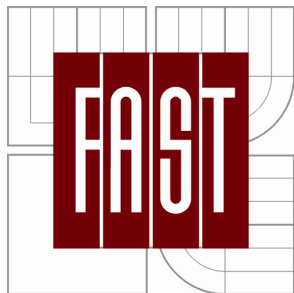


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## VZDUCHOTECHNIKA DREVOSTAVBY BYTOVÉHO DOMU

VENTILATION OF WOODEN APARTMENT BUILDING

BAKALÁRSKA PRÁCA  
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

TOMÁŠ FEČER

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

ING. PAVEL ADAM, PH.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V  
BRNĚ  
FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Tomáš Fečer  
**Název** Vzduchotechnika dřevostavby bytového domu

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Pavel Adam, Ph.D.

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2014

**Datum odevzdání bakalářské práce** 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014

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

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

## **Podklady a literatura**

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

## **Zásady pro vypracování**

\* práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb

\* obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
  - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu
  - B. Výpočtová část  
analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, 2-3 zařízení zpracovaná v tématech:  
tepelné bilance,  
průtoky vzduchu, tlakové poměry  
distribuce vzduchu,  
dimenzování potrubí a tlaková ztráta,  
úpravy vzduchu, návrh VZT jednotek (hx diagramy),  
útlum hluku
  - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma
- j) závěr,
- k) seznam použitých zdrojů,
- l) seznam použitých zkratk a symbolů,
- m) seznam příloh,
- n) přílohy - výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, prohlášení o shodě, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

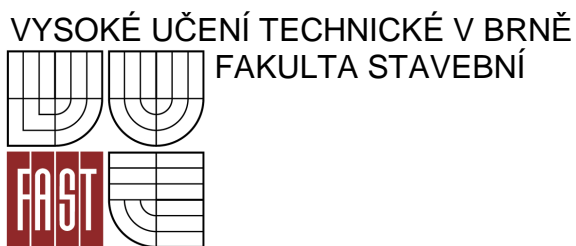
## **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

.....

Ing. Pavel Adam, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce



**POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Pavel Adam, Ph.D.
<b>Autor práce</b>	Tomáš Fečer
<b>Škola</b>	Vysoké učení technické v Brně
<b>Fakulta</b>	Stavební
<b>Ústav</b>	Ústav technických zařízení budov
<b>Studijní obor</b>	3608R001 Pozemní stavby
<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Název práce</b>	Vzduchotechnika dřevostavby bytového domu
<b>Název práce v anglickém jazyce</b>	Ventilation of wooden apartment building
<b>Typ práce</b>	Bakalářská práce
<b>Přidělovaný titul</b>	Bc.
<b>Jazyk práce</b>	Slovenčina
<b>Datový formát elektronické verze</b>	*pdf

## **Abstrakt**

Bakalárska práca je zameraná na návrh vzduchotechniky drevostavby bytového domu. V teoretickej časti sú rozobraté typy drevených konštrukcií, ďalej sú popísané vnútorné veličiny ovplyvňujúce stav vnútornej mikroklímy budov ako sú : škodliviny vznikajúce z vonkajšieho a vnútorného prostredia, výpočet tepelnej záťaže miestnosti, typy vetraní budov, spôsoby spätného získavanie tepla a koncové časti vzduchotechnických systémov .

Nasledujúca praktická časť je zameraná na návrh vzduchotechniky, ktorá zahŕňa : rozdelenie budovy na funkčné celky, tepelné bilancie, prietoky a distribúcia vzduchu do jednotlivých miestností, dimenzovanie potrubia vzduchotechniky a útlm hluku. Prietoky vzduchu sú navrhnuté podľa doporučených platných noriem v ČR . Vetranie bytového domu je navrhnuté ako nútené rovnotlaké vetranie, zabezpečené vzduchotechnickými jednotkami so spätným získavaním tepla z odsávaného vzduchu. Vzduch je privádzaný do obytných miestností a odsávaný z hygienických miestností. Týmto návrhom je zabezpečená požadovaná kvalita vnútornej mikroklímy miestností.

## **Abstract**

This bachelor thesis is focused on design of ventilating and air conditioning of wooden apartment building. In theoretical part are discussed types of wooden constructions, then in the next part there is focus on inner elements such as: injurants made from outer and inner environment, calculation of room's thermal load, types of air conditionings, ways of heat obtaining and ending parts of ventilating and air conditioning systems where these elements are influencing a state of internal microclimate of buildings.

Practical part is focused on a design of the of ventilating and air conditioning. It consist of a building dissection on functional parts, thermal balances, air flows and an air distribution into individual rooms, a noise absorption and a conduit dimensioning of ventilating and air conditioning. Air flows are designed to meet the criteria of active and recommended standarts of ČR. Air conditioning of the wooden apartment is designed as isobaric mechanical

ventilation with heat recovery. Air is sucked-off from sanitary rooms and supplied into living rooms. By this proposition is secured required quality of inner microclimate of rooms.

### **Klíčové slová**

Vzduchotechnika dřevostavby bytového domu, vnitřní mikroklima, nucené rovnotlaké větrání

### **Keywords**

Ventilation of wooden apartment buildings, internal microclimate, isobaric mechanical ventilation

### **Bibliografická citace VŠKP**

Tomáš Fečer *Vzduchotechnika dřevostavby bytového domu*. Brno, 2015. 145 s., 52 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Pavel Adam, Ph.D.



## Prehlásenie o pôvodnosti VŠKP

Týmto prehlasujem, že som bakalársku prácu spracoval samostatne a že som uviedol všetky použité informačné zdroje

V Brne dňa 29.5.2015

.....  
Podpis autora

Tomáš Fečer

# **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP**

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 29.5.2015

.....

podpis autora

Tomáš Fečer

## Podakovanie

Týmto chcem poďakovať svojim rodičom, že mi umožnili štúdium na vysokej škole a vedúcemu bakalárskej práce Ing. Pavlovi Adamovi, Ph. D. za rady a pripomienky

## Obsah

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE .....	5
A. TEORETICKÁ ČASŤ .....	16
1. Drevostavby.....	17
1.1 Delenie konštrukčných systémov drevostavieb.....	17
1.2 Delenie konštrukcií drevostavby z hľadiska difúzie vodných pár.....	17
2. Vnútoraná mikroklíma budov .....	20
2.1 Škodliviny.....	20
2.1.1 Oxid uhličitý.....	20
2.1.2 „Vlhkosť vzduchu“ .....	22
2.1.3 Zápachy (odéry) .....	23
2.1.4 Toxické škodliviny.....	23
2.1.5 Aerosólové škodliviny.....	24
2.1.6 Mikrobiálne škodliviny .....	25
2.1.7 Ionizačné škodliviny.....	25
2.2 Tepelná pohoda.....	26
2.3 Základné veličiny vnútornej mikroklímy .....	26
2.3.1 Metabolické teplo .....	26
2.3.2 Teplota vnútorného prostredia.....	27
2.3.3 Vlhkosť vzduchu .....	28
2.3.4 Rýchlosť prúdenia .....	29
2.3.5 Čistota vzduchu .....	30
2.3.6 Kvalita vzduchu.....	30
2.3.7 Hluk a hlukové pomery .....	31
2.3.8 Tepelný odpor oblečenia $R_{cl}$ .....	31
2.3.9 Energetický výdaj človeka $M$ .....	31
3. Tepelne hmotnostná záťaž budov.....	32
3.1 Základné pojmy tepelne hmotnostných bilancií.....	33
3.2 Tepelná záťaž.....	33
3.2.1 Tepelná záťaž z vonkajšieho prostredia .....	34
3.2.2 Tepelná záťaž od vnútorných zdrojov .....	39
3.3 Vodné zisky .....	43
4. Vetrание budov .....	45
4.1 Prirodzené vetranie .....	46
4.1.1 Prirodzené gravitačné vetranie .....	46
4.1.2 Prirodzené vetranie vyvolané pôsobením vetra.....	47
4.1.3 Infiltrácia .....	47
4.1.4 Vetrание oknami .....	48
4.1.5 Aerácia.....	49
4.1.6 Šachtové vetranie .....	49
4.2 Nútené vetranie .....	51
4.2.1 Rovnotlakové vetranie.....	52
4.2.2 Pretlakové vetranie .....	52
4.2.3 Podtlakové vetranie .....	52
5. Výmenníky spätného získavania tepla ZZT .....	53
5.1 Delenie výmenníkov ZZT.....	53
5.1.1 Rekuperačné výmenníky .....	53
5.1.2 Regeneračné výmenníky (vzduch – akumulátor tepla – vzduch)....	53

6.	Koncové časti vzduchotechnických systémov .....	53
6.1	Koncové vnútorné komponenty.....	53
7.	Záver.....	55
<b>B. PRAKTICKÁ ČASŤ .....</b>		<b>56</b>
8.	Analýza objektu.....	57
8.1	Popis objektu .....	57
8.2	Popis interiéru.....	57
8.3	Rozdelenie objektu na funkčné celky.....	57
9.	Tepelné bilancie objektu .....	59
9.1	Výpočet súčiniteľa prestupu tepla .....	59
9.1.1	Vzorový výpočet súčiniteľa prestupu tepla vybranej konštrukcie ..	62
9.1.2	Prehľad vypočítaných súčiniteľov prestupu tepla konštrukcií .....	66
9.2	Výpočet tepelnej záťaže.....	68
9.2.1	Vzorový výpočet tepelnej záťaže bytu 3.1 .....	68
9.2.2	Celková tepelná záťaž bytového domu .....	80
10.	Prietoky vzduchu a tlakové pomery .....	82
10.1	Prietoky vzduchu bytov 1.1;1.4; 2.1; 2.4, 3.1; 3.4.....	83
10.2	Prietoky vzduchu bytov 1.2;1.3; 2.2; 2.3, 3.2; 3.3.....	84
10.3	Schéma prietokov vzduchu bytov 1.1;1.4; 2.1; 2.4, 3.1; 3.4.....	85
10.4	Prietoky vzduchu bytov 1.2;1.3; 2.2; 2.3, 3.2; 3.3.....	85
10.5	Distribúcia vzduchu .....	86
10.6	Dimenzovanie potrubia a tlaková strata.....	90
10.6.1	Vzorový výpočet dimenzovania prírodného potrubia pre byty 3.1, 3.2, 3.3	90
10.6.2	Vzorový výpočet dimenzovania odvodného potrubia pre byty 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 3.2, 3.3 .....	91
10.7	Úpravy vzduchu a návrh VZT jednotiek.....	92
10.8	Útlm hluku .....	95
10.8.1	Vzorový výpočet hladiny hluku pre izbu 1 bytov 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 3.2, 3.3	95
10.9	Tepelná izolácia .....	97
<b>C. TECHNICKÁ SPRÁVA .....</b>		<b>98</b>
11.	Úvod .....	99
11.1	Popis objektu.....	99
11.2	Popis interiéru .....	99
11.3	Podklady pre spracovanie .....	99
11.4	Výpočtové hodnoty vonkajšieho prostredia.....	100
11.5	Výpočtové hodnoty vnútorného prostredia.....	100
12.	Koncepčné riešenie vzduchotechnického zariadenia .....	101
12.1	Hygienické požiadavky .....	101
12.2	Energetické zdroje.....	101
12.3	Koncepcia vetracích zariadení .....	101
13.	Nároky na energie .....	102
14.	Regulácia prietokov vzduchu.....	102
15.	Nároky na súvisiace profesie.....	102
15.1	Stavebné úpravy .....	102
15.2	Zdravotechnika.....	102
16.	Protihlukové a protiotrasové opatrenia.....	102

17.	Izolácia a nátery.....	103
18.	Protipožiarné opatrenie.....	103
19.	Montáž, prevádzka, údržba a obsluha .....	103
20.	Záver.....	103
21.	Tabuľka miestností.....	104
22.	Položková špecifikácia .....	105
23.	Tabuľka zariadení.....	108
24.	Záver.....	108
25.	Zoznam skratiek a symbolov.....	109
26.	Zoznam použitej literatúry .....	110
27.	Zoznam príloh .....	112
28.	Príloha č.4.....	113
28.1	Výpočet tepelnej záťaže - pokračovanie .....	113

## Úvod

Výstavba nízkoenergetických a pasívnych domov sa už v súčasnej dobe stáva takmer trendom. Domy, ktoré počas svojej životnosti šetria energiu, získanú z obnoviteľných a zatiaľ z veľkej časti neobnoviteľných zdrojov, majú nespočetne veľa výhod, či už v letnom alebo zimnom období. Ich jednotlivé časti konštrukcií to dosahujú:

- dobrou tepelnou izoláciou a kompaktnosťou obálky budovy,
- južnou orientáciou bez tienenia,
- dobrými sklami a rámami okien - súčiniteľ prechodu tepla okien (vrátane rámu) musí byť menší ako  $0,8 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$  a celková priepustnosť slnečného žiarenia  $g > 0,5$ .
- vzduchotesnosťou – budova musí byť vzduchotesná tak, aby pri pretlaku 50 pascalov netesnosťami neuniklo viac ako 60% vzduchu z celkového objemu budovy za hodinu,
- pasívne predhriatie čerstvého vzduchu,
- kontrolované vetranie so spätným získavaním tepla,

Tesnosťou obálky budovy sa zamedzuje nechcená infiltrácia vzduchu, ktorá bola využívaná pri starších budovách na prirodzené vetranie priestorov. Infiltráciu zabezpečovali okná, ktoré mali nízku tesnosť a tým i vyššiu špárovú prievzdušnosť.

V súčasnosti, je už tento menej ekonomický spôsob vetrania, nahrádzaný šetrnejším spôsobom, ktorým je najčastejšie nútené rovnotlaké vetranie, zabezpečené rekuperačnými jednotkami. Okrem spätného získania tepla z odpadového vzduchu, dochádza správnym návrhom privádzaného čerstvého vzduchu k vytvoreniu príjemnej mikroklímy a odvádzaniu vznikajúcich škodlivín ( oxid uhličitý, nadmerná vlhkosť) z jednotlivých miestností. Moja bakalárska práca sa týmto návrhom zaoberá.

## **A. TEORETICKÁ ČASŤ**



## 1. Drevostavby

Drevo - základná prírodná surovina sa používa už od nepamäti ľudstva. Drevo ako stavebný materiál prechádzalo vývojom niekoľko storočí. Dnes je tento stavebný materiál používaný najčastejšie na výstavbu nízkoenergetických budov. Výhodou sú dobré tepelnoizolačné vlastnosti, rýchla výstavba, suchý proces výstavby a z dlhodobého hľadiska ukladanie oxidu uhličitého. Ako každý stavebný materiál ma aj svoje nevýhody. Veľmi dôležité je chránenie drevostavby voči vonkajším klimatickým vplyvom, medzi ktoré patrí hlavne vlhkosť a napádanie drevokaznými hubami a škodcami.

### 1.1 Delenie konštrukčných systémov drevostavieb

Medzi základné konštrukčné typy drevostavieb patria:

- rámové stavby,
- masívne drevené stavby,
- skeletové stavby,

V mojej bakalárskej práci som sa zaoberal návrhom vzduchotechniky bytovej stavby, postavenej rámovou konštrukciou. Jedná sa o konštrukciu typu „two by four“. Tento konštrukčný systém vznikol v USA na konci 19. storočia a postupne bol rozšírený do Európy a Austrálie. Nosná časť rámového skeletu je tvorená pozdĺžnymi a zvislými stĺpkami, medzi ktoré sa ukladá izolačný materiál- tepelná izolácia z čadičových a sklenených vlákien. Takto vytvorený celok umožňuje dosahovať vysoké tepelné odpory, ktoré sú v dnešnej dobe z hľadiska šetrenia energie veľmi dôležité.

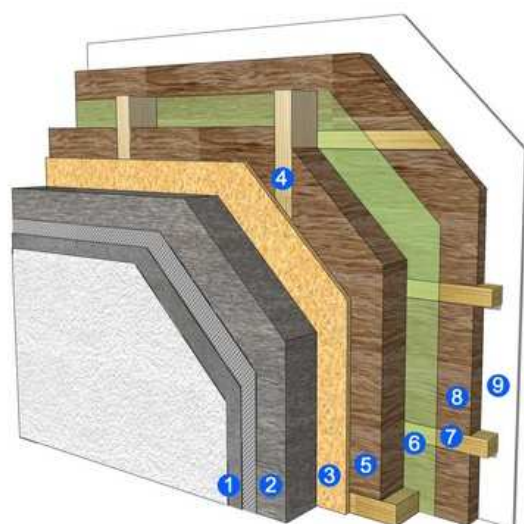
### 1.2 Delenie konštrukcií drevostavby z hľadiska difúzie vodných pár

Ďalším veľmi dôležitým parametrom drevostavby je výber priedušnosti skladby konštrukcie z hľadiska difúzie vodnej vlhkosti. V zimnom období býva

vonkajší vzduch suchší ako vzduch v interiéri, tým nastáva prirodzené vyrovnanie vlhkosti a to difúziou cez obvodové konštrukcie budovy. Tieto skladby rozdeľujeme na dva základné typy, ktorými sú : - difúzne zatvorená skladba

- difúzne otvorená skladba

Difúzne zatvorená skladba konštrukcie zamedzuje vzniku kondenzácie vody v jednotlivých častiach konštrukcie. Zo strany interiéru je ukladaná parotesná fólia- parozábrana s vysokým difúznym odporom. Tým je možné použitie materiálov s vyššími difúznymi odporami i zo strany exteriéru. Dôležité je dôkladné vyhotovenie jednotlivých detailov a to napojenia parozábrany na jednotlivé časti konštrukcií(steny, stropy) ako i napojenie a prekrytie spojov samotnej parozábrany. Na utesnenie spojov sa používa parotesná lepiaca páska. Pri týchto konštrukčných skladbách je veľmi dôležité riadené vetranie, nakoľko vznikajúca vlhkosť z ľudskej činnosti ( varenie, sprchovanie, sušenie oblečenia) ostáva v obytnej miestnosti a jej nasledovnému odpareniu do vonkajšieho prostredia je zamedzené

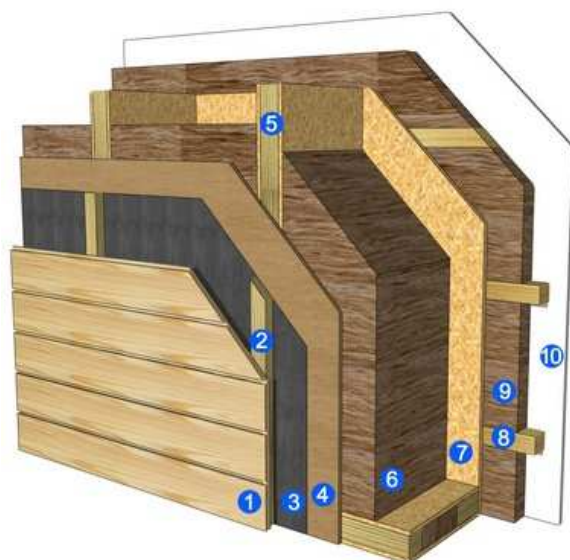


- 1) Vonkajšia omietka
- 2) Fasádny grafitový polystyrén
- 3) Drevotriesková doska
- 4) Nosný systém KVH
- 5) Minerálna izolácia
- 6) Parotesná fólia
- 7) Inštalačný rošt
- 8) Minerálna izolácia
- 9) Sadrokartónová doska

Obr. 1-1 Skladba difúzne uzavretej konštrukcie [1].

