určitej hĺbky priestoru aj k účinným spôsobom výmeny vzduchu. Najväčšia účinnosť je pri odvetrávaní malých priestorov. Problémom u tohto typu vetrania je okrem prieniku neupraveného vzduchu do interiéru budov aj prienik hluku ďalej nutnosť vetranie opakovať v pravidelných intervaloch, inak nastáva rapidný pokles kvality vzduchu v miestnosti a taktiež tepelné straty budov, ktoré dosahujú výšky až 50% - 75% z celkových tepelných strát budovy. [8, 9, 10]



Obr. 6 Priečne vetranie oknami [1]

Šachtové vetranie

Šachtové vetranie znázornené na nasledujúcom obrázku, funguje na princípe odvádzania vzduchu nad strechu budovy prostredníctvom vetracieho otvoru zakončeného zvislým priedomom, resp. šachtou. Toto napojenie na šachtu s určitou výškou zabezpečí zvýšenie tlakového rozdielu, vznikajúceho medzi vnútorným a vonkajším vzduchom. U šachtového vetrania je možné aktívne využiť aj vplyv vetra a zvýšiť účinný ťah šachty použitím aerodynamickej výfukovej hlavice.

Vetracie mriežky z jednotlivých vetraných priestorov v budove sa vedú do zbernej vetracej šachty, väčšinou sa jedná o komín, svetlík, murovaný priestor alebo klasické potrubie.

Šachtové vetranie je lacným variantom vetracieho systému a jeho prevádzka nevyžaduje údržbu. Týmto spôsobom však nie je možné kontrolovať dopravovaný objem

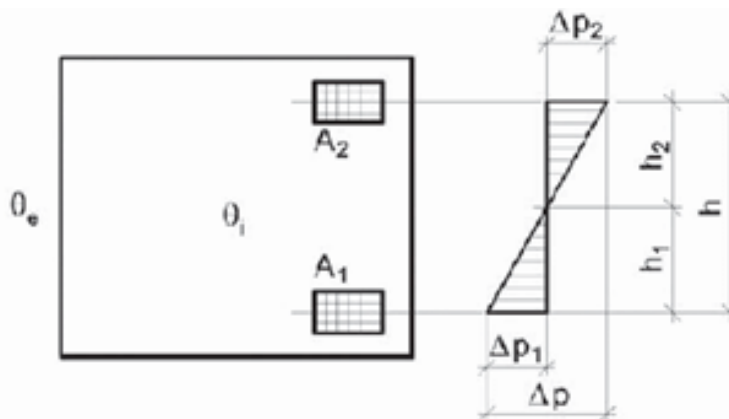
vzduchu a problémem môže byť aj hluk šíriaci sa z okolia do vnútra budovy prírodným otvorom, prípadne nefunkčnosť systému vetrania v prechodnom období. [10]



Obr. 7 Schéma šachtového vetrania [10]

Aerácia

Aerácia predstavuje systém trvalej výmeny vzduchu prostredníctvom dvoch otvorov rôznych veľkostí. Funguje na princípe rozdielu tlaku, ktorý spôsobí pohyb vzduchu medzi dvomi otvormi s plochou A_1 a A_2 , pričom sú dané otvory umiestnené v miestnosti nad sebou. V prípade bezvetria sa aerácia iniciuje iba vďaka teplotným výkyvom medzi vnútorným a vonkajším prostredím. Ak je však teplota vnútorných priestorov a okolia budovy rovnaká, vetranie nie je účinné. Nevýhodou tohto systému sú veľké tepelné straty, ktoré vznikajú v zimnom období vďaka neriadenému masívnemu vetraníu. [10]



Obr. 8 Schéma vetrania areáciou [10]

2.2 Nútené vetranie

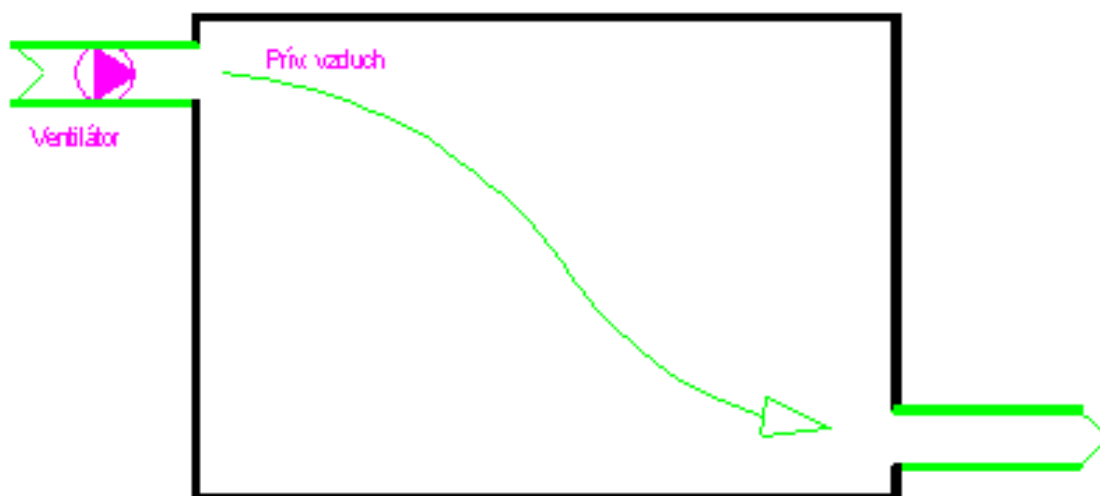
Nútené vetranie je systém vetrania, ktorý funguje na princípe prívodu vzduchu do miestnosti za využitia zámerne vytvorených vetracích kanálov a nasávacích a odsávacích ventilátorov. Vďaka tomuto systému je možné zabezpečiť kontinuálny kontrolovaný prívod čerstvého vzduchu, u ktorého je možné upravovať aj jeho kvalitu. Pri nútenom vetraní nedochádza k vzniku prievanu, víreniu prachu a k vysušaniu, pričom sa znižujú aj energetické a tepelné straty. [12, 13]

Nútené vetranie môže byť:

- podtlakové,
- rovnotlakové
- pretlakové ,
- hybridné vetranie [12, 13]

Nútené pretlakové vetranie

Tento systém vetrania sa využíva na miestach so zhoršenou kvalitou vonkajšieho vzduchu, pričom je v tomto prípade nežiaduca infiltrácia pre vetraný priestor. Tlak sa vo vnútornom vetranom priestore zvýši o 20-30 Pa, takže nie je možný prienik škodlivín s vonkajšieho prostredia do vnútorného. Nútené pretlakové vetranie sa využíva napr. v laboratóriách, farmaceutických prevádzkach v divadlách, kotolniciach a pod. Princíp pretlakového vetracieho systému zobrazuje obrázok *Obr. 9*. [8, 13]

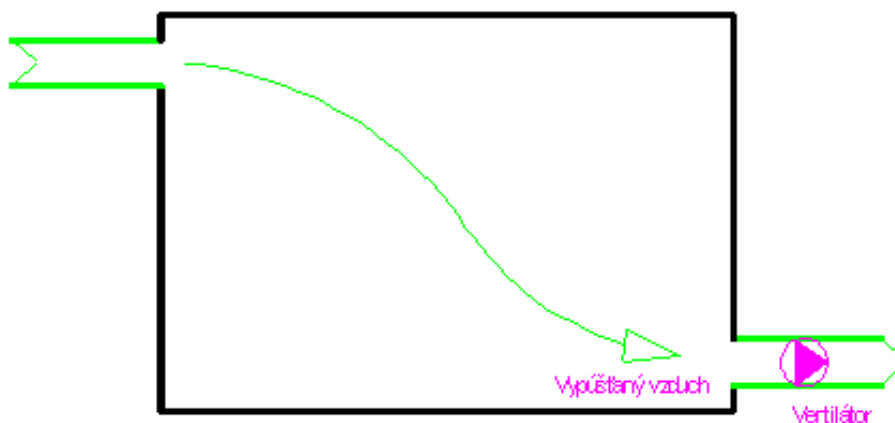


Obr. 9 Pretlakový vetrací systém [14]

Nútené podtlakové vetranie

Nútené podtlakové vetranie funguje na princípe núteného prietoku vzduchu a je jednoduchou modifikáciou gravitačného vetrania. Nútený prietok vzduchu je zabezpečovaný namontovanými odsávacími ventilátormi, ktoré odsávajú vopred stanovený objem vzduchu.

V odvetrávanom priestore vznikne podtlak, ktorý zapríčiní, že špeciálne vybudované vetracie otvory a prípadné netesnosti nasávajú čerstvý vzduch. U tohto druhu systémov sa ventilátor umiestňuje do oblasti prívodného vzduchovodu a vzduch potom odchádza cez plášť budovy takže vypúšťací vzduchovod sa môže zanedbať. Podtlak v odvetrávanom priestore je 20 -30 Pa. Systém podtlakového vetrania zabraňuje vzduchovému úniku do vedľajších priestorov a využíva sa v situáciách, kedy je kvalita vzduchu vetraného priestoru škodlivá pre okolie, napríklad toalety, priemyselné prevádzky, plavárne a pod. Princíp podtlakového vetracieho systému zobrazuje ďalší obrázok na *Obr. 10*. [6, 8, 13]



Obr. 10 Podtlakový vetrací systém [14]

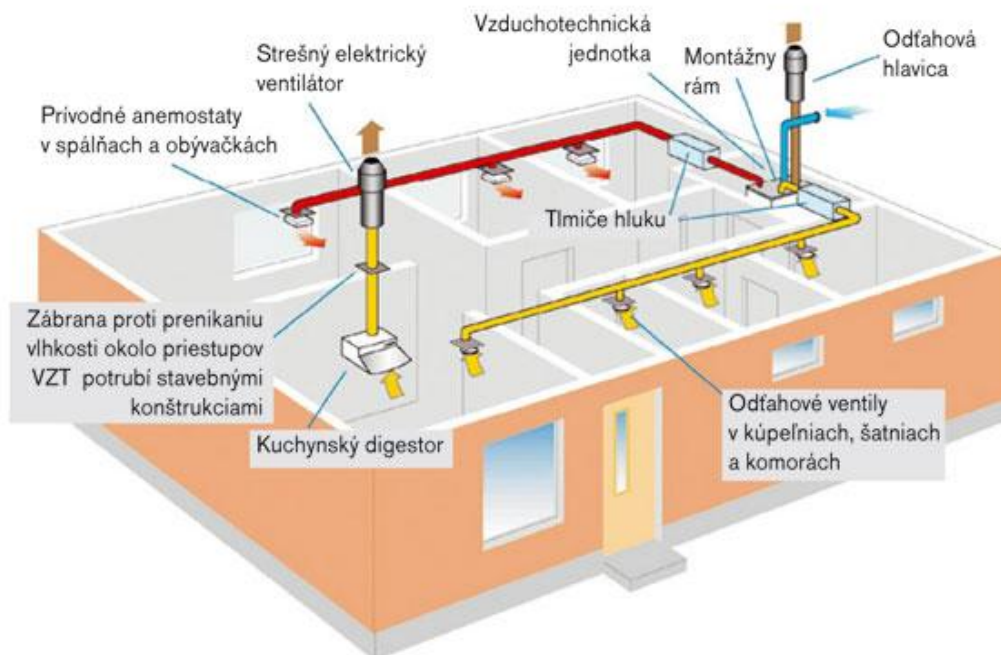
Rovnotlakový vetrací systém

Rovnotlakový vetrací systém je charakterizovaný núteným prívodom upraveného vzduchu a núteným odvodom rovnakého objemu vzduchu z priestoru budovy. Pri využití tohto druhu vetrania nevzniká v priestoroch prievan, či vírenie prachových častíc vo vzduchu, ako nenastáva ani vysušanie.

V miestnostiach tak nevzniká prievan a vírenie prachu a nedochádza k vysušaniu. Rôznymi spôsobmi upravovať. Na úpravu vzduchu sa využíva filtrovanie, predhrievanie vo výmenníku na spätné získavanie tepla a ohrievanie. Prívod vzduchu do priestoru je možný vďaka koncovým distribučným prvkom a odvádzanie vzduchu je možné zas vďaka

odsávacím elementom. Rovnotlakový vetrací systém nie je závislý na vonkajších poveternostných podmienkach a vymieňaný vzduch v priestoroch má stanovené konštantné parametre.

Systém je nezávislý od vonkajších poveternostných podmienok a výmena vzduchu v miestnostiach má konštantne definované parametre. [13, 15, 10]



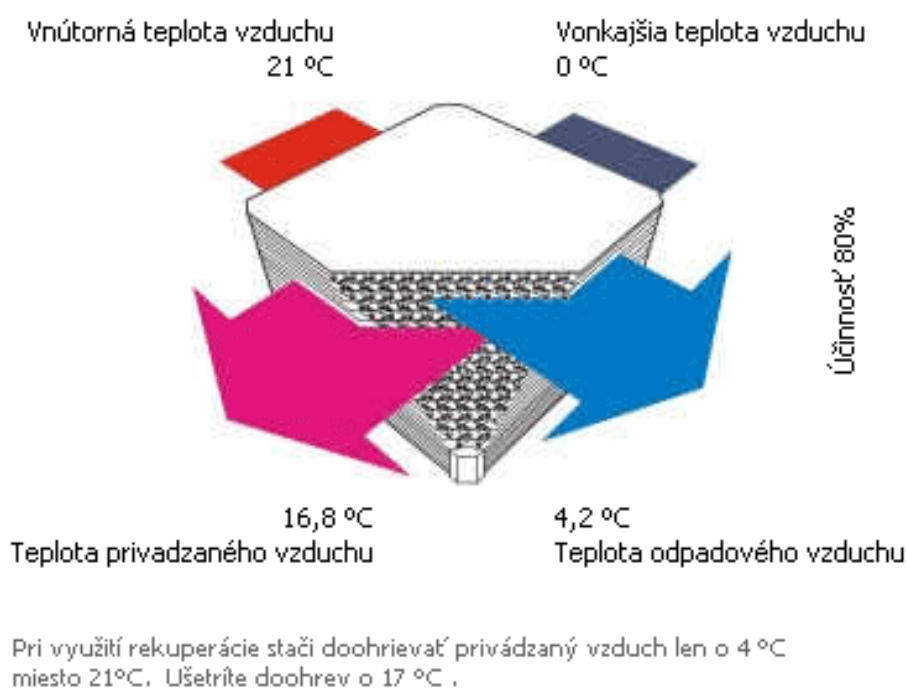
Obr. 11 Systém núteného vetrania

2.3 Rekuperácia vzduchu

Rekuperácia vzduchu je jednou z možností ako vo vnútorných priestoroch budov zabezpečiť prísun čerstvého vzduchu a minimalizovať tepelné straty. Rekuperácia alebo aj spätné získavanie tepla funguje na princípe predhrievania alebo ochladzovania privádzaného vzduchu odpadovým vzduchom. Tento proces sa odohráva v rekuperačnom výmenníku, pričom odvádzaný vzduch odovzdáva väčšinu svojho tepla vzduchu privádzanému resp. čerstvému. Zjednodušene povedané odpadové teplo sa využíva na ohrev chladnejšieho privádzaného vzduchu. Jeho účinnosť sa môže pohybovať v rozmedzí od nuly až po sto percent. Účinnosť rovná nule, môže byť prirovnaná k účinnosti prirodzeným vetraním, resp. vetraním otvoreným oknom. Pri tomto druhu vetrania je vzduch bez akéhokoľvek úžitku odvádzaný a na jeho miesto je privádzaný čerstvý vzduch. Miestnosť pritom mení svoju teplotu až na úroveň vonkajšej teploty. Naopak sto percentná účinnosť by nastala v prípade, kedy by pri odvádzaní vzduchu bola predaná všetka teplota

vzduchu privádzanému a to by znamenalo vetranie bez akejkol'vek energetickej straty. Bežne dostupné rekuperátory sú reálne účinné zhruba na 30-90%, pričom hodnote vyššej ako 60% je účinnosť považovaná za dobrú a nad 80% za špičkovú.

Rekuperácia vzduchu sa v moderných budovách stáva štandardom a rekuperačné jednotky sa inštalujú priamo do vetracích jednotiek. Rekuperácia vetrania je tak prakticky využiteľná v rôznych typoch budov. [16, 17, 18]



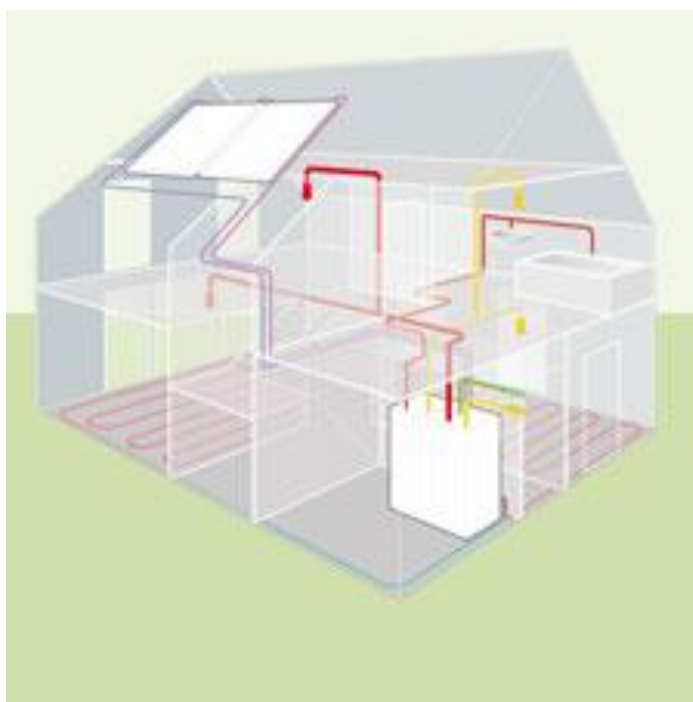
Obr. 12 Princíp rekuperácie [16]

2.4 Centrálny vetrací systém

Všetky vetrané priestory sú vetracími rozvodmi napojené na jednu centrálnu vetraciu jednotku, ktorá sa väčšinou umiestni na strechu, alebo do technickej miestnosti. Centrálny vetrací systém môže byť bez rekuperácie, ale pre lepšie využitie energie a zabránenie tepelným stratám sa častejšie využíva jednotka s rekuperáciou.

Centralizovaný vetrací systém s rekuperáciou využíva výkonnú vetraciu jednotku umiestnenú na vhodnom mieste v budove a izolované potrubie dodávajúce čerstvý vzduch do priestorov. Znečistený vzduch z kúpeľní, toaliet a kuchynských priestorov je odsávaný potrubím späť cez vetraciu jednotku, v ktorej predáva svoju tepelnú energiu nasávanému čerstvému vzduchu. Na tento systém môže byť napojený aj zemný kolektor na predhrievanie vzduchu v zime a jeho ochladzovanie v lete.

Odvádzaný vzduch sa nahrádza privádzaným v rovnakom množstve, ide teda o rovnotlakový vetrací systém, keď prívod vzduchu do interiéru nie je riešený nasávaním cez netesnosti, ale riadene s možnosťou úpravy. Privádzaný vzduch je v rekuperačnom výmenníku vetracej jednotky predhrievaný a filtráciou zbavený nečistôt. Po prefiltrovaní a ohriatí v rekuperačnej jednotke sa vzduch pomocou distribučného potrubia privádza do priestorov. Toto potrubie môže byť umiestnené do podlahy alebo do podstrešného priestoru. Široký sortiment ovládacích a radiacích prvkov zaisťuje jednoduché riadenie používateľom, ale aj úplne automatický chod. Sensory kvality vzduchu, vlhkosti a CO₂ zaručujú účinné využitie technológie vetrania s rekuperáciou v priamej závislosti od stavu vnútorného prostredia vetraného priestoru. [8, 19, 20]



Obr. 13 Centrálny vetrací systém [21]

2.5 Decentrálny vetrací systém

Centrálnе vetranie s rekuperáciou je možné nahradiť v priestoroch budovy lokálnymi jednotkami. Tento spôsob je možné využiť pri dodatočnej inštalácii do už obývaných budov, prípadne je možné tento spôsob využiť v miestnostiach v ktorých nie je dostatok priestoru na rozvody vzduchu. Spomínané lokálne jednotky dosahujú rôzneho výkonu, ktorý závisí od veľkosti a od využitia jednotlivých miestností. Aby boli splnené hygienické požiadavky, inštalujú sa samostatné jednotky pre toalety a kúpeľne a samostatné jednotky pre kuchyne. Niektoré jednotky sa zas kvôli svojej nízkej hlučnosti inštalujú do miestností

akými sú spálne, iné jednotky sa zas vďaka svojim vstavaným regulátorom vlhkosti pre automaticky riadené vetranie môžu inštalovať do vlhkých priestorov, akými sú napr. kúpeľne a umyvárne. Obrovským plusom týchto zariadení je ich regulovateľnosť, resp. v spojení s regulátorom kvality vzduchu možnosť obmedziť vetranie len na určité miestnosti. Pri inštalovaní priamo do steny, je možné osadiť zariadenia aj v už existujúcich objektoch. Jednotky umiestnené v jednotlivých vetraných priestoroch pracujú každá samostatne. Každá jednotka obsahuje okrem iného aj žalúziu- vonkajšiu, vnútornú a filtre. Vďaka zavedeniu jednotiek v mieste vzniku vlhkosti, škodlivín, pachov možno predchádzať ich ďalšiemu šíreniu. Práve do takýchto priestorov sa potom umiestňuje najdôležitejšia motorická časť vetracieho systému. V takýchto podmienkach potom nepredstavuje problém ani zvýšená hladina hluku. Ďalšou dôležitou časťou vetracieho systému je zariadenie slúžiace na prívod vzduchu. Je možné použiť prírodné prvky, do stien, okien, radiátorov, pričom všetky prírodné prvky musia spĺňať určité kritériá, akými sú napr. hlukový útlm, možnosť regulácie privádzaného vzduchu. [8, 10, 20]

2.6 Časti vetracieho systému

Vetracie systémy sa skladajú z rôznych prvkov, ako sú vzduchotechnická jednotka, filtre, vzduchotechnické rozvody, regulačné prvky, výmenníky, chladiče a ohrievače. [14]

2.6.1 Vzduchotechnická jednotka

Pre úpravu a prúdenie vzduchu sa používa pojem vzduchotechnická jednotka (AHU = Air Handling Unit). Je súčasťou vykurovacej, vetracej a klimatizačnej sústavy. AHU plní teda rôzne funkcie, pričom tou základnou je nasávanie vonkajšieho vzduchu, jeho úprava a následný prívod čerstvého vzduchu do budovy. Spotrebovaný vzduch je nahrádzaný čerstvým, čím sa zabezpečuje jeho vhodná kvalita vo vnútri budovy. Okrem prívodu čerstvého vzduchu, je možné tento aj regulovať, t.j. ho podľa požadovanej kvality vzduchu buď ohrievať alebo chladiť. Pri využití v budovách s nižšími požiadavkami na kvalitu vzduchu, môže byť časť vzduchu recirkulovaná v zmiešavacej komore a tým, sa môže zabezpečovať značná úspora energie. Zmiešavacia jednotka obsahuje klapky na riadenie pomeru vratného, vonkajšieho a spotrebovaného vzduchu. [22]



Obr. 14 Vzduchotechnická jednotka

Vzduchotechnická jednotka je zariadenie tvorené veľkou kovovou skriňou a jednotlivými ventilátormi slúžiacimi na privádzanie a odvádzanie vzduchu. Ďalej je súčasťou AHU aj chladič, ohrievač, rekuperátor, ako aj zmiešavacia komora a klapky, komory vzduchového filtra a tlmiv hľuku. Jednotlivé vzduchotechnické jednotky sa napájajú na vzduchotechnické potrubie, ktoré rozvádza klimatizovaný vzduch po budove a vracia ho do vzduchotechnickej jednotky. Pri navrhovaní polohy strojovne vzduchotechnických zariadení, by sa mala zohľadniť ich hlučnosť a mala by sa umiestniť v dostatočne veľkej vzdialenosti, tak aby nenarušila okolie svojím hlukom, prípadne by sa mala stíšiť využitím tlmivov.

Okrem vhodnej polohy by sa mala zohľadňovať aj možnosť pripojenia prvkov privádzajúcich a rozvádžajúcich vzduch, resp. by sa mala zohľadňovať ich ľahká prístupnosť, ktorá je podstatná hlavne pri vykonávaní bežnej údržby zahŕňajúcej napr. výmenu filtrov, či pri vykonávaní nevyhnutných opráv. Optimálna poloha pre strojovňu vzduchotechnických zariadení je v hospodársko-technických priestoroch, na pôjde budovy prípadne v pivnici alebo garáži. Pri montáži je potrebné okrem polohy a prístupnosti prvkov zohľadniť aj ďalšie faktory, a to veľkosť zariadenia, nakoľko je potrebné ho do budovy a konkrétneho priestoru dopraviť, či už jestvujúcimi montážnymi otvormi alebo iným vstupom a potreba priameho prístupu k elektrickej sieti.

Po zohľadnení všetkých podmienok na vhodné umiestnenie vzduchotechnického zariadenia, je potrebné zohľadniť aj podmienky pre umiestnenie riadiaceho prvku, ktorým môže byť prepínač, programátor, prípadne regulátor. Tento musí byť kvôli ľahkej

manipulácii s ním inštalovaný na dostupnom mieste. V prípade, že má regulátor funkciu merania teploty v miestnosti, je vhodné ho umiestniť v niektorej z obytných miestností budovy, resp. ho umiestniť v hlavnej obytnej miestnosti. Ak je cieľom aj zvýšenie energetickej úspornosti, využije sa pripojenie rekuperačného výmenníka, ohrievacej a chladiacej jednotky chladu k vzduchotechnickej jednotke. V prípade exteriérového umiestnenia vzduchotechnickej jednotky, býva jednotka obvykle umiestnená na strechy budov a je známa pod názvom rooftop RTU. [6, 22]

2.6.1 Filtre

Filtre zabezpečujú čistotu vzduchu a v jednotke plnia dvojakú funkciu. Čistia vzduch privádzaný do miestností a zároveň chránia výmenník tepla pred jeho znečistením a nepriechodnosťou. Najčastejšie používané filtre sú G3, G4, F5, F6, F7. Čím je v označení vyššie číslo, tým je filter účinnejší. Princípy funkcie zariadení vyšších tried vylučujú možnosť čistenia filtrov vyklepávaním alebo praním. Používaním sa tlakový spád na filtroch znižuje, čo znižuje účinnosť jednotky a vedie k nevyhnutnej výmene filtrov. Jednotky s vysokou technickou úrovňou majú ukazovateľ znečistenia filtra.

2.6.2 Regulácia

Úlohou regulácie je riadiť vzduchotechnickú jednotku na udržiavanie nastavenej teploty a množstva privádzaného vzduchu. Zostava použitých regulátorov a snímačov determinuje funkcie, ktoré môže automatika vykonávať (napríklad možno vytvoriť väzbu medzi množstvom privádzaného vzduchu a vyššou vlhkosťou alebo obsahom oxidu uhľnatého). Riadiaci systém môže informovať o poruchách a nevyhnutných servisných úkonoch, ako je potrebná výmena filtra.