Difúzne otvorená skladba konštrukcie umožňuje prestup vodných pár vznikajúcich vo vnútornom prostredí stavby ľudskou činnosťou( varenie, sprchovanie, sušenie oblečenia). Jednotlivé časti konštrukcie sa volia z hľadiska difúzneho odporu. Materiál s najväčším difúznym odporom sa umiestňuje

z vnútornej časti objektu a smerom k vonkajšiemu prostrediu difúzny odpor materiálov klesá. Hlavnou výhodou tejto skladby spočíva v tom, že ak sa počas chladnejších mesiacoch vytvorí kondenzát v jednotlivých skladbách konštrukcie, môže sa v teplejších mesiacoch odpariť.



- 1) Drevený obklad
- 2) Drevený rošt
- 3) UV stabilná difúzne otvorená fólia
- 4) Drevovláknitá doska mäkká
- 5) Nosný systém KVH
- 6) Minerálna izolácia
- 7) Drevotriesková doska
- 8) Inštalčný rošt
- 9) Minerálna izolácia
- 10) Sadrokartónová doska

Obr. 1-2 Skladba difúzne otvorenej konštrukcie [2].

## 2. Vnútorná mikroklíma budov

Mikroklíma je klíma malej oblasti, ktorá sa vplyvom rôznych špecifik líši od klímy okolitého prostredia. Na kvalitu mikroklímy vnútorného vzduchu v interiéri, vplýva veľa faktorov. Na vytvorenie optimálnych podmienok vnútornej mikroklímy obytnej budovy je nutné privádzať potrebné množstvo čerstvého vzduchu z hľadiska počtu osôb, ktoré sa v danom priestore nachádzajú ako aj odvádzať odpadový vzduch z častí miestností, kde dochádza k obohacovaniu vnútorného vzduchu škodlivinami.. Tieto škodliviny v obytných priestoroch vznikajú v oblastiach kuchýň, kúpeľný a WC

### 2.1 Škodliviny

Úlohou vetracích zariadení je zabezpečiť spoľahlivé a hospodárne odvádzanie škodlivín z daného priestoru a tvorbu požadovaného stavu ovzdušia v ňom. Základnou požiadavkou dimenzovania vetracích zariadení je určenie objemového prietoku privádzaného vzduchu do daného priestoru a určenie potrebného objemového prietoku čerstvého vzduchu [3].

Za škodliviny považujeme všetky látky (plyny, páry, prach a pod.), ako i energetické, biologické, a fyziologické javy, ktoré svojou prítomnosťou v určitej koncentrácii alebo intenzite poškodzujú zdravie človeka, zvierat a rastlín, prípadne negatívne pôsobia na výrobný postup, životnosť stavieb a kvalitu uskladneného materiálu. [3]

Medzi najzákladnejšie škodliviny tvoriace sa v obytných priestorov patria vlhkosť, oxid uhličitý, zápachy (odery), aerosólové a mikrobiálne škodliviny a z vonkajšieho prostredia sú to najčastejšie ionizačné a toxické škodliviny .

#### 2.1.1 Oxid uhličitý

Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), bezfarebný plyn bez chuti, sa nachádza všade okolo nás. Vo voľnej prírode sa jeho koncentrácia pohybuje do hodnoty 400 ppm. Avšak iná situácia nastáva v uzavretých priestoroch, kde sa jeho hodnoty pohybujú

v rádovo vyšších číslach. Najväčší podiel na zvyšovaní CO<sub>2</sub> v obytných priestoroch ma človek, pretože je jeho produktom dýchania.

Vydychovaný vzduch obsahuje pri teplote 34-36 °C približne 4 obj. % CO<sub>2</sub> a 5 obj. % vodnej pary H<sub>2</sub>O (ďalej obsahuje 75% dusíku a 16% kyslíku). Nakoľko podľa hygienických smerníc najvyššia prípustná koncentrácia CO<sub>2</sub> v miestnosti je 0,5 obj. % zo zreteľom k ďalším škodlivinám, ktoré vydychovaní oxid uhličitý spravidla doprevádzajú, koncentrácia CO<sub>2</sub>, pri trvalom pobyte človeka v miestnosti nemá prekročiť hodnotu 0,15 obj. % (to je tzv. Pattenkoferovo hygienické pravidlo). Pokiaľ koncentrácia CO<sub>2</sub> prekročí túto hodnotu, vzduch sa považuje za znehodnotený [3]. Na meranie CO<sub>2</sub> sa používajú čidlá, ktoré sú rozmiestnené v obytných miestnostiach a prepojené s radiacou jednotkou rekuperačnej jednotky, ktorá pri prekročení limitu CO<sub>2</sub> spustí výmenu vzduchu.

Tab. 2-1 Vplyv oxidu uhličitého na ľudský organizmus [4].

Koncentrácia CO <sub>2</sub>	Účinky na ľudský organizmus
330 -370 ppm	~ vonkajšie prostredie
450 - 1000 ppm	~ dobrá úroveň, príjemný pocit
1000 - 2000 ppm	~ pocit ospalosti a horšieho vzduchu
2000 - 5000 ppm	~ možné bolesti hlavy, nižšia schopnosť koncentrácie, znížená pozornosť
> 5000 ppm	~ pocit ťažkého vzduchu a nevoľnosti, zvýšený tep
> 15 000 ppm	~ potiaže s dýchaním
> 30 000 ppm	~ bolesti hlavy, závrate a nevoľnosť
> 60 000 - 80 000 ppm	~ letargia a strata vedomia

Tab. 2-2 Telesné zaťaženie človeka : produkcia tepla a vodnej pary [7].

Fyzické zaťaženie	CO <sub>2</sub>	[l/h]	t [°C] vzduchu					
			10	15	20	25	30	35
Človek v kľude	<b>23</b>							
Celkové teplo		W	163	146	116	93	93	93
Vodná pára		g/h	30	40	40	50	75	115
Ľahká práca	<b>25</b>							
Celkové teplo		W	180	157	151	146	146	146
Vodná pára		g/h	40	55	75	115	150	200
Str. ťažká práca	<b>45</b>							
Celkové teplo		W	215	210	204	198	198	198
Vodná pára		g/h	70	110	140	185	230	280

### 2.1.2 „Vlhkost' vzduchu“

Atmosférický vzduch je zmesou kyslíka, dusíka, vodnej páry, pomerne malého množstva niekoľkých ďalších plynov a tuhých prímiesí (prachu, dymu, peľu z kvetín apod. ), ktorých obsah značne kolíše predovšetkým podľa počasia a miesta [7].

Suchý vzduch má schopnosť pohlcovať isté množstvo páry, v závislosti od teploty a barometrickom tlaku. Vzduch, ktorý nás obklopuje a ktorý dýchame, nazývame barometrickým. Je zmesou suchého vzduchu a malého množstva vodnej páry [7].

Vlhkosť vzduchu je obsah množstva vody vo vzduchu vyjadrená v percentách (0-100%). V určitých hodnotách je pre ľudí a obytné miestnosti prospešná. Z hľadiska optimálneho komfortu vnútorného vzduchu sa posudzuje relatívna vlhkosť. Relatívna vlhkosť vyjadruje stupeň nasýtenia vzduchu vodnou parou. Optimálne rozmedzie relatívnej vlhkosti vzduchu je 40 - 60 %. Nad touto hranicou vznikajú na najchladnejších miestach v obytných miestnostiach plesne a baktérie. Naopak pod touto hranicou dochádza k tvorbe prachu a k vysušovaniu sliznice v nose, v ústach a v očiach, ktoré sú neskôr náchylnejšie na infekcie.

Tab. 2-3 Hodnoty produkcie vodnej pary. [5]

Zdroje vodní páry	Produkce vodní páry [g.l <sup>-1</sup> ]
Koupel ve vaně	700
se sprchou	2600
Vaření teplá jídla	600 až 1500
Vaření – denní průměr	100
Sušení prádla – odstředěného pračkou	50 až 200
Sušení prádla – mokrého, kapajícího	100 až 500
Pračka	300
Žehlení prádla	200
Pokojevé rostliny	5 až 20
Provoz plynového sporáku – spalování plynu	1500 g na 1 m <sup>3</sup> plynu
Vytírání podlahy, mokré čištění	1 000
Člověk v klidu	30
Lehká práce	40 až 200
Středně těžká práce	120 až 200
Těžká práce	200 až 300

### 2.1.3 *Zápachy (odéry)*

Odérové látky sú plynné zložky ovzdušia vnímané ako pachy ( vône alebo zápachy). Sú to anorganické alebo organické látky väčšinou produkované človekom samotným alebo jeho činnosťou, prípadne uvoľňované zo stavebných konštrukcií. Odéry produkované toxickými látkami sa nepovažujú za zložku odérovej mikroklímy, ale radia do toxickej mikroklímy [3].

Ich počet má v interiéroch budov rastúcu tendenciu. Ku klasickým odérom (z kozmetických, prípravkou, z prípravy jedál, fajčenia cigariet atd.) sa pridali zápachy uvoľňované z novodobých stavebných látok, hlavne z plastov (styren, formaldehyd a ďalšie) [3].

Podľa Zwaardemarkerovej stupnice existuje päť základných typov odérov:

- éterické (ľudské pachy)
- aromatické (pachy rozkladajúceho sa zrelého ovocia)
- izovalerické (pach z fajčenia tabaku, pach potu)
- zažluklý ( pachy mliekarenských produktov)
- narkotický ( pachy rozkladajúcich sa proteínov a vône tabaku)

Odérové látky vstupujú do objektu jednak z vonkajšieho prostredia a jednak vznikajú priamo v budove- činnosťou človeka a uvoľňovaním zo stavebných materiálov. I keď zápachy priamo neohrozujú zdravie človeka, pri určitej koncentrácii spôsobujú stratu jeho výkonnosti, sústredenia, chuti a pocit nevoľnosti, preto sa odstraňujú hlavne z dôvodu psychofyziologických, ale i ekonomických a hygienických, pretože často signalizujú zvýšenú kontamináciu prostredia choroboplodnými zárodkami [3]. Stupeň záachu ľudských pachov v obytných a zhromažďovacích priestoroch sa posudzuje podľa ľahko merateľnej koncentrácie CO<sub>2</sub>

### 2.1.4 *Toxické škodliviny*

Zložkami toxickej mikroklímy sú toxické plyny. tj. plynné zložky ovzdušia vyvolávajúce patologické zmeny. Sú organické a anorganické. Vstupujú do

interiéru z vonkajšieho prostredia alebo vznikajú priamo v budove činnosťou človeka a uvoľňovaním zo stavebných materiálov [3].

Z vonkajšieho prostredia prichádzajú oxidy síry ( $\text{SO}_2$  a  $\text{SO}_3$ ), oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ), oxid uhoľnatý ( $\text{CO}$ ), ozón ( $\text{O}_3$ ) a niektoré uhl'ovodíky  $\text{SO}_2$  a  $\text{SO}_3$  sú produktom spaľovania fosílnych palív obsahujúcich síru.  $\text{NO}_x$  vznikajú najčastejšie pri horení za vyšších teplôt z atmosférického dusíku – v dieselových motoroch, v kotolniach teplární, elektrární a pri horení plynov v priemyselných i domácich spotrebičoch.  $\text{CO}$  produkujú hlavne benzínové motory a ohniska s nedokonalým spaľovaním. Zdrojom  $\text{O}_3$  sú najčastejšie blesky a do interiéru vstupujú ako súčasť oxidatívneho smogu. Zdrojom uhl'ovodíkov je predovšetkým doprava- emisie z výfukov motorových vozidiel a pohonné látky vyparujúce sa z nádrží. V interiéri budov vznikajú toxické plyny činnosťou človeka a uvoľňovaním zo stavebných látok. Zo stavebných látok sa môže uvoľňovať formaldehyd, styrén a zmesi rôznych organických látok. Plastické látky interiéri môžu byť zdrojom ďalších toxických plynov, napr. z polystyrénu sa uvoľňuje styrén. [3].

Kvantitatívne hodnotenie škodlivín – škodliviny sa vyskytujú v ovzduší v určitých koncentráciách, ktoré sa vyjadrujú:

- hmotnostne ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )
- objemovo (obj. %), ( $\text{ppm} = 1\text{cm}^3/\text{m}^3$ , ppm = parts per milion)
- počet častíc v objemovej jednotke (pri prachu) [3].

### 2.1.5 *Aerosólové škodliviny*

Aerosóly sú tuhé alebo kvapalné častice, veľmi jemne rozptýlené v ovzduší. Mikróby sú zvláštne druhy mikroklímy a zaradujeme ich do mikrobiálnej mikroklímy. I rádioaktívny aerosól je zložkou zvláštneho druhu mikroklímy – ionizačného [3].

Tuhé aerosóly, bežne nazývané prach, vznikajú mimo iného aj pri činnosti človeka, napr. pri opracovaní tuhých materiálov, pri spaľovaní rôznych organických látok alebo pri oxidácii anorganických látok. Podľa účinkov na organizmus na organizmus môžeme ich pôsobenie rozdeliť na fyzikálne, chemické, fyzikálne – chemické a biologické. Prachové častice môžu byť nosičom



toxických alebo mikrobiálnych škodlivín a navyše aj nosičom elektromagnetického náboja, ktorý vo značnej miere ovplyvňuje i ich pohyb. Aerosóly mechanicky pôsobia na pokožku, vo spojivovom vaku, na sliznici, blokováním lymfatických ciest v pľúcach a pod. Pri ďalšej expozícií pôsobia dráždivo a výsledkom sú nešpecifické zápalové zmeny kože, spojiviek a slizníc v závislosti na chemickom zložení častíc, ich množstve, veľkosti, tvare, hĺbky pôsobenia a individuálnej reakcie [3].

### **2.1.6 Mikrobiálne škodliviny**

Mikrobiálne škodliviny tvoria mikroorganizmy (baktérie, víry, plesne apod.), ktoré sa nachádzajú v ovzduší a môžu vyvolať infekčné ochorenie a alergické alebo toxické prejavy. Ich nositeľom môžu byť tuhé alebo kvapôčkové aerosóly. Vzduch v uzavretých miestnostiach, hlavne v tých, kde sa zhromažďuje väčší počet ľudí, vždy obsahuje i choroboplodné zárodky ( baktérie, víry, plesne a iné) [3].

Biologické činitele sa triedia podľa miery rizika infekcie do štyroch skupín:

- biologický činiteľ skupiny 1, pri ktorom nie je pravdepodobné , že by mohol spôsobiť ochorenie človeka
- biologický činiteľ skupiny 2 , ktorý môže spôsobiť ochorenie človeka a môže byť nebezpečným pre zamestnancov
- biologický činiteľ skupiny 3, ktorý môže spôsobiť závažné ochorenie človeka a predstavuje závažné nebezpečenstvo pre zamestnancov, taktiež i z hľadiska možnosti rozšírenia mimo pracovisko
- biologický činiteľ skupiny 4. Ktorý spôsobuje u človeka závažné ochorenie, je nebezpečný pre zamestnancov a predstavuje rozšírenie do prostredia mimo pracoviska, pričom nie je dostupná účinná liečba alebo profylaxia [3].

### **2.1.7 Ionizačné škodliviny**

Ionizačná mikroklima je zložka prostredia tvorená tokmi ionizujúceho žiarenia, ktoré produkujú prirodzené rádioaktívne látky alebo umelé zdroje [3].

Zdrojom ionizujúceho žiarenia sú rádioaktívne látky vstupujúce do interiéru budovy z vonkajšieho prostredia alebo vznikajúce priamo v budove- činnosťou človeka a uvoľňovaním zo stavebných konštrukcií . Väčšinou sú to plyny – radón  $^{222}\text{Rn}$ , a jeho dcérine produkty  $^{218}\text{Po}$ ,  $^{214}\text{Pb}$ ,  $^{214}\text{Po}$ , a radón  $^{220}\text{Rn}$ , nazývaný i thoron (Tn) [3].

## 2.2 Tepelná pohoda

Tepelná pohoda vyjadruje príjemný pocit človeka v obytnej miestnosti, pri ktorom nedochádza k pocitu chladu ani k zvýšenému prehrievaniu ľudského tela a nasledovnému poteniu .Nakoľko sú ľudia rozličný, dochádza k rozdielnemu vnímaniu tepelnej pohody. Práve preto, nie je možné z tohto hľadiska určiť, taký stav vnútorného vzduchu , ktorý by vyhovoval každému z nás. Preto ide pri návrhu vnútorného vzduchu o kompromis z hľadiska čo najmenšieho počtu nespokojných ľudí

Tepelnú pohodu formujú nasledovné faktory:

- teplota vzduchu
- teplota okolitých plôch, eventuálne stredná radiačná teplota
- rýchlosť prúdenia vzduchu v oblasti pobytu človeka
- vlhkosť vzduchu
- tepelne izolačné vlastnosti oblečenia
- telesná aktivita človeka [6].

## 2.3 Základné veličiny vnútornej mikroklímy

### 2.3.1 *Metabolické teplo*

Metabolické teplo je veličinou, ktorá sa odvodzuje z miery aktivity človeka a jeho odevu [6].

### 2.3.2 *Teplota vnútorného prostredia*

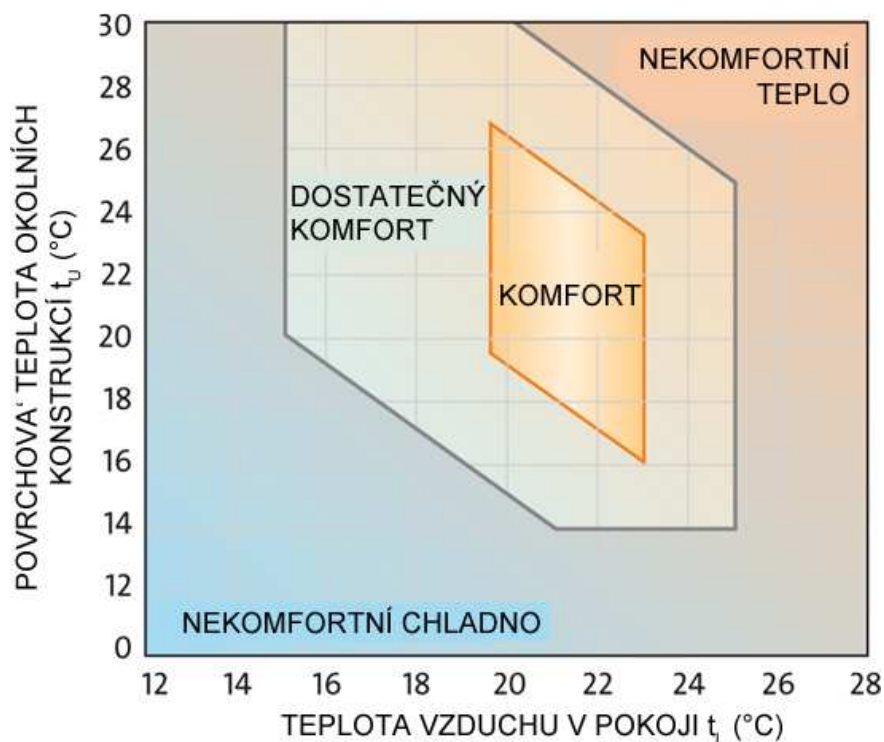
Zahŕňa veličiny :

- teplota vnútorného vzduchu  $t_i$
- účinná teplota okolitých plôch  $t_u$  ( často sa nahradzuje priemernou povrchovou teplotou  $t_p$
- výsledná teplota (globeteplota)  $t_g$ , vyjadruje spoločný účinok vyššie uvedených teplôt
- stredná radiačná teplota  $t_r$  rovnajúca sa teplote  $t_u$
- asymetria strednej radiačnej teploty  $t_a$  protiľahlých plôch
- stereoteplota  $t_{st}$  je smerová radiačná teplota meraným guľovým teplomerom a charakterizuje radiačný účinok okolitých plôch v sledovanom priestorovom uhle
- operatívna teplota  $t_o$  udáva teplotu uzavretého čierneho priestoru, v ktorom by ľudské telo zdieľalo radiáciou a konvenciou rovnaké množstvo tepla  $Q$ , ako v skutočnom priestore. Určí sa pomocou účinnej radiačnej( strednej radiačnej) teploty  $t_r$ , teploty vzduchu  $t_a$  a rýchlosti jeho prúdenia podľa rovnice :

$$t_o = t_r + A \cdot (t_i - t_r) \quad (2-1)$$

Súčiniteľ  $A$  závisí od rýchlosti prúdenia vzduchu, pričom pri rýchlosti prúdenia  $w < 0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  je možné operatívnu teplotu nahradiť výslednou teplotou vzduchu

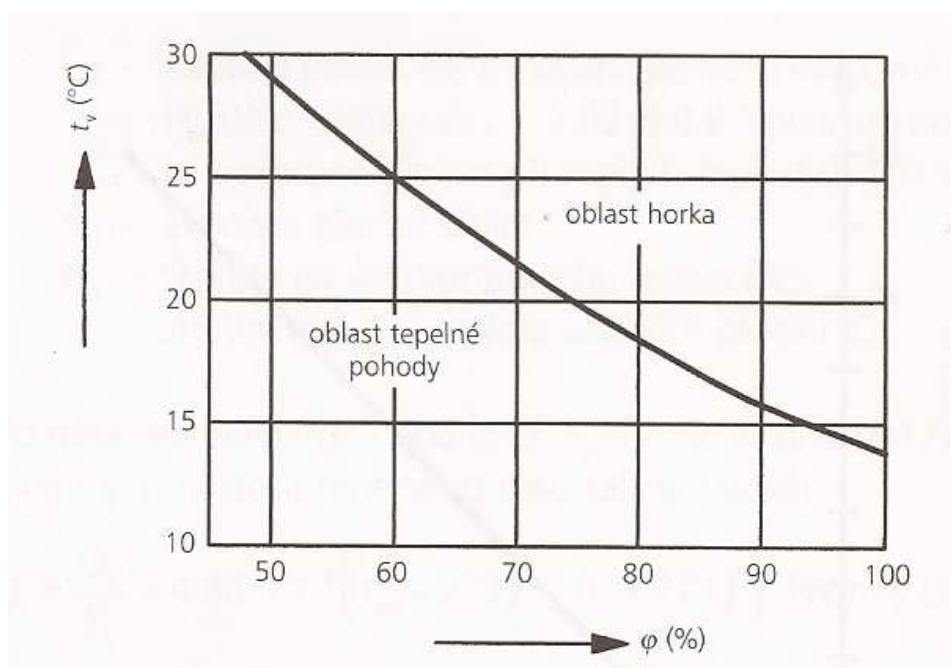
- teplota rosného bodu  $t_{rb}$  je teplota, pri ktorej ke vzduch vodnou parou práve nasýtený
- teplota mokrého teplomeru  $t_m$  je teplota, ktorú ma teplomer obalený mokrou pančuškou pri nútenom prúdení vzduchu [6].
-



Obr. 2-3 Tepelný komfort súvisiaci s teplotami vzduchu v miestnosti a okolitých povrchov [8].

### 2.3.3 *Vlhkosť vzduchu*

Pri posudzovaní tepelného stavu prostredia podľa teploty vzduchu sa vlhkosť vzduchu dá zanedbať len v tom prípade, ak je relatívna vlhkosť vzduchu v lete menšia než 60 %. Pri väčšej relatívnej vlhkosti sa vplyvom veľkého parciálneho tlaku vodnej páry vo vzduchu sťažuje vyparovanie potu, čoho dôsledkom je porušená tepelná pohoda [3].

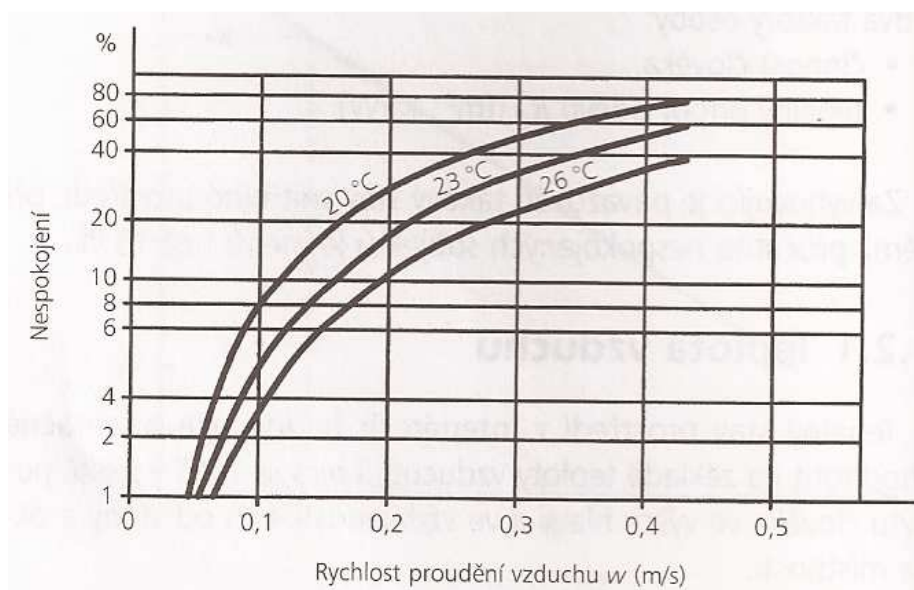


Obr. 2-4 Oblast' tepelnej pohody a oblast' pocitu tepla [3].

### 2.3.4 Rýchlosť prúdenia

Rýchlosť prúdenia vzduchu je veličina podstatne ovplyvňujúca tepelné deje v priestore a tým i stav vnútorného vzduchu [6]. Človek je citlivý na pohyb vzduchu v uzavretom priestore, hlavne pokiaľ má vzduch nižšiu teplotu, ako teplota vzduchu v miestnosti. Pri teplotách 19 až 21 °C je z hygienického hľadiska prípustná rýchlosť prúdenia vzduchu 0,1 až 0,15 m/s. Za najvyššiu rýchlosť pri teplote 26 °C je možné považovať rýchlosť prúdenia vzduchu  $w \leq 0,4$  m/s

Vyššiu rýchlosť prúdenia vzduchu môže človek pociťovať ako prievan [3].



Obr. 2-5 Grafické znázornenie závislosti percenta nespokojných užívateľov na priemerné rýchlosti prúdenia vzduchu [3].

### 2.3.5 Čistota vzduchu

Čistota vzduchu závisí od koncentrácií škodlivín ( prach, odery, aerosóly, toxické látky apod.) .Základnou škodlivinou v obytných a občianskych budovách je  $\text{CO}_2$ . Z jeho eliminácii sa vychádza pri návrhu vzduchotechniky tzv. dávkou vonkajšieho vzduchu, predstavujúcou intenzitu výmeny  $y$  ( $\text{m}^3 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ), pripadajúcou na jednu osobu za hodinu [6].

### 2.3.6 Kvalita vzduchu

Hlavné škodliviny ovplyvňujúce kvalitu vzduchu sú kyslíčniky dusíku, prchavé látky, roztoče a mikroorganizmy. Častým prejavom zhoršenej kvality vzduchu je tzv. vydýchaný vzduch. Je výsledkom zvýšeného obsahu vodnej páry, koncentrácie  $\text{CO}_2$  a odérov, nie však zmenšeného obsahu  $\text{O}_2$  [6].

### 2.3.7 *Hluk a hlukové pomery*

Hluk, tj. zvukové vlny s rôznymi amplitúdami a frekvenciami, pokiaľ prekračuje určité hodnoty, je škodlivý pre človeka, znižuje jeho pracovný výkon a ovplyvňuje pohodu a prostredie. Zvuk je mechanické vlnenie, ktoré sa šíri pružným prostredím [3].

K základným akustickým veličinám patrí hladina akustického výkonu a akustického tlaku hluku [6].

Pri prevádzke vzduchotechnických zariadení (VZT) sú najčastejším hlukom:

- vzduch s relatívne vysokou rýchlosťou a s náhlymi zmenami svojej rýchlosti
- vibrujúce časti mechanizmov [3].

Relatívne trvalý vplyv hluku na ľudský organizmus pôsobí negatívne a to hlavne na:

- sluchový analyzátor
- vegetatívny nervový systém
- psychiku človeka [3].

### 2.3.8 *Tepelný odpor oblečenia $R_{cl}$*

Tepelný odpor oblečenia je veličinou ovplyvňujúcou pocity človeka v priestore a je nutná ku kompletnému hodnoteniu stavu prostredia pomocou indexových veličín. Fyzikálnou jednotkou tepelného odporu oblečenia je clo, pričom platí  $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$  [6].

### 2.3.9 *Energetický výdaj človeka $M$*

Predstavuje tepelnú produkciu ľudského organizmu. Fyzikálnou jednotou energetického výdaja je met, pričom  $1 \text{ met} = 58 \text{ Wm}^{-2}$  [6].

Tab. 2-4 Metabolizmus človeka pri rôznych fyzických aktivitách[7].

činnosť	stupeň aktivity	metabolizmus $\dot{q}_m$			účinnosť ľudskej práce
		W/m <sup>2</sup>	met	W	
klidné leženie	I	46	0,8	80	0
sezení		58	1,0	100	
klidné stání uvolněné nebo lehká práce v sedě (úřady, školy, byty, laboratoře)		70	1,2	125	
stání, lehká práce (obchody, laboratoře, lehký průmysl)	II	93	1,6	170	0 až 0,1
střední fyzická práce (domácnost, práce na strojích)	III	116	2,0	200	0,1 až 0,2
těžká fyzická práce (těžká práce na strojích)	IV	165	2,8	300	0,1 až 0,2

Poznámka: stupeň aktivity I až IV je podle ISO 8996

### 3. Tepelne hmotnostná zát'az budov

Primárni pre návrh vzduchotechnických systémov je tepelná a hmotnostná bilancia sledujúca vyčíslenie toku tepla a látok pre reálne extrémne stavy vyskytujúce sa pri prevádzke budovy. Uvedené výmeny sú formované nestacionárnymi (vonkajšími) okrajovými podmienkami, pôsobiacimi na budovy, ktorých vnútorné prostredie má byť z pravidla konštantné v dobe exploatácie [6].

Východiskovými veličinami výpočtu tepelnej zát'aze sú teplota vzduchu, intenzita slnečného žiarenia, vlhkosť, entalpia vychádzajúca z polohy a miesta budovy, požadovaného stavu vnútornej mikroklímy event. z technologického procesu. Konečnými výstupmi bilancí sú tepelné straty, tepelné zisky, vodné zisky a produkcie škodlivín. Pomocou týchto hodnôt je možné odvodiť prietoky vzduchu a navrhnuť optimálne realizačné riešenie vzduchotechniky a určiť potreby energií [6]. .



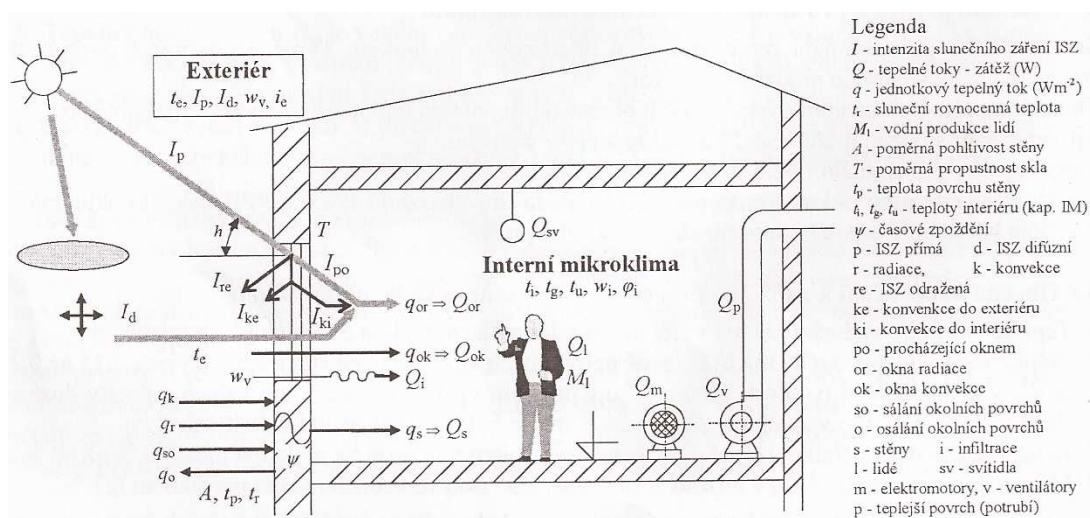
### 3.1 Základné pojmy tepelne hmotnostných bilancií

Medzi základné pojmy tepelne hmotnostných bilancií patria:

- Tepelné zisky - tepelný tok vstupujúci do klimatizovaného priestoru. Zahrnujú sa sem tepelné zisky zo vstupu teplého vzduchu do miestnosti (napr. pri otváraní okien), ale nie sú tu zahrnuté tepelné zisky z prívodu vonkajšieho vzduchu do klimatizačného zariadenia [3].
- Tepelná záťaž - celkový tepelný tok vstupujúci do klimatizovaného priestoru, ktorý musí byť eliminovaný chladiacim výkonom klimatizačného zariadenia. V tepelnej záťaži je tiež zahrnuté teplo vetracieho vzduchu a teplo produkované klimatizačným zariadením [3].
- Vodné zisky – tvoria produkcie vodnej pary vo vnútornom priestore
- Tepelné straty – sú tepelné toky, ktoré sa zdieľajú z miestností do okolitého chladnejšieho prostredia.
- Produkcie škodlivín – predstavujú vývin škodlivých látok v sledovanom priestore
- Intenzita výmeny vzduchu – udáva násobnosť výmeny objemu vzduchu v miestnosti spravidla za hodinu [6].

### 3.2 Tepelná záťaž

Pri výpočte tepelnej záťaže sa postupuje podľa ČSN 73 0548 (r. 1896). Podľa zdrojov tepelnej záťaže je možné ju rozdeliť na vonkajšiu a vnútornú.



Obr. 3-1 Schéma mechanismu výmeny tepla a látok[6].

### 3.2.1 *Tepelná zát'az z vonkajšieho prostredia*

Na mikroklimu miestnosti pôsobia z vonkajšieho prostredia tepelné toky tvoriace tepelné zisky okien konvenciou  $Q_{ok}$  a radiáciou  $Q_{or}$ , stenami  $Q_s$  a infiltráciou vonkajšieho vzduchu  $Q_i$  [6].

#### 3.2.1.1 *Tepelný zisk okien konvenciou $Q_{ok}$*

Prestup tepla okna konvenciou [3] je daný vzťahom

$$Q_{ok} = k_o \cdot S_o \cdot (t_e - t_i) \quad (\text{W}) \quad (3-1)$$

kde  $k_o$  – je súčiniteľ prestupu tepla oknom ( $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ )

$S_o$  – plocha okna vrátane rámu ( $\text{m}^2$ )

$t_e - t_i$  – rozdiel teplôt na obidvoch stranách okna ( $\text{K}$ )

#### 3.2.1.2 *Tepelný zisk okien radiáciou $Q_{or}$*

Celková pomerná priepustnosť priamej slnečnej radiácie  $T_D$  štandardným jednoduchým okno závisí od uhlu dopadu slnečných paprskov [3] podľa vzťahu

$$T_D = 0,87 - 1,47 \cdot \left(\frac{\theta}{100}\right)^5 \quad (-) \quad (3-2)$$

kde  $\theta$  je uhol medzi normálou k oknu a slnečnými paprskami ( $^\circ$ )

Tepelné zisky slnečnou radiáciou oknom sa počítajú [3]. podľa vzťahu

$$Q_{or} = [S_{os} \cdot I_o \cdot c_o + (S_o - S_{os}) \cdot I_{odif}] \cdot s \quad (\text{W}) \quad (3-3)$$

kde  $S_{os}$  je povrch okna ožiarený slnkom ( $\text{m}^2$ ),

$I_o$  – celková intenzita slnečnej radiácie prechádzajúcou štandardným jednoduchým zasklením ( $\text{W}/\text{m}^2$ ),

$I_{odif}$  – intenzita difúznej slnečnej radiácie prechádzajúca štandardným jednoduchým zasklením ( $\text{W}/\text{m}^2$ ),

$c_o$  – korekcia na čistotu atmosféry (-), pre mimo mestskú oblasť  $c_o = 1,15$ ; pre stredne čistú oblasť  $c_o = 1$  pre priemyselnú a veľkomestskú oblasť  $c_o = 0,85$

Tab. 3-1 Intenzita slnečnej radiácie  $I$  prechádzajúca jednoduchým oknom s oceľovým rámom pre 21. júl  $50^\circ$  s.š a súčiniteľ znečistenia atmosféry  $z = 5$  [6].

Směr	Intenzita sluneční radiace $I_o$ ( $Wm^{-2}$ ) pro denní dobu														
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
S	45	87	80	100	117	130	139	141	139	130	117	100	80	87	45
SV	85	287	361	321	217	135	139	141	139	130	117	100	78	53	24
V	83	322	481	539	505	389	232	141	139	130	117	100	78	53	24
JV	41	180	335	452	511	506	437	316	185	130	117	100	78	53	24
J	24	53	78	128	230	335	409	435	409	335	230	128	78	53	24
JZ	24	53	78	100	117	130	185	316	437	506	511	452	335	180	41
Z	24	53	78	100	117	130	139	141	232	389	505	539	481	322	83
SZ	24	53	78	100	117	130	139	141	139	135	217	321	361	287	85
H	41	122	249	379	534	640	706	729	706	640	534	397	249	122	41

Tieniaci súčiniteľ  $s$  vyjadruje, aká časť radiácie prechádza sledovaným oknom vzhľadom ku štandardnému jednoduchému oknu. Pri kombinácií niekoľkých spôsobov tienenia dostaneme výslednú hodnotu tieniaceho súčiniteľa vynásobeným čiastkových hodnôt :  $s = s_1 \cdot s_2 \cdot \dots \cdot s_n$  [3].

Tab. 3-2 Hodnoty tieniacich súčiniteľov  $s$  pre rôzne konštrukcie okien a rôzne druhy tieniacich prostriedkov [3].