2.6.3 Vzduchotechnické rozvody

Rozvody a vzduchotechnické potrubia slúžia na distribúciu vzduchu. Najčastejšie sú zhotovené z hliníka, pozinkovanej ocele (spiro) alebo z plastov. Spájajú všetky prvky v systéme. Ak kanály prechádzajú nevykurovanými miestnosťami, vyžadujú z dôvodov minimalizácie tepelných strát vhodnú izoláciu. Izolovaním rozvodov sa dosiahne aj zníženie hlučnosti celej inštalácie. Návrh rozvodov je vhodné riešiť už počas spracovania projektu domu. Rozvody možno viesť stropom či nepoužívaným podstrešným priestorom, alebo aj v stenách či podlahách. Správne navrhnutá a vyhotovená potrubná sieť zabezpečí

bezchybnú funkciu systému na mnoho rokov. Naopak, zle naprojektovaná sieť môže viesť k zvýšeniu hluku a k ďalším problémom s inštaláciou.

2.6.4 Vstupný prívod vzduchu

Vzduch sa do systému privádza vstupnou časťou, t. j. vstupnou mriežkou rozličnej veľkosti, umiestnenou zväčša na vonkajšej stene budovy. Má esteticky ukončiť ventilačné potrubie a zabrániť vnikaniu nežiaducich predmetov. Vstupná časť musí byť dostatočne vzdialená od komínových prieduchov, odvzdušnenia kanalizácie a výstupu odpadového vzduchu. Môže mať podobu voľne stojacej konštrukcie umiestnenej na záhradke pri dome. Takisto by mala byť umiestnená na severnej strane domu, aby neodoberala ohriaty vzduch v letnom období. Vstup by sa nemal nachádzať v blízkosti okien spálni z dôvodu generovania hluku.

2.6.5 Výstupný odvod vzduchu

Odpadový vzduch sa odvádza z objektu výstupnej časti. Je to prvok rozvodu s podobnou konštrukciou ako vstupná časť a rovnako generuje hluk – preto sa musí inštalovať v dostatočnej vzdialenosti od okien spálni.

2.6.6 Prívodné a odvodné vyústenia

Prívodné a odťahové vyústenia predstavujú prvky ventilačných rozvodov, ktorými sa distribuuje vzduch. Prívodné vyústenia slúžia na prívod čerstvého vzduchu, odťahové na odvádzanie znečisteného vzduchu. Prívodné vyústenia sa najčastejšie umiestňujú v „čistých“ miestnostiach, ako sú spálne, a odťahové v takzvaných špinavých zónach, ako sú kuchyne, kúpeľne toalety a šatne. Dvere do týchto miestností treba preto podrezať minimálne 1,5 cm nad podlahou alebo do nich treba osadiť ventilačné mriežky. Správne umiestnenie mriežok a vyústení je dôležité na to, aby prúdenie vzduchu nespôsobovalo nepohodlie.

Vzduchotechnické vyústenia by sa nemali umiestňovať napríklad nad stoličkami, sedačkami alebo posteľami, aby vzduch neprúdil priamo na prítomné osoby. V niektorých priestoroch je na dosiahnutie správnej distribúcie vzduchu vhodné nainštalovať viac týchto prívodných distribučných prvkov.

2.7 Typy rekuperačných výmenníkov

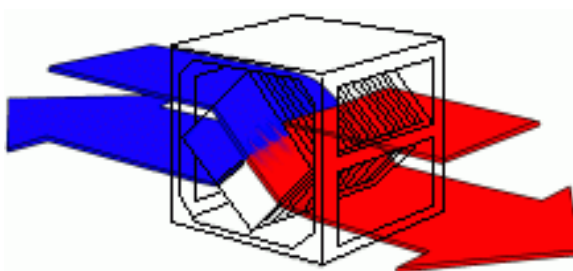
Rekuperačný výmenník je dôležitou súčasťou vetracieho systému. Výmenník predstavuje vo vzduchotechnickej jednotke tú časť, ktorá zabezpečuje energetickú úsporu a úsporu nákladov. Teplo z odvádzaného vzduchu sa v ňom odovzdáva privádzanému vzduchu. V praxi sa používajú rôzne druhy výmenníkov.

2.7.1 Doskový rekuperátor

Doskový rekuperačný výmenník tvoria hliníkové platne ktoré predstavujú obal celého výmenníka, ďalej tenké hliníkové pliešky, ktoré sú doň vložené a sú spájané spájkou v ochrannej atmosfére alebo sú zalepené so špeciálnym lepidlom. V dnešnej dobe je možné využiť aj polypropylénové výmenníky, u ktorých je predpokladaná dlhšia životnosť, nakoľko nepodliehajú korózii tak, ako hliníkové platne. Cena týchto výmenníkov sa vďaka zvýšenej životnosti oproti hliníkovým platniam zvyšuje zhruba o 10%.

Podstatou doskového rekuperátora je vzájomné protismerné prúdenie čerstvého a použitého vzduchu, resp. vzduchu privádzaného a odvádzaného a vzájomná tepelná výmena resp. zohrievanie alebo ochladzovanie vzduchu. Rekuperátor je zabudovaný do separačného modulu, pričom vzduch prúdi po stranách lamiel. Prúdenie môže byť vertikálne, horizontálne či diagonálne - v navzájom oddelených, krížovo umiestnených kanálikoch. Steny kanálikov sú vyrobené z hladkých hliníkových plechov s hrúbkou 2mm. Jednotlivé lamely sú od seba vzdialené od 3,0 mm do 8,0 mm. Celý rekuperátor je skonštruovaný tak, aby nedochádzalo ku priamemu kontaktu oboch prúdov, avšak občas sa vyskytujú netesnosti.

Účinnosť doskového rekuperátora je cca okolo 60%. Tento druh rekuperátora je možné použiť v priestoroch, kde je potrebná rýchla výmena veľkého množstva vzduchu. Princíp fungovania krížového rekuperátora zobrazuje nasledujúci obrázok. [23, 24]



Obr. 15 Princíp krížového rekuperátora [23]

2.7.2 Rotačné rekuperátory

Rotačný rekuperátor sa taktiež používa na spätné získavanie a využívanie vzduchu. Systém rotačného rekuperátora tvorí oceľová skriňa, v ktorej je umiestnené rotujúce teleso. Fungovanie rekuperátora je založené na odovzdávaní tepla odvádzaného vzduchu na lamely rotora a jeho otáčaní. Pri otočení lamiel o 90° prúdi v opačnom smere na lamely čerstvý vonkajší vzduch a odoberá teplo vyprodukované a akumulované v rotore. Otáčanie rotora zabezpečuje, že sa teplo-smerná plocha striedavo nachádza v prúde privádzaného a odvádzaného vzduchu, čím dochádza k prenosu tepla, alebo chladu, prípadne vlhkosti.

Rotačné rekuperátory sa zaraďujú k zariadeniam s najvyššou mierou účinnosti v oblasti prenosu tepla, príp. vlhkosti. Predstavujú otvorený systém, pri ktorom sa zvyšuje miera rizika prenikania častí starého, resp. odvádzaného vzduchu do čerstvého, resp. privádzaného vzduchu. V tomto systéme hrozilo, že privádzaný vzduch strhne so sebou prachové a pachové častice, ktoré sa zachytávajú na lamelách. Na zabránenie vnikaniu týchto častíc je súčasťou rekuperátora aj zóna, ktorá má na starosť samočistenie lamiel. Riziko sa môže znížiť aj vďaka vhodnému dimenzovaniu tlakových pomerov v sústave a vhodným rozmiestnením ventilátorov. Miera rekuperácie sa môže ľahko regulovať otáčkami rotora, pričom ich je možné využiť pre všetky vzduchotechnické systémy s vyššími prietokmi vzduchu. Rotačný rekuperátor vyobrazuje nasledujúci obrázok.



Obr. 16 Rotačný rekuperačný výmenník [23]

2.7.1 Bypass

Toto zapojenie sa využíva v prípade , kedy je teplota vonkajšieho vzduchu, napr. v lete, počas noci nižšia, ako teplota vzduchu v dome. Vďaka zapojeniu Bypass je možné

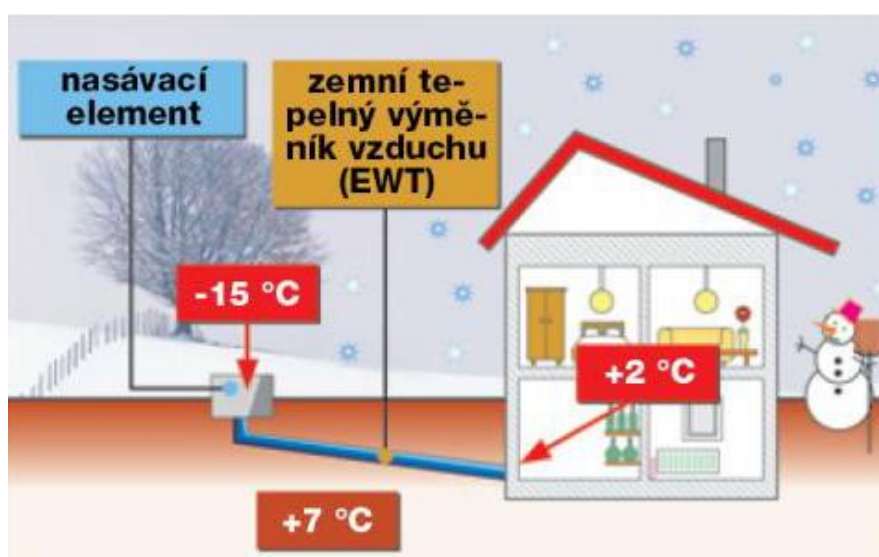
prevetrávať chladnejším vzduchom a chladiť tým vnútrajšok budovy. Tento systém však nie je možné využiť ak sa vo vetracej jednotke nachádza rekuperátor, ten totiž vonkajší chladnejší vzduch predhrieva odvetrávaným teplým vzduchom a chladenie sa tým odstráni, resp. vôbec nenastane. Situácia zohrievania vzduchu v rekuperátore sa však dá riešiť vďaka zabudovanej klapke v jednotke. V prípade, že regulátor vyhodnotí, že vonkajší vzduch je chladnejší, ako ten vo vnútri budovy, klapka zmení polohu a privádza čerstvý vzduch obtokom, teda cez systém Bypass tak, aby rekuperátor obišla, čím zabezpečí chladenie budovy vonkajším vzduchom. Nainštalovanie Bypass zvýši cenu jednotky až o 20%. [25]

2.8 Zemný výmenník (EWT)

Zemný výmenník, príp. zemný kolektor alebo zemný register, slúži na privádzanie čerstvého vzduchu do obytných budov. Je tvorený systémom rúr, s vnútornou antibakteriálnou povrchovou úpravou a je umiestňovaný do asi dvojmetrovej hĺbky.

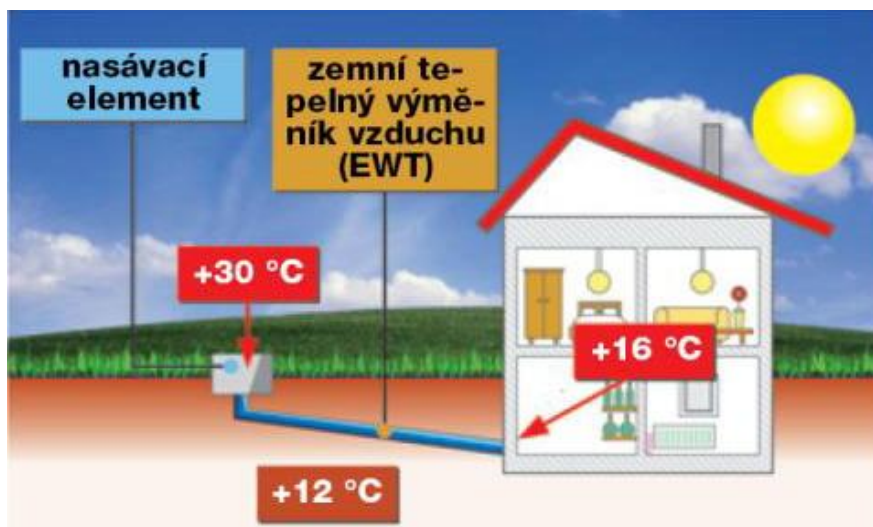
Pričom hĺbka je zvolená s ohľadom na akumuláciu schopnosť pôdy, t.j. v tejto hĺbke je približne konštantná teplota bez ohľadu na ročné obdobie (7 až 12 °C).

Systém funguje na princípe nasávania vonkajšieho vzduchu cez sací box do zemného výmenníka, pričom privádzaný vonkajší vzduch je vedený potrubím uloženým v zemi. Pri prechádzaní vzduchu pritom dochádza k výmene tepla medzi vzduchom a zeminou okolo potrubia. Prúdiaci vzduch je potom vo vykurovacom, zimnom období ohrievaný a v letných mesiacoch je zas vzduch okolo zeminu ochladzovaný. [17, 18]



Obr. 17 Schéma princípu tepelnej výmeny vzduchu v zime [17]

Zemný výmenník napomáha pri znižovaní nákladov na vykurovanie predhrievaním vonkajšieho vzduchu v zimnom období a ochladzovaním vzduchu v letnom období. V kombinácii so zariadením na rekuperáciu je možné zredukovať energetické náklady. [17, 26]



Obr. 18 Schéma princípu tepelnej výmeny vzduchu v lete [17]

Pri zemnom výmenníku sa využíva potrubné vedenie, ktorého dĺžka môže byť aj niekoľko stoviek metrov. V prepočte sa ráta so 60 metrami na 1 kW v dostatočne vlhkej pôde. Veľkosť plochy zemného výmenníka na pozemku predstavuje zhruba dvoj až trojnásobnú veľkosť vykurovanej plochy budovy. V prípade, že dĺžka potrubia presiahne hranicu štyristo metrov, je odporúčané rozvod rozdeliť na dve paralelné slučky s dĺžkou dvesto metrov. Okrem dĺžky potrubia sa berie do úvahy aj spád, ktorý by mal byť minimálne 2 % smerom k sifónu na odtok kondenzátu alebo ku kondenzačnej zbernej šachte. Nasávanie vonkajšieho vzduchu do zemného výmenníka sa zabezpečuje pomocou filtračného boxu prípadne nasávacou vežou, v ktorej sú umiestnené filtre zachytávajúce prachové a peľové častice [26]

3 RIADIACI SYSTÉM

Riadiaci systém predstavuje súbor vzájomne previazaných činností a súčastí, ktoré sa súhrnne alebo jednotlivo podieľajú na riadení určitého objektu, pričom pre správne fungovanie systému je dôležitá každá časť systému. Riadiaci systém sa zaoberá procesom získavania, zhromažďovania a spracúvania veľkého množstva rôznorodých údajov a následnou realizáciou riadiacich algoritmov

Zložitosť riadiaceho systému je úmerná zložitosti riadeného systému a zložitosti riadiacich algoritmov.

Riadiaci systém tvoria:

- **Snímacie prvky** – jedná sa o skupinu zariadení, ktoré v riadiacom systéme zabezpečujú získavanie informácií,
- **Riadiace členy** – vyhodnocovacie zariadenia, ktoré na základe získaných informácií aplikujú riadiace algoritmy,
- **Akčné prvky** – zariadenia vykonávajúce akčný zásah na riadenú sústavu, ovládané sú riadiacim členom [27]

3.1 Usporiadanie riadiaceho systému

3.1.1 Centralizovaný zbernicový systém

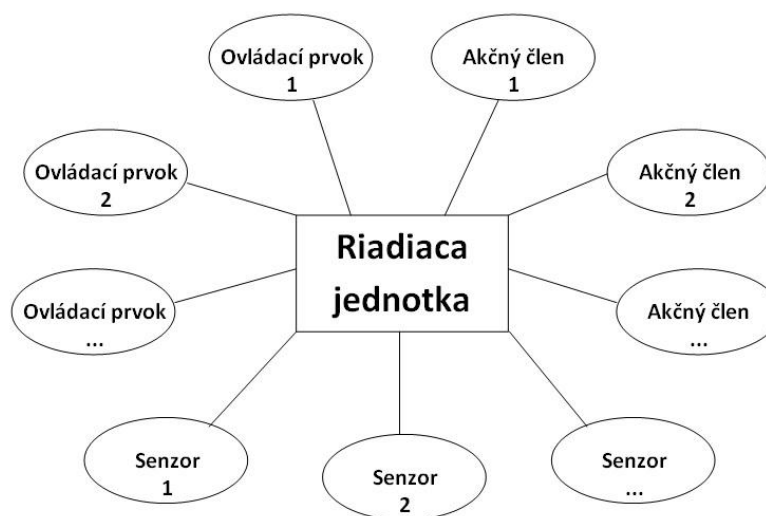
Pri centralizovanom systéme sú všetky rozvrhnuté riadiace jednotky spojené jedným centrálnym miestom. Centrálna jednotka je potom samostatne prepojená s každým prvkom systému, pričom s každým prvkom systému samostatne aj komunikuje. Pre jednotlivé prvky systému sú do centrálnej jednotky vedené rozvody. Stupeň centralizácie závisí na množstve a umiestnení prvkov zodpovedných za riadenie a monitorovanie.

Centralizovaný riadiaci systém prináša hlavnú výhodu, ktorou je vyhodnocovanie informácií o riadení v riadenom objekte. Ďalšími výhodami systému je potom:

- možnosť ľahko monitorovať celý systém,
- umiestnenie riadiacej jednotky na jednom mieste,
- možnosť rýchleho riešenia problémov v systéme,
- rýchly prístup na I/O.

Hlavnou nevýhodou centralizovaného riadiaceho systému je jeho menšia stabilita, keďže je závislý na jednej centrálnej jednotke. Nie je ním teda možné efektívne riadiť väčšie objekty. Medzi ďalšie nevýhody patria:

- neefektívne riadenie väčších celkov,
- dlhšie programy,
- vysoký stupeň závislosti na funkčnosti centrálnej jednotky [28]



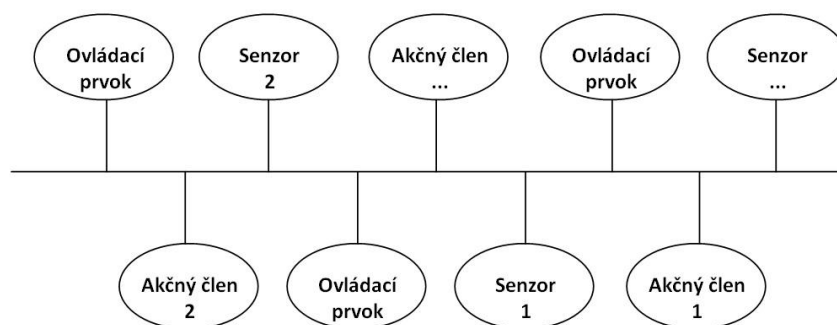
Obr. 19 Schéma centralizovaného zbernicového systému [28]

3.1.1 Decentralizovaný systém

Decentralizovaný systém na rozdiel od toho centralizovaného nepotrebuje centrálnu riadiacu jednotku, ale je navrhnutý tak, aby bola všetka schopnosť riadenia obsiahnutá v jednotlivých členoch systému. Tento systém je preto v praxi lepšie využiteľný a používa sa najmä vo väčších a rozľahlejších objektoch

Pri decentralizovanom riadiacom systéme sú k zbernici pripojené vstupné a výstupné prvky systému, a taktiež aj číslicové a analógové prvky systému, pričom jednotlivé prvky majú vďaka komunikačnému čipu po tejto zbernici schopnosť komunikovať.

Je nevyhnutné tieto prvky pri inštalácii systému naprogramovať tak, aby boli schopné po aktivácii odoslať požiadavku cieľovému zariadeniu vo forme správy. Výsledné riadenie decentralizovaného systému je založené na schopnosti komunikovať po zbernici [28]



Obr. 20 Schéma decentralizovaného zbernicového systému [28]

Medzi hlavné výhody decentralizovaného systému patria:

- rozdelenie programu podľa vykonávacích úloh,
- zvýšenie výkonu na lokálnej sieti,
- jednoduchšie a efektívnejšie odhaľovanie problémov na lokálnej sieti.

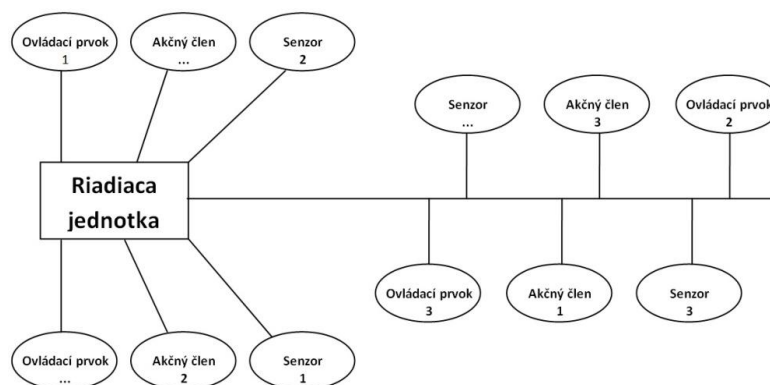
Medzi hlavné nevýhody decentralizovaného systému patria:

- vyhodnocovanie informácií,
- záloha informácií,
- diaľkové ovládanie systému,
- vyššia cena prvkov systému,
- riadenie väčších celkov.

3.1.2 Hybridný systém

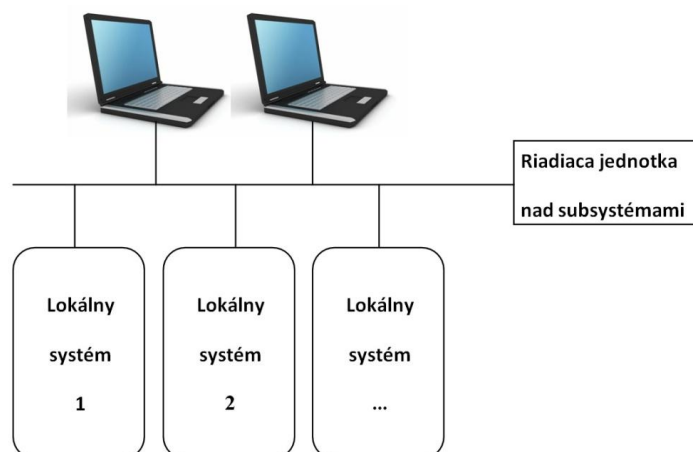
Pri spojení decentralizovaného a centralizovaného systému vzniká hybridný zbernicový systém, pričom je kompromisom medzi oboma systémami, resp. spája výhody oboch systémov.

Hybridný systém minimalizuje náklady na celý systém riadenia, nakoľko obsahuje riadiacu jednotku, ďalej prvky systému s možnosťou komunikácie po zbernici, ako aj prvky bez schopnosti komunikovať po zbernici. Riadiaca jednotka plní v tomto prípade úlohu nositeľa riadiacich algoritmov a komunikačných schopností. Hybridný systém je variabilný a otvorený k budúcim požiadavkám [28].



Obr. 21 centralizovaného zbernicového systému [28]

V prípade že sa ako centrálny riadiaci systém využije moderný PLC s pokročilými komunikačnými schopnosťami, je možné systémy navzájom prepájať a vytvoriť distribuované systémy s hierarchickou architektúrou a ľubovoľnou topológiou. Túto možnosť je možné aplikovať na rozsiahlejšie riadiace systémy.



Obr. 22 Schéma hierarchického riadiaceho systému [28]

3.2 Komunikačné protokoly

Komunikácia medzi prvkami riadiaceho systému je nevyhnutná pre správny chod celého systému. Prvky medzi sebou môžu komunikovať prostredníctvom vyvinutých komunikačných protokolov.

Komunikačné protokoly a riadiace systémy možno rozdeliť podľa otvorenosti protokolu alebo systému na [29]:

- **otvorené protokoly** – sú to protokoly, ktoré sú podložené verejne dostupným štandardom (napr.: KNX, LON, OpenTherm), v praxi to znamená vzájomnú kompatibilitu zariadení od rôznych výrobcov, pričom prevažuje okrem širšej ponuky zariadení aj ich vyššia cena,
- **uzatvorené protokoly** – sú protikladom otvorených protokolov, jedná sa o tzv. proprietárny protokol, kedy je využitá špecifikácia spôsobu komunikácie a fungovanie systému nie je voľne prístupné ostatným výrobcom. Nevýhodou uzatvorených protokolov je užší výber produktov a nevhodnosť použitia pre väčšie projekty. Výhodou je nižšia cena (napr.: ABB, Ego-n, Moeller Nikobus, XComfort, iNels).

Podľa stupňa centralizovanosti typológie a riadiacej logiky, je možné komunikačné protokoly a riadiace systémy rozdeliť na [29]:

- **centralizované systémy** –napr.: ABB, Ego-n,
- **decentralizované systémy** – s distribuovanou inteligenciou, napr.: KNX, LON, Moeller XComfort,
- **hybridné systémy** –napr.: Moeller Nikobus, časť systémov založených na PLC [29].

Ďalej je možné komunikačné protokoly rozdeliť podľa miery komplexnosti, pričom komplexnosť komunikačných protokolov označuje, či sú protokoly alebo systémy určené na riadenie všetkých úloh automatizácie budov. Patria sem napr.: KNX, LON, Moeller XComfort, ABB Ego-n, iNels, prípadne špecializované systémy ako napr. systémy OpenTherm, DMX512, M-Bus [29],

Komunikačné protokoly možno členiť aj podľa použitého prenosového média, najčastejšie používanými médiami sú:

- ethernet,
- powerline (230 V),
- twisted-pair (krútená dvojlinka),
- optické vlákno (používa sa výnimočne),
- RF – bezdrôtové spojenie,
- IR – infračervené spojenie [29].

3.3 Proprietárne systémy

Proprietárne systémy sú tvorené produktmi, ktoré ponúkajú všetky základné možnosti riadenia budov a sú od jedného výrobcu. Tieto systémy sú vo väčšine prípadov postavené na jednom type prenosového média. Programovanie u proprietárnych systémov môže prebiehať za pomoci počítača prípadne aj bez neho [29].

3.3.1 ABB Ego-n

ABB Ego-n spadá do skupiny centralizovaných systémov automatizácie budov. Tento systém je schopný fungovať s dvomi typmi zbernice, a to [29]:

- s primárnou zbernicou, ktorá má maximálnu dĺžku 700m a umožňuje pripojenie maximálne 64 členov s centrálnou jednotkou,
- so sekundárnou zbernicou, ktorá má maximálnu dĺžku 2000m. Sekundárna zbernica zabezpečuje prepojenie až ôsmich centrálnych riadiacich jednotiek, modulu logických funkcií, modulu Global System for Mobile Communications (GSM) alebo modulu Global System for Mobile Communications / Internet Protocol (TCP/IP) [29].