Druh zasklení	$s$	Stínící prostředky	$s$
Jednoduché sklo	1,00	vnitřní žaluzie, lamely $45^\circ$ , světlé	0,56
Dvojité sklo	0,90	vnitřní žaluzie, lamely $45^\circ$ , středně tmavé	0,65
Jednoduché determální sklo	0,70	vnitřní žaluzie, lamely $45^\circ$ , tmavé	0,75
Vnější sklo determální, vnitřní obyčejné	0,60	vnější žaluzie, lamely $45^\circ$ , světlé	0,15
Reflexní sklo jednoduché, průměrná jakost	0,70	vnější žaluzie, lamely $45^\circ$ , zvenku jasné, zevnitř tmavé	0,13
Reflexní sklo dvojité, špičkové výrobky	0,24	vnější markýzy, větraný meziprostor	0,30
Vnější reflexní sklo průměrné jakosti, vnitřní obyčejné	0,60	meziokenní žaluzie, lamely $45^\circ$ , nevětraný prostor	0,50
Zdvojené reflexní sklo dobré jakosti	0,30	světlé reflexní záclony (vnější reflexní vrstva)	0,60
Stříkané světlé barevné vrstvy	0,80	závěsy: bavlna a umělá vlákna	0,80
Stříkané středně tmavé vrstvy	0,70	tmavé reflexní záclony (vnější reflexní vrstva)	0,70
		tmavá reflexní fólie a světlá reflexní fólie	0,25
Sklo s drátěnou vložkou	0,80	světlá reflexní fólie	0,42

Pri výpočte prestupu tepla oknom slnečnou radiáciou je nutné uvažovať len časť okna, ktorá je oslnená [3]. Určí sa podľa vzťahu

$$S_{os} = [I_a - (e_1 - f)] \cdot [I_b - (e_2 - g)] \quad (m^2) \quad (3-4)$$

kde  $I_a$ ,  $I_b$  sú šírka a výška zasklenej časti okna (m),

$f, g$  – odstup zvislej a vodorovnej časti okna od slnolamu (m)

$e_1, e_2$  – dĺžky tieňov v okenných otvorov od okraja slnolamu (m) [3].

Príslušné dĺžky tieňov  $e_1, e_2$  sa určia zo vzťahu

$$e_1 = d \cdot \text{tg}(\alpha - \gamma) \quad (\text{m}) \quad (3-5)$$

$$e_2 = c \cdot \frac{\text{tg } h}{\cos |\alpha - \gamma|} \quad (\text{m}) \quad (3-6)$$

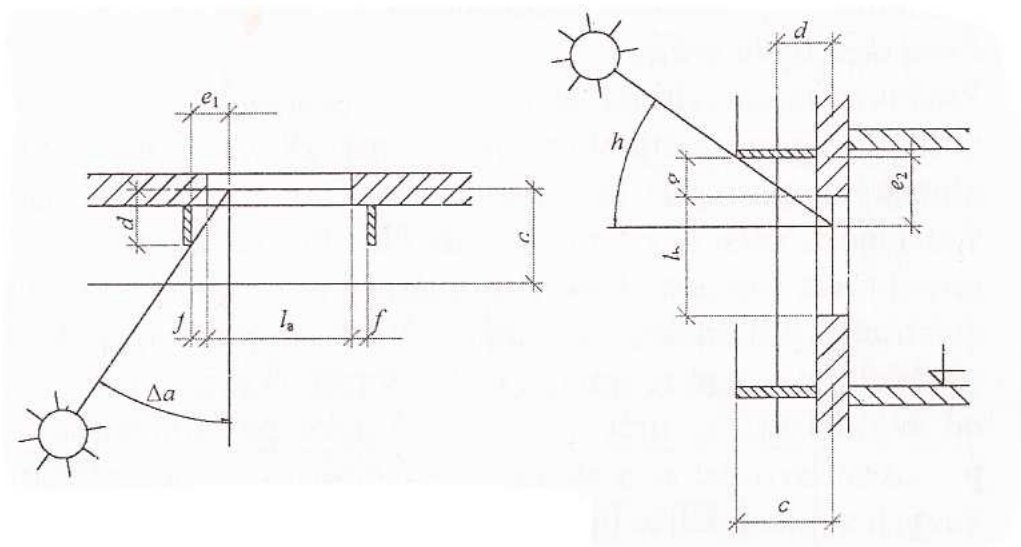
kde  $d$  – hĺbka okna (m)

$c$  – hĺbka okna vzhľadom k hornej tieniacej doske (m) .

$\alpha$  – je azimut slnka

$h$  – je výška slnka nad obzorom

$\gamma$  – je azimut okna



Obr. 3-3 Schéma geometrie tieňa [6].

Tab. 3-3 Výška slnka  $h$  a slnečný azimut  $\alpha$  pre jednotlivé mesiace [6].

Den	22.12.		22.1.		22.2.		22.3.		22.4.		22.5.		22.6.	
Čas	$h$	$\alpha$	$h$	$\alpha$	$h$	$\alpha$	$h$	$\alpha$	$h$	$\alpha$	$h$	$\alpha$	$h$	$\alpha$
5									0	72	6	67	9	64
6							1	89	9	83	15	77	18	74
7					0	109	10	101	18	94	25	88	27	85
8			3	125	10	121	19	114	28	106	34	100	37	97
9	6	139	10	138	17	134	27	127	37	120	44	114	46	110
10	12	152	15	151	23	148	34	143	44	137	52	131	55	128
11	15	166	19	165	27	164	39	160	49	157	58	152	61	151
12	17	180	20	180	29	180	40	180	51	180	60	180	63	180
13	15	194	19	195	27	196	39	200	49	203	58	208	61	209
14	12	208	15	209	23	212	34	217	44	223	52	229	55	232
15	6	221	10	222	17	226	27	233	37	240	44	246	46	250
16			3	235	10	239	19	246	28	254	34	260	37	264
17					0	241	10	259	18	266	25	272	27	275
18							1	271	9	277	15	283	18	286
19									0	288	6	293	9	296
Den	22.12.		22.11.		22.10.		22.9.		22.8.		22.7.		22.6.	

3.2.1.3 Tepelný zisky stien  $Q_s$ 

Prestup tepla oslnenou stenou je zložitý nestacionárny tepelný dej tvorený radiáciou a vedením tepla. So zreteľom na rádovo menší vplyv, než majú priesvitné konštrukcie, sa problematika idealizuje a do výpočtu sa zavádza tzv. rovnocenná slnečná teplota  $t_r$ , závislá na teplote vonkajšieho vzduchu, súčiniteľa pomerné pohltivosti  $A$ , intenzite dopadajúcej radiácie  $I$  a súčiniteľu prestupu tepla na vonkajšom povrchu  $\alpha_e$ . Pre uľahčenie manuálneho výpočtu sa vonkajšie steny delia na ľahké, stredne ťažké a ťažké [6].

Ľahké steny - ich tepelná kapacita a fázové posunutie teplotných kmitov tepelných tokov sú také malé, že proces prestupu tepla považujeme sa ustálený. Prestup tepla ľahkými stenami (o hrúbke steny  $\delta < 0,08$  m) [3].určíme zo vzťahu

$$\dot{Q}_s = k \cdot S \cdot (t_r - t_i) \quad (\text{W}) \quad (3-7)$$

kde  $t_r$  – je rovnocenná slnečná teplota vonkajšieho vzduchu ( $^{\circ}\text{C}$ )

$k$  – súčiniteľ prestupu tepla steny ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ )

$S$  – plocha steny ( $\text{m}^2$ )

Stredne ťažké steny – tu je potrebné rešpektovať ovplyvnenie prestupu tepla kolísaním teplôt. Prestup tepla stredne ťažkými vonkajšími stenami (o hrúbke steny  $\delta = 0,08$  až  $0,45$  m) [3]. určíme zo vzťahu

$$\dot{Q}_s = k \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i) + m \cdot (tr_{\psi} - t_r) \quad (\text{W}) \quad (3-8)$$

kde  $t_{rm}$  – je priemerná rovnocenná slnečná teplota vzduchu za 24 hodín ( $^{\circ}\text{C}$ )

$tr_{\psi}$  – rovnocenná slnečná teplota v dobe o  $\psi$  hodín skôr ( $^{\circ}\text{C}$ )

$m$  – súčiniteľ zmenšenia teplotného kolísania pri prestepe tepla stenou (-)

Časové oneskorenie je daný vzťahom

$$\Psi = 32\delta - 0,5 \quad (\text{h}) \quad (3-9)$$

Zmenšenie teplotného kolísania je daný vzťahom:  $m = \frac{1+7,6\delta}{2500\delta}$  (-)

Tab. 3-4 Rovnocenná snečná teplota  $t_r$  a  $t_{rm}$  pre  $t_{emax} = 30^\circ\text{C}$  pre mesiac Júl [6].

Denní doba (h)	Teplota vzduchu $t_e$ ( $^\circ\text{C}$ )	Rovnocenná sluneční teplota $t_r$ ( $^\circ\text{C}$ ) pro orientaci stěny								
		vodorovná	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
1	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9
2	16,9	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,9	16,2
3	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
4	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
5	16,9	19,1	19,3	20,9	20,8	19,1	18,1	18,1	18,1	18,1
6	18,1	25,1	23,5	31,5	32,9	27,2	20,9	20,6	20,6	20,6
7	19,5	32,6	23,9	36,8	41,7	35,8	23,2	23,2	23,2	23,2
8	21,2	40,8	25,9	37,9	46,8	42,8	29,3	25,9	25,9	25,9
9	23,0	48,4	28,5	36,0	47,2	47,4	36,6	28,5	28,5	28,5
10	24,8	54,7	30,9	32,4	45,0	49,4	43,0	30,9	30,9	30,9
11	26,5	59,3	33,0	33,0	40,6	48,7	47,7	38,1	33,0	33,0
12	27,9	61,7	34,6	34,6	34,6	45,6	52,0	45,6	34,6	34,6
13	29,1	61,8	35,8	35,6	35,6	40,6	50,3	51,3	43,1	35,6
14	29,8	59,6	35,9	35,9	35,9	35,9	47,9	54,4	50,0	37,3
15	30,0	55,4	35,5	35,5	35,5	35,5	43,6	54,4	54,2	43,0
16	29,8	49,4	34,4	34,4	34,4	34,4	37,9	51,3	54,9	46,4
17	29,1	42,3	33,5	32,7	32,7	32,7	32,7	45,3	51,3	46,4
18	27,9	35,0	33,4	30,5	30,5	30,5	30,5	37,1	42,8	41,3
19	26,5	28,7	28,9	27,6	27,6	27,6	27,6	28,7	30,4	30,4
20	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8
21	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
22	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
23	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
24	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1
průměr $t_{rm}$	23,0	33,6	26,2	27,8	29,7	30,2	29,6	30,2	29,7	27,8

Ťažké steny majú veľkú tepelnú kapacitu, preto kolísanie teplôt na vnútornom povrchu môžeme zanedbať. Prestup tepla ťažkými stenami (o hrúbke steny  $\delta \geq 0,45$  m) [3]. Určíme zo vzťahu

$$\dot{Q}_s = k \cdot S \cdot (t_{rm} - t_i) \quad (\text{W}) \quad (3-10)$$

### 3.2.1.4 Tepelný zisky vnútorných stien $\dot{Q}_{si}$

Ide o tepelné zisky z neklimatizovaných priestorov do klimatizovaných prostredníctvom vnútorných stien [3]. Určíme ho zo vzťahu

$$\dot{Q}_{si} = k_{si} \cdot S_{si} \cdot (t_{is} - t_i) \quad (\text{W}) \quad (3-11)$$

kde sú:  $k_{si}$  – súčiniteľ prestupu tepla  $U$  ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ )

$S_{si}$  – plocha steny ( $\text{m}^2$ )

$t_{is}$  – teplota neklimatizovaného priestoru ( $^\circ\text{C}$ )

### 3.2.1.5 *Tepelný zisk infiltráciou vonkajšieho vzduchu $Q_L$*

S infiltráciou počítame iba pri podtlakových klimatizačných systémov. Pri infiltrácii sa počíta s vnikaním vonkajšieho vzduchu s objemom, ktorý je daný rozdielom objemových prietokov odvádzaného a privádzaného vzduchu [3].

$$\dot{Q}_L = V_L \rho_L \cdot c_L \cdot (t_e - t_i) \quad (\text{W}) \quad (3-12)$$

kde  $V_L$  je prívod čerstvého vetracieho vzduchu ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )

$\rho_L$  – hustota vzduchu ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )

$c_L$  – merná tepelná kapacita vzduchu ( $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

### 3.2.2 *Tepelná zát'az' od vnútorných zdrojov*

Do vnútorných zdrojov tepla patrí - produkcia tepla od ľudí, svetidiel, produkcia tepla strojmi, prestup tepla zo susedných miestností, produkcia tepla od jedál, tepla z teplých povrchov a produkcia tepla ohriatím vo vzduchovodoch

#### 3.2.2.1 *Produkcia tepla ľuďmi $\dot{Q}_l$*

Do tejto produkcie tepla je zahrnuté len citeľné teplo, ktoré závisí na od telesnej práce, teplote vzduchu a zloženia skupiny ľudí. Ako základ je uvažovaná produkcia tepla mužom 62W pri mierne aktívnej práci za stolom pri teplote 26°C [3]. Pre inú teplotu vzduchu sa robí korekcia podľa vzťahu

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36 - t_i) \cdot i_l \quad (\text{W}) \quad (3-13)$$

kde  $i_l$  je počet ľudí

Produkcia citeľného tepla ženou sa uvažuje 85 % produkcie citeľného tepla mužom a produkcia citeľného tepla dieťaťa sa uvažuje 75 % produkcie citeľného

tepla mužom . Pri rôznorodom zložení skupiny je spravený prepočet na ekvivalentný počet [3].

$$i_l = 0,85i_z + 0,75i_d + i_m \quad (-) \quad (3-14)$$

kde  $i_z, i_d, i_m$ , je počet žien, detí a mužov

Tab. 3-5 Produkcia tepla ľuďmi [3].

Činnosť človeka	Miesto činnosti	Metabolické teplo	Teplota vzduchu					
			24		26		28	
			citelné teplo (W)	vodní pára (g/h)	citelné teplo (W)	vodní pára (g/h)	citelné teplo (W)	vodní pára (g/h)
Sedíci, odpočívajúci	divadlo, kino	115	74	60	62	79	50	97
Sedíci, mierne aktívni	kanceláre, byt	140	74	98	62	116	50	135
Stojíci, ľahce pracujúci	obchody, sklady	150	72	116	60	134	48	152
Chodíci, prochádzajúci sa	obchodní domy, banky	160	77	124	64	143	51	162
Ľahce pracujúci u stolu	dĺžny	230	79	225	66	244	53	264
Pomalú tancujúci		260	92	250	77	273	62	296

### 3.2.2.2 Produkcia tepla svietidlami $\dot{Q}_{sv}$

V miestnostiach s väčšou hĺbkou sa počíta s umelým osvetlením vo vzdialenosti 5 m od okna. Pri svietidlách sa počíta s tým, že celý elektrický príkon sa zmení v teplo, ktoré sa sálaním a konvenciou šíri do osvetľovaného priestoru . Pri odsávaní pod stropom vedľa svietidiel , pokiaľ sa vzduch pod stropom nevíri vplyvom privádzaného vzduchu, počíta sa s hodnotu  $c_2 = 0,7$ . Ak je miestnosť dobre prevetrávaná ( hlavne pri väčších výmenách vzduchu) alebo odsávacie otvory sú pri podlahe, uvažuje sa  $c_1 = 1$  [3].Tepelná záťaž svietidlami sa počíta podľa vzťahu

$$\dot{Q}_{sv} = P \cdot c_1 \cdot c_2 \quad (W) \quad (3-15)$$

kde  $P$  je celkový príkon svietidiel (W)

$c_1$ – súčiniteľ súčasnosti používania svietidiel (-)

$c_2$  – zostatkový súčiniteľ (-)

alebo sa vypočíta vzťahom:

$$\dot{Q}_{sv} = S_s \cdot P_s \cdot c_1 \cdot c_2 \quad (W) \quad (3-16)$$

kde sú:  $S_s$  – podlahová plocha zmenšená o prirodzene osvetlenú plochu okolo okien ( $m^2$ )

$P_s$  – výkon osvetlenia ( $W \cdot m^{-2}$ )



Tab. 3-6 Produkcia tepla ľud'mi [6].

Pracovisko - účel miestnosti	Intenzita osvetlenia (lx)	Žiarovky (W·m <sup>-2</sup> )	Žiarivky (W·m <sup>-2</sup> )
Skladisko, byty, reštaurácie, divadlá	120	20 až 30	7 až 9
Učebne, pokladne, jednoduchá montáž	250	40 až 55	13 až 18
Kancelárie, čítárne, výpočetné strediská	500	75 až 105	25 až 35
Výstavy, obchodné domy, jemná montáž	750	115 až 160	38 až 53
Montáž elektroniky	1000	-	50 až 70
Hodinárstvo, miniatúrna elektronika	2000	-	100 až 140
Televízne štúdiá	nad 2000	-	nad 140

### 3.2.2.3 Produkcia tepla elektromotormi $\dot{Q}_m$

Pri výpočte produkcie tepla elektromotormi sa uvažuje, že sa celý elektrický príkon premení na teplo. Pri výpočte sa rešpektuje skutočný príkon (respektíve skutočné zaťaženie), súčasnosť chodu a účinnosť motoru [3]. Produkcia tepla elektromotormi sa určí zo vzťahu

$$\dot{Q}_m = c_1 \cdot \Sigma \left( c_2 \cdot c_3 \cdot \frac{N}{\eta_m} \right) \quad (\text{W}) \quad (3-17)$$

kde  $N$  je štítkový výkon elektromotora (W)

$c_1$  – súčiniteľ súčasnosti používania (-)

$c_2$  – zostatkový súčiniteľ pri odsávaní (bez odsávania  $c_2 = 1$ )

$c_3$  – priemerné zaťaženie stroja (-)

$\eta_m$  – účinnosť elektromotorov (-)

### 3.2.2.4 Produkcia tepla elektronickými zariadeniami $\dot{Q}_e$

Ak je celkový trvalý príkon všetkých zariadení menší než 100 W, nemusí sa tento zdroj uvažovať [3]. Tepelný zisk týchto zdrojov vyjadruje vzťah

$$\dot{Q}_e = c_1 \cdot c_2 \cdot \Sigma P \quad (\text{W}) \quad (3-18)$$

### 3.2.2.5 *Produkcia tepla ventilátormi $\dot{Q}_v$*

Ak je v prúde vzduchu ventilátora s elektromotorom ( napr. v zostavách klimatizačných zariadení), mení sa na teplo celý príkon elektromotora [3].

$$\dot{Q}_v = \frac{V \cdot \Delta p}{\eta_v \cdot \eta_m} \quad (\text{W}) \quad (3-19)$$

kde  $V$  je prietok vzduchu ventilátorom ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ),

$\Delta p$  – celkový tlak ventilátora (Pa),

$\eta_v, \eta_m$  – účinnosť ventilátora a účinnosť elektromotora (-).

Pri umiestnení ventilátora mimo prúd upravovaného vzduchu sa počíta iba príkon ventilátora [3].

$$\dot{Q}_v = V \cdot \frac{\Delta p}{\eta_v} \quad (\text{W}) \quad (3-20)$$

Ohriatie vzduchu  $\Delta t$  pri priechode ventilátorom bude [3]

$$\Delta t = \frac{\Delta p}{1200 \cdot \eta_v} \cdot (1 - \eta_v) \quad (\text{K}) \quad (3-21)$$

Účinnosť ventilátorov je daná podľa údajov výrobcu.

### 3.2.2.6 *Produkcia tepla ohriatím vo vzduchovodoch $\Delta t$*

Ak prechádza vzduchovod teplejším prostredím, dochádza k ohrievaniu vzduchu [3] V tomto prípade približne platí

$$\Delta t = \frac{k \cdot S \cdot \Delta t_m}{1200 \cdot w \cdot A} \quad (\text{K}) \quad (3-22)$$

kde  $k$  je súčiniteľ prestupu tepla ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ),

- $S$  – povrch vzduchovodov, ktorým prechádza teplo ( $m^2$ ),  
 $\Delta t_m$  – stredný rozdiel teplôt medzi vzduchom v potrubí a okolitým  
 vzduchom (K),  
 $w$  – rýchlosť prúdenia vzduchu vo vzduchovodoch (m/s)  
 $A$  – prierez vzduchovodu ( $m^2$ )

### 3.2.2.7 *Produkcia tepla z jedál*

V stravovacích zariadeniach sa tepelná produkcia od jedál počíta nasledovne :

- v reštauráciách od jedného jedla na stole 5 Wh a produkcia pary 10g
- v reštauráciách 1. 2. triedy sa uvažuje 1 jedlo za hodinu na 1 miesto na stole
- v reštauráciách 3. a 4. triedy sa uvažujú 2 jedlá a v jedálniach 3 jedlá na 1 miesto na stole za hodinu

### 3.2.2.8 *Tepelné zisky vetraním miestnosti*

$$\dot{Q}_{vm} = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_e) \quad (\text{W}) \quad (3-23)$$

- kde sú:  $V$  – objem privádzaného vzduchu ( $m^3/s$ )  
 $\rho$  – hustota vzduchu ( $kg \cdot m^{-3}$ )  
 $c$  – merná tepelná kapacita vzduchu ( $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$ )  
 $t_e$  – teplota vonkajšieho vzduchu ( $^{\circ}C$ )  
 $t_i$  – vnútorná teplota miestnosti ( $^{\circ}C$ )

## 3.3 **Vodné zisky**

Vodné zisky súčasťou vnútorného vzduchu. V obytných budovách sú najčastejšie vytvárané ľudskou činnosťou ako aj odparovaním vody z mokrych povrchoch

### 3.3.1.1 *Produkcia vodnej pary ľuďmi* $M_{wl}$

Produkcia vodnej pary je závislá na činnosti človeka. Hmotností tok vodnej sa pre počet mužov  $n_m$  stanovuje zo nižšie uvedeného vzťahu [6].

$$M_{wl} = n_1 \cdot g_w \quad (\text{g/h}) \quad (3-24)$$

Kde  $g_w$  je produkcia vodnej páry a určuje sa podľa Tab. 3-5

$n_1$  je počet ľudí

Produkcia vodnej pary  $m_w$  pre mužov sa znižuje pre ženy o 15 % a pre deti o 25 %

### 3.3.1.2 *Odpar z mokrých povrchov* $M_w$

Ak je teplota povrchu, na ktorom sa odparuje voda, vyššia než teplota vzduchu, teplo na odparovanie sa odoberá priamo z vody. Odparovanie z mokrého povrchu (hladiny)  $M_w$  v kg/s sa pre výpočet ziskov vlhkosti stanovuje z nižšie uvedeného stavu [3].

$$M_w = (7,0 + 5,3w) \cdot S \cdot (x_p - x) \cdot 10^{-3} \quad (\text{kg/s}) \quad (3-25)$$

kde  $w$  je stredná rýchlosť prúdenia vzduchu nad mokrým povrchom (m/s)

$S$  – plocha mokrého povrchu alebo hladiny ( $\text{m}^2$ )

$x_p, x$  – merná vlhkosť nasýteného vzduchu pri teplote povrchu a merná vlhkosť vzduchu nad povrchom (g/kg)

## 4. Vetranie budov

Vetranie vnútorných priestorov patrí medzi neodmysliteľnú súčasť každého objektu počas jeho životnosti. Často dochádza k mylným predstavám širokej verejnosti, že vetranie zabezpečuje tzv. „dýchanie“ stavby, prostredníctvom obvodových stien. Na úkor veľkej tesnosti novodobých okien a celkovej tesnosti obálky budov, dochádza k minimálnej výmene vzduchu infiltráciou.. Dnes sa už nedá spoliehať na bežnú infiltráciu vzduchu z vonkajšieho prostredia, ktorá bežne prebiehala v starších budovách. Nedostatočným vetraním dochádza k zvyšovaniu diskomfortu bývania a znižovanie príjemnej mikroklímy, vnímanou ľuďmi

V Českej republike nie je normou alebo vyhláškou striktne daná výmena vzduchu ako aj limitu základnej škodlivy CO<sub>2</sub> v rodinných a bytových domoch. Norma ČSN EN 15665 Zmena Z1 uvádza minimálne a doporučené hodnoty vetrania a taktiež i norma ČSN EN 12 831 uvádza hygienickú násobnosť vetrania miestností.

Tab. 4-1 Požiadavky na vetranie obytných budov podľa ČSN EN 15665 [10].

Požadavek	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [h <sup>-1</sup> ]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m <sup>3</sup> /(h·os)]	Kuchyně [m <sup>3</sup> /h]	Koupelny [m <sup>3</sup> /h]	WC [m <sup>3</sup> /h]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

Tab. 4-2 Násobnosť výmeny vzduchu podľa ČSN EN 12 831 [11].

Typ miestností	n <sub>min</sub> (h <sup>-1</sup> )
Obytné miestnosti	0,50
Kuchyne a kúpeľne bez okien	1,50
Kancelárie	1,00
Zasadacie miestnosti, triedy, apod.	2,00

Základné systémy vetrania sa delia na:

- Prirodzené
- Nútené

#### 4.1 Prirodzené vetranie

K prirodzenému vetraniu je možné využitie tlakových rozdielov, spôsobených rozdielom hustôt vnútorného a vonkajšieho vzduchu a dynamickým účinkom vetra na obtekanie budovy. K dimenzovaniu prirodzeného vetrania budov je dôležité vedieť rozloženie tlakov v budove [9].

Podľa motorickej sily, ktorá prirodzené vetranie vyvoláva, rozoznávame:

- prirodzené vetranie vyvolané gravitáciou
- prirodzené vetranie vyvolané pôsobením vetra

Tieto dva princípy sa uplatňujú pri prirodzenom vetraní objektov pozemných stavieb [3], ako sú:

- infiltrácia (exfiltrácia),
- aerácia,
- vetranie oknami,
- šachtové vetranie.

##### 4.1.1 Prirodzené gravitačné vetranie

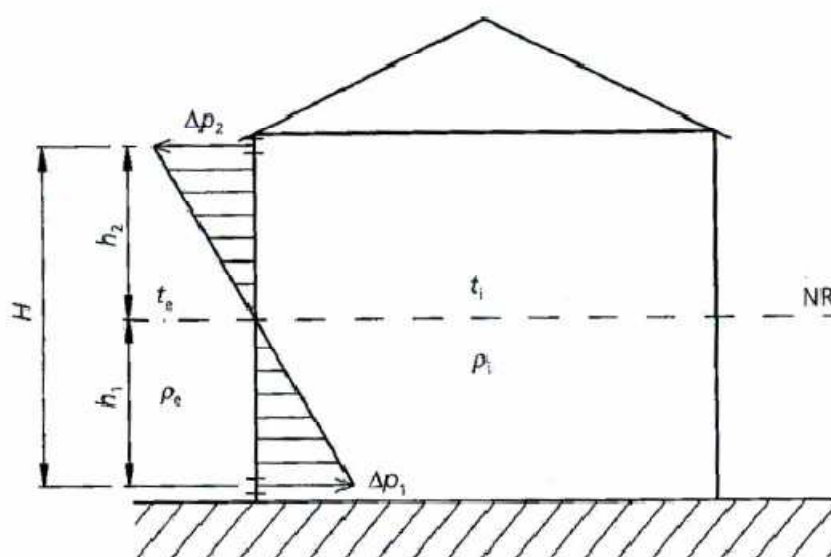
Princíp gravitačného vetrania je založený na rôznej hustote vonkajšieho a vnútorného vzduchu v dôsledku ich rozdielnej teploty. Teplý vzduch s menšou hmotnosťou má následkom gravitácie tendenciu stúpať hore a chladnejší naopak dole[3].

Pokiaľ sa teplota vonkajšieho vzduchu nerovná teplote vnútorného vzduchu, tak potom sú rozdielne i ich hustoty. Vytvorením otvorov do obvodovej steny budovy od seba vzdialených o výšku  $H$ , bude mať za následok vzniku tlakových rozdielov [3], ktoré je možné vyjadriť

$$\Delta p_1 = h_1 \cdot (\rho_e - \rho_i) \cdot g \quad (\text{Pa}) \quad (4-1)$$

$$\Delta p_2 = h_2 \cdot (\rho_i - \rho_e) \cdot g \quad (\text{Pa}) \quad (4-2)$$

kde  $g$  je gravitačná konštanta ( $\text{kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2)$ )



Obr. 4-1 Rozdelenie tlakov vyvolaných gravitáciou [3]

#### 4.1.2 *Prirodzené vetranie vyvolané pôsobením vetra*

Pôsobením vetra na budovu sa prejavuje tým, že na náveterných stranách vietor mení svoju pohybovú energiu na tlakovú, čím sa vytvára pretlak oproti atmosférickému tlaku [3].

V reálnych podmienkach nemôžeme počítať s úplnou zmenou pohybovej energie na tlakovú, preto pre vyjadrenie pretlaku oproti atmosférickému tlaku môžeme použiť vzťah [3]

$$\Delta p = A \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \rho \quad (\text{Pa}) \quad (4-3)$$

kde  $A$  je aerodynamický súčiniteľ, vyjadrujúci mieru premeny pohybovej energie na tlakovú

#### 4.1.3 *Infiltrácia*

Vetranie infiltráciou je najlacnejšie bezúdržbové vetranie .

V dôsledku tlakových rozdielov vyvolaných gravitačnou silou a pôsobením vetra vzduch preniká do budovy a z nej netesnosťami v obvodovom

plášti. Z hľadiska vetracej techniky však tento systém nie je možné kvalifikovať ako plnohodnotný vetrací systém, pretože jeho intenzita sa nedá regulovať a v konečnom dôsledku takéhoto vetrania je čo sa týka výskytu a intenzity nestále [3].

Infiltrácia je najväčšia v mrazivých dňoch a veterných dňoch a spôsobuje veľké tepelné straty. Prináša prach, vlhkosť a iné nežiaduce prímеси do miestnosti [6]. Výpočet infiltrácia je daný vzťahom

$$V = \Sigma(i.l) \cdot \Delta p^{0,67} \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (4-3)$$

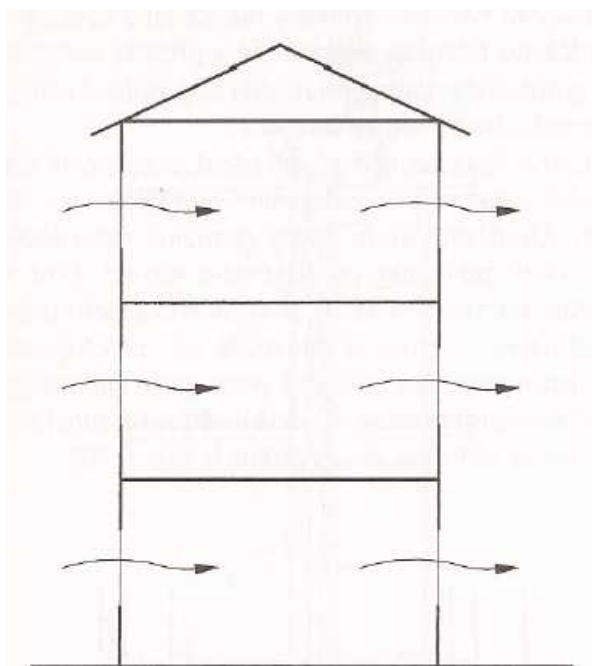
kde  $i$  ( $(\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}) / \text{m} \cdot \text{Pa}^{0,67}$ ) je súčiniteľ prievzdušnosti špár

$l$  – dĺžka škár (m)

$\Delta p$  je pôsobiaci rozdiel tlakov (Pa)

#### 4.1.4 Vetrание oknami

Otváraním okien dochádza k prevetrávaniu. Používa sa prerušovane v obytných a verejných budovách. Energeticky úsporné je prevetrávať krátko, často a veľkými prierezmi [6].

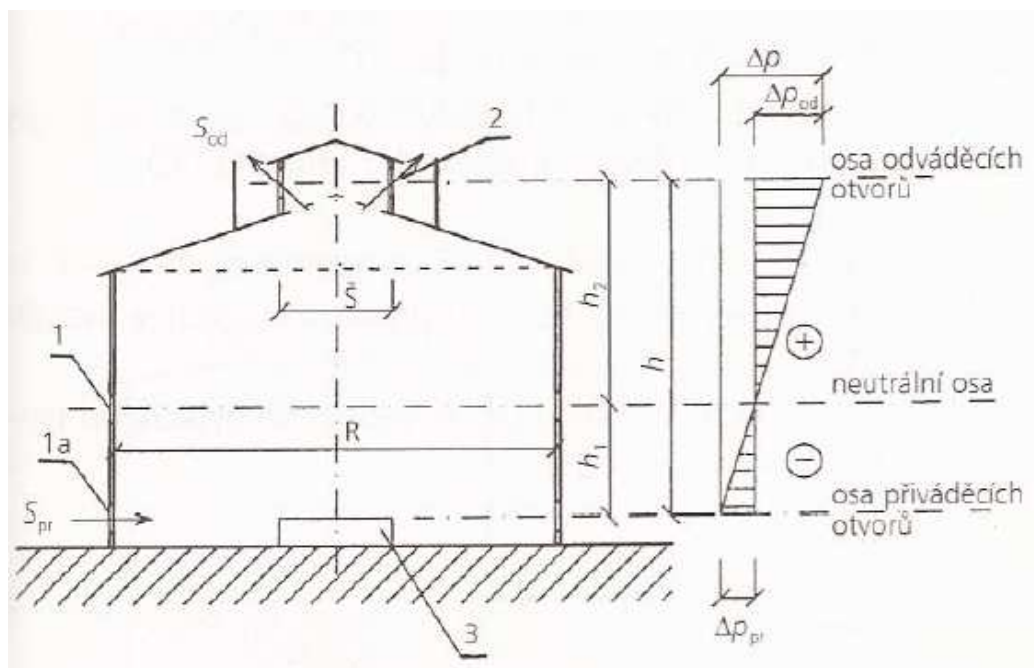


Obr. 4-2 Priechne vetranie oknami vyvolané vetrom [3].



### 4.1.5 Aerácia

Vetrание aeráciou je najčastejšie využívané v priemyselných budovách, kde dochádza k uvoľňovaniu veľkého odpadového tepla. Prietok vzduchu je regulovaný regulovateľnými otvormi v plášti budovy.



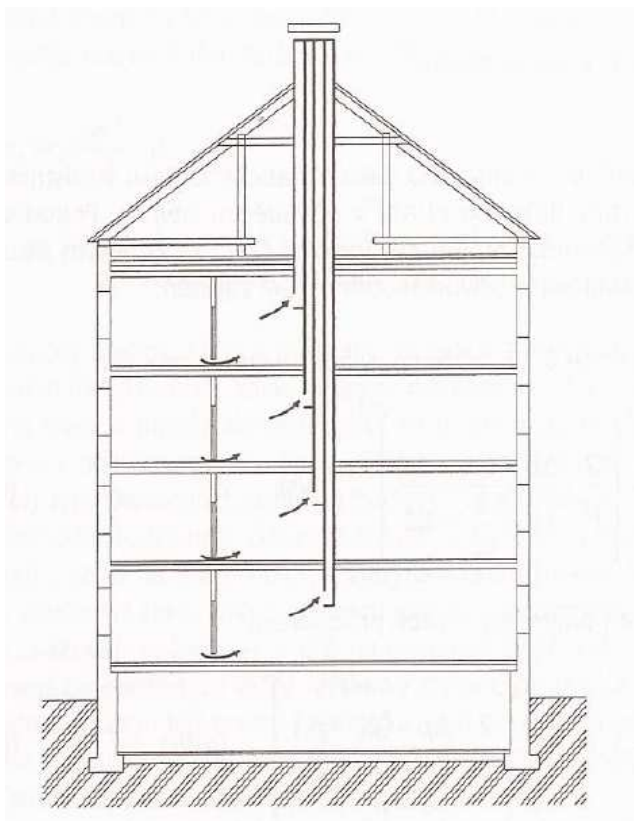
Obr. 4-3 Aeračné vetranie [3].

1- zimné prírodné otvory, 1a- letné prírodné otvory, 2 odvodné otvory, 3 –zdroj tepla

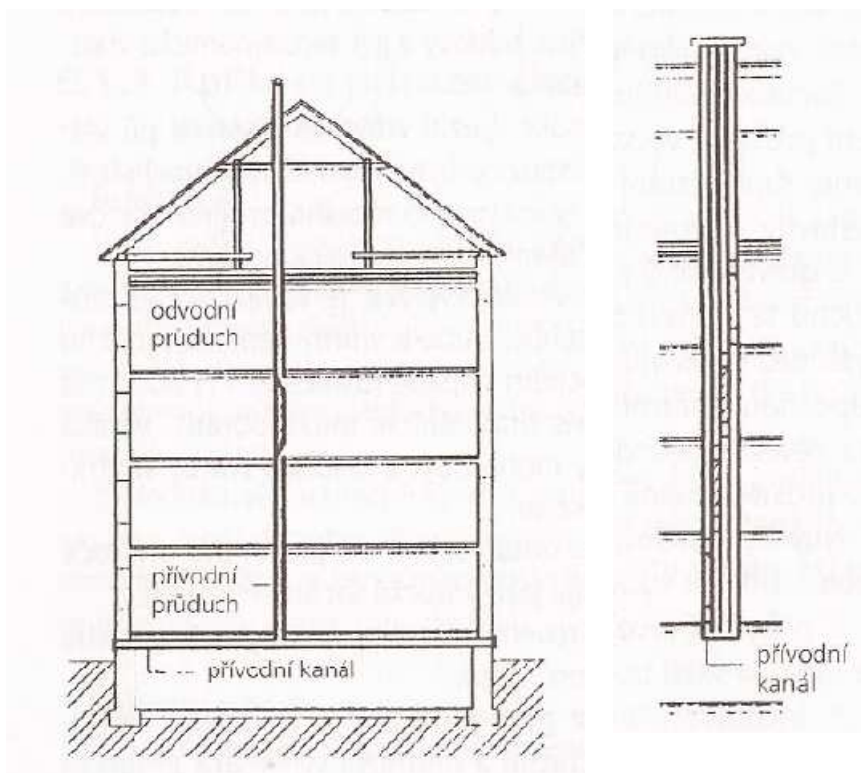
### 4.1.6 Šachtové vetranie

Šachtové vetranie je druhom prirodzeného vetrania, pri ktorom je vetrací otvor v miestnosti zaústený do zvislého prieduchu ( šachty), ktorým sa vzduch z miestnosti obvykle odvádza nad strechu budovy. Napojením odvádzacieho otvoru na šachtu (prieduchu o výške h sa prejaví zvýšením tlakového rozdielu [3].

$$\Delta p = h \cdot (\rho_e - \rho_i) \cdot g \quad (\text{Pa}) \quad (4-3)$$



Obr. 4-4 Šachtové vetranie bez prívodu vzduchu [3].