3.3.2 Moeller XComfort

Moeller XComfort, je distribuovaný bezdrôtový systém riadenia, ktorý je vďaka svojim parametrom využiteľný hlavne v menších objektoch. Prenosovým médium je v tomto prípade väčšinou bezdrôtové spojenie. Systém Moeller XComfort využíva pre automatizáciu budov frekvenciu 868,3 MHz. Dosah jednotlivých modulov je vo voľnom priestranstve 100m, prípadne dve steny alebo jeden strop. Pokiaľ nastane situácia, že aktor a ani snímač nie sú v dosahu tak si aktory preposielajú danú informáciu pokým sa nedostane k príjemcovi. Tento dej voláme routovanie. Systém je možné ovládať cez počítač alebo GSM sieť a splňa všetky požiadavky na riadenie [29].

3.3.3 Elko EP iNels II

Elko EP iNels II je jedným zo systémov domácej automatizácie, ktorý je vytváraný českými firmami Elko EP a Teco. Tento systém sa vyznačuje centralizovanou zbernicou CIB. Zbernica CIB je vytvorená firmou Teco, dosahuje rýchlosť 19,2 kB/s pomocou dvojvodičového kábla do vzdialenosti 1700m s odozvou okolo 150ms. IDM je centrálny systém ktorý je konštruovaný podobne ako PLC Tecomat Foxtrot ale oproti PLC má tú

výhodu, že ho stačí iba nastaviť, čo je proces jednoduchší ako zložité programovanie PLC. Tento systém umožňuje okrem základných požiadaviek na riadenie aj možnosť hlasového ovládania [30].

3.3.1 Tecomat Foxtrot s iNels II

Tento systém je vytvorený ako kombinácia programovateľného automatu (PLC) Tecomat Foxtrot a prvkov zo sortimentov Teco a iNels II, ktoré sú pripojené pomocou zbernice CIB. Bezdrôtové prvky je možné pripájať pomocou RFox.

Na programovanie tohto PLC prebieha v systéme Mosaic s využitím jazyka funkčných blokov alebo štruktúrovaného textu alebo jazyk kontaktných schém. Výhoda tohto systému je možnosť prepojenia s inými systémami ako sú KNX či LON a iné [5].

3.4 Otvorené štandardy – komplexné protokoly

Jedná sa o skupinu štandardizovaných protokolov, t.j. ich podpora a kompatibilita s viacerými výrobcami. Daní výrobcovia zodpovedajú za ďalší vývoj daného protokolu. Tieto protokoly sú univerzálne a vhodné pre riadiace systémy v budovách [29].

3.4.1 Konnexbus/EIB

Zbernica KNX - Konnex bus, bola vytvorená asociáciou Konnex, ktorá vznikla v roku 1999 vďaka spojeniu skúseností z troch európskych štandardov pre systémy inteligentných budov a to:

- EHS (European Home System)
- BCI,
- EIB (European Installation Bus)- Európska zbernica EIB vychádza zo zbernice Instabus firmy Siemens, pričom na začiatku predstavovala len nemeckú normou. Neskôr sa však stala európskou normou – EN 50090. Spoločnosti podporujúce zbernicu EIB vytvorili spolu organizáciu EIBA.

Organizácie EIBA, BCI a EHSA sa potom v roku 2002 dohodli na podpore jediného štandardu- štandardu KNX. KNX je teda založená na princípoch EIB, BatiBUS a EHSA. Štandard EIB bol vybraný práve vďaka kompatibilite prvkov rôznych firiem, certifikácii, jednoduchému uvedeniu do prevádzkového stavu (vyžitie EIB Tools) ako aj vďaka stabilnému miestu na trhu, dobrému menu a úspechu na trhu.

KNX je otvorený systém, takže zbernicové prvky môžu pochádzať od rôznych výrobcov a užívateľ nie je obmedzený len na produkty jednej firmy. V súčasnosti vyrába prvky pre zbernicu KNX viac ako sto spoločností a na programovanie prvkov pre zbernicu slúži počítačový program ETS (EIB Tool Software), ktorý existuje v niekoľkých verziách.

Prechodom z EIB na KNX sa transformovalo aj rozšírenie normy z európskej úrovne na medzinárodnú úroveň.

Princíp fungovania KNX je založený na vzájomnej komunikácii jednotlivých prístrojov, prepojených komunikačným káblom. Jedná sa o decentralizovaný systém, kedy neexistuje centrálna jednotka.

Základné parametre a oblasti použitia KNX :

Základné charakteristiky KNX je možné zhrnúť nasledovne: [31]

- prenosová rýchlosť dát 1.2, 2.4, 4.8, 9.6.
- najvyššia komunikačná rýchlosť 32 kb/s.
- maximálna dĺžka siete 1000m.
- maximálna vzdialenosť medzi pripojenými zariadeniami 700m.
- možnosť adresácie celej siete viac ako 65 tis. Jednotkami a až s 256v každej podsieti.
- možnosť napájania jednotiek po zbernici.
- dátové pakety s voliteľnou dĺžkou 14 alebo 2248 bajtov.
- možnosť vytvorenia rôznych prenosových štandardov.

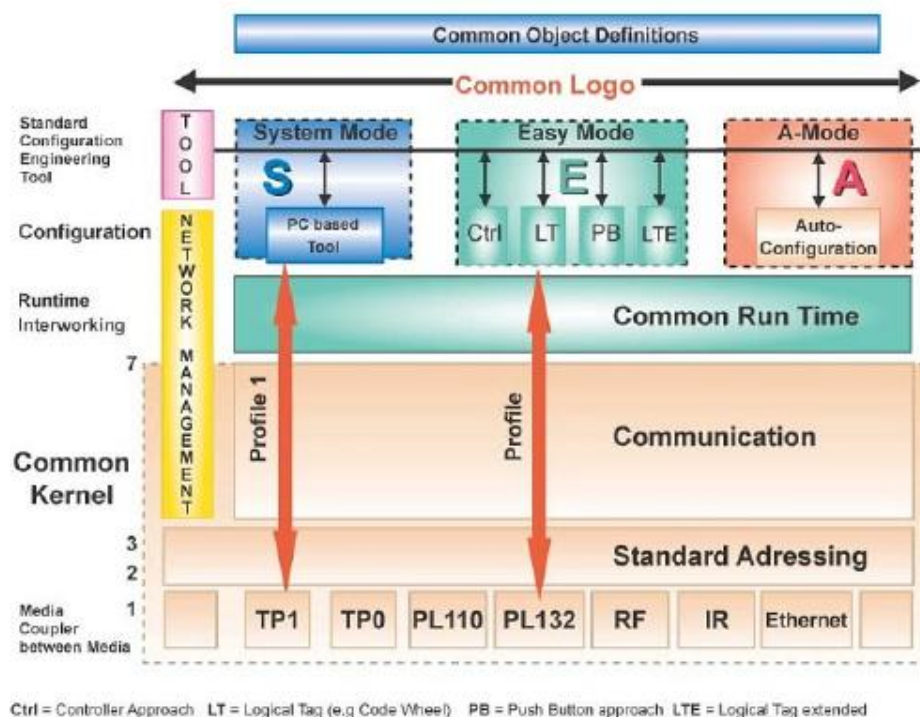
KNX je možné využiť pri:

- riadení a automatizácii systému v budovách- klimatizácie, vzduchotechnika a pod.,
- elektronických zabezpečovacích systémoch,
- diaľkovom ovládaní systémov v budove
- riadení v oblasti dopravy,
- meraní a regulácii a pod.

Štruktúra komunikácie

Štruktúra komunikácie zbernice KNX je podobná modelu OSI. Model špecifikujúci sieťovú komunikáciu a rozhranie sa skladá zo 4 hlavných prvkov: [32]

- Common Object Definitions – vzájomne prepojené distribuované aplikačné modely, určené pre spracovanie a prispôsobovanie úloh z oblasti automatizačných a inteligentných systémov v budovách.
- Configuration Tools – nástroj využívajúci sa na riadenie a konfiguráciu sieťových zdrojov a na logické prepojenie častí distribuovaných aplikácií prechádzajúcich rôznymi uhlami.
- Common Kernel- komunikačný systém, ktorý spravuje komunikáciu po fyzickom médiu, protokoly správ a komunikačné modely. Taktiež podporuje a vybavuje komunikačné požiadavky bežných distribuovaných aplikácií
- Media Coupler- jedná sa o hardwarové rozhranie pre pripojenie a prístup zariadení na komunikačné médium.



Obr. 23 Štruktúra komunikačnej zbernice [32]

Prenosové média

Komunikácia medzi jednotlivými prvkami môže prebiehať prostredníctvom rôznych typov vedení. Príklady spôsobov vedenia komunikácie:

- Bezdrôtová komunikácia RF (KNX RF)
- IP komunikácia resp. IP/Ethernet (KNX IP),

- Prenos informácií po krútenej dvojlinke - twisted pair (KNX TP).
- Prenos informácií prostredníctvom vedenia -power line (KNW PL).

Každý typ vedenia so sebou prináša určité výhody ako aj nevýhody a zasahuje len do určitej oblasti použitia. Pričom podrobnosti rozvádza nasledujúca tabuľka. [33]

Tab. 5 Možnosti prenosových médií

Druh komunikačného média	Prenosová rýchlosť [bits/s]	Podrobnosti
KNX RF	16384	bezdrôtový prenos dát
		štandard KNX plne špecifikuje komunikáciu na frekvenciu 868 MHz
		kódovanie FSK (Frequency Shift Keying)
		jednosmerný a obojsmerný poloduplexný prenos
		prístupová metóda CSMA
		špecifikuje média na úrovni linkovej vrstvy pomocou štandardu CEN TC 294, zaisťujúcej možnosť použitia rôznych hardwarových platforiem
		prenos tak spĺňa ERC odporúčenie ERC/REC 70-03 a ETSI European Standard ETS 300-220
KNX IP	10 až 100 Mbit	prenos dát pomocou štandardu Ethernet IEEE 802.2, Bluetooth, WiFi IEEE 802.1, prípadne FireWire
		pre IP komunikáciu je využívaný mód ANUBIS (Advanced Network for Unified Building Integration and Services)
KNX TP	4800 / 9600	prenos dát prostredníctvom metalických káblov
		nie je potrebné požiť zakončovacie odpory
		prenosový mód UART
		napájanie zbernice 30V, maximálne 64 prvkov, z nich každý max 10 m
		štandard TP0 prevzaté zo štandardu BatiBus
štandard TP1		
KNX PL	1200 / 2400	prenos dát po sieťových vodičoch (elektrické rozvody)
		spoločným znakom štandardov je komunikácia SFSK (Spread Frequency Shift Keying)
		štandard PL110
		štandard PL132

Vrstvy

Fyzická a linková vrstva

System KNX umožňuje výrobcům výber z niekoľkých fyzických vrstiev, prípadne ich kombináciami, s využitím prenosových médií (spomenuté vyššie v časti Prenosové média) [32]

Linková vrstva potom poskytuje konkrétnemu zariadeniu prístup k médiu a základné riadenie nadväzovania komunikácie. Princíp vysielania potom funguje nasledovne:

- Ak zbernica nie je obsadená, môže účastník naviazať vysielanie. Pri pokuse o vysielanie viacerých účastníkov súčasne je sieť ošetrená metódou CSMA/CA, teda účastník čaká, pokiaľ bude na zbernici voľno. Každý vysielaný telegram má definovanú prioritu- nízku, vysokú, poplachovú a taktiež aj prioritu definovanú svojou skupinovú adresou. Pokiaľ dôjde u zbernice ku zrážke, pokračuje ten s vyššou prioritou. [32]

Sieťová a transportná vrstva

Sieťová vrstva vykonáva segmentáciu rámcov a riadenie ich smerovania v sieti.

Transportná vrstva vytvára komunikačné prepojenie medzi komunikačnými uzlami a riadi vysielanie a príjem dát. Na týchto vrstvách prebieha komunikácia prostredníctvom komunikačného rámca. [32]

Komunikačný rámec. presne definuje v akom formáte a akými doplnkovými informáciami majú byť dáta prenášané. Dĺžka štandardného rámca môže byť 22B a dĺžka rozšíreného rámca môže byť až 256B. Prvý bajt (oktet 0) obsahuje riadiace pole definujúce prioritu rámca a rozlišuje medzi štandardným a rozšíreným (extended) typom. Nasledujúce štyri bajty sú určené pre adresu zdroja, ktorý rámec poslal (Source Address)- bajty 1 a 2, respektíve pre cieľovú adresu (Destination Address)- bajty 3 a 4. Typ cieľovej adresy je určený v nasledujúcom 5 bajte v poli Type. Piaty bajt ďalej slúži k definovaniu čítačky preskokov (hop counter) a dĺžky rámca v poli NPCI a length. Čítačka preskokov slúži k zamedzeniu zacyklenia rámca. Medzi ďalšie dva bajty 6 a 7 sú rozdelené definície vlastností transportných a vyšších vrstiev. Informácie označené ako TCPI (Transport Layer Protocol Control Information) a slúži k riadeniu komunikácie medzi transportnými vrstvami. Ďalšie informácie APCI (Application Layer Protocol Control Information) obsahujú inštrukcie pre aplikačnú vrstvu o nasledujúcich krokoch (príkazy typu Read,

Write, Response a ďalšie) V závislosti na hodnote APCI a schéme adresovania môže štandardný rámec obsahovať až 14 bajtov dát. V prípade potreby prenesenia väčšieho objemu dát sú dáta segmentované. Rozšírený rámec môže preniesť až 248 bajtov dát. Posledný bajt rámca obsahuje kontrolný súčet pre zabezpečenie kvality a správnosti prenosu dát. [32]

Tab. 6 Komunikačný rámec

octet 0	1	2	3	4	5	6	7	8	...	N-1	N ≤ 22
Control Field	Source Address		Destination Address	Address Type: NCI length	TP CI	AP CI	data AP CI	data			Frame Check

Transportná vrstva môže vytvoriť štyri typy komunikačných prepojení medzi uzlami:

- multicast: 1 uzol komunikuje s množstvom ďalších
- broadcast: 1 uzol so všetkými pripojenými a komunikačnými uzlami
- one to one connectionless: 1 uzol komunikuje s 1 uzlom
- one to one connection oriented- 1 uzol komunikuje s 1 uzlom prostredníctvom identifikátorov

Aplikačná vrstva

Aplikačná vrstva ponúka širokú škálu služieb pre aplikačné procesy. Tieto služby sú závislé na type komunikácie, použitého na transportnej vrstve. Pre správu siete sú určené služby súvisiace s broadcast a point to point komunikáciou a pre prevádzkové operácie slúžia služby súvisiace s multicast komunikáciou.

KNX modely aplikácií u každého pripojeného zariadenia sú tvorené kolekciou vysielačov a prijímačov dátových bodov, distribuovaných cez určitý počet zariadení. Takýto systém je správne funkčný v prípade, keď dátové body v rôznych zariadeniach sú prepojené spoločnými identifikátormi, sú tzv. zviazané- bound, podobne ako sú rôzne uzly spojená spoločnou adresou do multicast skupiny. [32]

Topológia zbernice KNX

Fyzická topológia siete KNX je závislá na voľbe prenosového média. Pre krútenú dvojlinku sú povolené topológie zbernicové, stromové a hviezdicové. Jediná zakázaná topológia je kruhová, nakoľko sieť KNX nevie byť zapojená do cyklu, Veľkosť siete je daná obmedzeniami štandardu KNX. [33]

3.4.2 LonWorks

LonWorks je jedným zo štandardizovaných protokolov s názvom LonTalk. LonWorks (LON) je vysoko univerzálny a je ho možné využiť aj pri inej automatizácii ako pri riadení budov. Tento systém je viac využívaný v USA, nakoľko v Európe je jeho konkurentom systém KNX/EIB.

Systém protokolu LON je tvorený sieťou inteligentných uzlov, označovaných ako „node“. Uzly obsahujú špeciálny programovateľný mikročip pre Lon (Neuron chip), ktorý zabezpečuje komunikáciu cez komunikačný protokol LonTalk. Prenosovým médium je v tomto prípade akékoľvek médium, ktoré štandard poskytuje. [29]

3.4.3 EnOcean

EnOcean je bezdrôtový systém s distribuovanou inteligenciou, ktorý využíva štandardnú frekvenciu. Je schopný samostatnej činnosti, avšak najčastejšie sa používa ako podriadený subsystém systému riadenia budovy. Ako napr. KNX, BACnet alebo systémy pracujúce na báze centrálného PLC. Zariadenia využité v tomto systéme s protokolom EnOcean zohľadňujú možnosť výberu z viacerých druhov napájania, a to:

- **sieťové napájanie a batérie** – pre opakovacie zariadenia (repeater), akčné členy či zosilňovače,
- **solárna energia** – pre termostaty,
- **energia zo stlačenia tlačidla** – pre spínače,
- **rotačný pohyb a vibrácie**,
- **tepelná energia** [29]

3.4.4 BACnet

BACnet je americkým protokolom na riadenie budov, ktorý je vďaka sústredenosti na riadenie vyššej úrovne riadenia odlišný od všetkých ostatných protokolov. Zaoberá sa ekonomickou vrstvou, ktorú využívajú systémy Enterprise resource planning (ERP) a SAP používané prevažne vo verejných budovách. Ostatné protokoly sa sústredia hlavne na procesnú úroveň. Niektoré protokoly ako LON či KNX čiastočne zasahujú do vrstvy riadenia. Hlavnými plusmi protokolu sú: [29]

- protokol nevyžaduje žiadne špeciálne čipy,
- je možné naň pripojiť fyzické vrstvy ako Ethernet, RS-232, RS-485,

- je ho možné pripojiť ľubovoľným štandardizovaným protokolom,
- je ho možné využiť na prepojenie nekompatibilných systémov a protokolov riadenia [29]

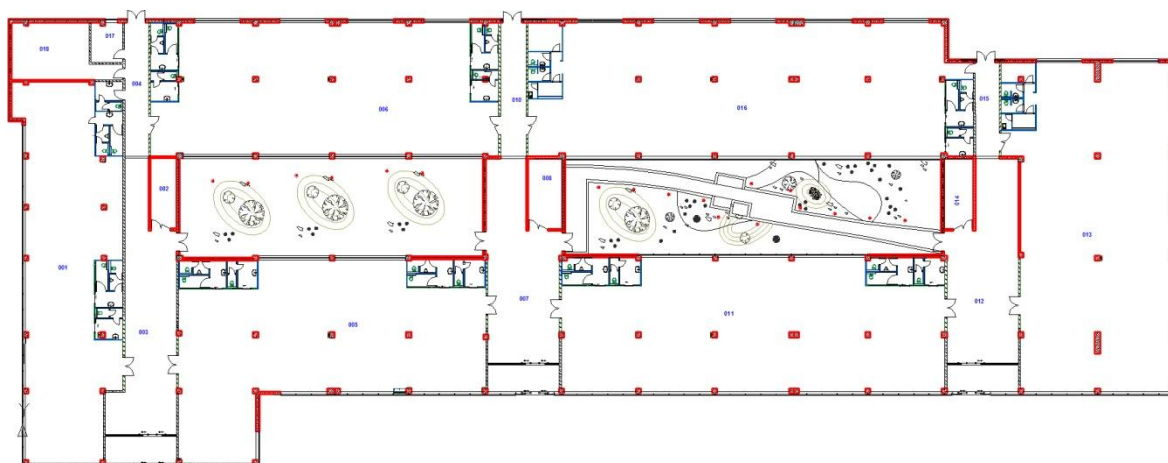
II. PRAKTICKÁ ČASŤ

4 ANALÝZA OBJEKTU

Predmetom mojej diplomovej práce je samostatne stojaca administratívna budova, ktorá sa nachádza v okrajovej časti Bratislavy a bola postavená v prvej dekáde 21. storočia. Daný objekt už existuje ale nespĺňa požiadavky na tvorbu vnútornej mikroklímy a ani na možnosti správy a automatizácie budovy.

4.1 Charakteristika objektu

Budova bola navrhovaná už od začiatku ako budova administratívneho typu, avšak s veľmi obmedzenými možnosťami kontroly prostredia budovy. Daný objekt má obdĺžnikový tvar s dvoma átriami v strede. Pre budovu je charakteristické, že takmer až 50% jej vonkajšej plochy tvorí zasklenie. Stavba je jednoposchodová, bez podpivničenia a je napojená na všetky inžinierske siete. Vykurovanie je riešene prostredníctvom plynovej kotolne umiestnenej v budove.



Obr. 24 Pôdorys budovy

Celá budova má výmeru 3400m^2 , je orientovaná smerom na juhovýchod a obsahuje šesť administratívnych priestorov z čoho je päť väčších o rozlohe približne 500m^2 a jeden menší, o rozlohe 350m^2 . Ďalej sú v budove rôzne technické miestnosti a chodby. Zvlášnosť budovy spočíva v tom, že jednotlivé administratívne priestory neobsahujú návrh rozmiestnenia miestností, nakoľko priestory v danej budove sa len prenajímajú a nájomca si už dispozičné riešenie miestností navrhne sám. Preto bude nutné brať pri návrhu jednotlivých technologických prvkov na túto skutočnosť zreteľ.

Straty budovy sú vykrývane vykurovacou sústavou, kde v každej miestnosti sú umiestnené radiátory s regulačným ventilom. Výmena vzduchu je riešená prirodzeným

vetraním cez okná. Toto riešenie je nedostačujúce, nakoľko v zime je vzduch, ktorý vstupuje do miestnosti príliš studený a v lete naopak príliš horúci.

4.2 Rozmery miestností

Rozmery všetkých miestností sú v tabuľke nižšie s tým že majú jednotnú výšku 3m.

Tab. 7 Rozmery miestností

Miestnosť				
Názov	číslo	Plocha [m ²]	Obvod [m]	Objem [m ³]
Kancelária	1	345	96	1035
Tech. Miestnosť	2	18	19	54
Chodba	3	146	74	438
Chodba	4	25	30,5	75
Kancelária	5	440	100	1320
Kancelária	6	445	95	1335
Chodba	7	139	60,5	417
Tech. Miestnosť	8	23	20,5	69
Chodba	10	31	31	93
Kancelária	11	490	100	1470
Chodba	12	142	60	426
Kancelária	13	500	102	1500
Tech. Miestnosť	14	20	19,5	60
Chodba	15	22	23	66
Kancelária	16	555	115	1665
Kancelária	17	12	13	36
Tech. Miestnosť	18	47	32	141
Suma		3400	991	10200

4.3 Tepelno-izolačné vlastnosti konštrukcií

Dôležitý údaj, s ktorým sa musí rátať pri návrhu konštrukcií je súčiniteľ prestupu tepla U_k . Tento údaj sa vypočítava z nasledujúceho vzťahu.

$$U_k = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{se}}$$

R_{se} - odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane konštrukcie $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$

R_{si} - odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane konštrukcie $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$

d - hrúbka vrstvy [m]

λ - súčiniteľ tepelnej vodivosti vrstvy $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$

Hodnoty odporov pri prestupe tepla na vnútornej strane konštrukcie (R_{si}) a pri prestupe tepla na vonkajšej strane konštrukcie (R_{se}) sú tabuľkové hodnoty z normy ČSN 73 0540. [6]

Tab. 8 Hodnoty odporov pri prestupe tepla na vonkajšej strane konštrukcie

Obdobie	$R_{se} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$
Zimné	0,04
Zimné (≥ 1000 m. n. m.)	0,03
Letné	0,07

Tab. 9 Hodnoty odporov pri prestupe tepla na vnútornej strane konštrukcie

Typ konštrukcie	$R_{si} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$
Zvislá konštrukcia	0,25 (nepriesvitné konštrukcie)
	0,13 (výplne otvorov)
Vodorovná konštrukcia	Tepelný tok nahor
	Tepelný tok dole
	0,1
	0,17

Nakoľko bol objekt postavený v prvej dekáde 21. storočia, použité materiály sú relatívne moderné. Všetky nové budovy, ktoré sa dnes stavajú musia spĺňať požiadavky uvedené v norme ČSN 73 054. Ukážka týchto požiadaviek je v tabuľke Tab. 10. [6]

Tab. 10 Požiadavky na tepelno-izolačné vlastnosti konštrukcií

Popis konštrukcie	Súčiniteľ prestupu tepla $U_k \left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$	
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
Stena vonkajšia	0,3	ťažká 0,25
		ľahká 0,20
Strecha plochá a šikmá so sklonom do 45° vrátane	0,24	0,16
Podlaha a stena vykurovaného priestoru priľahlá k zemi	0,45	0,3

Skladba konštrukcií analyzovanej budovy, na základe ktorej sa dá porovnať, či budova spĺňa súčasne platné požiadavky na tepelno-izolačné vlastnosti konštrukcií je uvedená v tabuľke Tab 11.

Tab. 11 Skladba obalových konštrukcií

Stavebná konštrukcia	Zloženie	Hrúbka [m]	Súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie U_k $\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$
Strecha	Baumit jemná štuková omítka (FeinPutz)	0,005	0,165
	Omítka vápenocementová	0,005	
	Baumit prednáštrik 4 mm (VorSpritzer 4 mm)	0,004	
	Železobeton 1	0,2	
	Perlitbeton 1	0,045	
	Icopal (Monarvap reflex 200)	0,0002	
	Nobasil SPN	0,2	
	Fatrafol 810	0,004	
Podlaha Uponor na teréne	Uponor systémový panel na uchytenie rúrok	0,02	0,246
	Nobasil T	0,16	
	Fatrafol 810	0,0012	
	Železobeton 1	0,13	
	Štěrkořísek	0,2	
Obvodová stena	Baumit jemná štuková omítka (FeinPutz)	0,005	0,249
	Omítka vápenocementová	0,005	
	Baumit prednáštrik 4 mm (VorSpritzer 4 mm)	0,004	
	Železobeton 1	0,2	
	Baumit open lep. štěrka W (open KlebeSpachtel W)	0,005	
	Baumit EPS-F	0,15	
	Baumit open lep. štěrka W (open KlebeSpachtel W)	0,005	
	Baumit Základný náter Open	0,005	
	Baumit open struktur. omítka (open StrukturPutz)	0,004	

Na základe porovnania hodnôt z tabuliek Tab. 10 a Tab. 11 je zrejmé, že stavba spĺňa súčasne platné hodnoty, stanovené normou ČSN 73 054.