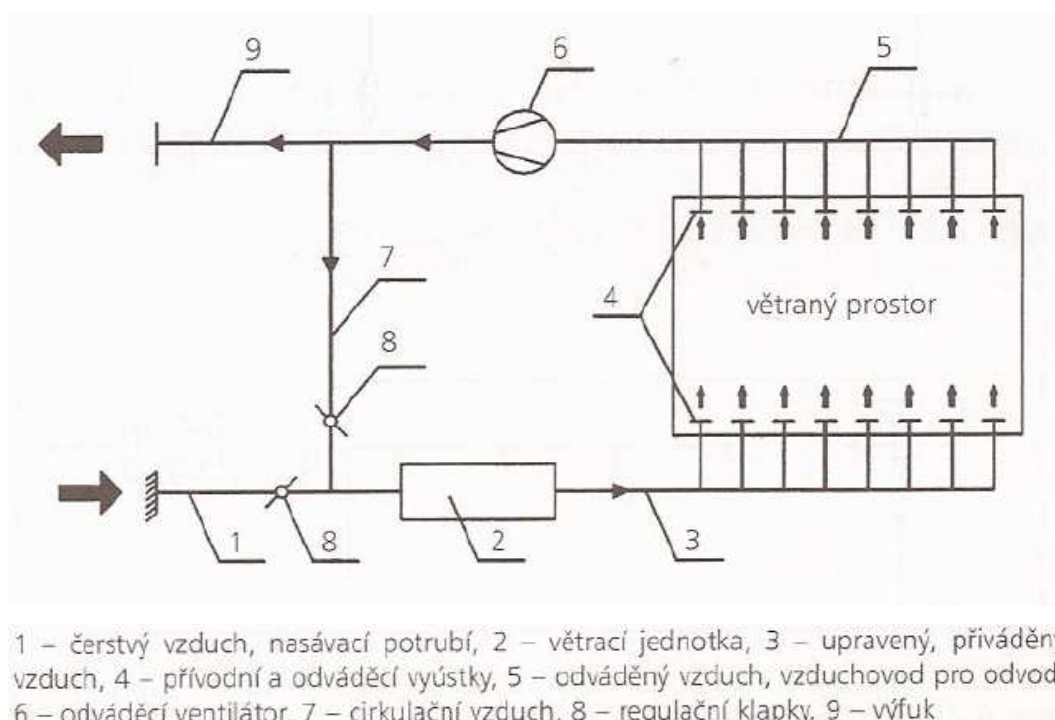


Obr. 4-5 Šachtové vetranie s prívodom vzduchu [3].

## 4.2 Nútené vetranie

Pri tomto vetraní už privádzaný vzduch nie hnaný do miestnosti na základe tlakových rozdielov. Vzduch je už je dopravovaný ventilátormi.

Tlak vyvolaný ventilátorom stačí k prekonaniu hydraulických odporov vzduchovodu, i rozsiahlych a rozvetvených a okrem toho je možné do sústavy núteného vetrania zaradiť taktiež zariadenia na úpravu vzduchu, ako sú filtre, výmenníky tepla ( ohrievač, chladič, výmenník ZZT), zvlhčovacie zariadenia, resp. iné zariadenia na úpravu vzduchu [3].



Obr. 4-6 Schéma núteného vetrania [3].

Nútené vetranie sa delí na :

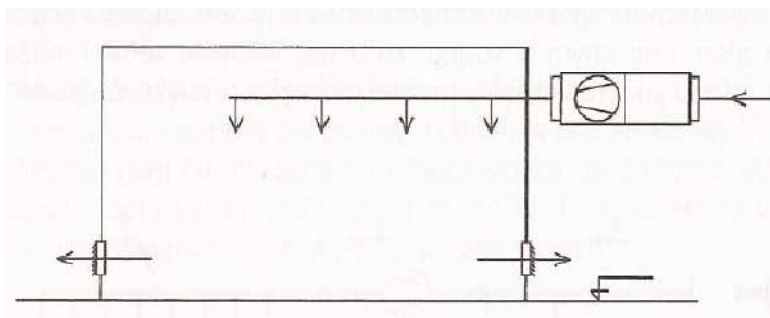
- rovnotlakové
- podtlakové
- pretlakové

#### 4.2.1 *Rovnotlakové vetranie*

Vetranie pri ktorom je zabezpečený rovnaký množstvo privádzaného ako aj odvádzaného vzduchu.

#### 4.2.2 *Pretlakové vetranie*

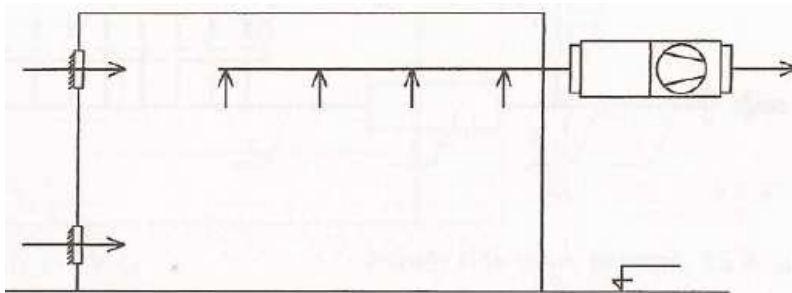
Do miestnosti je privádzané väčšie množstvo vzduchu, než je odvádzané. Tým dochádza v miestnosti k vytvoreniu mierneho pretlaku. Tento druh vetrania sa používa všade tam, kde chceme zabrániť prenikaniu neupraveného vzduchu do miestností zo susedných miestností



Obr. 4-7 Vetranie pretlakové [3].

#### 4.2.3 *Podtlakové vetranie*

Tento druh vetrania je presne opačný prípad vetrania pretlakového. Z miestnosti je odvádzané väčšie množstvo vzduchu ako vzduchu privádzaného. Podtlakové vetranie sa používa všade tam kde chceme zabrániť prenikaniu znehodnoteného vzduchu do okolitých miestností (kuchyne, wc apod.)



Obr. 4-7 Vetranie podtlakové [3].

## 5. Výmenníky spätného získavania tepla ZZT

Výmenníky ZZT sú už dnes neodmysliteľnou súčasťou rekuperačných jednotiek, používaných na vetranie rodinných a bytových domov. Používajú sa k predohrevu privádzaného vzduchu, vzduchom odvádzaným. Zariadenie sa používa predovšetkým v zimnom období. Kvalitu výmenníka ZZT vyjadruje tzv. teplotná účinnosť, ktorá sa rádovo pohybuje od 50 %.

### 5.1 Delenie výmenníkov ZZT

#### 5.1.1 Rekuperačné výmenníky

- doskové – priame (vzduch, vzduch)
- nepriame – tepelné trubice (vzduch, kvapalina, vzduch)  
– trubkové – (vzduch, kvapalina, vzduch) [7].

#### 5.1.2 Regeneračné výmenníky (vzduch – akumulátor tepla – vzduch)

- teplotné (prenos iba tepla)
- entalpické (prenos tepla a vlhkosti)
- absorbčné (prenos vlhkosti) [7].

## 6. Koncové časti vzduchotechnických systémov

Koncové časti sú komponenty napojené na vzduchotechnický systém v miestach výtoku či satia vzduchu z voľného vnútorného či vonkajšieho priestoru budovy [6].

### 6.1 Koncové vnútorné komponenty


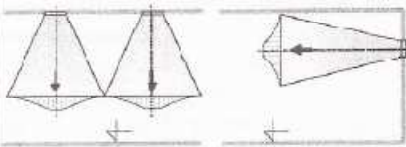





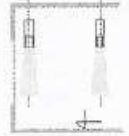


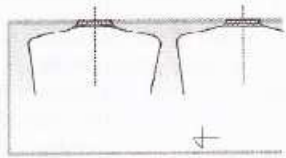


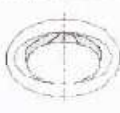

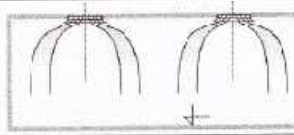
Koncové vnútorné komponenty tzv distribučné prvky sú zásadnými faktormi formujúcimi prúdenie tzv. obrazy prúdenia, ktorých základnými

identifikačnými veličinami sú vektory rýchlosti, pokles teplôt a rýchlosti, dosah prúdu vzduchu apod. [6]

Základné rozdelenie predstavuje:

- 1) Anemostat – obdĺžnikový, kruhový, víriví
- 2) Výústka – indukčná, stropná, podlahová, stenová, štrbinová, obdĺžniková mriežková, veľkoplošná, zdrojová

Tab. 6-1 Prehľad typických vnútorných koncových prvkov[6].

Prvek	Schéma	Idealizované obrazy proudění
1 Vyústky 1 řadé, 2 řadé stropní stěnové podlahové	 jednořadé 1Ř  dvouřadé 2Ř	
2 Vyústky velkoplošné		
3 Vyústky vířivé	Pevné lamely  Vířivý výtok vzduchu 	
4 Vyústky štrbinové		
5 Anemostaty dralové, vířivé	 	
6 Dýzy	 	
7 Talířové ventily	 	

## 7. Závěr

V dnešnej dobe trávia ľudia v uzavretých priestoroch budov väčšinu svojho života. Avšak, veľmi často zabúdajú na pravidelné vetranie alebo mu venujú len minimálnu pozornosť. Pritom čerstvý vzduch vytvára príjemnú mikroklímu a tým i príjemné vnútorné prostredie, ktoré je pre ľudí neodmysliteľnou súčasťou života. Z tohto hľadiska by mal byť už samotný návrh vetrania rodinných a bytových domov dôležitou súčasťou projektu budovy. Na vzdory tomu, to tak vo väčšine prípadov vôbec nie je. Ľudia si utepľujú a utesňujú domy a na túto dôležitú vec zabúdajú. Vetranie sa začína často riešiť až pri výskyte prvých problémov, čo je zvyčajne nadmerná vlhkosť a s tým i spojený rast plesní. Dodatočný návrh samotnej vzduchotechniky a vetrania už v postavenej budove, býva často krát drahší ako keby bol vyhotovený projektantom pri samotnej realizácii budovy.

Dúfam, že v budúcnosti bude vzduchotechnika rodinných a bytových domov považovaná za samozrejmosť, tak ako je to v dnešnej dobe zo zatepl'ovaním týchto domov.

## **B. PRAKTICKÁ ČASŤ**



## **8. Analýza objektu**

### **8.1 Popis objektu**

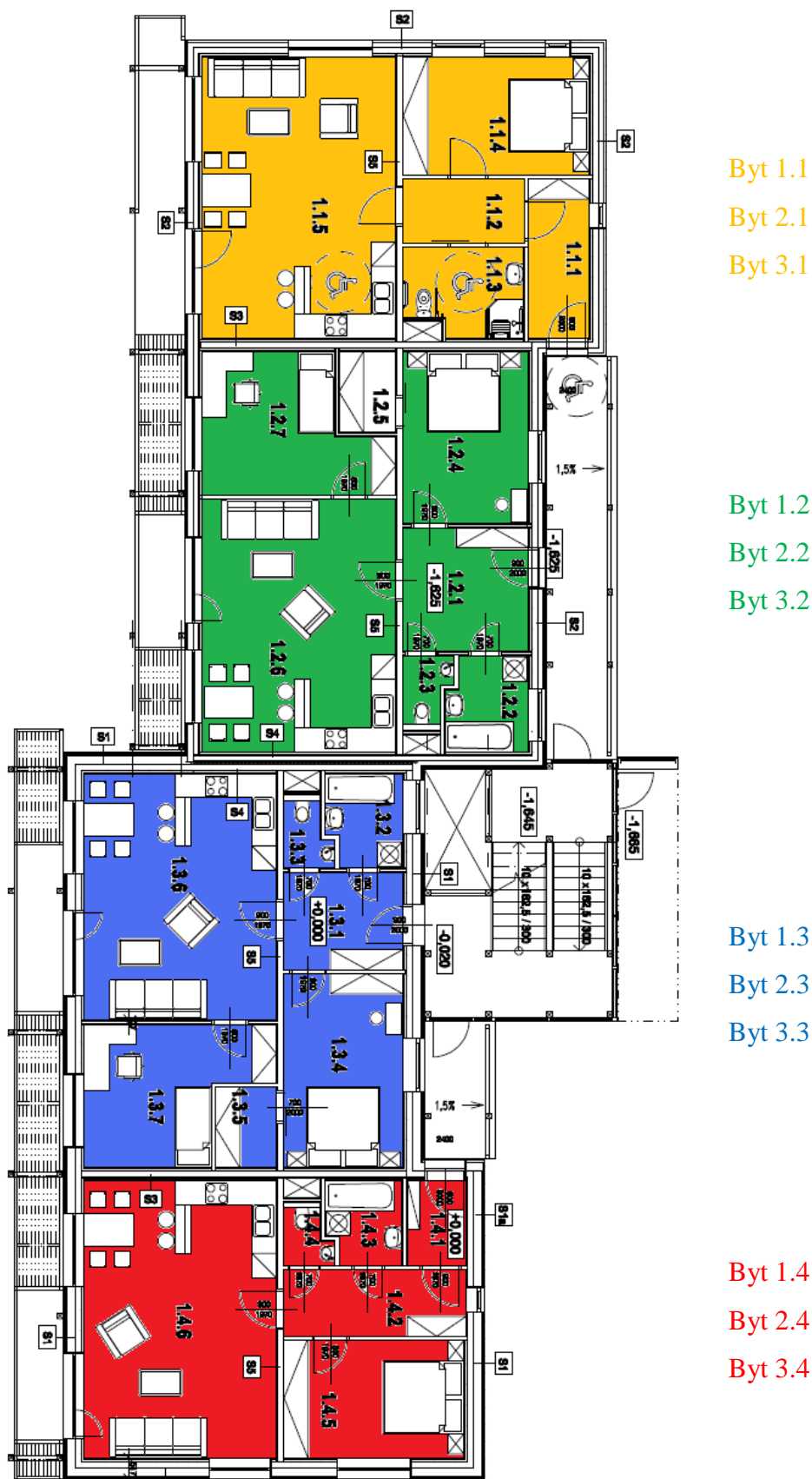
Môj vybraný objekt na realizáciu vzduchotechniky je bytová jednotka, ktorá sa nachádza v Pardubickom kraji v okrese Ústí nad Orlicí, v meste Choceň. Ide o trojpodlažnú z časti podpivničenú stavbu s plochou strechou, ktorej konštrukčný systém pozostáva . zo systému „two by four“ (drevostavba). Rámová konštrukcia (lahký drevený skelet) vyplnená tepelnou izoláciou, postavená na základoch z prostého betónu, pri podpivničenej časti zo železobetónu. Budova spĺňa tepelné prestupy tepla konštrukciami podľa normy ČSN 730540-2.

### **8.2 Popis interiéru**

Do objektu vedie jedná vstupná cesta zo severnej strany . Zo schodiska sú jednotlivé byty prepojené pavlačou. Na každom podlaží sa nachádzajú štyri byty. Na prvom poschodí sa nachádza byt pre imobilne postihnutých ľudí. Každý byt má svoj vlastný balkón a to s južnej strany, prístupný z obývacej izby. Byty majú samostatnú kúpeľňu a wc, kuchyňu, 3 obytné miestnosti a predsieň. Výnimkou sú krajné byty z východu a západu, kde sú len 2 obytné miestnosti a kúpeľňa je spojená s wc, taktiež je tam vnútorná chodba. Svetlá výška miestností je 2,8 m.

### **8.3 Rozdelenie objektu na funkčné celky**

Každý byt má svoju vlastnú vzduchotechnickú jednotku . Nútené vetranie je navrhnuté ako rovnotlaké. Byty sú rozdelené na zóny pre prívod a odvod vzduchu. Zvolený je kaskádový systém distribúcie vzduchu, kedy je privádzaný vzduch hnaný do obytných miestností ( obývacia izba, spálňa, izby) a nasledovne odsávaný z hygienických priestorov a kuchyne. Pri návrhu výmeny vzduchu som sa riadil požiadavkami normy ČSN EN 15665/Z1- požiadavky na vetranie obytných budov .



Obr 8-1. Rozdelenie objektu na funkčné celky

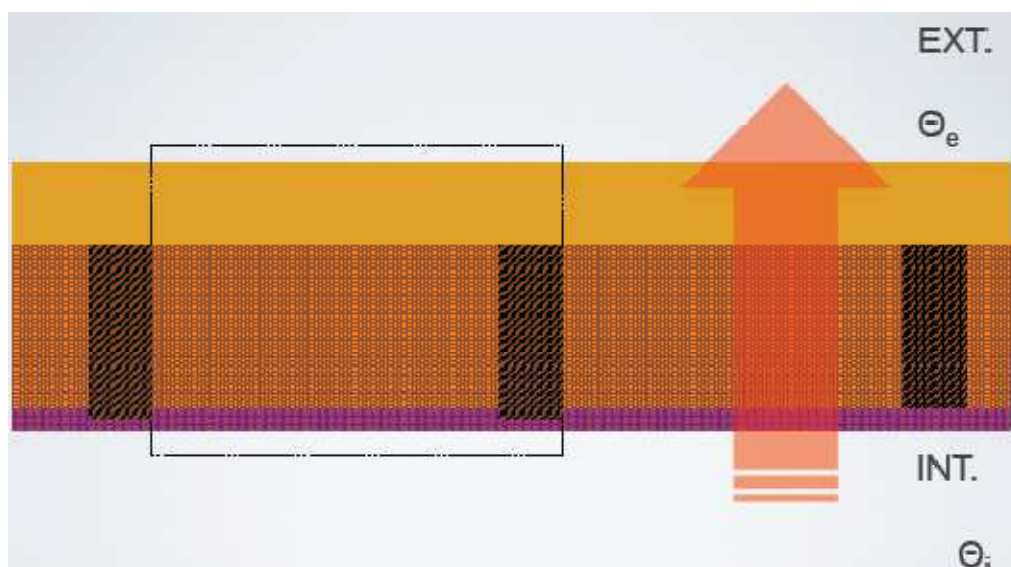
## 9. Tepelné bilancie objektu

### 9.1 Výpočet součinitele přestupu tepla

Přibližný výpočet podle Fokina 2D teplotné pole .

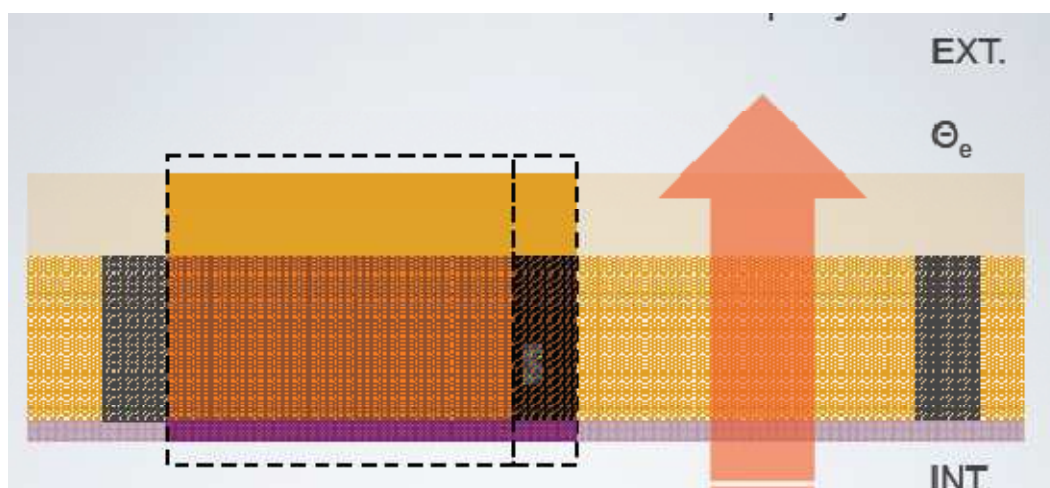
Postup:

- 1) Rozdělení konstrukce na charakteristické oblasti tj. opakující se úseky



Obr. 9-1 Rozdělení konstrukce na opakující se oblasti[12].

- 2) Rozdělení konstrukce na úseky a,b,.....,n, tj. na části rovnoběžné s tepelným tokem



Obr. 9-2 Rozdělení konstrukce na části rovnoběžné s tepelným tokem[12].

3) Tepelný odpor  $R'$  (rovnoběžný s tepelným tokem)

Výpočet podľa vzťahu

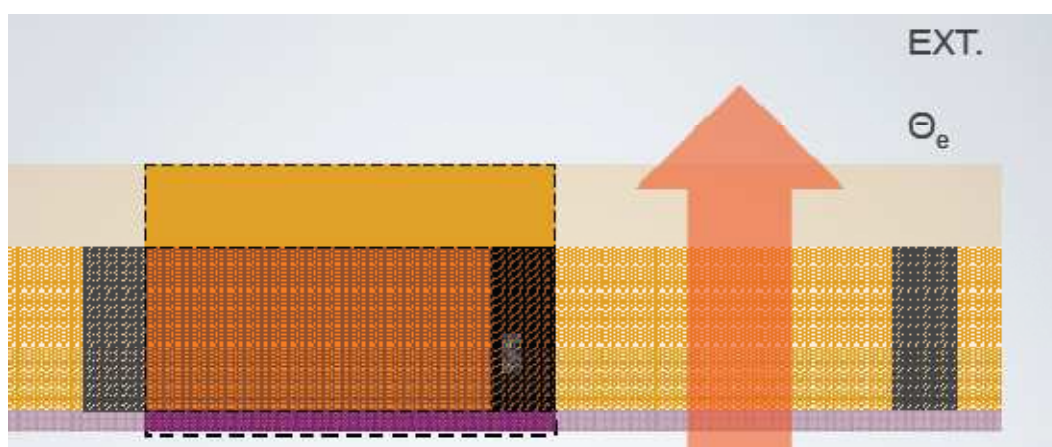
$$\frac{1}{R'} = \frac{f_b}{Ra} + \frac{f_b}{Rb} + \dots + \frac{f_n}{Rn} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{KW}^{-1}) \quad (9-1)$$

kde  $f_n = A_n/A$      $\Sigma f_n = 1$      $A_n$  – plocha daného úseku ( $\text{m}^2$ )  
 $A$  – plocha celej oblasti ( $\text{m}^2$ )

$$R_n = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W}^{-1})$$

kde  $d$  – hrúbka materiálu (m) $\lambda$  – súčiniteľ tepelnej vodivosti ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ )

## 4) Rozdelenie konštrukcie na vrstvy 1, 2, .....,n. tj. kolmé na tepelný tok



Obr. 9-3 Rozdelenie konštrukcie na časti kolmé na tepelný tok [12].

5) Tepelný odpor  $R''$  (kolmý na tepelný tok)

Výpočet podľa vzťahu

$$R'' = \Sigma R_i \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}) \quad (9-2)$$

-pre rovnorodé vrstvy

$$R_i = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}) \quad (9-3)$$

-pre rôznorodé vrstvy

$$\frac{1}{R_i''} = \frac{f_{aj}}{R_{aj}} + \frac{f_{bj}}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_{nj}}{R_{nj}} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}) \quad (9-4)$$

6) Overenie podmienky použiteľnosti

$$\frac{R'}{R''} < 1,25 \quad (-) \quad (9-5)$$

7) Celkový tepelný odpor  $R_T$

$$R = \frac{R' + 2R''}{3} \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}) \quad (9-6)$$

8) Súčiniteľ prestupu tepla

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \quad (\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}) \quad (9-7)$$

$R_{se}$  odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane  $(\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1})$

$R_{si}$  odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane  $(\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1})$



. Obr. 9-4 Tepelný odpor  $R_{si}$ ,  $R_{se}$  pri prestupe konštrukciou [12].

### 9.1.1 Vzorový výpočet súčiniteľu prestupu tepla vybranej konštrukcie

Podlaha na zemine

1) Rovnobežne s tepelným tokom.

Celková plocha m <sup>2</sup>	0,27	Časť		a			
Vrstvy	hrúbka materiálu	Rozmery		Súčiniteľ tepelnej vodivosti	plocha A <sup>i</sup>	f <sup>i</sup>	Tepelný odpor materiálu
	mm	v (mm)	d (mm)	$\lambda$ (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	m <sup>2</sup>	-	R (.m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> )
Laminátová podlaha - imitácia buk	0,008	0,008	0,585	0,2100	0,005	0,017	0,038
PE fólia Mirelon	0,003	0,003	0,585	0,0460	0,002	0,006	0,065
Anhydritový poter	0,0600	0,060	0,585	1,2300	0,035	0,130	0,049
Zrkadlová fólia Protherm 2000	0,000	0,000	0,000	0,0000	0,000	0,000	0,000
Eps isover 100s	0,040	0,040	0,585	0,0396	0,023	0,086	1,010
OSB 3 4pd	0,022	0,022	0,585	0,1800	0,013	0,048	0,122
Minerálna izolácia Isover Akuplat	0,150	0,150	0,585	0,0407	0,088	0,324	3,686
Eps Isover 100S	0,100	0,100	0,585	0,0396	0,059	0,216	2,525
Betónová mazanina	0,050	0,050	0,585	1,2300	0,029	0,108	0,041
					$\Sigma$	0,936	7,536
					f <sup>i</sup> /R <sup>i</sup>	0,124	

Celková plocha m <sup>2</sup>	0,27		Časť	b			
Vrstvy	hrúbka materiálu	Rozmery		Súčiniteľ tepelnej vodivosti	plocha A <sup>i</sup>	f <sup>i</sup>	Tepelný odpor materiálu
	mm	v (mm)	d (mm)	λ (W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> )	m <sup>2</sup>	-	R (.m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> )
Laminátová podlaha - imitácia buk	0,008	0,008	0,040	0,2100	0,0003	0,001	0,038
PE fólia Mirelon	0,003	0,003	0,040	0,0460	0,0001	0,000	0,065
Anhydritový poter	0,0600	0,060	0,040	1,2300	0,0024	0,009	0,049
Zrkadlová fólia Protherm 2000	0,000	0,000	0,040	0,0000	0,0000	0,000	0,000
Eps Isover 100s	0,040	0,040	0,040	0,0396	0,0016	0,006	1,010
Os3 4pd	0,022	0,022	0,040	0,1800	0,0009	0,003	0,122
Drevený hranol - smrek	0,150	0,150	0,040	0,1800	0,0060	0,022	0,833
Eps Isover 100S	0,100	0,100	0,040	0,0396	0,0040	0,015	2,525
Betónová mazanina	0,050	0,050	0,040	1,2300	0,0020	0,007	0,041
					Σ	0,064	4,684
					f <sup>i</sup> /R <sup>i</sup>	0,014	

Dosadenie do vzťahu (9-1).

$$\frac{1}{R'} = \frac{fb}{Ra} + \frac{fb}{Rb}$$

$$\frac{1}{R'} = \frac{0,936}{7,536} + \frac{0,064}{4,684}$$

$$R' = 7,26 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

## 2) Kolmo na tepelný tok

## A) Rovnorodé vrstvy.

	-	Časť	a
Vrstvy	hrúbka materiálu	Súčiniteľ tepelnej vodivosti	Tepelný odpor materiálu
	mm	$\lambda$ ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )	$R^i$ ( $\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$ )
Laminátová podlaha -imitácia buk	0,008	0,2100	0,038
PE fólia Mirelon	0,003	0,0460	0,065
Anhydritový poter	0,0600	1,2300	0,049
Zrkadlová fólia Protherm 2000	0,000	0,0000	0,000
Eps Isover 100S	0,040	0,0396	1,010
OSB 3 4pd	0,022	0,1800	0,122
Eps Isover 100S	0,100	0,0396	2,525
Betónová mazanina	0,050	1,2300	0,041
		$\Sigma$ Súčet	3,850

## B) Rôznorodé vrstvy

Celková plocha $\text{m}^2$		0,09		Časť	b			
Vrstvy	hrúbka materiálu	Rozmery		Súčiniteľ tepelnej vodivosti	plocha $A^i$	$f^i$	Tepelný odpor materiálu	$f^i/R^i$
	mm	v (mm)	d (mm)	$\lambda$ ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )	$\text{m}^2$	-	$R$ ( $\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$ )	-
Drevený hranol-smrek	0,150	0,150	0,040	0,1800	0,006	0,06	0,833	0,077
Minerálna izolácia Isover Akuplat	0,150	0,150	0,585	0,0407	0,088	0,93	3,686	0,254
							$\Sigma$	0,331
							$1/R=f^i/R^i \rightarrow R$	3,023

Dosadenie do vzťahu (9-2).



$$R'' = \Sigma R_i$$

$$R'' = 3,850 + 3,023$$

$$R'' = 6,874 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Overenie podmienky použiteľnosti podľa vzťahu (9-5).

$$\frac{R'}{R''} < 1,25$$

$$\frac{7,26}{6,874} < 1,25$$

1,06 < 1,25 (-) vyhovuje podmienke použiteľnosti

Celkový tepelný odpor  $R_T$  podľa vzťahu (9-6)

$$R = \frac{R' + 2R''}{3}$$

$$R = \frac{7,26 + 6,874}{3}$$

$$R = 7,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

Súčiniteľ prestupu tepla podľa vzťahu (9-7)

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}}$$

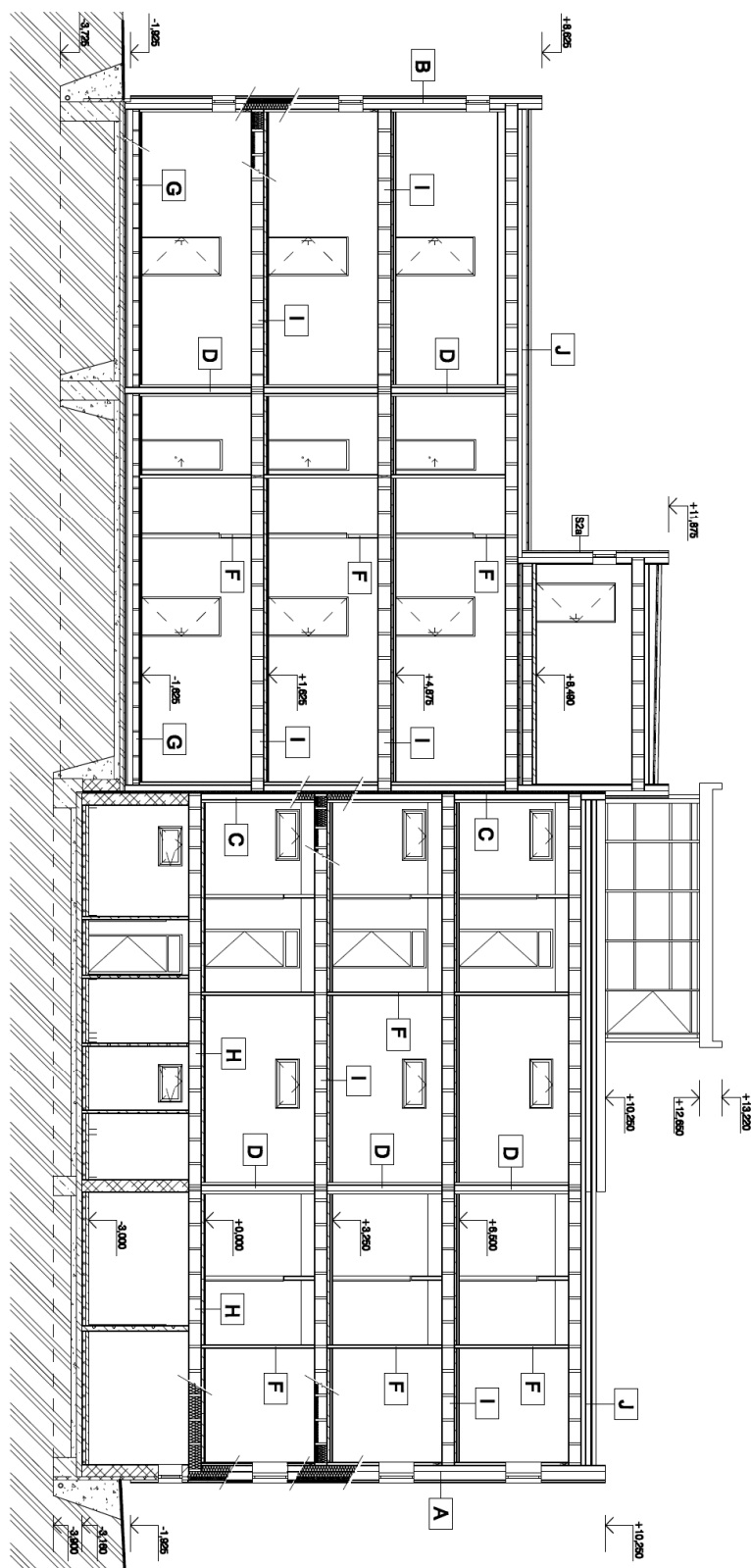
$$U = \frac{1}{0,17 + 7,0 + 0,0}$$

$$U = 0,14 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

### 9.1.2 *Prehľad vypočítaných súčiniteľov prestupu tepla konštrukcií*

Tab. 9-1 Prehľad vypočítaných súčiniteľov prestupu tepla konštrukcií.

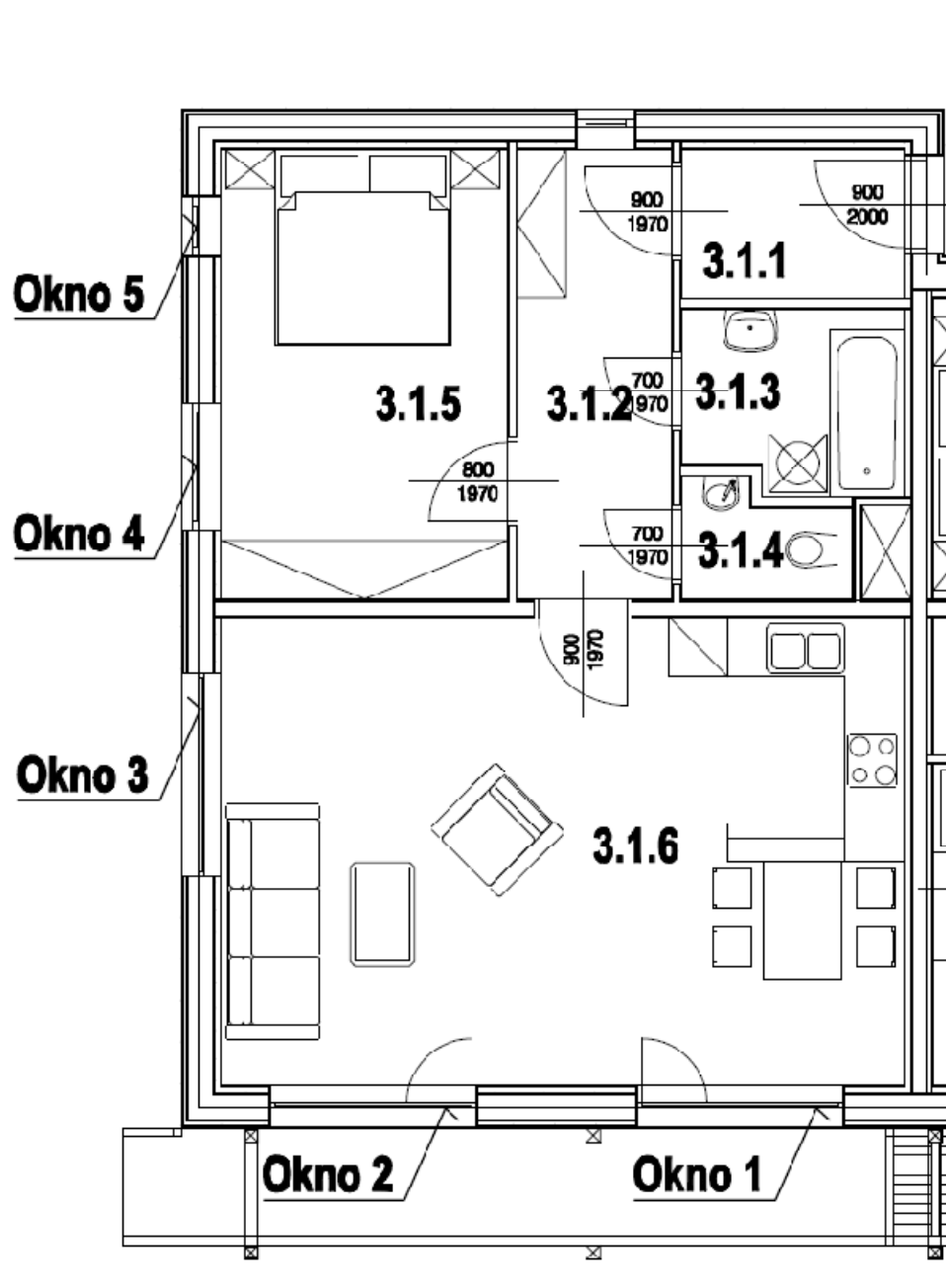
Ozn. konštrukcie	Názov časti konštrukcie	Súčiniteľ prestupu tepla konštrukcie $U(W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$
A	Obvodová stena 1	0,13
B	Obvodová stena 2	0,17
C	Vnútná medziobjektová stena	0,21
D	Vnútná stena medzi bytová	0,21
E	Vnútná stena bytová	0,24
F	Vnútná priečka	0,37
G	Podlaha na zemine	0,14
H	Podlaha nad pivničným (nevykurovaním) priestorom	0,13
I	Podlaha medzi bežnými podlažiami	0,32
J	Stropná konštrukcia s plochou strechou	0,11
K	Okenné otvory	1,2
L	Vnútné dvere	2,0



. Obr. 9-5 Označenie konštrukcií .