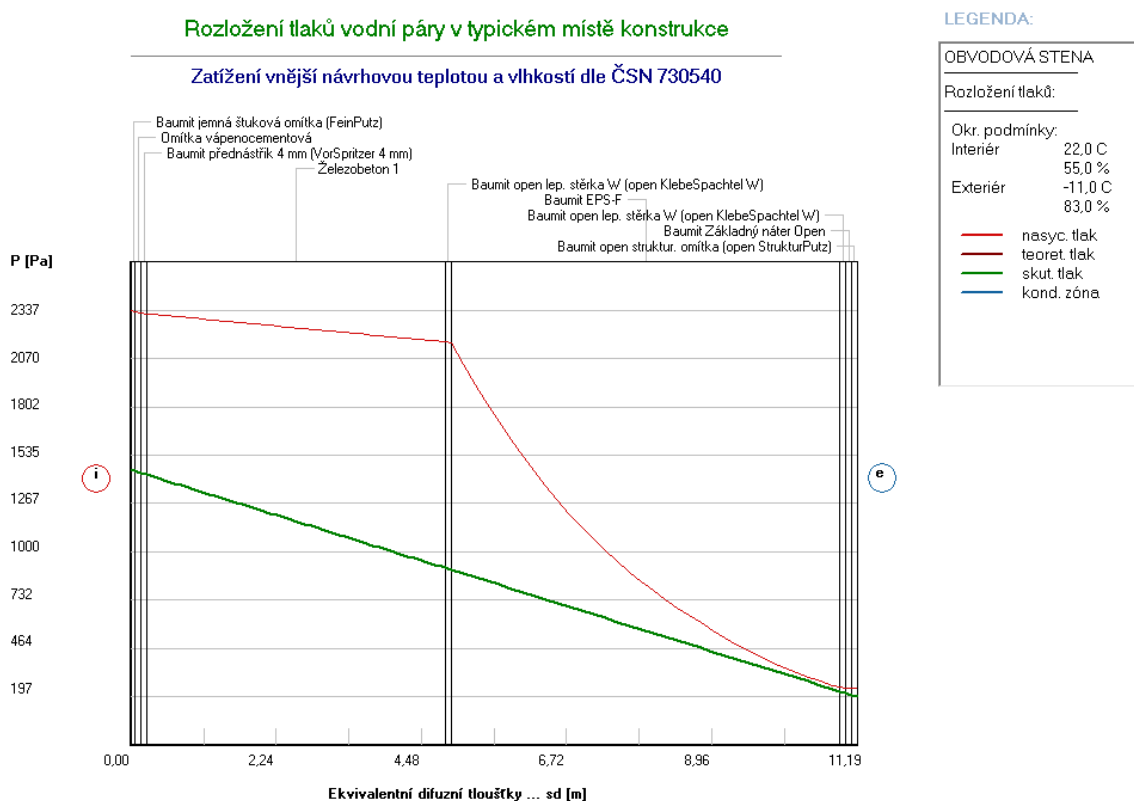
4.4 Kondenzácia vodných par

Ďalšou dôležitou podmienkou pri návrhu budov je aby nedochádzalo ku kondenzácii vodných pár. Pokiaľ by táto podmienka nebola splnená, mohlo by dochádzať k vzniku

plesní, objemovej a hmotnostnej zmene konštrukcie mimo rámec statického výpočtu, zníženiu vnútornej povrchovej teploty a celkovej degradácii konštrukcie.

Aby ku kondenzácii nedochádzalo je potrebné splniť podmienky stanovené normou ČSN 73 0540. Podľa tejto normy by malo byť ročné množstvo skondenzovanej vodnej pary vo vnútri konštrukcie menšie ako množstvo vypariteľnej vodnej pary a taktiež musí spĺňať podmienku maximálneho ročného množstva kondenzátu v konštrukcii, ktoré nesmie prekročiť hranicu $M_{c,a} = 0,1 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{rok}^{-1}$. [6]

Výpočet kondenzácie vodnej pary bol realizovaný pomocou software Stavební fyzika. Tento program berie do úvahy platné normy. Výstup z programu Stavební fyzika pre konštrukciu s názvom Obvodová stena je na obrázkoch *Obr. 25* a *Obr. 26*.



Obr. 25 Rozloženie tlakov vodnej pary

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

Název konstrukce: Obvodová stena

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	21,7 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-12,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-11,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	22,0 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Baumit jemná štuková omítka (F	0,005	0,800	12,0
2	Omítka vápenocementová	0,005	0,990	19,0
3	Baumit přednástřík 4 mm (VorSp	0,004	0,800	22,0
4	Železobeton 1	0,200	1,430	23,0
5	Baumit open lep. stěrka W (ope	0,005	0,800	18,0
6	Baumit EPS-F	0,150	0,041	40,0
7	Baumit open lep. stěrka W (ope	0,005	0,800	18,0
8	Baumit Základný náter Open	0,005	0,700	19,0
9	Baumit open struktur. omítka (0,004	0,700	19,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,773 + 0,030 = 0,803$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,939$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{,N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{rok}$, nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Obr. 26 Hodnotenie výsledkov kondenzácie vodných par

Na základe výsledkov z programu Stavební fyzika je zřejmé, že v analyzovanéj konštrukcii nedochádza počas roka ku kondenzovaniu vodných pár.

5 VÝKONOVÉ PARAMETRE

Pod pojmom výkonové parametre rozumieme parametre, ktoré je potrebné stanoviť k presnému určení potrebných dodávok tepla a chladu k dosiahnutiu výpočtovej teploty. Stanovením týchto parametrov rozumieme výpočet tepelných ziskov a strát pre navrhovanú budovu podľa normy ČSN EN 12 831. [7]

5.1 Klimatické hodnoty

Pri výpočte tepelných strát je dôležité poznať nielen skladbu konštrukcií, ale aj okrajové podmienky oblasti, v ktorej sa daná budova nachádza. Tie sú uvedené v tabuľke Tab. 12 obsahujúcu okrajové podmienky objektu v meste Bratislava.

Tab. 12 Okrajové podmienky objektu

Θ_{em}	Teplota vonkajšieho vzduchu v priebehu vykurovacieho obdobia	°C	4
d	Dĺžka vykurovacieho obdobia	deň	211
Θ_{im}	Priemerná vnútorná teplota vonkajšieho vzduchu	°C	16,9
Θ_{ae}	Návrhová teplota vonkajšieho vzduchu	°C	-11
Θ_i	Návrhová vnútorná teplota	°C	22
$\Delta\Theta_{im}$	Základný teplotný rozdiel	K	33

5.2 Tepelné straty

5.2.1 Návrhová tepelná strata prestupom tepla pre vykurovaný priestor

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

$H_{T,ie}$ - súčiniteľ tepelnej straty prestupom tepla z interiéru (i) do exteriéru (e) cez plášť budovy

$H_{T,iue}$ - súčiniteľ tepelnej straty prestupom tepla z interiéru (i) do vonkajšieho (e) nevykurovaného priestoru (u)

$H_{T,ig}$ - súčiniteľ tepelnej straty prestupom z vykurovaného interiéru (i) do zemin v ustálenom stave

$H_{T,ij}$ - súčiniteľ tepelnej straty z vykurovaného interiéru (i) do susedného (j) vykurovaného na výrazne odlišnú teplotu

$\theta_{int,i}$ - výpočtová teplota vykurovaného interiéru (i)

θ_e - výpočtová teplota exteriéru (e)

5.2.2 Návrhové tepelné straty vetraním

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

$H_{V,i}$ - Súčiniteľ návrhovej tepelnej straty vetraním

$\theta_{int,i}$ - výpočtová vnútorná teplota vykurovaného interiéru

θ_e - výpočtová teplota exteriéru

5.2.1 Celková návrhová tepelná strata vykurovaného priestoru

$$\phi_i = \phi_{T,i} + \phi_{V,i} [W]$$

ϕ_i - celková návrhová tepelná strata vykurovaného priestoru

$\phi_{T,i}$ - návrhová tepelná strata prestupom tepla vykurovaného priestoru

$\phi_{V,i}$ - návrhová tepelná strata vetraním vykurovaného priestoru

5.2.2 Zátopový tepelný výkon

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

A_i - podlahová plocha vykurovaného priestoru

f_{RH} - korekčný súčiniteľ, ktorý závisí na dobe zátopy a na predpokladanom poklese vnútornej teploty v útlmovej dobe

Korekčný súčiniteľ bol na základe [7] stanovený na hodnotu $f_{RH} = 13 \frac{W}{m^2}$. Ako východiskové hodnoty boli uvažované hodnoty kde doba zátopy je 3 hodiny, pokles teploty o 2K a stredná hmotnosť nebytovej budovy.

5.3 Návrhový tepelný výkon pre vykurované priestory

5.3.1 Celkový návrhový tepelný výkon

$$\phi_{HL,i} = \phi_i \cdot \phi_{RH,i} [W]$$

ϕ_i - návrhová tepelná strata vykurovaného priestoru

$\phi_{RH,i}$ - zátopový tepelný výkon vykurovaného priestoru

5.3.1 Celkový tepelný výkon pre funkčnú časť budovy alebo pre budovu

Tento výpočet nesmie zahŕňať teplo zdieľané prestupom a vetraním vo vnútri vykurovanej obálky budovy.

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

$\sum \phi_{T,i}$ - suma tepelných strát prestupom tepla všetkých vykurovaných priestorov s výnimkou tepla zdieľaného vo vnútri budovy

$\sum \phi_{V,i}$ - tepelné straty vetraním všetkých vykurovaných priestorov s výnimkou tepla zdieľaného vo vnútri budovy [7]

Tab. 13 Tepelné straty miestností

Miestnosť		Plocha miestnosti [m ²]	Straty		Výkon	
Názov	číslo		Prestupom [W]	Vetraním [W]	Zátopový [W]	Celkový [W]
Kancelária	1	345	7145	1115	4485	12745
Tech. Miestnosť	2	17,7	371	332	228	931
Chodba	3	146	2988	3098	1898	7984
Chodba	4	25	-264	530	325	591
Kancelária	5	440	7369	1422	5720	14511
Kancelária	6	445	7548	1438	5785	14771
Chodba	7	139	2630	2949	1807	7386
Tech. Miestnosť	8	23	129	432	299	860
Chodba	10	31	98	658	403	1159
Kancelária	11	490	8140	1583	6370	16093
Chodba	12	140,5	1480	2981	1827	6288
Kancelária	13	500	8865	1616	6500	16981
Tech. Miestnosť	14	20	-234	375	260	401
Chodba	15	21,8	132	462	283	877
Kancelária	16	555	8656	733	7215	16604
Kancelária	17	12	460	39	156	655
Tech. Miestnosť	18	47	315	997	611	1923
Suma		3398	55828	20760	44172	120760

Tepelné straty prestupom $\phi_{T,i}$ činia 55,828 kW.

Tepelné straty vetraním $\phi_{V,i}$ činia 20,760 kW.

Zátopový tepelný výkon $\phi_{RH,i}$ činí 44,172 kW.

Celkový návrhový tepelný výkon ϕ_{HL} činí 120,760 kW.

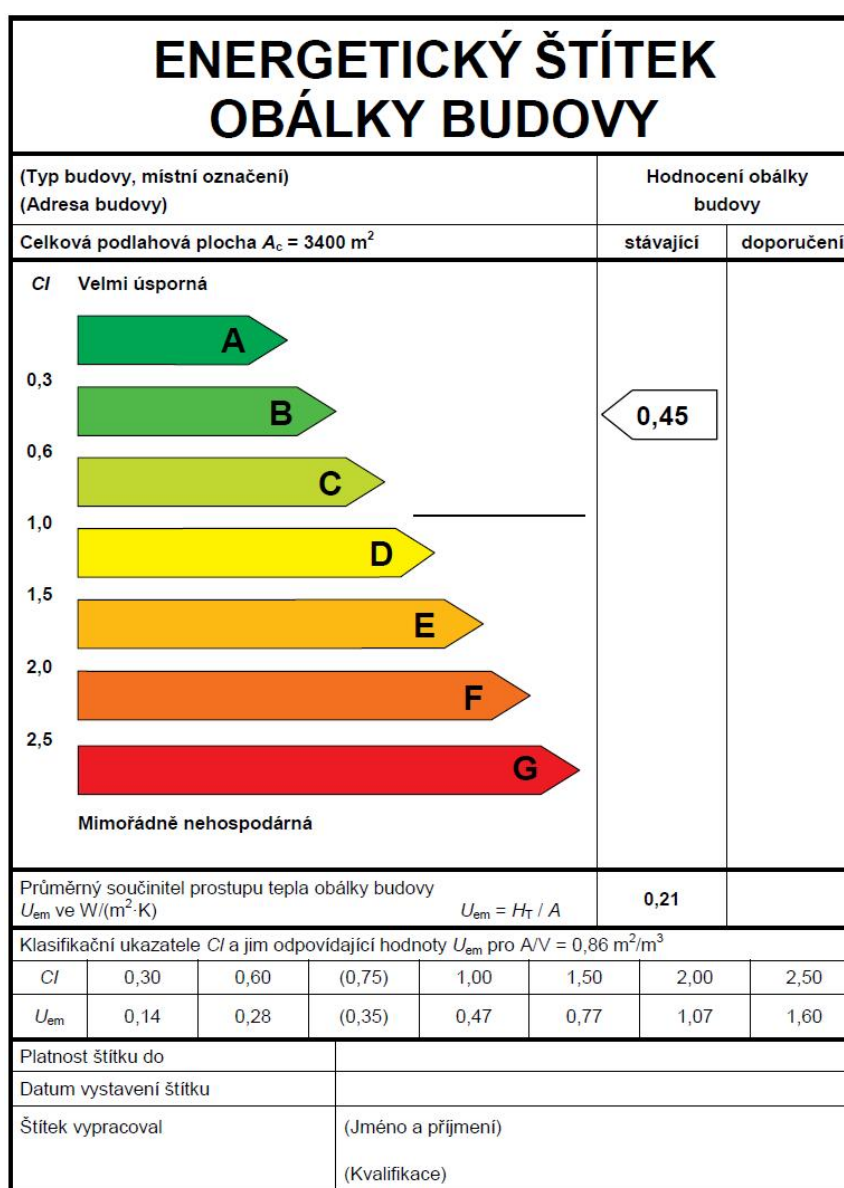
5.4 Energetický štítok obálky budovy

Priemerný súčiniteľ obálky budovy musí spĺňať podmienku $U_{em} \leq U_{em,N}$

$$U_{em} = \frac{H_T}{A} \left[\frac{W}{m^2 K} \right]$$

H_T - merná strata prestupom tepla konštrukciami, tvoriacimi obálku budovy

A - plocha obálky budovy



Obr. 27 Energetický štítok budovy

Priemerný súčiniteľ prestupu tepla obálkou budovy činí $U_{em} = 0,21 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$. Táto hodnota je ďalej porovnaná s hodnotami $U_{e,mN}$. [6] Na základe tohto porovnania, ako nám ilustruje obrázok *Obr. 27* je zrejmé, že budova zodpovedá triede **B**.

5.5 Tepelné zisky z vonkajšieho prostredia

Tak isto ako je dôležité poznať tepelné straty budovy z dôvodu správneho nadimenzovania vykurovania, je dôležité poznať aj tepelné zisky budovy, ktoré sa využijú k navrhnutiu dostatočného chladenia v lete. Pri riešení tepelných ziskov je potrebné brať do úvahy taktiež zisky z ľudí, zariadení, svietidiel a vonkajších podmienok.

5.5.1 Výpočet polohy Slnka

Slnčná deklinácia

$$\delta = 23,5 \cdot \sin(0,98D + 29,7M - 109) \quad [8]$$

δ - slnečná deklinácia

M - číslo mesiaca v roku

D - číslo dňa v mesiaci

Výška Slnka nad obzorom

$$\sin h = 0,766 \cdot \sin \delta - 0,643 \cdot \cos \delta \cdot \cos \left(15 \cdot \frac{H \cdot 360}{24} \right)$$

h - výška Slnka nad obzorom

δ - slnečná deklinácia

H - hodina, pre ktorú prebieha výpočet

5.5.2 Intenzita slnečnej radiácie

Intenzita priamej slnečnej radiácie

$$I_D = I_0 \cdot \exp[-0,097 \cdot z \cdot (\sin h)^{-0,8}] \cdot \cos \theta$$

I_D - intenzita celkovej slnečnej radiácie

Celková pomerná priepustnosť priamej slnečnej radiácie štandardným sklom

$$T_D = 0,87 - 1,47 \left(\frac{\theta}{100} \right)^5$$

Celková priepustnosť difúznej slnečnej radiácie štandardným sklom

$$T_D = 0,85$$

Celková intenzita slnečnej radiácie prechádzajúcej štandardným sklom

$$I_o = I_{DS} \cdot T_D + I_d \cdot T_d$$

I_o - celková intenzita slnečnej radiácie prechádzajúcej štandardným zasklením

5.5.1 Tepelná záťaž oknami**Prestup tepla oknom konvekciou**

$$Q_{ok} = k_o \cdot S_o \cdot (t_e - t_i)$$

Q_{ok} - prestup tepla oknom konvekciou

k_o - súčiniteľ prestupu tepla oknom

S_o - plocha okna vrátane rámu

$t_e - t_i$ - teplotný rozdiel medzi vonkajším a vnútorným prostredím

Prestup tepla oknom radiáciou

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot (I_d \cdot T_d)] \cdot s \cdot i_o$$

Q_{or} - prestup tepla oknom radiáciou

S_{os} - oslnený povrch okna

I_o - celková intenzita slnečnej radiácie prechádzajúcej štandardným oknom

c_o - korekcia na čistotu atmosféry

s - tieniaci súčiniteľ

i_o - počet okien

Oslnený povrch okna

$$S_{os} = [L - (e_1 - f)] \cdot [H - (e_2 - g)]$$

$$e_1 = d \cdot |tg(a - \gamma)|$$

$$e_2 = c \cdot \left| \frac{tg(h)}{\cos(a - \gamma)} \right|$$

L - šírka zasklenej časti okna

- H - výška zasklenej časti okna
 f - odstup vodorovnej časti okna od slnolamu
 g - odstup zvislej časti okna od slnolamu
 e_1, e_2 - dĺžka tieňa v okennom otvore od kraja slnolamu
 d - hĺbka okna
 c - hĺbka okna vzhľadom k hornej tieniacej doske

5.5.2 Tepelné zisky stenami

Steny sa z tepelno-technického hľadiska delia na

- Ľahké $d < 0,08\text{m}$
- Stredne ťažké $0,08 < d < 0,45$
- Ťažké $d > 0,45$

Stredne ťažké steny

$$Q_s = k \cdot S \cdot [(t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm})]$$

$$t_r = t_e + \frac{\epsilon \cdot I}{a_e}$$

$$\psi = 32 \cdot \delta - 0,5$$

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500\delta}$$

- Q_s - Tepelné zisky stredne ťažkou stenou
 t_{rm} - priemerná rovnocenná slnečná teplota vzduchu za 24 hodín
 $t_{r\psi}$ - rovnocenná slnečná teplota v dobe skoršiu o ψ
 m - súčiniteľ zmenšenia teplotného kolísania pri prestupe tepla

5.5.3 Tepelné zisky z vnútorného prostredia

Tepelné zisky od osvetlení

$$Q_{sv} = S \cdot P \cdot c_1 \cdot c_2$$

- Q_{sv} - Tepelné zisky od osvetlenia

- S - Podlahová plocha miestnosti
- P - Elektrický príkon svietidiel
- c_1 - súčiniteľ využitia svietidiel
- c_2 - zvyškový súčiniteľ rešpektujúci priame odsávanie tepla od svietidiel

5.6 Tepelné zisky budovy

Tepelné zisky v kW pre jednotlivé hodiny a mesiace sú uvádzané v tabuľke Tab. 14, z ktorej vyplýva, že najvyššie zisky sú v budove počas Júla, konkrétne o tretej hodine po obede. Zisky v tomto čase činia 285680 W.

Tab. 14 Tepelné zisky budovy počas roka [kW]

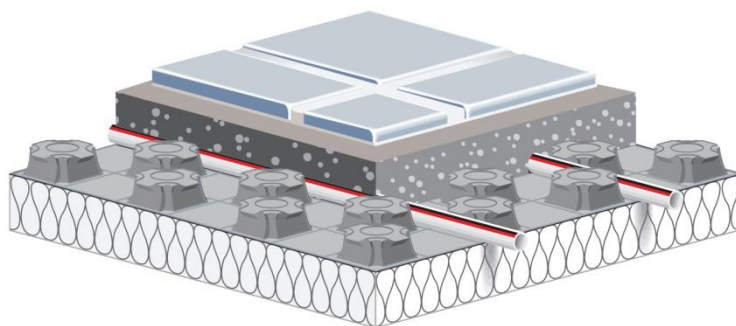
Objekt	Hodiny											
Mesiac	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-134,4	-138,4	-140	-139,1	-135,3	79,2	87,2	96,5	106,5	116,5	125,8	133,8
2	-101	-105	-106,6	-105,4	-102	113,8	121,8	131,1	141,1	151,1	160,4	168,4
3	-69,1	-73,1	-74,5	-73,2	-69,6	147,1	155,1	164,4	174,4	184,4	193,7	201,7
4	-41,2	-45,3	-46,5	-45,1	-41,4	175,8	183,3	192,6	202,6	212,6	221,9	229,9
5	-18,8	-22,7	-23,9	-22,5	-17,3	198,9	206,4	215,4	225,4	235,4	244,7	252,7
6	-3,8	-7,7	-8,9	-7,4	-2,1	213,5	221,1	230,1	240	250,1	259,4	267,4
7	3,3	-0,6	-1,8	-0,5	4,3	220,4	227,9	237,1	247,1	257,1	266,4	274,4
8	1,8	-2,2	-3,4	-2,1	1,6	218,8	226,3	235,7	245,7	255,7	265	273
9	-8,5	-12,5	-13,9	-12,7	-9,1	207	215	224,3	234,3	244,4	253,6	261,6
10	-26,5	-30,5	-32,1	-30,9	-27,5	188,3	196,2	205,6	215,6	225,6	234,9	242,9
11	-51,2	-55,3	-56,9	-56	-52,1	162,3	170,3	179,6	189,6	199,6	208,9	216,9
12	-80,6	-84,6	-86,3	-85,3	-81,4	132,5	140,5	149,8	159,8	169,8	179,1	187,1
Objekt	Hodiny											
Mesiac	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	140	143,8	145,1	143,8	140	133,8	-82,5	-91,7	-101,3	-111	-120,1	-128,1
2	174,6	178,4	179,7	178,4	174,6	168,4	-49,3	-58	-67,8	-77,6	-86,8	-94,7
3	207,9	211,7	213	211,7	207,9	201,7	-16,9	-25,8	-35,7	-45,6	-54,9	-62,8
4	236,1	240	241,2	240	236,1	230,3	11,3	2,2	-7,8	-17,8	-27,1	-35
5	258,9	262,8	264	262,8	259,1	253,4	35,6	24,8	14,8	4,7	-4,6	-12,6
6	273,5	277,4	278,7	277,4	273,8	268	50,9	39,9	29,8	19,7	10,4	2,5
7	280,5	284,4	285,7	284,4	280,7	275	57,2	46,8	36,8	26,8	17,5	9,5
8	279,2	283	284,3	283	279,2	273,4	54,3	45,3	35,3	25,2	16	8,1
9	267,8	271,7	272,9	271,7	267,8	261,6	43,6	34,7	24,8	14,9	5,7	-2,2
10	249,1	252,9	254,2	252,9	249,1	242,9	25,2	16,5	6,7	-3,1	-12,3	-20,2
11	223,1	226,9	228,2	226,9	223,1	216,9	0,6	-8,6	-18,2	-27,9	-37	-44,9
12	193,3	197,1	198,4	197,1	193,3	187,1	-28,6	-37,9	-47,6	-57,2	-66,4	-74,3

6 TVORBA MIKROKLÍMY

V nasledujúcej kapitole sa budeme zaoberať návrhom tvorby vhodnej mikroklímy pre analyzovanú administratívnu budovu. Ako podklady pri návrhu mi poslúžili hodnoty, ktoré som vypočítal v predchádzajúcej kapitole.

6.1 Návrh podlahového kúrenia

Ako hlavný zdroj sálavého tepla v celej budove bolo zvolené podlahové vykurovanie, nakoľko pri tomto druhu vykurovania je rozdiel teplôt vzduchu minimálny a približuje sa k ideálnemu rozloženiu tepla *Obr. 3*. Nakoľko opláštenie budovy je tvorené z veľkej časti presklenými panelmi, ktoré siahajú až po zem, je toto riešenie efektívne nielen z hľadiska rozloženia teplôt v miestnosti, ale ani nenarušuje estetiku prostredia a nebráni výhľadu z okien. Ďalej toto riešenie výborne zapadá do koncepcie budovy s modulovateľnými administratívnymi priestormi. Pre riešenie podlahového vykurovania bol zvolený výrobca Uponor, konkrétne produkt Uponor TECTO 17x2 PE-Xa. Veľká výhoda je, že výrobca ponúka komplexný systém pre podlahové vykurovanie a jeho reguláciu s možnosťou komunikácie cez protokol KNX. Navrhnutý teplotný spád je 40°C na 34°C.



Obr. 28 Uponor TECTO

6.1.1 Dimenzovanie podlahového vykurovania

Pri navrhovaní podlahového vykurovania je dôležité poznať podlahovú plochu miestnosti, pre ktorú je dané vykurovanie navrhované a takisto aj jej celkové tepelné straty. Oba údaje sú uvedené v tabuľke Tab. 13. Z týchto hodnôt sa následne vypočíta hustota tepelného toku:

$$q = \frac{\phi_{HL}}{A_i}$$

q - Hustota tepelného toku miestnosti $\left[\frac{W}{m^2}\right]$

ϕ_{HL} - celková tepelná strata miestnosti [W]

A_i - plocha miestnosti $[m^2]$

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V + \theta_R}{2} - \theta_{int}$$

$\Delta\theta_H$ - projektový rozdiel teplôt teplotnosného média [K]

θ_V - teplota vody na prívode

θ_R - teplota vody na odvode

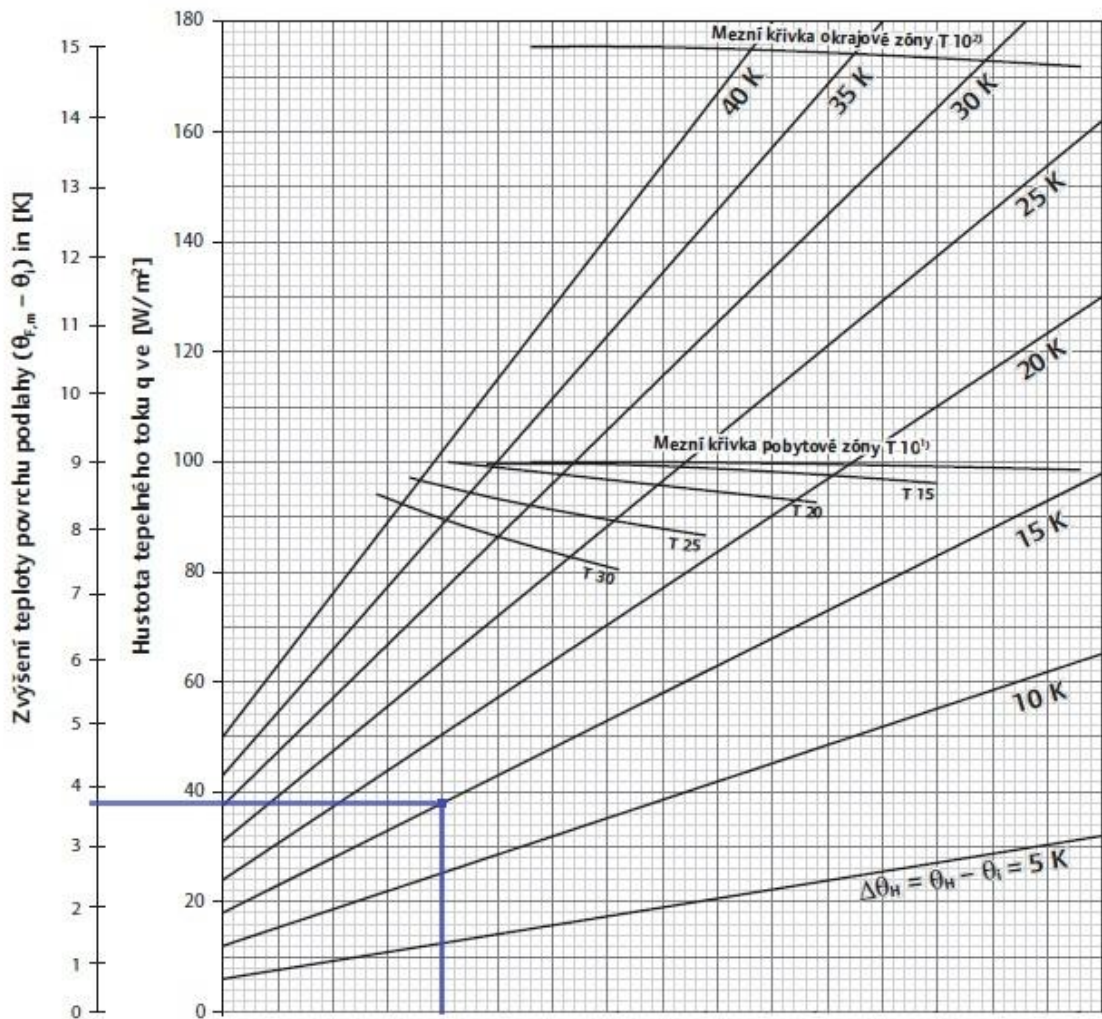
θ_{int} - návrhová teplota miestnosti

Dosadením do vzorcov získame hodnoty v tabuľke:

Tab. 15 Hustota tepelného toku podlahy

Miestnosť		Návrhová teplota miestnosti θ_{int} [°C]	plocha A_i $[m^2]$	Tepelná strata miestnosti ϕ_{HL} [W]	Hustota tepelného toku q $[W/m^2]$
číslo	názov				
1	Kancelária	15	345	12745	36,9
3	Chodba 3+4	22	171	8575	50,1
5	Kancelária	15	440	14511	33
6	Kancelária	15	445	14771	33,2
7	Chodba 7 +10	22	170	8545	50,3
11	Kancelária	15	490	16093	32,8
12	Chodba 12+ 15	22	162,3	7165	44,1
13	Kancelária	15	500	16981	34
16	Kancelária	15	555	16604	29,9

Následne, na základe hodnôt o hustote tepelného toku a projektovom rozdiel teplôt teplotnosného média z tabuľky Tab. 15, v grafe pre dimenzovanie rúrok PX-Ea 17x2mm s cementovým poterom Obr. 29, určíme údaje o potrebnej vzdialenosti trubiek. Teplotný rozdiel prívodnej a odvodnej vody bol uvažovaný v hodnote $\sigma = 6K$.



Obr. 29 Příklad odčítání hodnot z grafu pro dimenzování PE-Xa rúrok

Z takto známých hodnot, už dokážeme určiť hmotnostné prietoky vykurovacej kvapaliny pre jednotlivé miestnosti. Daný výpočet sa realizuje podľa vzorca:

$$\dot{m} = \frac{P}{c_p \cdot \Delta\theta} \cdot 3600 \left[\frac{kg}{h} \right]$$

P - výkon vykurovacích telies [W]

c_p - merná tepelná kapacita teplotnosného média $\left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$

$\Delta\theta$ - rozdiel teploty teplotnosného média na prívide a na odvode [°C]

Z hmotnostného prietoku ďalej vypočítame objemový prietok:

$$\dot{V} = \frac{\dot{m}}{\rho_v} \left[m^3/h \right]$$

ρ_v - hustota teplonosného média [kg/m^3]

Tab. 16 Pramatare podlahového vykurovania

Miestnosť		Vzdialenosť rúrok [mm]	Počet okruhov	Hmotnostný prietok okruhom [kg/h]	Objemový prietok [m ³ /h]	Tlakové straty na okruh [kPa]
číslo	názov					
1	Kancelária	300	13	156	1,89	16,8
3	Chodba 3+4	250	6	213	1,28	28,8
5	Kancelária	300	16	139	2,16	14,4
6	Kancelária	300	16	143	2,25	15,6
7	Chodba 7 +10	300	6	213	1,28	28,8
11	Kancelária	300	18	139	2,41	14,4
12	Chodba 12+ 15	300	6	188	1,08	25,2
13	Kancelária	300	18	143	2,53	14,4
16	Kancelária	300	20	135	2,65	15

Nakoľko sú vykurované plochy celkom rozsiahle je nutné použiť väčšie množstvo okruhov. Počet jednotlivých okruhov bol volený na základe tabuľky udávanej výrobcom. Jeden okruh rúrky Uponor TECTO PE-Xa 17x2mm môže mať maximálnu dĺžku 120m a pri vzdialenosti rúrok 300mm, pripadá na jeden meter štvorcový 3,3m rúrok.

Tab. 17 Prepočet množstva rúrok na m²

Systémová deska Tecto včetně izolace

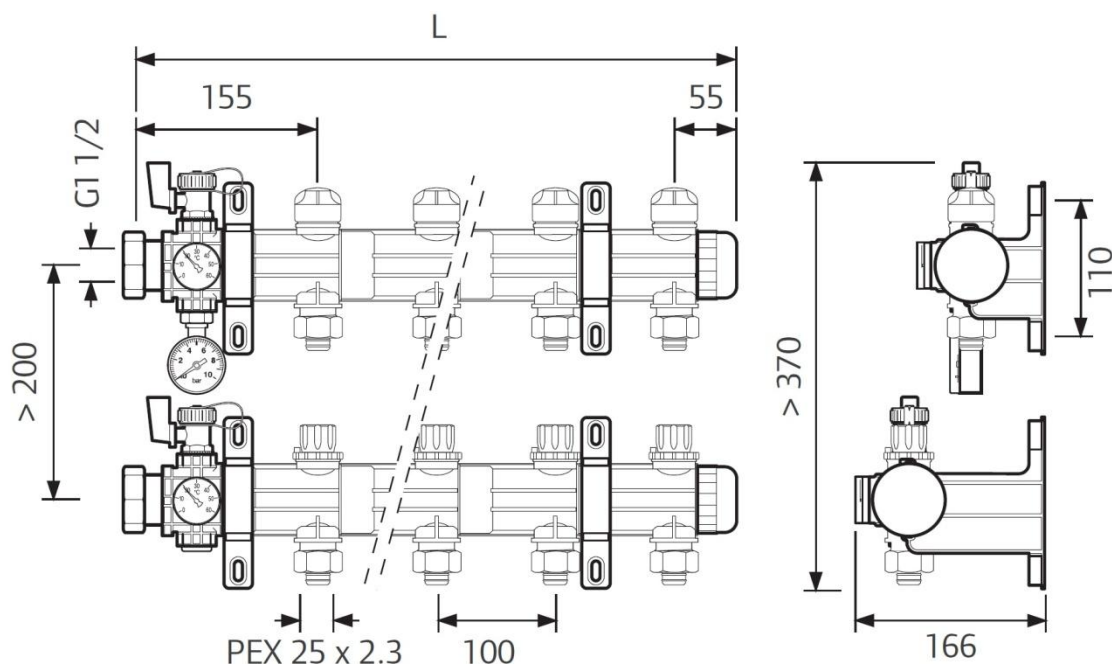
Pokládka PE-Xa potrubí 14mm a 17mm se systémovou deskou Tecto včetně izolace

Rozteč (cm)	Délka trubky (m/m ²)	Obvodový izolační pás (m)	Systémová deska s izolací (m ²)
10	10	1	1
15	6.7	1	1
20	5	1	1
30	3.3	1	1

6.1.1 Rozdeľovač a akčný člen

Rozdeľovač

K rozdeleniu prietokov medzi jednotlivé okruhy sú použité 12-cestné Uponor nerezové rozdeľovače PK1 s prietokomerom. Pripojením plochou tesniacou skrutkou a 1 FT s plochým tesnením, jedna strana s odzdušňovacím otvorom, čapom pre plnenie a odtok, otočiteľná pre pripojenie rúrok a 3/4 zarážkou na konci.



Obr. 30 Uponor nerezový rozdeľovač PK 1 s prietokomerom, 12-cestný

Akčný člen

Ako regulačný prvok slúžia akčné členy TA24 a AR24, ktoré sú ovládané prostredníctvom regulátora Uponor C-56.

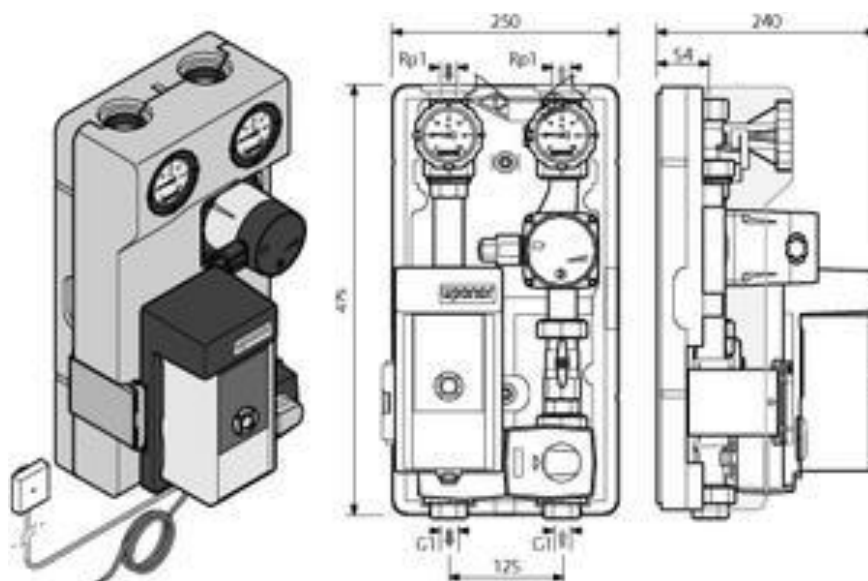


Obr. 31 Akčný člen TA-24

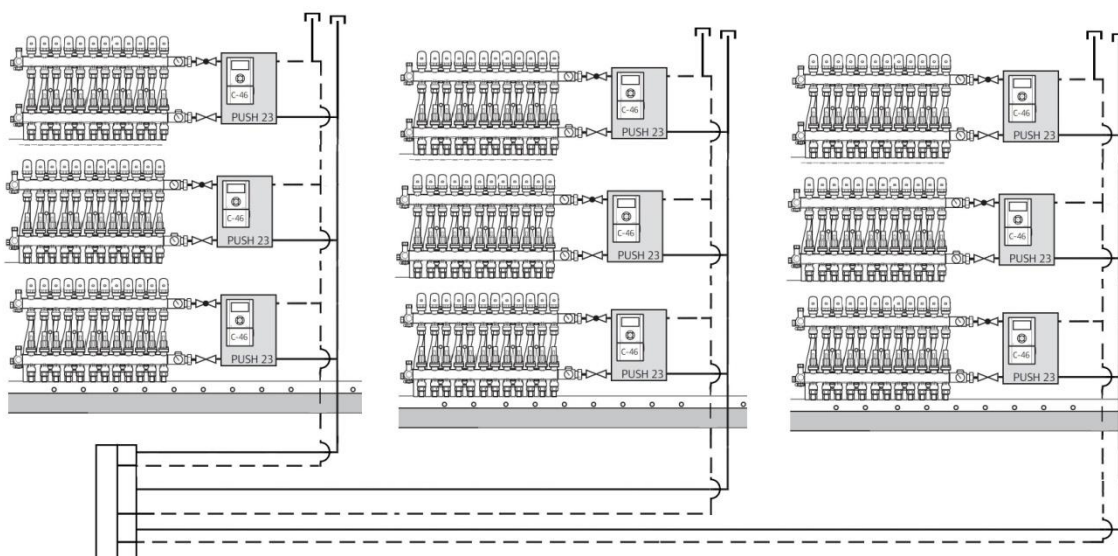
6.1.1 Regulačná stanica s čerpadlom PUSH 23

Stanica s termostatom, zmiešavacím ventilom a čerpadlom s energetickou triedou efektívnosti A, poskytuje na prívode elektronicky regulovanú a vonkajším počasím kompenzovanú teplotu vody. Na prívode sa nachádza termostatický ventil s kapilárnym snímačom 20 - 55°C a na spätočke je umiestnený vyvažovací ventil.

Dané zariadenie obsahuje v sebe čerpadlo GRUNDFOS MANGA 25-40 vyrobené z liatiny, ktoré pracuje v rozsahu teplôt 2 - 110°C.



Obr. 32 Regulačná stanica Uponor PUSH 23



Obr. 33 Zapojenie podlahového vykurovania a jeho regulácie

6.1.2 Výpočet veľkosti expanznej nádoby

Výpočet expanzného zariadenia sa počíta nasledovne:

Stanovíme si najnižší dovolený pretlak.

$$p_{dov} = 1,1 \cdot \left(\frac{h \cdot \rho \cdot g_k}{1000} + \Delta p_z \right)$$

h - výška sústavy nad MR [m]

ρ - hustota vody $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

g - gravitačné zrýchlenie $[m \cdot s^{-2}]$

Dostaneme hodnotu činiacu 46,7kPa.

Výpočet expanzného objemu:

$$V_e = 1,3 \cdot V \cdot \Delta v [l]$$

Δv - zväčšenie merného objemu vody zahriatím z 10°C na strednú teplotu

Tab. 18 Závislosť hustoty vody na teplote

t [°C]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
ρ [kg/m³]	999,9	999,6	998,2	995,6	992,2	988,0	983,2	977,7	971,8	965,8
t [°C]	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
ρ [kg/m³]	958,3	951,0	943,1	934,8	926,1	916,9	907,2	897,3	886,6	876,0

$$\Delta v = \frac{1000}{\rho_{tm}} - \frac{1000}{\rho_{10^\circ C}}$$

ρ_{tm} - hustota vody pri strednej návrhovej teplote $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

$\rho_{10^\circ C}$ - hustota vody pri 10°C $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

V - objem vody v sústave [l]

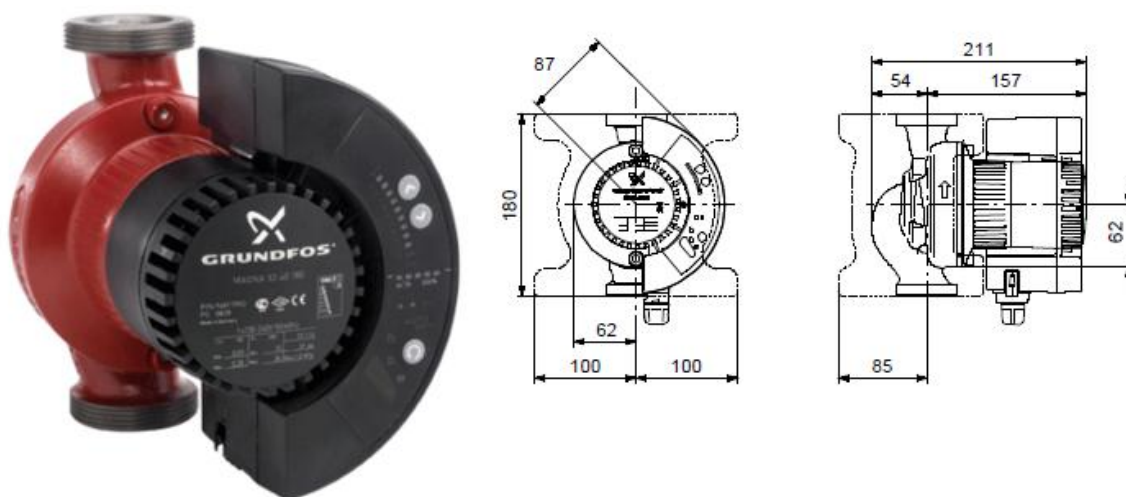
Tab. 19 Objem vody v potrubíach

Miestnosť		Objem [m ³]	Objem [l]
číslo	názov		
1	Kancelária	0,192	192
3	Chodba 3+4	0,095	95
5	Kancelária	0,245	245
6	Kancelária	0,248	248
7	Chodba 7 +10	0,095	95
11	Kancelária	0,273	273
12	Chodba 12+ 15	0,09	90
13	Kancelária	0,279	279
16	Kancelária	0,309	309
x	Ohrev VZT	0,121	121
x	Potrubie	0,103	103
Spolu		2,05	2050

Dosadením do vzorca získame hodnotu 19,83, ktorá nám udáva potrebnú veľkosť expanznej nádoby. Pre naše potreby som zvolil expanznú nádobu od firmy Reflex CZ, s.r.o. s označením NG 25/6, ktorá má objem 25l.

6.1.1 Návrh obehového čerpadla pre podlahové vykurovanie

Vhodné obehové čerpadlo dokážeme zvoliť na základe hmotnostného prietoku a tlakovej straty. Tieto hodnoty máme vypočítané v tabuľke Tab. 16. Na základe týchto údajov som navrhol obehové čerpadlo GRUNDFOS MANGA 25-40. Toto čerpadlo vykoná samostatne analýzu sústavy a nastaví optimálne hodnoty, ktoré bude v prípade požiadavky na zmenu množstva tepla upravovať.



Obr. 34 GRUNDFOS MANGA 25-40

6.2 Návrh vzduchotechnickej jednotky

Pre potreby nútenej výmeny vzduchu v administratívnej budove bola zvolená možnosť s využitím výmeny vzduchu pomocou vzduchotechnickej jednotky. Tento spôsob rozvodu vzduchu taktiež umožňuje ľubovoľné rozvrhnutie jednotlivých kancelárskych priestorov.

Pokiaľ chceme navrhnuť vhodnú vzduchotechnickú jednotku, je nevyhnutné poznať parametre miestností, v ktorých bude výmena vzduchu realizovaná. Výpočet objemu vzduchu bol uvažovaný ako 80% z celkového objemu miestnosti. Pri odhade počtu ľudí v miestnostiach bolo uvažované, že na jedného človeka bude pripadať $7,5\text{m}^2$ priestoru. Popis parametrov jednotlivých miestností je v tabuľke Tab. 20.

Tab. 20 Parametre miestností

Miestnosť		Objem miestnosti [m ³]	Objem vzduchu [m ³]	Počet ľudí
Názov	číslo			
Kancelária	1	1035	828	46
Tech. Miestnosť	2	53,1	42,48	0
Chodba	3	438	350,4	7
Chodba	4	75	60	0
Kancelária	5	1320	1056	59
Kancelária	6	1335	1068	60
Chodba	7	417	333,6	7
Tech. Miestnosť	8	69	55,2	0
Chodba	10	93	74,4	0
Kancelária	11	1470	1176	66
Chodba	12	421,5	337,2	7
Kancelária	13	1500	1200	67
Tech. Miestnosť	14	60	48	0
Chodba	15	65,4	52,32	0
Kancelária	16	1665	1332	74
Kancelária	17	36	28,8	2
Tech. Miestnosť	18	141	112,8	0

Administratívna budova je pre účely návrhu a realizácie vzduchotechniky rozdelená do troch logických blokov, v ktorom každý blok bude mať vlastnú vzduchotechnickú jednotku. Bloky sú navrhnuté tak, aby si boli čo najpodobnejšie a každý blok tvoria dva kancelárske priestory. Nie sú v nich zahrnuté chodby a technické miestnosti, nakoľko pri chodbách je predpokladaná prirodzená výmena vzduchu cez dvere pri ich otvorení a infiltráciou cez medzery a pri technických miestnostiach bude riešená výmena vzduchu infiltráciou cez medzery medzi dverami. Popis parametrov jednotlivých blokov je v tabuľke Tab. 21.

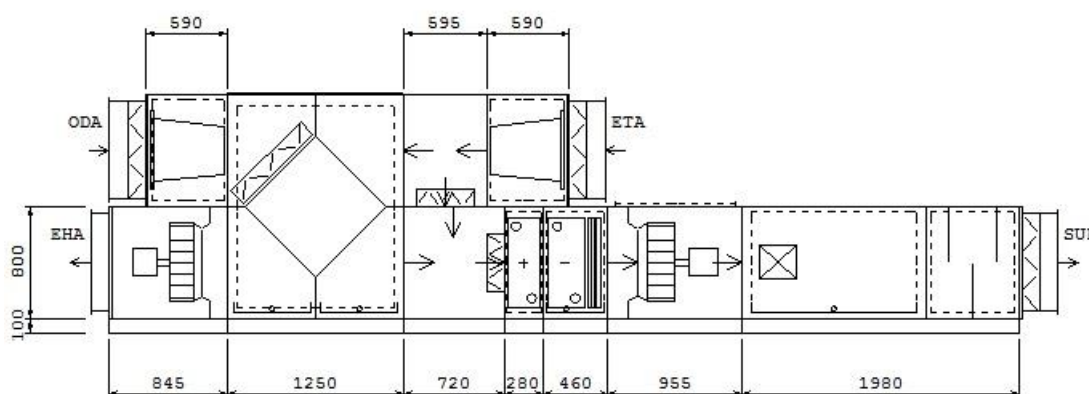
Tab. 21 Parametre blokov miestností

Názov bloku	Miestnosti v bloku	Plocha bloku [m ²]	Obvod miestnosti [m]	Objem miestnosti [m ³]	Objem vzduchu [m ³]	Prietok vzduchu [m ³ /h]	Prietok vzduchu [m ³ /s]	Počet ľudí
Blok 1	Kancelária 1 Kancelária 5	785	196,2	2355	1884	4200	1,17	105
Blok 2	Kancelária 6 Kancelária 16	1000	210	3000	2400	5360	1,49	134
Blok 3	Kancelária 11 Kancelária 12	990	202	2970	2376	5320	1,48	133

Navrhovaná vzduchotechnika bude v lete dodávať do miestnosti vzduch o teplote 24°C a v zime o teplote 22°C aj tepelné zisky a straty miestností. Prietok vzduchu je navrhnutý tak, aby pokrýval potrebu čerstvého vzduchu, pri hodnote prietoku 40 m³/h na jednu osobu. Vzduchotechnická jednotka bola navrhnutá pomocou software od firmy C.I.C. Jan Hřebec s.r.o., ktorý navrhne konkrétny typ jednotky od tohto výrobcu. Keďže bude vzduch dodávaný do priestorov s rozličnými požiadavky je nutné navrhnuť viac druhov jednotiek. Nakoľko je blok 1 a blok 2 takmer totožný, bude vykonaný návrh pre len potreby jedného bloku s tým, že rovnaká jednotka sa použije aj pre druhý blok. Pre blok 1 bude treba navrhnuť jednotku samostatne, nakoľko sú jej parametre podstatne odlišné.

6.2.1 Vzduchotechnická jednotka pre Blok 1

Pri návrhu sa vychádzalo z údajov v tabuľke Tab. 21 a pre blok 1 bola navrhnutá vzduchotechnická jednotka H5 rady TP12105.



Obr. 35 Vzduchotechnická jednotka H5

Jednotka sa skladá z filtračných komôr na prívodoch, rekuperačnej jednotky, klapkových komôr, vodnej chladiacej jednotky, vodnej ohrievacej jednotky, zvlhčovacej komory parnej a ventilátorových komôr.

Filtračná komora: filter F5 -500

Rekuperačná komora: doskový rekuperačný výmenník s funkciou by-passu, účinnosťou 46% a tepelným ziskom 21,8kW.

Ohrievacia komora: štvorrádová vodná ohrievacia komora, s teplotným spádom vykurovacieho média 40/34°C.

Chladiaca komora: trojrádová vodná chladiaca komora, s teplotným spádom chladiaceho média 6/12°C.

Ventilátor: RH28C Stahl 4205 otáčok/min, účinnosť 74%

6.2.2 Vzduchotechnická jednotka pre Blok 2

Pri návrhu sa vychádzalo z údajov v tabuľke Tab. 21 a pre blok 1 bola navrhnutá vzduchotechnická jednotka H6.3 rady TP12105. Jednotka má rovnaké zloženie ako jednotka v Bloku 1, len iné rozmery.

Filtračná komora: filter F5 -500

Rekuperačná komora: doskový rekuperačný výmenník s funkciou by-passu, účinnosťou 48% a tepelným ziskom 28,5kW.

Ohrievacia komora: štvorrádová vodná ohrievacia komora, s teplotným spádom vykurovacieho média 40/34°C.

Chladiaca komora: štvorrádová vodná chladiaca komora, s teplotným spádom chladiaceho média 6/12°C.

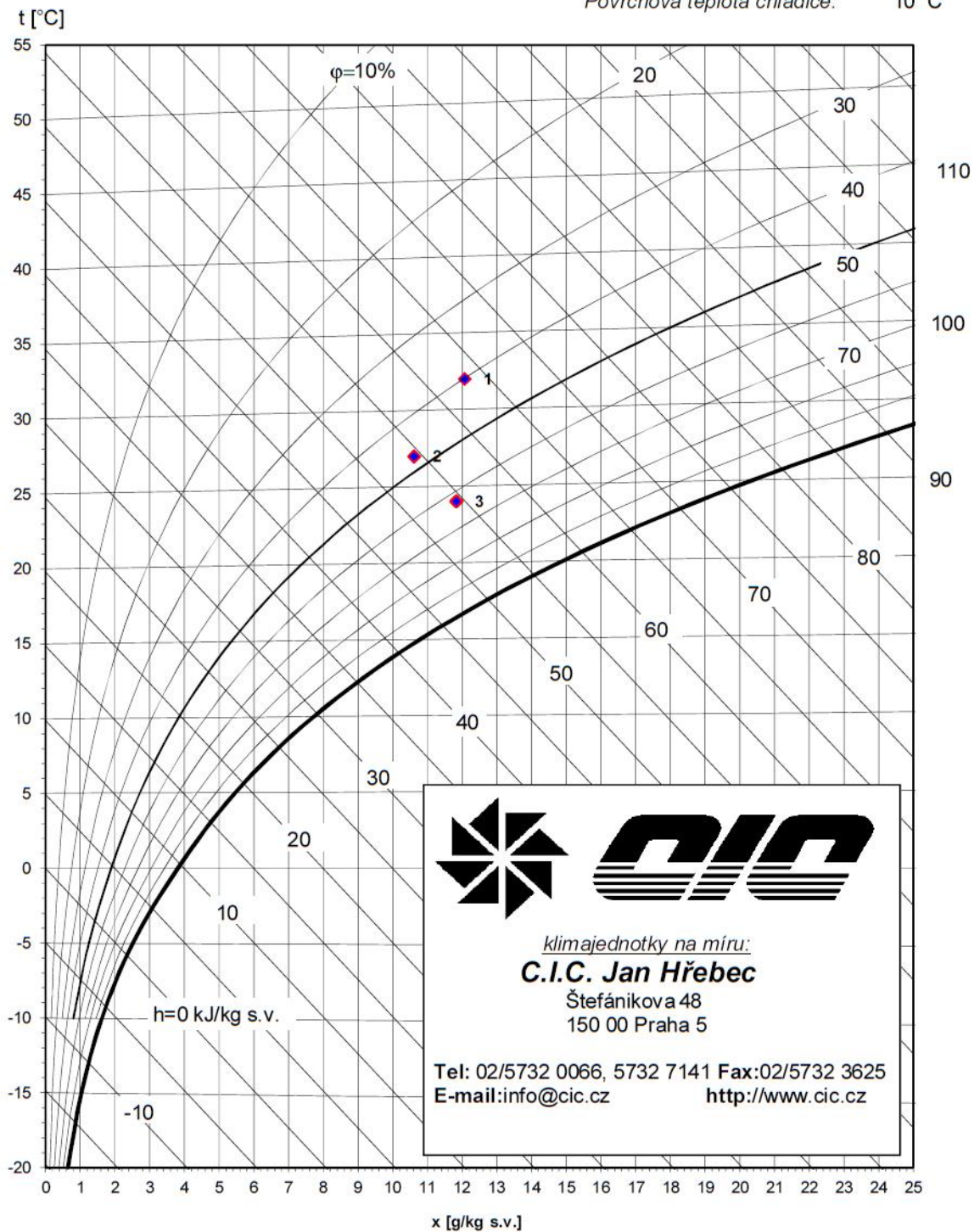
Ventilátor: RH31C Stahl 3845 otáčok/min, účinnosť 75%

6.2.3 Úpravy vzduchu

Úpravy vzduchu vykonané vo vzduchotechnickej jednotke, pre letné obdobie sú vyobrazené na obrázku *Obr. 36* a úpravy vzduchu pre zimné obdobie sú vyobrazené na obrázku *Obr. 37*.

Psychrometrický diagram dle Molliera
 Administrativna budova - Leto

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

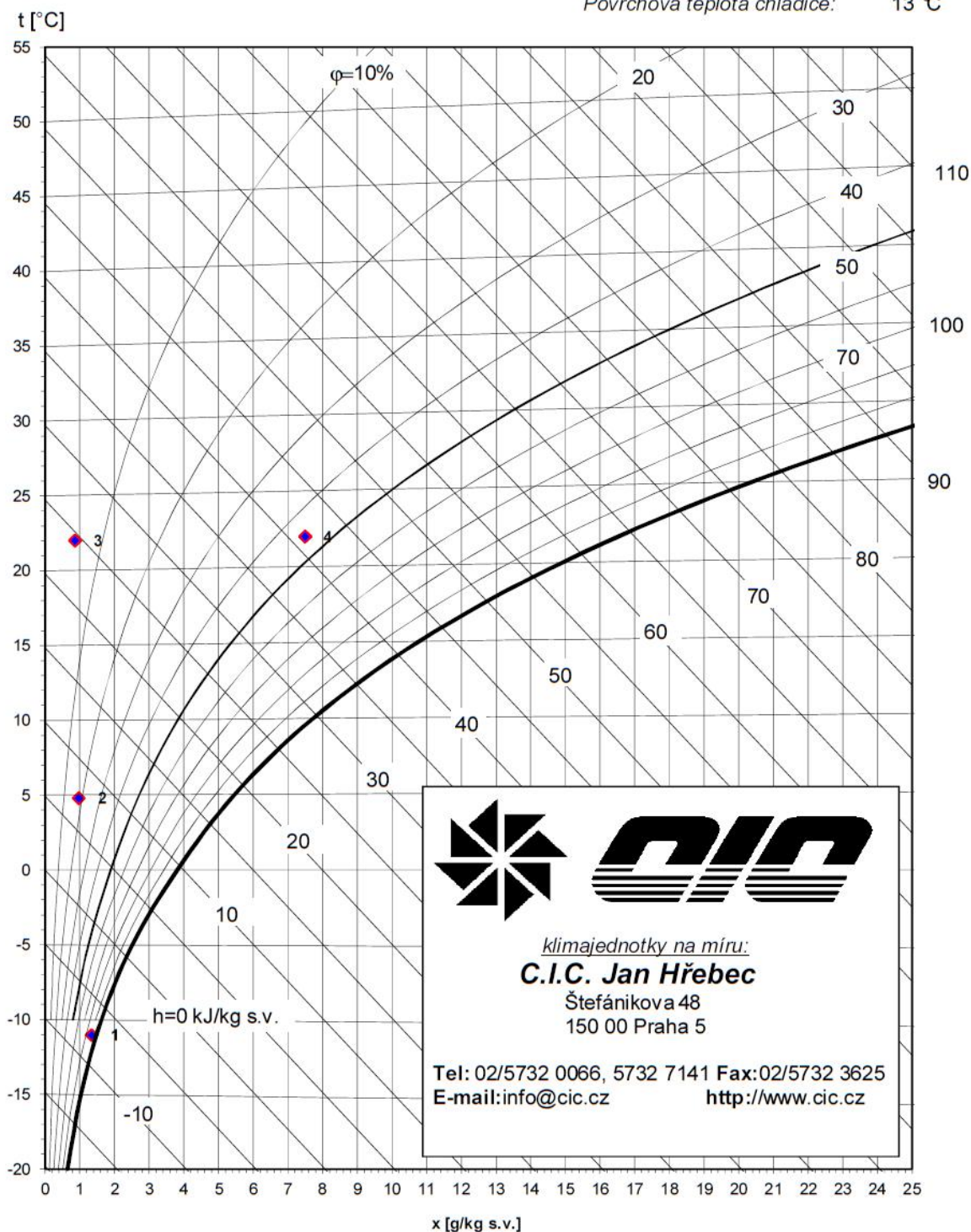


Obr. 36 Úpravy vzduchu pre letné obdobie

Bod 1 – vzduch privádzaný z exteriéru, Bod 2 – vzduch na výstupe z rekuperačného výmenníku, Bod 3 – vzduch na výstupe z chladiacej komory

Psychrometrický diagram dle Molliera
 Administrativní budova - Zima

Tlak vzduchu: 100 kPa
 Max. vlhkost při úpravách: 100 %
 Povrchová teplota chladiče: 13 °C

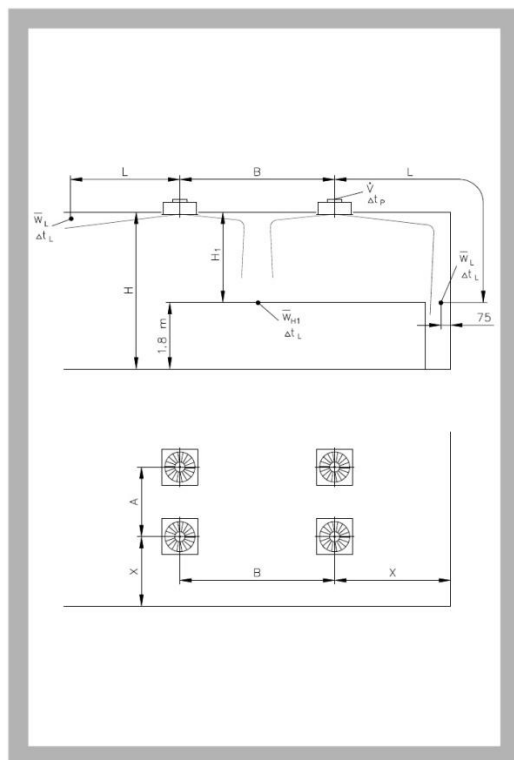


Obr. 37 Úpravy vzduchu pro zimné obdobie

Bod 1 – vzduch privádzaný z exteriéru, Bod 2 – vzduch na výstupe z rekuperačného výmenníku, Bod 3 – vzduch na výstupe z chladiacej komory, Bod 4 – vzduch na výstupe z parnej vlhčiacej jednotky

6.2.4 Návrh distribučních prvků

Pre potreby optimálneho prúdenia vzduchu je potrebné navrhnuť distribučné prvky tak, aby nenarušovali pocit tepelnej pohody. Rýchlosť prúdenia v komfortnom prostredí by mala dosahovať hodnoty $0,22 \left[\frac{m}{s} \right]$.



\dot{V}	[m ³ .h ⁻¹]	objemový prútok vzduchu pro jednu vyústě
A, B	[m]	vzdálenost mezi dvěma vyústěmi
L	[m]	vodorovná + svislá vzdálenost (X + H ₁)
X	[m]	vzdálenost středu vyústě ke stěně
H	[m]	výška od stropu - od 2,6 do 4,0 m
H ₁	[m]	vzdálenost mezi stropem a zónou pobytu
\bar{w}_L	[m.s ⁻¹]	střední rychlost proudění na stěně
\bar{w}_{H1}	[m.s ⁻¹]	střední rychlost proudění mezi dvěma vyústěmi ve vzdálenosti H ₁
\bar{w}_{ef}	[m.s ⁻¹]	efektivní výstupní rychlost
Δt_p	[K]	rozdíl mezi teplotou přiváděného vzduchu a teplotou vzduchu v místnosti
Δt_L	[K]	rozdíl mezi teplotou vzduchu v ose proudu v délce L a teplotou vzduchu v místnosti vzdálenost $L = A/2 + H_1$ příp. $L = B/2 + H_1$ příp. $L = X + H_1$
Δp_c	[Pa]	celková tlaková ztráta při $\rho = 1,2 \text{ kg.m}^{-3}$
L _{WA}	[dB(A)]	hladina akustického výkonu
S _{ef}	[m ²]	efektivní plocha vyústě

Obr. 38 Rozmerové požiadavky pri návrhu anemostatov

Na základe požiadaviek vyobrazených na Obr. 38 vyrátame navrhovaný počet anemostatov v miestnosti. Tieto hodnoty sú udané v nasledujúcej tabuľke .

Tab. 22 Parametre miestností pre návrh koncových prvkov

Miestnosť		Šírka [m]	Dĺžka [m]	Prietok vzduchu [m ³ /h]	Vzdialenosť [m]				Počet anemostatov v smere	
Číslo	Názov				A	B	X1	X2	šírky	dĺžky
1	Kancelária	9,5	37	1840	3,5	6,2	3	3	2	6
5	Kancelária	30	13	2360	6	3	3	3,5	5	3
6	Kancelária	34	13	2400	6	3	2	3,5	6	3
11	Kancelária	40	13	2640	6	3	2	3,5	7	3
13	Kancelária	37,5	13	2680	6	3	3,75	3,5	6	3
16	Kancelária	15	32	2960	2,5	6,5	5	3	3	5

Návrh distribučních prvků bol vytvorený pomocou software AirCAD od firmy MANDÍK, a.s., ktorý navrhne vhodné koncové prvky pre distribúciu čerstvého vzduchu na

základe zadaných parametrov. Zoznam navrhnutých koncových prvkov a ich vlastností je zobrazený v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 23 Navrhnuté koncové distribučné prvky vzduchotechniky

Miestnosť	Anemostat	Hladina akustického výkonu [dB(A)]	Stredná rýchlosť prúdenia	
			medzi dvoma anemostatmi vo vzdialenosti H1 [m/s]	na stene vo vzdialenosti X+H1 [m/s]
1	VAMP 160 D	36,51	0,18	0,16
5	VAMP 160 D	38,32	0,21	0,16
6	VAMP 160 D	28,07	0,19	0,19
11	VAMP 160 D	25,37	0,18	0,18
13	VAMP 200	19,36	0,18	0,15
16	VAMP 250	12,44	0,22	0,17

6.2.5 Návrh prvkov na odvod vzduchu

Odvádzanie vzduchu z miestností budú zabezpečovať stropné kruhové výustky Balance E200 s možným nastaviteľným prietokom vzduchu, od výrobcu Systemair.



Obr. 39 Stropná kruhová výustka Balance E200

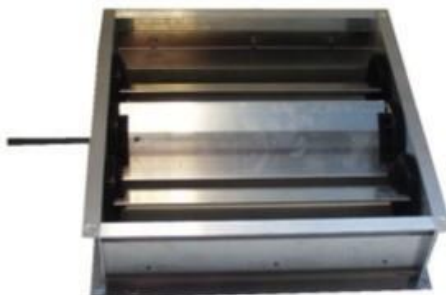
6.2.6 Odsávanie znečisteného odpadného vzduchu

Odsávanie znečisteného odpadného vzduchu z toaliet a kúpeľní bude realizované prostredníctvom kruhových výustiek Balance E100, ktoré budú napojené vo vzduchotechnického potrubia vedúceho priamo na strechu. O prietok vzduchu sa bude starať Axiálny ventilátor IF 100 ventilátor. Do potrubia bude taktiež zaradená dvojkřídla spätná klapka BDS 100 s pružinkou. Jednotlivé zariadenia sú od výrobcu Systemair.

6.2.7 Regulačná klapka

Všetky vzduchotechnické jednotky boli navrhnuté tak aby pokrývali požiadavky výmeny vzduchu pre dve miestnosti. Keďže môže nastať situácia, keď jeden priestor

nebude obsadený a druhý áno je potrebné regulovať množstvo čerstvého vzduchu privádzaného do jednotlivých miestností. Túto reguláciu zabezpečia dve klapky, *Obr. 40*, umiestnené na hlavných prívodoch do miestností.



Obr. 40 Klapka

6.3 Návrh systému chladenia

V moderných budovách je dôležité zabezpečiť nielen zdroj tepla v zimných mesiacoch, ale aj zdroj chladu pre letné mesiace. Táto požiadavka sa dá vyriešiť rôznymi spôsobmi, avšak ja som zvolil systém VRV®III, od firmy DAIKIN. Údaje pre návrh jednotiek sú uvedené v nasledujúcej tabuľke.

Tab. 24 Hodnoty pre návrh VRV systému

Miestnosť		Celkové zisky [W]	Prietok vzduchu [m ³ /h]
Názov	číslo		
Kancelária	1	35516,97	1840
Tech. Miestnosť	2	20710	280
Chodba	3		
Kancelária	17		
Chodba	4	45297,01	2360
Kancelária	5		
Kancelária	6		
Chodba	7	19868	280
Tech. Miestnosť	8		
Chodba	10		
Kancelária	11	50444,4	2640
Chodba	12	18767	280
Tech. Miestnosť	14		
Chodba	15		
Kancelária	16	57136	2960
Kancelária	13	51473,87	2680

6.3.1 Návrh exteriérovej jednotky

Návrh exteriérovej jednotky bol vykonaný na základe potreby vykompenzovania tepelných ziskov. Pri návrhu sa opäť počítalo s možnosťou len čiastočného obsadenia budovy nájomcami a preto bola pre každý priestor zvolená samostatná jednotka. Tento variant taktiež v budúcnosti uľahčí fakturáciu produktov a služieb.

Ako exteriérové jednotky boli vybrané jednotky z modelovej rady VRV®III REYQ-P8/P9 od firmy DAIKIN, zobrazená na obrázku *Obr. 41*. Modelová rada pokrýva jednotky od výkonu 22,4kW až po 230kW chladiaceho výkonu. Systém dovoľuje použiť potrubie až o dĺžke 165m a celkovej dĺžke až 1000m. Má taktiež tú výhodu, že dokáže využívať až 64 vnútorných jednotiek v režime rekuperácie tepla. Systém ďalej umožňuje riadiť každú samostatne, čo znižuje prevádzkové náklady. Vysoko citlivý režim umožňuje systému pracovať v režime chladenia so zvýšenou citlivosťou, čo sa prejavuje na vyššej účinnosti.

Výkon jednotlivých jednotiek bol navrhovaný tak aby plne pokryl vzniknuté tepelné zisky a zostala ešte rezerva pre prípad nepredpokladaných nárastov tepelných ziskov. V nasledujúcej tabuľke sú vypísané jednotlivé zvolené jednotky.

Tab. 25 Zoznam zvolených exteriérových jednotiek

Miestnosť		Exteriérová jednotka	
Názov	číslo	Model	Chladiaci výkon [kW]
Kancelária	1	REYQ14P8Y1B	40
Tech. Miestnosť	2	REYQ8P9Y1B	22,4
Chodba	3		
Kancelária	17		
Chodba	4		
Kancelária	5	REYQ18P9Y1B	50,4
Kancelária	6	REYQ18P9Y1B	50,4
Chodba	7	REYQ8P9Y1B	25
Tech. Miestnosť	8		
Chodba	10		
Kancelária	11	REYQ20P9Y1B	55,9
Chodba	12	REYQ8P9Y1B	22,4
Tech. Miestnosť	14		
Chodba	15		
Kancelária	16	REYQ20P9Y1B	55,9
Kancelária	13	REYQ28P8Y1B	75,5

Navrhnutá jednotka vďaka zabudovanej funkcii Heat Recovery umožňuje jednotkám v systéme chlaďť alebo ohrievať nezávisle od seba. Navrhovaná budova nie je primárne určená na využitie tejto funkcie, ale možnosti jej využitia sú v prípade ak nájomca bude požadovať zvýšiť v priestoroch teplotu počas veľmi chladných zimných mesiacov.



Obr. 41 DAIKIN VRV®III REYQ-P8/P9

6.3.2 Návrh interiérovej jednotky

Ako exteriérové jednotky boli vybrané jednotky z modelovej rady FFQ-B9V od firmy DAIKIN, zobrazená na obrázku *Obr. 42*. Modelová rada pokrýva jednotky, ktoré dokážu chlaďť vzduch od prietoku $6,5 \text{ m}^3/\text{min}$ až po prietok $15 \text{ m}^3/\text{min}$. Kompaktný design jednotku uľahčuje jej montáž do medzistropu a to dokonca bez potreby rezania stropných dielov. Jednotka dosahuje veľmi nízku hlučnosť, a to 24,5dBA.



Obr. 42 DAIKIN FFQ-B9V

Výkon jednotlivých jednotiek bol navrhovaný tak, aby plne pokryl vzniknuté tepelné zisky a zostala ešte rezerva pre prípad nepredpokladaných nárastov tepelných ziskov. V nasledujúcej tabuľke sú vypísané jednotlivé zvolené jednotky spolu s ich predpokladaným množstvom.

Tab. 26 Zoznam zvolených interiérových jednotiek

Miestnosť		Interiérová jednotka			Hlučnosť [dBA]
Názov	číslo	Model	Prietok vzduchu [m ³ /h]	Možstvo	
Kancelária	1	FFQ25B9V1B	400	10	24,5
Tech. Miestnosť	2	FFQ25B9V1B	400	1	24,5
Chodba	3	FFQ25B9V1B	400	2	24,5
Kancelária	17	FFQ25B9V1B	400	1	24,5
Chodba	4	FFQ25B9V1B	400	1	24,5
Kancelária	5	FFQ25B9V1B	400	12	24,5
Kancelária	6	FFQ25B9V1B	400	12	24,5
Chodba	7	FFQ25B9V1B	400	2	24,5
Tech. Miestnosť	8	FFQ25B9V1B	400	1	24,5
Chodba	10	FFQ25B9V1B	400	1	24,5
Kancelária	11	FFQ25B9V1B	400	14	24,5
Chodba	12	FFQ25B9V1B	400	2	24,5
Tech. Miestnosť	14	FFQ25B9V1B	400	1	24,5
Chodba	15	FFQ25B9V1B	400	1	24,5
Kancelária	16	FFQ25B9V1B	400	14	24,5
Kancelária	13	FFQ25B9V1B	400	14	24,5

6.4 Zásobovanie teplou úžitkovou vodou

V analyzovanej administratívnej budove je odber teplej vody predpokladaný len občasne a to na umývanie rúk a umývanie podláh. Nakoľko obsadenosť administratívnej budovy nie je nepretržitá, navrhujem využiť k ohrevu úžitkovej vody prietokové ohrievače. Pre potreby analyzovanej budovy bude stačiť malý prietokový ohrievač DHM od firmy STIEBEL ELTRON. Jeho malé rozmery umožňujú flexibilnú montáž aj v malých priestoroch. Zariadenie je vyhotovené vo verzii pre montáž pod umývadlo.

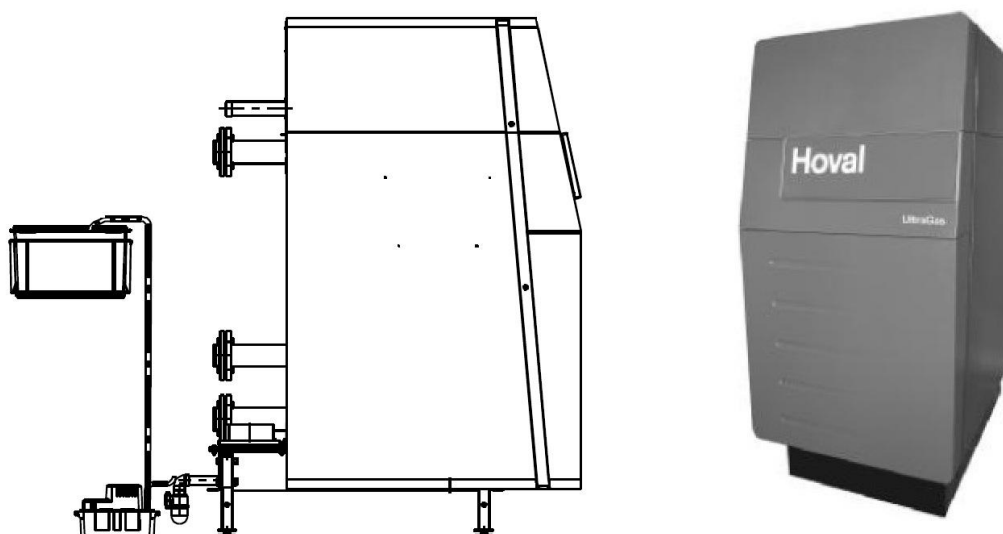


Obr. 43 Prietokový ohrievač

6.5 Návrh kondenzačného kotla

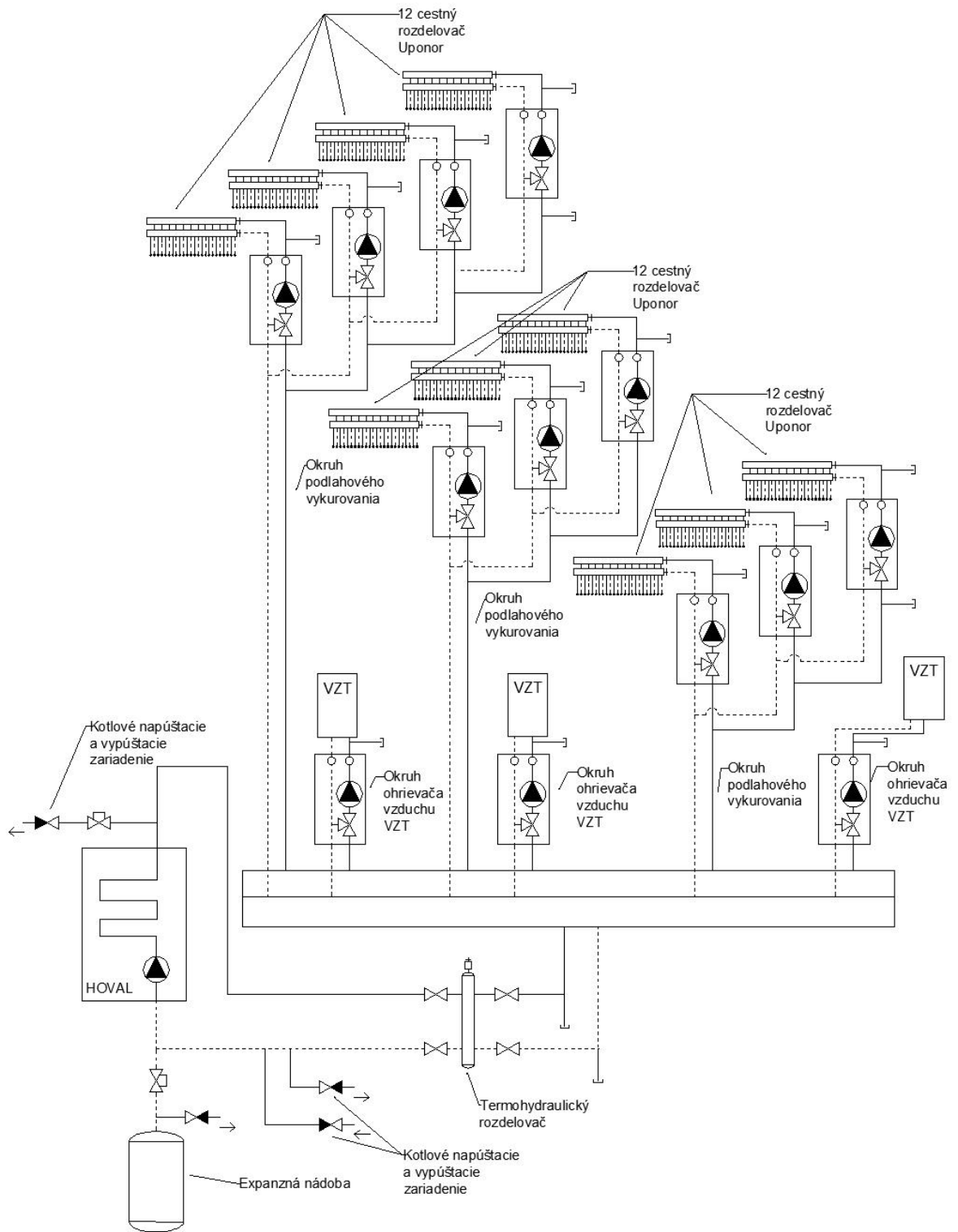
Kondenzačný kotol je vhodné použiť pretože spĺňa prísne ekonomické e ekologické kritériá na tepelné zdroje, pri porovnaní s klasickými kotlami je v spotrebe zemného plynu úspornejší až o 15%. Zaťažujú prostredie menším množstvom emisií plynov CO_x a No_x.

Kondenzačný kotol bol zvolený na základe výkonu, ktorý je nutné dodať k ohrevu teplosného média v podlahovom vykurovaní. Z tabuľky Tab. 13 a výkonov potrebných pre ohrievače vo vzduchotechnikách vieme, že potrebný výkon kotla činí 220 kW. Na základe tejto hodnoty som zvolil kondenzačný kotol od firmy Hoval, konkrétne model UltraGas[®] 250. Tento kotol má pri teplotnom spáde 40-30°C menovitý výkon 87-250kW.



Obr. 44 Kondenzačný kotol Hoval UltraGas[®]

6.6 Schéma zapojenia kotolne



Obr. 45 Schéma zapojenia kotolne

6.7 Využitie obnoviteľných zdrojov energie

Nakoľko daná budova je už postavená, je výber možnosti využitia obnoviteľných zdrojov značne problematický a obmedzený. Vlastník pozemku navrhoval budovu tak, aby maximálne využil dispozičné vlastnosti priestoru, takže je pozemok je zo všetkých strán obklopený budovami alebo prístupovými komunikáciami.

Na základe tejto skutočnosti teda k využitiu obnoviteľných zdrojov môže slúžiť jedine strecha budovy. Tá tvorí takmer ideálny základ pre využitie fotovoltaických panelov, nakoľko má veľkú plochu a je orientovaná juhozápadným smerom.

6.7.1 Charakteristika oblasti

Dôležitými údajmi pri návrhu fotovoltaického systému sú lokalita, zisk energie, množstvo slnečnej energie a orientácia a sklon fotovoltaických panelov. Ako bolo už skôr uvedené, budova sa nachádza v Bratislave, má rovnú strechu o ploche 3400m². Fotovoltaické panely na nej namontované budú umiestnené na oceľových konštrukciách aby sa docielilo optimálnej účinnosti. Pri návrhu bol využitý portál PVGIS ktorý sa zaoberá problematikou fotovoltaiky.

Ako vstupné údaje boli zadané tieto hodnoty:

- Lokalita - Bratislava
- Technológia použitého fotovoltaického systému - Kryštalický kremík
- Náklon modulu - 33°
- Orientácia modulov - JZ
- Odhadované straty systému - 11%
- Špičkový inštalovaný výkon FV systému - 420 kWp

6.7.2 Voľba komponentov elektrárne

Fotovoltaický systém sa skladá z týchto komponentov:

- Fotovoltaický panel Solarwatt M220 60 GET AK - 1820ks
 - Rozmery 1680 x 990 x 50mm
 - Hmotnosť 24kg
- Jednofázový striedač Solarmax S6000 - 75ks
- Kabeláž
- Konektory

- Nosná konštrukcia

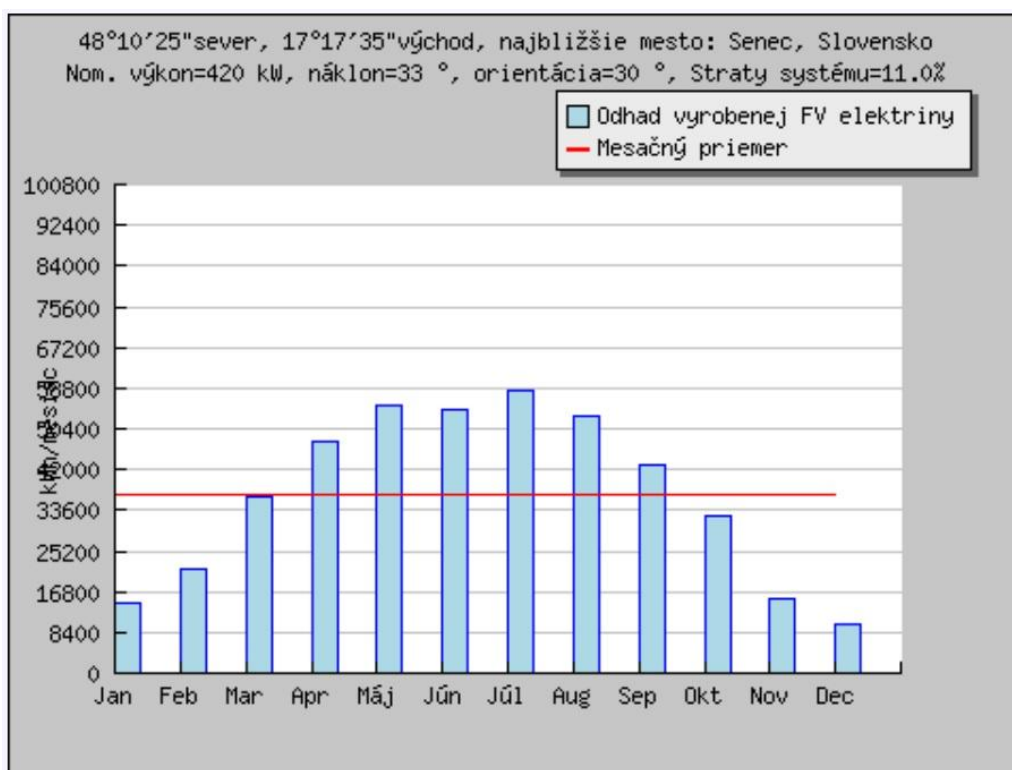
Tab. 27 Údaje vyrátané systémom PVGIS

Nominálny výkon FV systému	420,0 kW
Odhadované straty vplyvom teploty	7,6% (s použitím databázy teplôt)
Odhadované straty vplyvom uhlovej odrazivosti	2,90%
Iné straty (káble, menič, atď.)	11%
Celkové straty systému	21,60%

Na základe zadaných hodnôt program odhadol predpokladané množstvo elektrickej energie vyrobenej každý mesiac z fotovoltaického systému. Tieto hodnoty sú vyobrazené v tabuľke Tab. 28 a ich vizualizácia v grafe je ukázaná na obrázku Obr. 46.

Tab. 28 Odhad množstva vyrobenej energie

Elektrina vyrobená FV systémom v konfigurácii: Nominálny výkon=420.0 kW, Straty systému=11.0%		
náklon=33 °, orientácia=30 °		
Mesiac	Výroba za mesiac (kWh)	Výroba za deň (kWh)
Jan	14568	470
Feb	21524	769
Mar	36580	1180
Apr	47689	1590
Máj	55093	1777
Jún	54450	1815
Júl	58313	1881
Aug	52818	1704
Sep	43080	1436
Okt	32514	1049
Nov	15530	518
Dec	10150	327
Ročný priemer	36859	1212
Celková ročná výroba (kWh/rok)	442308	



Obr. 46 Odhad množstva vyrobenej energie

6.7.3 Technické hodnotenie projektu

V moderných administratívnych centrách je v súčasnosti trend využitia zelených striech. Toto riešenie ma nesporné výhody z hľadiska estetiky a možností využitia zamestnancami na oddych a podobne. Ak ale strechu využijeme na umiestnenie fotovoltaických panelov získame možnosť zhodnotenia inak nevyužitej plochy.

Z technického hľadiska je toto riešenie celkom nenáročné na realizáciu a nepredstavuje zvýšené nároky na statické zaťaženie strechy, nakoľko tá je staticky navrhnutá na prídavné zaťaženie od konštrukcie a hmotnosti kolektorov, vzduchotechnických jednotiek a VRV systémov.

6.7.4 Ekonomické hodnotenie

Fotovoltaická elektrárň má dva spôsoby možného využitia. Prvým je, že produkuje elektrickú energiu pre vlastnú spotrebu a prípadné prebytky sa predávajú do elektrickej siete, alebo druhá možnosť je že celé množstvo vyrobenej elektrickej energie sa predáva distribútorom elektriny.

V tomto návrhu bola zvolená možnosť druhá, a to že sa bude všetka elektrina predávať. V prospech tohto riešenia hovorí aj fakt, že cena za ktorú nakupujú elektrickú energiu veľkoodberatelia je približne 0,0715€ za kWh elektrickej energie a cena, za ktorú je elektrická energia predávaná distribútorom je stanovená zákonom na 0,25917 €/kWh s garanciou na 15 rokov.

Tab. 29 Ekonomické hodnotenie projektu

Fotovoltaická elektrárň		
Investičné náklady projektu	(€)	1419129
Investičné náklady projektu po dobu životnosti	(€)	1 428 849,00
Zmena ostatných prevádzkových nákladov		
Zmena osobných nákladov	(€/rok)	12000
Zmena ostatných prevádzkových nákladov	(€/rok)	12000
Zmena tržieb	(€/rok)	0
Prínosy projektu celkom	(€/rok)	114632
Ekonomické hodnotenie		
Investičné náklady projektu po dobu životnosti	(€)	1428849
Prínosy projektu celkom	(€/rok)	114632
Doba hodnotenia - životnosť	(rok)	25
Inflácia	(%)	0,04
Doba návratnosti	(rok)	12,4646608

7 SYSTÉM RIADENIA BUDOVY

Pokiaľ je budova navrhovaná s ohľadom na minimalizáciu prevádzkových nákladov, sú v nej využívané rôzne systémy ktoré majú dopomôcť k minimalizácii spotreby energií, ako sú energeticky efektívne zdroje, či rôzne využívanie obnoviteľných zdrojov. Avšak nemalou mierou na úspore energií sa podieľajú aj rôzne riadiace systémy ktoré reagujú na základe podnetov zo vstupov a tak dopomáhajú k minimalizovaniu potrebných nákladov. Rôzne druhy riadiacich systémov majú v sebe implementované už takmer všetky zariadenia avšak dosť často sa stáva, že sú nastavované nezávisle od seba a dokonca sa môžu ich úsporné účinky navzájom minimalizovať.

Z tohto dôvodu bolo navrhnuté použitie jednotného riadiaceho systému, fungujúceho na zbernici KNX. Tento systém bude zabezpečovať to že jednotlivé snímače budú všetky namerané hodnoty odosielať do centrálného riadiaceho systému a ten na základe obdržaných informácií bude rozhodovať o akčných zásahoch.

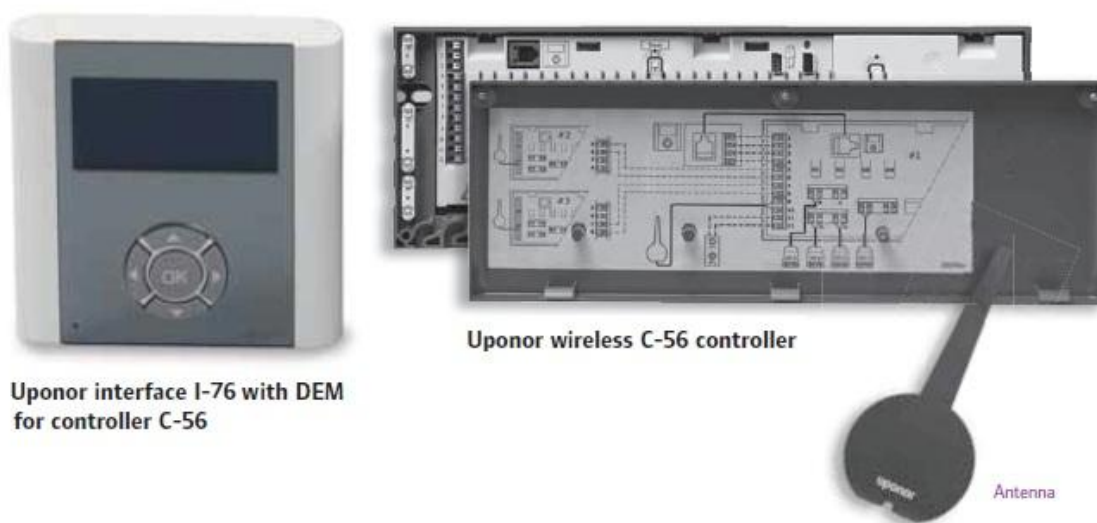
Jednotlivé ovládacie, riadiace a riadené prvky v systéme sú napojené na zbernicu pomocou páru vodičov. Systémy, ktoré boli navrhnuté v budove sú riadené a ovládané pomocou zariadení popísaných v tejto kapitole.

7.1 Ovládanie podlahového vykurovania

Pri ovládaní a regulácii podlahového vykurovania je využitý systém s názvom BlueComfortTM, navrhnutý a dodávaný firmou Uponor. Takto spolu so systémom podlahového vykurovania tvorí komplexný systém. Pre jeho nasadenie je potrebné systém podlahového vykurovania doplniť o tieto zariadenia:

7.1.1 Regulátor C-56 s ovládacou jednotkou I-76

Slúži pre príjem a transformáciu rádiových signálov z termostatov, s integrovanými DEM funkciami. Dokáže prijímať signál z dvanástich termostatov a ovládať 14 pohonov na 24V. Ovládacia jednotka dovoľuje vytvoriť päť rôznych teplotných programov, má zabudovaný automatický prechod na zimný, resp. letný čas a funkciu bypassu miestnosti. Ovládacia jednotka slúži na ovládanie max. 3 regulátorov.



Obr. 47 Regulátor C-56 a ovládací jednotka I-76

7.1.1 Uponor KNX Media coupler R-76

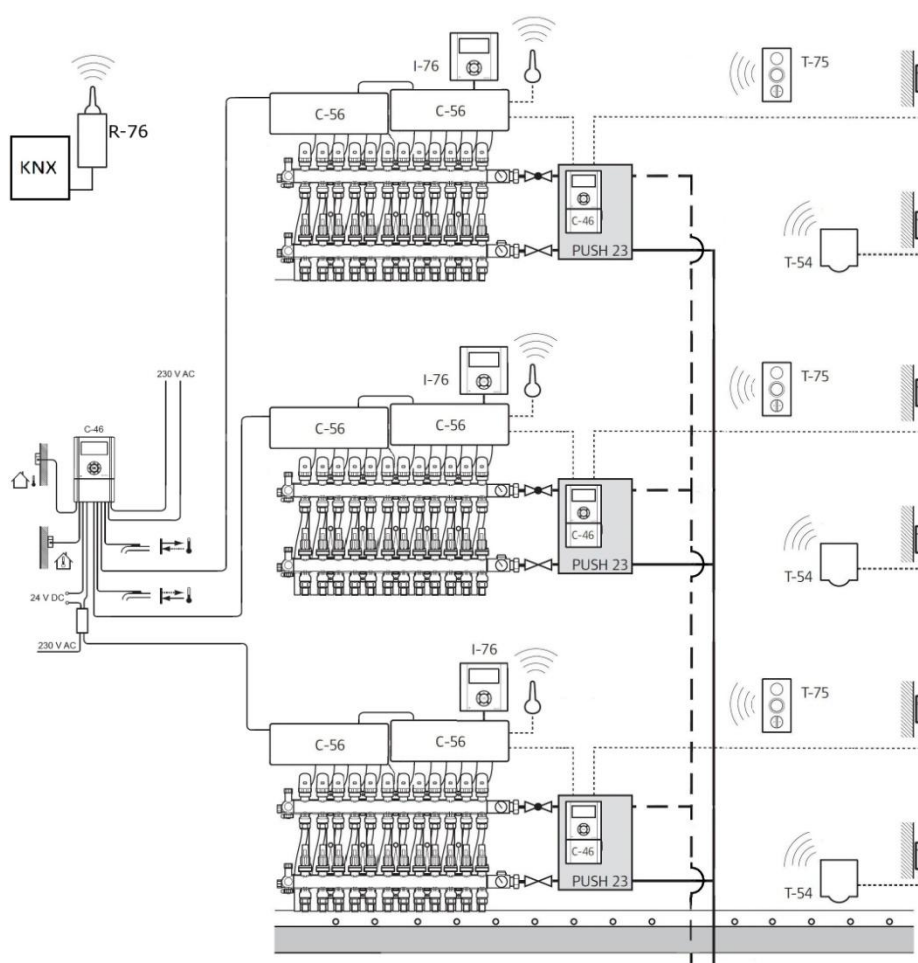
Služi na prepojenie regulátora C-56 k protokolu KNX. Prostredníctvom tohto modulu je možné pristupovať k údajom z regulátora C-56 a dovoľuje sledovať alarmy, odčítavať teploty miestností a podláh, pristupovať k nastaveným hodnotám všetkých zón.



Obr. 48 Uponor KNX Media coupler R-76

7.1.2 Návrh zapojenia

Na obrázku *Obr. 49* je zobrazená schéma s návrhom regulácie jednej vetvy podlahového vykurovania s využitím bezdrôtového prenosu. Ten bol vybraný z dôvodu možných požiadavkou, prípadnými nájomcami, na zmenu umiestnenia termostatov v miestnostiach.



Obr. 49 Návrh regulácie s využitím KNX

7.1.3 Uponor regulátor C-46

Nasadenie tohto zariadenia do regulačného obvodu nie je podmienkou, avšak jeho použitím získame rozšírené možnosti pre správu podlahového vykurovania.



Obr. 50 Uponor regulátor C-46 rozšírená sada

V navrhovanom riešení podlahového vykurovania je uvažované o ovládaní celého systému prostredníctvom software, ktorý bude mať na starosti reguláciu všetkých akčných členov. Pokiaľ by sa ale prihodila situácia, že systém zlyhá, toto zariadenie nám umožní eqitermicky regulovať navrhnuté podlahové vykurovanie. Zariadenie dokáže komunikovať so všetkými termostatmi v systéme, má vstup pre senzory vlhkosti, teploty v interiéri a exteriéri. Prostredníctvom jednotky C-56 dokáže riadiť akčné členy TA24 a AR24.

7.1.4 Uponor R-56 SMS

Medzi voliteľný doplnok môžeme zaradiť aj zariadenie Uponor R-45 SMS. Toto zariadenie slúži na komunikáciu s ovládaním podlahového vykurovania prostredníctvom GSM siete. Umožňuje nám pomocou SMS správ nastavovať či kontrolovať teploty v jednotlivých zónach.

Ako voliteľné ho uvádzam pretože v navrhovanom centrálnom riadiacom systéme bude táto funkcia zahrnutá.



Obr. 51 Uponor R-56 SMS

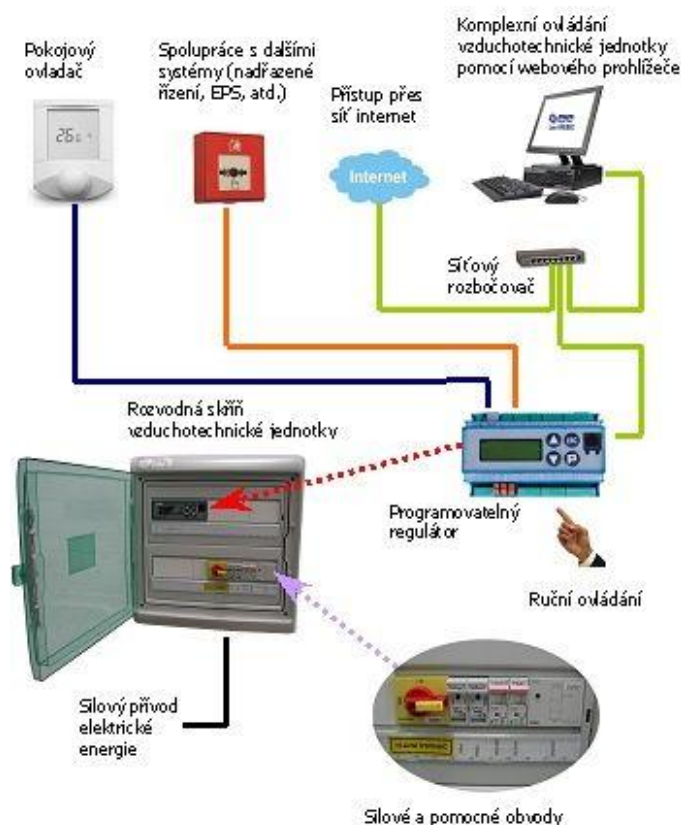
7.2 Regulácia vzduchotechniky

Pri regulácii vzduchotechniky je dôležité ovládať vzduchotechnické ale aj ostatné prvky v sústave, ako sú klapky či ventilátory.

Firma C.I.C. Jan Hřebec s.r.o. vybavuje svoje jednotky systémom merania a regulácie s názvom H-Control. Tento systém zabezpečuje efektívnu a hospodárnu prevádzku vzduchotechnických jednotiek. S jeho pomocou je možné získať úplný prehľad o aktuálne prebiehajúcich procesoch a prevádzkových stavoch, poruchách a obsahuje

možnosť jednoduchého nastavenia a riadenia vzduchotechnickej jednotky. H-Control zaisťuje:

- reguláciu a ochranu chodu ohrievačov,
- reguláciu chodu a ochranu ventilátorov,
- riadenie a ochranu okruhu rekuperátora,
- riadenie relatívnej vlhkosti vzduchu,
- riadenie všetkých servopohonov prírodných, odvodných a zmiešavacích klapiek,
- signalizáciu zanesenia vzduchového filtra,
- ochranu všetkých funkčných blokov vzduchotechnickej jednotky.



Obr. 52 Možné spôsoby komunikácie

Pre integráciu do centrálného systému riadenia je k dispozícii komunikácia prostredníctvom Modbus RTU. Programovateľný automat zabezpečujúci ovládanie vzduchotechniky síce dokáže komunikovať priamo s počítačom, na ktorom by bol spustený centrálny ovládací systém, avšak bude zvolené riešenie s využitím brány medzi Modbus RTU a KNX. Tento variant bol zvolený z dôvodu zachovania plnej funkcionality systému aj po výpadku centrálného riadiaceho systému.

Prepojenie Modbus TCP/IP a KNX

O prepojenie medzi KNX a Modbus RTU sa stará zariadenie IntesisBox[®] KNX/EIB - Modbus RTU master od firmy Intesis. Princíp funkcie spočíva v tom, že jednotka sa v rozhraní Modbus RTU správa ako hlavná a dovoľuje čítať a zapisovať údaje. Pri pohľade zo strany KNX sa jednotka správa ako jedno alebo viac zariadení. Malá nevýhoda tohto zariadenia spočíva v nutnosti prvotného nakonfigurovanie jednotky prostredníctvom počítača cez port RS232.



Obr. 53 IntesisBox[®] KNX/EIB - Modbus RTU master

7.3 Regulácia VRV systému

Obojsmernú komunikáciu medzi interiérovými jednotkami VRV systému a KNX zabezpečuje zariadenie KLIC-DI KNX-Daikin Gateway od firmy Zennio. Zariadenie umožňuje KNX plnú kontrolu nad jednotkami.



Obr. 54 KLIC-DI KNX-Daikin Gateway

7.4 Iné zariadenia

V tejto časti sú umiestnené zariadenia, ktoré sa podieľajú na regulácii a ovládaní budovy avšak neboli spomenuté v predchádzajúcej časti práce.

Napájací zdroj Schneider Electric REG/24V DC /1,25A

Napájací zdroj pre 24V binárne vstupy. Výstupný výkon max 30W.

Linková / oblastná spojka Lingg-Janke LK2-2

Pre logické prepojenie a elektrickú izoláciu KNX zbernicových liniek a oblastí.

Zbernicová spojka Schneider Electric

Pre pripojenie konkrétneho modulu na zbernicu KNX.

Tlačidlové panely Schneider Electric

Tlačidlové panely rôzneho druhu s rôznym počtom spínacích prvkov.

Snímač kvality vzduchu Elsner AQS/TH

Zariadenie meria koncentráciu CO₂, teplotu a vlhkosť vzduchu. Vypočítava zmiešavanie pomocou údajov z meraní. Umožňuje reguláciu vykurovania, chladenia, zvlhčovania a vetrania.

Snímač prítomnosti ARG Presence

Sníma pohyby v miestnosti a podľa nastavenej logiky vykonáva činnosti ako regulácia osvetlenia, ovládanie vykurovania, vetrania a iné. Uhol detekcie je 360°s dosahom o polomere 7 metrov pri montáži vo výške 2,5 metra.

Logický modul MDT

Logická a riadiaca jednotka s ôsmimi logickými modulmi umožňujúca konverziu formátu, filtre, nastavenie scén, logické operácie AND, OR, XOR, NOT.

Vodomer Lingg-Janke QN

Viactryskový vodomer s rozhraním KNX s integrovaným logovaním hodnôt za obdobie jedného roku s funkčnosťou odčítavania údajov aj prostredníctvom internetu.

Trojfázový elektromer Siemens Gamma

Kalibrovaný elektronický elektromer s triedou presnosti 2 pre priame pripojenie pre menovité napätie 400V.

Dotykový panel MDT Automation VisuControl 10“

Dotykový panel na vizualizáciu stavu a ovládania funkcií budovy. Zahŕňa funkcie ako spínanie, stmievanie, ovládanie scén, logické funkcie, ovládanie žalúzií, vizualizáciu trendov a odosielanie e-mailov.

Lingg-Janke Facility Web rozhranie s integrovanými hodinami

NK rozhranie s integrovanými hodinami zálohovanými batériou prepája sieť EIB/KNX s IP sieťou. Obsahuje HTTP a FTP server a vizualizáciu pre 104 dátových bodov. Túto vizualizáciu možno prezerať priamo pomocou internetového prehliadača. Všetky nastavenia sa vykonávajú cez ETS (skupinové adresy/typy dátových bodov/ IP adresy), alebo v samotnej vizualizácii pomocou internetového prehliadača. Voliteľne, vďaka integrovanému web serveru možno vizualizáciu jednoducho rozšíriť a vylepšiť jej funkčnosť. Týmto spôsobom NK umožňuje vytvoriť sieťovú vizualizáciu jednoducho pomocou ETS a internetového prehliadača bez potreby ďalších softvérových nástrojov. Cez externé prepojenie LAN siete na internet pomocou routera tiež umožňuje diaľkový prístup cez internet. Všetky funkcie sú chránené pred neoprávneným prístupom cez heslo. Je možné napr. uložiť poslednú verziu ETS projektového dátového súboru na NK, ktorý je takto k dispozícii priamo v inštalácii. Takto možno vykonávať údržbu a programovanie KNX inštalácie aj na diaľku. Pre špeciálny softvér alebo potreby vizualizácie obsahuje NK špeciálne príkazové rozhranie umožňujúce externé ovládanie 104 dátových bodov integrovanej vizualizácie. K dispozícii je tiež minivizualizácia odvodená od integrovanej vizualizácie pre mobilné telefóny.

b+b Automations- und Steuerungstechnik GmbH KNX-GSM Gateway

Obojsmerná komunikačná brána slúžiaca ku kontrole a ovládaniu EIB/KNX inštalácie prostredníctvom SMS správ. Zariadenie dokáže nastavovať vo všetkých 32767 skupinách využitím SMS. Možnosť nastaviť až 100 rôznych druhov upozornení pre 8 príjemcov. Prístup k zariadeniu je autorizovaný pomocou telefónneho čísla, ochrana heslom pre príkazy cez SMS alebo nastavením filtra adries. Zariadenie taktiež v nastavených intervaloch zasiela správy na overenie funkčnosti.

7.5 Vizualizácia ovládania

Systém je navrhnutý tak, aby ho bolo možné ovládať nielen cez jednotlivé ovládacie KNX prvky, ale tiež centrálné cez riadiaci systém slúžiaci správcom budovy.

Na realizovanie tejto časti je využité riešenie GenOHM SCADA. Riešenie pozostáva zo softwarovej a hardvérovej časti. Hardvérovú časť tvorí GenOHM PowerPC jedným KNX TP konektorom, 2x ethernetovým portom a 1x RS232 portom. Softwarová časť pozostáva z programu GenOHM SCADA Visualization.



Obr. 55 GenOHM PowerPC

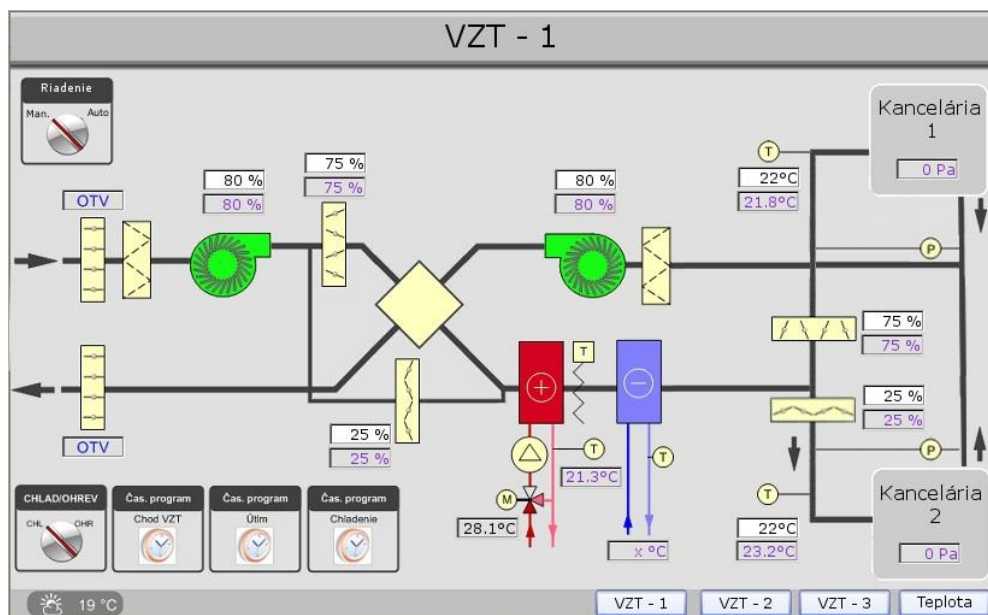
7.5.1 Návrh ovládania vzduchotechniky

Na obrazovke ovládania vzduchotechniky je znázornené zapojenie vzduchotechnickej jednotky v rátane všetkých jej častí. V ľavom hornom rohu sa nachádza ovládací prvok s názvom riadenie. Týmto prepínačom sa volí medzi automatickým riadením vzduchotechnickej jednotky a jej súčastí a riadením manuálnym.

Pokiaľ je aktivovaná voľba Auto, riadenie prebieha na základe vyhodnocovania signálov z meracích členov zapojených do systému. Software v tomto nastavení reguluje teplotu a vlhkosť na základe požiadavok pre konkrétne ročné obdobie, taktiež kontroluje nastavenie klapiek pre dosiahnutie optimálneho prietoku vzduchu pre dané miestnosti a reguluje teploty ohrievača, resp. chladiča. V tomto móde majú všetky políčka, do ktorých je možné zadávať požadovanú teplotu, rýchlosť ventilátorov alebo otvorenie klapiek, šedivé pozadie a sú uzamknuté voči úpravám. Políčka zobrazujú hodnoty, ktoré im nastavil systém.

Pokiaľ je prepínač v režime Man. tak sa dajú nastaviť všetky hodnoty manuálne. V tomto móde majú všetky políčka, do ktorých je možné zadávať požadovanú teplotu, rýchlosť ventilátorov alebo otvorenie klapiek, biele pozadie a dovoľujú zadať požadovanú hodnotu. Políčka zobrazujú hodnoty, ktoré im nastavil používateľ. Tento režim je vhodný v prípade, ak treba dočasne znížiť alebo zvýšiť prietok vzduchu. Ďalšia možnosť využitia tohto režimu je pri potrebe ohrievať miestnosti aj počas teplejších dní kedy už automatika vyhodnotí, že teplota privádzaná do miestností v režime bypass je dostačujúca. V takom prípade prepne prepínač CHLAD/OHREV zo stredového stavu do stavu ohrev.

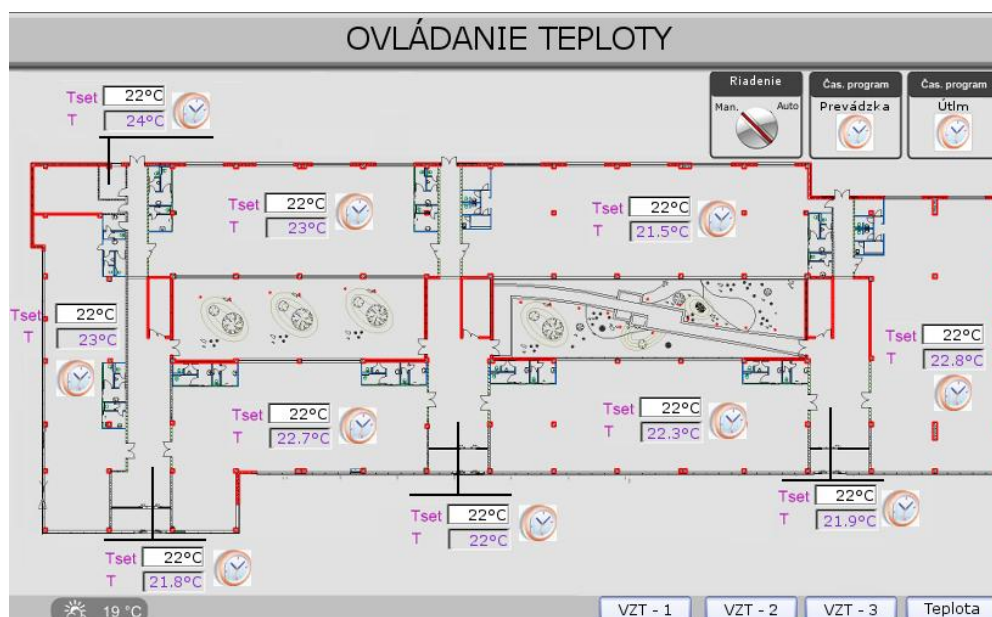
Ďalšou možnosťou ovládania chodu vzduchotechniky sú časové programy. Využitím týchto programov je možné nastaviť vzduchotechniku aby počas dní pracovného pokoja a sviatkov bola vypnutá, alebo nastaviť útlm chodu vzduchotechniky.



Obr. 56 Vizualizácia ovládania vzduchotechniky

7.5.2 Návrh ovládania teploty v miestnostiach

Obrazovka ovládania teplôt zobrazuje jednotlivé miestnosti a teploty, prípadne kliknutím na hodiny môžeme nastaviť časový program pre vykurovanie, resp. chladienie. Prepínače riadenie, útlm a prevádzka fungujú rovnako ako pri riadení vzduchotechniky.



Obr. 57 Vizualizácia ovládania teplôt

ZÁVER

Cieľom tejto práce bolo navrhnúť vhodný systém slúžiaci pre tvorbu vnútornej mikroklimy spolu s návrhom riadiacich a ovládacích systémov s ohľadom na nasadenie v administratívnej budove.

Prvá časť práce je teoretického charakteru a skladá sa z troch hlavných častí. V prvej časti sú opísané rôzne podmienky, ktoré je nutné brať do úvahy počas návrhu samotného projektu budovy ako sú klimatické podmienky, faktory ovplyvňujúce stav prostredia či výskyt a tvorba rôznych druhov škodlivín. Druhá kapitola je venovaná analýze rôznych spôsobov vetraní priestorov a ich možností nasadenia. V poslednej tretej kapitole teoretickej časti sú uvedené rôzne druhy riadiacich systémov a ich vlastnosti.

K vlastnému návrhu a opisu použitých systémov je určená druhá časť diplomovej práce s názvom praktická časť. Tá sa delí na štyri logické celky

Prvá časť praktického návrhu je analýza a charakteristika administratívnej budovy, pre ktorú sú všetky návrhy a výpočty uvádzané. V tejto časti sú taktiež rozpísané jednotlivé miestnosti s uvedením ich účelu a rozmerových vlastností. Ako ďalšia časť kapitoly sú uvedené nároky na tepelnoizolačné vlastnosti budovy podľa platných noriem spolu s rozborom konštrukcií použitých pri stavbe a zhodnotením ich vlastností.

Druhá kapitola praktickej časti je venovaná výkonovým parametrom budovy. Konkrétne sú v nej vypočítané tepelné straty jednotlivých priestorov v budove podľa platnej normy. Výpočet tepelných strát je vykonaný z toho dôvodu, aby bolo možné zvoliť optimálny spôsob vykurovania priestorov. Ďalej bola vykonaná tvorba energetického štítiku obálky budovy, na základe ktorej bolo zistené, že obálka budovy sa podľa úspornosti radí do kategórie B. Ako posledná časť tejto kapitoly je výpočet tepelných ziskov, slúžiaci k navrhnutiu vhodného chladiaceho zariadenia pre letné obdobie.

Tretia kapitola praktickej časti je venovaná návrhu a výberu jednotlivých zariadení pre tvorbu mikroklimy v budove. V prvej časti tejto kapitoly je vykonaný návrh a výpočet jednotlivých parametrov systému pre podlahové vykurovanie. V druhej časti je uvedená analýza miestností s ohľadom na potreby výmeny vzduchu v týchto priestoroch. Na základe tejto analýzy sú potom navrhnuté konkrétne vzduchotechnické jednotky spolu s distribučnými prvkami pre jednotlivé miestnosti. V tretej časti tretej kapitoly praktickej časti je na základe vypočítaných tepelných ziskov realizovaný návrh vhodného chladiaceho

systemu spolu s voľbou jednotlivých exteriérových a interiérových jednotiek. V nasledujúcej časti kapitoly je realizovaná analýza potrieb zásobovania teplou úžitkovou vodou spolu s voľbou vhodného zariadenia. Predposlednú časť kapitoly tvopri voľba vhodnej kotolne a návrh schémy jej zapojenia. V poslednej časti je vykonaná analýza možnosti využitia obnoviteľných zdrojov energie s technicko-ekonomickým hodnotením využitia fotovoltaiických panelov.

Posledná kapitola diplomovej práce je venovaná návrhu riadiaceho systému budovy využívajúceho KNX. Prvá časť tejto kapitoly je zameraná na návrh systému riadenia pre podlahové kúrenie. Druhá časť kapitoly pojednáva o spôsobe riadenia vzduchotechnického systému a v tretej je uvedený spôsob ovládania VRV systému prostredníctvom KNX. Ďalej je v kapitole uvedený aj zoznam ostatných prvkov pripojených do systému spolu s ich stručným popisom. Posledná časť kapitoly pojednáva o možnosti a spôsobe pripojenia celého systému na jednotný riadiaci systém spolu s jeho vizualizáciou.

Celý systém bol navrhnutý na minimalizáciu nákladov potrebných na prevádzkovanie budovy použitím inteligentných ovládacích a regulačných prvkov. V prípade správneho nakonfigurovania jednotlivých prvkov sa dosiahne takmer úplného vylúčenia potrieb dodatočných zásahov na ovládanie celej administratívnej budovy.

ZÁVER V ANGLIČTINE

Goal of this thesis was to design an appropriate system for creation of a microclimate, as well as design of control systems for implementation in administration building.

The first part is theoretical, and consists of three main parts. The first part describes the various conditions that must be taken into consideration during the design of the building project itself, such as climatic conditions, environmental factors affecting the condition, or occurrence and formation of different types of pollutants. The second chapter is devoted to the analysis of different methods of ventilation and their deployment options. In the last chapter of the theoretical section, various types of control systems and their properties are mentioned.

A custom design and a description of the systems are determined by the second part of the work – by practical part. It is divided into four logical units:

The first part of a practical design is an analysis and characterization of an administration building that was included in all presented calculations and designs. This section is also a description of all premises, indicating their purpose and dimensional properties. It also presents thermal properties of the building according to current standards, along with analysis of the structures used in the construction and evaluation of their properties.

The second chapter of the practical part is about performance parameters of the building. It shows calculations of thermal losses in the building according to current standards. Calculation of thermal losses has been made for being able to choose the optimal method of heating the premises. Also, energetic label for the building has been created. It has shown that building belongs to the efficiency category B. Last part in this chapter is focused on calculation of the heat gains that is used for design of suitable cooling device for the summer period.

The third chapter is devoted to the design and selection of equipment for creation of microclimate in the building. First part of this chapter is about design and calculation of parameters for under floor heating. The second part provides an analysis of the rooms with the needs of the air exchange rate in these areas. Air conditioning units are designed according to this analysis, as well as their distribution network. Third part of the second

chapter is based on the calculated heat gains and it is a realized design of suitable cooling system, with the option of outdoor and indoor units. In the next part, a choice of hot and cold water supply is performed, with the choice of suitable equipment. Following part is the selection of suitable boiler room. The last part is an analysis of usage possibilities of renewable energy with techno-economic evaluation of the photovoltaic panels.

The last chapter of the thesis is devoted to the building control system using KNX. The first part of this chapter focuses on the design control system for under floor heating. The second part of the chapter discusses how to control the ventilation system; the third one how to control VRV system via KNX. Also, list of other items attached to the system is included here, along with their brief description. The last part of the chapter discusses the possibilities and way to connect the system to a unified management system along with its visualization.

Whole system was designed to minimize costs needed to operate buildings using intelligent control and regulation elements. If individual components are properly configured, the administrative building will be controlled automatically with minimal further actions.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] SZÉKYOVÁ, Marta. *Větrání a klimatizace*. 1. vyd. Bratislava: Jaga, 2006, 359 s. ISBN 80-807-6037-3.
- [2] KKH Brno, spol. s r. o., *Podlahove vykurovanie*, KKH Brno, spol. s r. o., [Online]. <http://www.podlahovevykurovanie.sk/porovnanie-podlahoveho-a-klasickeho-kurenia-podla-priebehu-idealnej-teploty.html>. [Cit. 25 01 2012].
- [3] POČINKOVÁ, Marcela a Danuše ČUPROVÁ. *Úsporný dům*. 2., aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2008, x, 182 s. ISBN ISBN 978-80-7366-131-1.
- [4] ŠTÍPEK, Jan a Jan PAROUBEK. *Administrativní budovy*. Vyd. 2. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006, 51 s. ISBN 80-010-3539-5.
- [5] Z. ING. ZIKÁN, *Oxid uhličitý - utajený nepřítel*, 07 02 2011. [Online]. <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/7132-oxid-uhlicity-utajeny-nepritel>. [Cit. 28 01 2012].
- [6] M. BEDRNÍČEK, *Typy a vlastnosti vetracích systémov v rodinných domoch*, JAGA GROUP, s. r. o., 01 08 2010. [Online]. <http://www.asb.sk/tzb/vetrание-a-klimatizacia/typy-a-vlastnosti-etracich-systemov-v-rodinnych-domoch-3618.html>. [Cit. 01 03 2012].
- [7] A. WALKER, *Natural Ventilation, National Institute of Building Sciences*, 15 06 2010. [Online]. <http://www.wbdg.org/resources/naturalventilation.php>. [Cit. 03 03 2012].
- [8] AirDen, s.r.o., *Typy vetrания*, [Online]. <http://www.airden.eu/?mod=vetrание--o-typoch-vetrания>. [Cit. 03 03 2012].
- [9] *Spôsoby vetrания*, [Online]. <http://www.prologno.sk/proenviro/rservice.php?akce=tisk&cislocclanku=2005011906>. [Cit. 03 03 2012].
- [10] P. d. I. M. Székyová, *Vetrание obytných priestorov*, 29 11 2005. [Online]. <http://mojdom.zoznam.sk/cl/10055/95429/Vetrание-obytnych-priestorov>. [Cit. 10 03 2012].

- [11] P. P. Ing. KAPALO, *Rekonštrukcia vetracieho systému v bytovom dome - 1 časť*, 03 02 2011. [Online]. <http://www.tzbpportal.sk/kurenie-voda-plyn/rekonstrukcia-ventracieho-systemu-v-bytovom-dome-1-cast.html>. [Cit. 03 03 2012].
- [12] *LepšíDomov.sk*, [Online]. <http://www.lepsidomov.sk/stavba/vzduchotechnika-a-klimatizacia/55-ventranie-a-klimatizacia-obytnych-priestorov>. [Cit. 08 03 2012].
- [13] ELTIS electronic spol. s.r.o., *Vetranie a vetracie jednotky*, ELTIS electronic spol. s.r.o., [Online]. http://www.ventranie.sk/nase_pdf/vj_multisolo.pdf. [Cit. 08 03 2012].
- [14] Stavebná fakulta - TU Košice, *Vetranie*, [Online]. http://www2.svf.tuke.sk/pracoviska/ktzb/LEONARDO%20BOOM/VETRANIE,%20KLIMATIZACIA/1-Ventilation19_1.htm. [Cit. 09 03 2012].
- [15] 4-INDUSTRY s.r.o., *Vykurovanie aj chladenie jedným systémom*, 4-INDUSTRY s.r.o., 07 01 2011. [Online]. <http://www.4-construction.com/sk/clanok/vykurovanie-aj-chladenie-jednym-systemom/>. [Cit. 11 03 2012].
- [16] Atrea s.r.o., *Rekuperace tepla*, [Online]. <http://www.rekuperace.cz/>. [Cit. 15 03 2012].
- [17] iZoland, *Vetranie s rekuperáciou*, [Online]. <http://www.izoland.sk/nizkoenergeticke-a-pasivne-domy/ventranie-s-rekuperaciou.html>. [Cit. 19 03 2012].
- [18] Andante, spol. s r.o., *Rekuperácia vzduchu*, [Online]. http://www.ileh.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=70&Itemid=80. [Cit. 19 03 2012].
- [19] M. Jindrák, *Vetranie obytných budov a teplovzdušné vykurovanie*, *Môj dom*, 28 04 2008. [Online]. <http://mojdom.zoznam.sk/cl/10055/240983/Vetranie-obytnych-budov-a-teplovzdušne-vykurovanie>. [Cit. 19 03 2012].
- [20] M. Bober, *Riadené vetranie s rekuperáciou*, [Online]. <http://www.riadeneventranie.sk/>. [Cit. 19 04 2012].
- [21] Thermocentrum Slovakia, s.r.o., *Ventilačné jednotky*, [Online]. <http://www.thermocentrum.sk/index2.php?katid=199>. [Cit. 19 03 2012].

- [22] GRUNDFOS s.r.o., *Vzduchotechnická jednotka (AHU)*, [Online].
http://cbs.grundfos.com/Slovakia/lexica/AC_AHU.html#-. [Cit. 19 03 2012].
- [23] D. Brindza, *Vetrajte a vykurujte pomocou rekuperátora*, Urob si sám, 24 06 2009. [Online]. <http://urobsisam.topky.sk/stavba-a-rekonstrukcia/instalacie-a-rozvody/vetrajte-a-vykurujte-pomocou-rekuperatora-66.html>. [Cit. 20 03 2012].
- [24] Hrnčiar Martin - Motorema, *Princíp vetrania rekuperačnej jednotky*, [Online].
<http://www.energyzone.sk/technicke-zariadenia-objektov/rekuperatory/>. [Cit. 20 03 2012].
- [25] ActivHouse, s.r.o., *Vetrание s rekuperáciou*, [Online].
<http://www.activhouse.eu/odpriesenia/vetrание-s-rekuperaciou/>. [Cit. 21 03 2012].
- [26] E. Vodičková, *Zemný tepelný výmenník vzduchu*, Môj dom, 27 08 2009. [Online].
<http://mojdom.zoznam.sk/cl/10055/542844/Zemny-tepelny-vymennik-vzduchu>. [Cit. 21 03 2012].
- [27] VALEŠ, Miroslav. *Inteligentní dům. 2. vyd.* Brno: ERA, 2008, viii, 123 s. ISBN 9788073661373.
- [28] L. ŠMEJKAL a J. KABAN, *Inteligentní budovy – luxus nebo nezbytnost?*, 04 2009. [Online]. <http://www.automatizace.cz/article.php?a=2515>. [Cit. 25 03 2012].
- [29] O. NÝVLT, *Přehled protokolů asystémů pro řízení inteligentních budov*, Automatizace, % 1. vyd.3-4, pp. 121-124, 2010.
- [30] I. J. KLABAN, *Inels a sběrnice CIB – moderní systém inteligentní elektroinstalace*, Teco a.s., [Online].
http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=38218. [Cit. 25 03 2012].
- [31] *TZB-info - stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov*, [Online].
<http://www.tzb-info.cz>. [Cit. 26 03 2012].
- [32] A. VOJÁČEK, *Sběrnice KNX pro řízení budov - 1.část*, 10 07 2006. [Online].
<http://automatizace.hw.cz/clanek/2006061001>. [Cit. 01 04 2012].
- [33] A. VOJÁČEK, *Sběrnice KNX pro řízení budov - 2.část - kabely, propojení a EIB*, 27 08 2006. [Online]. <http://automatizace.hw.cz/clanek/2006082701>. [Cit. 01 04 2012].

-
- [34] ČSN 73 0540 *Tepelná ochrana budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 53 s. ISBN ČSN 73 0540.
- [35] ČSN EN 12 831 *Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví,
- [36] PUŠKÁŠ, Július. *Slnko v urbanizme a architektúre*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1992, 134 s. ISBN 80-050-0827-9.
- [37] ČSN 73 0581: *Oslunění budov a venkovních prostor - Metoda stanovení hodnot*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví,

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

°C	Stupeň Celzia
AHU	Air handling unit- vzduchotechnická jednotka
APCI	Application Layer Protocol Control Information- Protokol riadenia aplikačnej vrstvy
atď.	A tak ďalej
CIB	Centralizovaná zbernica
CPU	Central Processing Unit- centrálna procesná jednotka
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
ČSN	Československá norma
DALI	Digital Addressable Lighting Interface
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DHM	Prietokový ohrievač
EWT	Zemný výmenník (vzduchový SEWT, kvapalinový LEWT) Global System for Mobile Communications- celosvetový systém pre mobilnú komunikáciu
GSM	
Hz	Hertz
I/O	Input/Output- vstup/výstup
IR	Infračervené spojenie
KNX	Zbernica
LAN	Local Area Network- lokálna sieť počítačových sietí
LCR	Least Cost Routing- smerovanie najnižších nákladov
LED	Light Emitting Diode – luminiscenčná dióda
LON	Štandardizovaný protokol
M	Meter
m.s ⁻¹	Meter za sekundu
m ³	Meter kubický
mA	Mili-ampér
Mm	Milimeter
Napr.	Napríklad
NAT	Network Address Translation- preklad sieťovej adresy
Obr.	Obrázok
OSI	Open Systems Interconnection- otvorené prepojenie systémov
PC	Personal Computer- osobný počítač
PLC	Programmable logic controller- programovateľná logická jednotka
Pr.	Príklad
PVC	Plast
RF	Bezdrôtové spojenie,
s	Sekunda
SR	Slovenská republika
STN	Slovenská technická norma
Tab.	Tabuľka
TP	Twisted pair- krútená dvojlinka

VRV Interiérové jednotky

ZOZNAM OBRÁZKOV

<i>Obr. 1</i> Prechod z tepelnej pohody to oblasti horka	18
<i>Obr. 2</i> Závislosť percenta nespokojných používateľov na priemernej rýchlosti prúdenia vzduchu	18
<i>Obr. 3</i> Profil podlahového a radiátorového vykurovania	19
<i>Obr. 4</i> Oblasť tepelnej pohody v závislosti na teplote vzduchu a priemernej teplote okolitých plôch	20
<i>Obr. 5</i> Únik tepla netesnosťami okien v zimnom období	26
<i>Obr. 6</i> Priechne vetranie oknami.....	27
<i>Obr. 7</i> Schéma šachtového vetrania	28
<i>Obr. 8</i> Schéma vetrania areáciou	28
<i>Obr. 9</i> Pretlakový vetrací systém	29
<i>Obr. 10</i> Podtlakový vetrací systém	30
<i>Obr. 11</i> Systém núteného vetrania	31
<i>Obr. 12</i> Princíp rekuperácie	32
<i>Obr. 13</i> Centrálny vetrací systém	33
<i>Obr. 14</i> Vzduchotechnická jednotka	35
<i>Obr. 15</i> Princíp krížového rekuperátora	38
<i>Obr. 16</i> Rotačný rekuperačný výmenník.....	39
<i>Obr. 17</i> Schéma princípu tepelnej výmeny vzduchu v zime	40
<i>Obr. 18</i> Schéma princípu tepelnej výmeny vzduchu v lete.....	41
<i>Obr. 19</i> Schéma centralizovaného zbernicového systému	43
<i>Obr. 20</i> Schéma decentralizovaného zbernicového systému	44
<i>Obr. 21</i> centralizovaného zbernicového systému	45
<i>Obr. 22</i> Schéma hierarchického riadiaceho systému	45
<i>Obr. 23</i> Štruktúra komunikačnej zbernice	50
<i>Obr. 24</i> Pôdorys budovy	57
<i>Obr. 25</i> Rozloženie tlakov vodnej pary	61
<i>Obr. 26</i> Hodnotenie výsledkov kondenzácie vodných par	62
<i>Obr. 27</i> Energetický štítok budovy.....	66
<i>Obr. 28</i> Uponor TECTO	71
<i>Obr. 29</i> Příklad odčítania hodnôt z grafu pre dimenzovanie PE-Xa rúrok.....	73
<i>Obr. 30</i> Uponor nerezový rozdeľovač PK 1 s prietokomerom, 12-cestný	75

<i>Obr. 31 Akčný člen TA-24</i>	75
<i>Obr. 32 Regulačná stanica Uponor PUSH 23</i>	76
<i>Obr. 33 Zapojenie podlahového vykurovania a jeho regulácie</i>	76
<i>Obr. 34 GRUNDFOS MANGA 25-40</i>	78
<i>Obr. 35 Vzduchotechnická jednotka H5</i>	80
<i>Obr. 36 Úpravy vzduchu pre letné obdobie</i>	82
<i>Obr. 37 Úpravy vzduchu pre zimné obdobie</i>	83
<i>Obr. 38 Rozmerové požiadavky pri návrhu anemostatov</i>	84
<i>Obr. 39 Stropná kruhová výustka Balance E200</i>	85
<i>Obr. 40 Klapka</i>	86
<i>Obr. 41 DAIKIN VRV®III REYQ-P8/P9</i>	88
<i>Obr. 42 DAIKIN FFQ-B9V</i>	88
<i>Obr. 43 Prietokový ohrievač</i>	90
<i>Obr. 44 Kondenzačný kotol Hoval UltraGas®</i>	90
<i>Obr. 45 Schéma zapojenia kotolne</i>	91
<i>Obr. 46 Odhad množstva vyrobenej energie</i>	94
<i>Obr. 47 Regulátor C-56 a ovládacia jednotka I-76</i>	97
<i>Obr. 48 Uponor KNX Media coupler R-76</i>	97
<i>Obr. 49 Návrh regulácie s využitím KNX</i>	98
<i>Obr. 50 Uponor regulátor C-46 rozšírená sada</i>	98
<i>Obr. 51 Uponor R-56 SMS</i>	99
<i>Obr. 52 Možné spôsoby komunikácie</i>	100
<i>Obr. 53 IntesisBox® KNX/EIB - Modbus RTU master</i>	101
<i>Obr. 54 KLIC-DI KNX-Daikin Gateway</i>	101
<i>Obr. 55 GenOHM PowerPC</i>	104
<i>Obr. 56 Vizualizácia ovládania vzduchotechniky</i>	105
<i>Obr. 57 Vizualizácia ovládania teplôt</i>	105