## 9.2 Výpočet tepelnej zát'áže

### 9.2.1 Vzorový výpočet tepelnej zát'áže bytu 3.1



Obr. 9-6 Byt 3.1

## 9.2.1.1 Miestnosť 3.1.6 (obývací izba)

## 1) Vstupné hodnoty

Výpočet uskutočnený pre 16 hodinu.

Výpočtové hodnoty klimatických veličín brané pre Pardubice

Vstupné teploty: – teplota interiéru  $t_i = 26 \text{ °C}$

– teplota exteriéru  $t_e = 29 \text{ °C}$

Orientácia fasády a okien – západ

Okenné otvory

## Okno 1

Rozmery

$la = 2,1 \text{ m}$      $lb = 2,3 \text{ m}$     plocha =  $4,83 \text{ m}^2$

Hĺbkky okna

$c = 1,413 \text{ m}$      $d = 0,183 \text{ m}$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$f = 0,124 \text{ m}$

$g = 0,56 \text{ m}$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 )

$\alpha = 260 \text{ °}$

$h = 34 \text{ m}$

Azimut okna  $\gamma$

$\gamma = 250 \text{ °}$

## Okno 2

Rozmery

$la = 2,1 \text{ m}$      $lb = 2,3 \text{ m}$     plocha =  $4,83 \text{ m}^2$

Hĺbkky okna

$c = 1,413 \text{ m}$      $d = 0,183 \text{ m}$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$f = 0,124 \text{ m}$

$g = 0,56 \text{ m}$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 )

$$\alpha = 260^\circ$$

$$h = 34 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 260^\circ$$

Okno 3

Rozmery

$$la = 2,1 \text{ m} \quad lb = 0,6 \text{ m} \quad \text{plocha} = 1,26 \text{ m}^2$$

Hĺbkky okna

$$c = 0,183 \text{ m} \quad d = 0,183 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,124 \text{ m}$$

$$g = 0,124 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 )

$$\alpha = 260^\circ$$

$$h = 34 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 266^\circ$$

2) Výpočet oslnenej časti

Okno 1

Vodorovný tieň  $e_1$ , zvislý tieň  $e_2$  – výpočet podľa vzťahu (3-6) a (3-5).

$$e_1 = 0,183 \cdot \text{tg}(260-250) \quad e_1 = 0,032 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 1,413 \cdot \frac{\text{tg } 34}{\cos |260-250|} \quad e_2 = 0,968 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [2,1-(0)] [2,3-(0,968-0,56)] \quad S_{os} = 3,97 \text{ m}^2$$

## Okno 2

$$e_1 = 0,183 \cdot \operatorname{tg}(260-260) \quad e_1 = 0,0 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 1,413 \cdot \frac{\operatorname{tg} 34}{\cos |260-260|} \quad e_2 = 0,953 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [2,1-(0)] [2,3-(0,953-0,56)] \quad S_{os} = 4,0 \text{ m}^2$$

## Okno 3

$$e_1 = 0,183 \cdot \operatorname{tg}(260-266) \quad e_1 = 0,019 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 0,183 \cdot \frac{\operatorname{tg} 34}{\cos |260-266|} \quad e_2 = 0,124 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [2,1-(0)] \cdot [0,6-(0)] \quad S_{os} = 1,26 \text{ m}^2$$

3) Tepelný zisk okien radiáciou  $\dot{Q}_{or}$  – výpočet podľa vzťahu (3-3)

## Okno 1

$$c_o = 1 (-), \quad \text{hodnota z Tab. 3-2}$$

$$s = 0,6 \cdot 0,65 = 0,39 (-) \quad \text{stredne čistá oblasť}$$

$$I_{dif} = 100 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$\dot{Q}_{or1} = [3,97 \cdot 539 \cdot 1 + (4,83 - 3,97) 100] \cdot 0,39$$

$$\dot{Q}_{or1} = 869 \text{ W}$$

## Okno 2

$$c_o = 1 \text{ (-)},$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 \cdot 0,65 = 0,39 \text{ (-)}$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or2} = [4,0 \cdot 539 \cdot 1 + (4,83 - 4,0) 100] \cdot 0,39$$

$$\dot{Q}_{or2} = 874 \text{ W}$$

## Okno 3

$$c_o = 1 \text{ (-)},$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 \text{ (-)}$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or3} = [1,26 \cdot 539 \cdot 1 + (1,26 - 1,26) 100] \cdot 0,6$$

$$\dot{Q}_{or3} = 407 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov radiáciou  $\dot{Q}_{or} = 2150 \text{ W}$

4) Tepelný zisk okien konvenciou  $\dot{Q}_{ok}$  – výpočet podľa vzťahu (3-1)

## Okno1

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_{ok1} = 1,2 \cdot 4,83 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 17,4 \text{ W}$$

## Okno 2

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 1,2 \cdot 4,83 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 17,4 \text{ W}$$



Okno 3

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\dot{Q}_{ok3} = 1,2 \cdot 1,26 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{ok3} = 4,5 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov konvenciou  $\dot{Q}_{ok} = 32,1 \text{ W}$

5) Tepelný zisk vonkajších stien a strechy  $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ , – výpočet podľa vzťahu (3-8) a (3-10)

Stena je stredná ťažká  $\delta = 0,417 \text{ m}$

$$\psi = 32 \cdot 0,417 - 0,5 \quad \psi = 13 \text{ h} \quad \text{výpočet podľa vzťahu (3-9)}$$

$$m = \frac{1+7,6 \cdot 13}{2500^{13}} \quad m = 0,16 \text{ (-)}$$

$$tr_\psi = 16 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$tr_m = 29,7 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$S = (3,43 \cdot 7,5 + 5,3 \cdot 3,43) - (9,24) \quad S = 34,66 \text{ m}^2$$

$$k = 0,17 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_s = 0,17 \cdot 34,66 \cdot (29,7-26) + 0,16 \cdot (16-29,7)$$

$$\dot{Q}_s = 8,91 \text{ W}$$

Strecha je počítaná ako ťažká konštrukcia

$$tr_m = 33,6 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$S = (7,28 \cdot 5,106)$$

$$S = 37,17 \text{ m}^2$$

$$k = 0,11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 37,17 \cdot (33,6-26) \quad \dot{Q}_s = 31,1 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vnútorných stien a dverí  $\dot{Q}_{si}, \dot{Q}_d$ , – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Vnútorné dvere

$$k_d = 2,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$t_{is} \text{ – teplota do neklimatizovaného priestoru} \quad t_{is} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = (1 \cdot 2,02)$$

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

$$\dot{Q}_s = 2,0 \cdot 2,02 \cdot (29-26) \quad \dot{Q}_s = 12,1 \text{ W}$$

Vnútorná stena

$$k_d = 0,24 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$t_{is} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = (4,1 \cdot 2,91) - (1 \cdot 2,02)$$

$$S = 9,9 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 0,24 \cdot 9,9 \cdot (29-26) \quad \dot{Q}_s = 7,1 \text{ W}$$

6) Produkcia tepla od ľudí  $\dot{Q}_l$  – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Prepočet na ekvivalentný počet osôb – výpočet podľa vzťahu (3-12)

Počíta sa s jedným mužom a jednou ženou

$$i_l = 0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 0 + 1 \quad i_l = 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36-26) \cdot 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 114,7 \text{ W}$$

7) Produkcia tepla od svietidiel  $\dot{Q}_{sv}$  – výpočet podľa vzťahu (3-16)

$$c_1 = 1, c_2 = 2$$

Osvetlená časť sa uvažuje iba v okolí kuchynskej linky

$$S_s = 2,5 \cdot 2,3 \quad P_s = 2,5 \cdot 2,3 = 5,75 \text{ m}^2$$

$$P_s = 15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-6

$$\dot{Q}_{sv} = 5,75 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 1 \quad \dot{Q}_{sv} = 86,3 \text{ W}$$

8) Produkcia tepla od kuchynského vybavenia a elektroniky v obývacej izbe  $\dot{Q}_e$

Uvažuje sa s hodnotou  $\dot{Q}_e = 1400 \text{ W}$  (sporák, tv, mikrovlnná rúra)

8) Tepelné zisky vetraním miestnosti – výpočet podľa vzťahu (3-23)

$$V = 87,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad V = 87,5/3600 = 0,024 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vm} = 0,024 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{vm} = 88 \text{ W}$$

10) Produkcia vodnej pary od ľudí  $M_{wl}$  – výpočet podľa vzťahu (3-24)

$$g_w = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 3-5}$$

$$M_{wl} = 1,85 \cdot 116$$

$$M_{wl} = 215 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

### 9.2.1.2 Miestnosť 3.1.5 (Spálňa)

#### 1) Vstupné hodnoty

Vstupné teploty: – teplota interiéru  $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

– teplota exteriéru  $t_e = 29 \text{ }^\circ\text{C}$

Orientácia fasády a okien – západ

Okenné otvory

Okno 4

Rozmery

$$la = 1,3 \text{ m} \quad lb = 0,6 \text{ m} \quad \text{plocha} = 0,78 \text{ m}^2$$

Hĺbkky okna

$$c = 0,183 \text{ m} \quad d = 0,183 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,124 \text{ m}$$

$$g = 0,124 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom podľa tabuľky 3-3

$$\alpha = 260 \text{ }^\circ$$

$$h = 34 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 275 \text{ }^\circ$$

Okno 5

Rozměry

$$la = 0,6 \text{ m} \quad lb = 1,2 \text{ m} \quad \text{plocha} = 0,72 \text{ m}^2$$

Hĺbky okna

$$c = 0,183 \text{ m} \quad d = 0,183 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,124 \text{ m}$$

$$g = 0,124 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 )

$$\alpha = 260^\circ$$

$$h = 34 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 284^\circ$$

2) Výpočet oslnenej časti

Okno 4

Vodorovný tieň  $e_1$ , zvislý tieň  $e_2$  – výpočet podľa vzťahu (3-6) a (3-5).

$$e_1 = 0,183 \cdot \text{tg}(260-275) \quad e_1 = 0,049 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 0,183 \cdot \frac{\text{tg } 34}{\cos |260-275|} \quad e_2 = 0,128 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [1,3-(0)] [0,6-(0,128-0,124)] \quad S_{os} = 0,78 \text{ m}^2$$

Okno 5

$$e_1 = 0,183 \cdot \text{tg}(260-284) \quad e_1 = 0,081 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 0,183 \cdot \frac{\text{tg } 34}{\cos |260-284|} \quad e_2 = 0,135 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslněná část okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [0,6-(0)] [1,2-(0,135-0,124)] \quad S_{os} = 0,71 \text{ m}^2$$

3) Tepelný zisk okien radiáciou  $\dot{Q}_{or}$  – výpočet podľa vzťahu (3-3)

Okno 4

$$c_o = 1 (-),$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 \cdot 0,65 = 0,39 (-)$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or1} = [0,78 \cdot 539 \cdot 1 + (0,78 - 0,78) 100] \cdot 0,39$$

$$\dot{Q}_{or1} = 394 \text{ W}$$

Okno 5

$$c_o = 1 (-),$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 (-)$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or3} = [0,71 \cdot 539 \cdot 1 + (0,72 - 0,71) 100] \cdot 0,6$$

$$\dot{Q}_{or3} = 231 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov radiáciou  $\dot{Q}_{or} = 625 \text{ W}$

4) Tepelný zisk okien konvenciou  $\dot{Q}_{ok}$  – výpočet podľa vzťahu (3-1)

Okno4

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_{ok1} = 1,2 \cdot 0,78 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 2,8 \text{ W}$$

Okno 5

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 1,2 \cdot 0,72 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 2,6 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vonkajších stien a strechy  $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ , – výpočet podľa vzťahu (3-8) a (3-10)

Stena je stredná ťažká  $\delta = 0,417$  m

$$\psi = 32 \cdot 0,417 - 0,5 \quad \psi = 13 \text{ h}$$

výpočet podľa vzťahu (3-9)

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot 13}{2500^{13}} \quad m = 0,16 \text{ (-)}$$

$$tr_{\psi} = 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$tr_m = 29,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$S = (5,1 \cdot 3,25 + 3,39 \cdot 3,25) - (1,5) \quad S = 26,1 \text{ m}^2$$

$$k = 0,17 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,17 \cdot 26,1 \cdot (29,7 - 26) + 0,16 \cdot (16 - 29,7)$$

$$\dot{Q}_s = 6,7 \text{ W}$$

Strecha je počítaná ako ťažká

$$tr_m = 33,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$S = (3,195 \cdot 4,916)$$

$$S = 15,7 \text{ m}^2$$

$$k = 0,11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 15,7 \cdot (33,6 - 26) \quad \dot{Q}_s = 13,1 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vnútorných stien a dverí  $\dot{Q}_{si}, \dot{Q}_d$ , – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Vnútorné dvere

$$k_d = 2,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$t_{is} \text{ – teplota do neklimatizovaného priestoru} \quad t_{is} = 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$S = (1 \cdot 2,02)$$

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

$$\dot{Q}_s = 2,0 \cdot 2,02 \cdot (29 - 26) \quad \dot{Q}_s = 12,1 \text{ W}$$

Vnútorná stena

$$k_d = 0,37 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$t_{is} = 29 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$S = (4,1 \cdot 2,91) - (1 \cdot 2,02)$$

$$S = 9,9 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 0,37 \cdot 9,9 \cdot (29 - 26) \quad \dot{Q}_s = 11,0 \text{ W}$$

6) Produkcia tepla od ľudí  $\dot{Q}_l$  – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Prepočet na ekvivalentný počet osôb – výpočet podľa vzťahu (3-12)

Počíta sa s jedným mužom a jednou ženou

$$i_l = 0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 0 + 1 \quad i_l = 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36 - 26) \cdot 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 114,7 \text{ W}$$

7) Produkcia tepla od svietidiel  $\dot{Q}_{sv}$  sa neuvažuje

8) Produkcia tepla elektronikou v spálni  $\dot{Q}_e$  sa neuvažuje

8) Tepelné zisky vetraním miestnosti  $\dot{Q}_{vm}$  – výpočet podľa vzťahu (3-23)

$$V = 87,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad V = 87,5 / 3600 = 0,024 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vm} = 0,024 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{vm} = 88 \text{ W}$$

10) Produkcia vodnej pary od ľudí  $M_{wl}$  – výpočet podľa vzťahu (3-24)

$$g_w = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

hodnota z Tab. 3-5

$$M_{wl} = 1,85 \cdot 116$$

$$M_{wl} = 215 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

### 9.2.2 Celková tepelná zátěž bytového domu

Tab. 9-2 Prehľad vypočítaných tepelných zát'azi  $\dot{Q}_L$  a vodných ziskov jedného podlažia bytu

	Byt 3.1		Byt 3.2		
	Miestnosť 3.1.5	Miestnosť 3.1.6	Miestnosť 3.2.4	Miestnosť 3.2.6	Miestnosť 3.2.7
Tepelné zisky okien radiáciou $\dot{Q}_{or}$ (W)	394	2150	145	942	313
Tepelné zisky okien konvenciou $\dot{Q}_{ok}$ (W)	5	39	3	27	10
Tepelná zisky vonkajších stien a strechy $\dot{Q}_s$ , $\dot{Q}_{str}$ (W)	20	40	12	32	19
Tepelné zisky vnútorných stien $\dot{Q}_{si}$ , $\dot{Q}_d$ (W)	23	19	24	33	0
Tepelná produkcia ľudmi $\dot{Q}_l$ (W)	115	115	115	177	62
Tepelná zisky od svietidiel $\dot{Q}_{sv}$ (W)	0	165	0	90	0
Tepelná zisky od elektroniky $\dot{Q}_e$ (W)	0	1400	0	1400	200
Tepelné zisky vetraním $\dot{Q}_{vm}$ (W)	88	88	51	101	25
celková tepelná zát'az $\dot{Q}_L$ (W)	<b>645</b>	<b>3928</b>	<b>350</b>	<b>2802</b>	<b>629</b>
Vodné zisky $M_{wl}$ (g·h <sup>-1</sup> )	<b>215</b>	<b>215</b>	<b>215</b>	<b>215</b>	<b>116</b>



Tab. 9-3 Prehľad vypočítaných tepelných záťaží  $\dot{Q}_L$  a vodných ziskov jedného podlažia bytu

	Byt 3.3			Byt 3.4	
	Miestnosť 3.3.4	Miestnosť 3.3.6	Miestnosť 3.3.7	Miestnosť 3.4.5	Miestnosť 3.4.6
Tepelné zisky okien radiáciou $\dot{Q}_{or}$ (W)	216	777	313	340	1770
Tepelné zisky okien konvenciou $\dot{Q}_{ok}$ (W)	3	27	10	6	31
Tepelná zisky vonkajších stien a strechy $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ (W)	21	35	21	27	40
Tepelné zisky vnútorných stien $\dot{Q}_{si}, \dot{Q}_d$ (W)	19	24	0	24	19
Tepelná produkcia ľuďmi $\dot{Q}_l$ (W)	115	177	62	115	115
Tepelná zisky od svietidiel $\dot{Q}_{sv}$ (W)	0	90	90	0	90
Tepelná zisky od elektroniky $\dot{Q}_e$ (W)	0	1400	200	0	1400
Tepelné zisky vetraním $\dot{Q}_{vm}$ (W)	51	101	25	88	88
celková tepelná záťaž $\dot{Q}_L$ (W)	<b>350</b>	<b>2802</b>	<b>629</b>	<b>3247</b>	<b>645</b>
Vodné zisky $M_{wl}$ (g·h <sup>-1</sup> )	<b>215</b>	<b>215</b>	<b>116</b>	<b>215</b>	<b>215</b>

Celková tepelná zátěž jednoho podlažia

$$\dot{Q}_{Lp} = 645+3928+350+2802+629+350+2802+629+3247+645$$

$$\dot{Q}_{Lp} = 16027 \text{ W}$$

Celková zátěž bytového domu

$$\dot{Q}_{Lp} = 16027 \cdot 3$$

$$\dot{Q}_{Lp} = 48081 \text{ W}$$

$$\dot{Q}_{Lp} = 48 \text{ kW}$$

## 10. Prietoky vzduchu a tlakové pomery

V priestoroch bytového domu sa nachádza v každom byte samostatná vetracia rekuperačná jednotka od firmy Atrea. Vetrenia je rovnotlaké, čím je zabezpečený rovnomerný prívod a odvod vzduchu. Vzduch je do miestností privádzaný a odvádzaný prostredníctvom tanierových ventilov. Regulácia vzduchu na navrhnuté prietoky bude uskutočnená pomocou anemometra. Vzduch je privádzaný do obytných miestností ako sú:

- obývacia izba,
- Izba 1,
- Izba 2,

a nasledovne je vzduch odsávaný z :

- kuchyne
- kúpeľne
- WC

Na jednu osobu je privádzaných  $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  pri trvalom vetraní. Pri nárazovom vetraní s dobehom spusteného signalizáciou z vypínača kuchyne alebo hygienických miestností je prietok vyšší a to podľa doporučovaných hodnôt normy ČSN EN 15665/Z1- požiadavky na vetranie obytných budov. Uvedené hodnoty privádzaného a odvádzaného množstva vzduchu sú uvedené v tabuľkách.: tab. 10-1, tab. 10-2, tab. 10-3.

### 10.1 Prietoky vzduchu bytov 1.1;1.4; 2.1; 2.4, 3.1; 3.4

Tab. 10-1 Prietoky trvalého vetrania bytu

Č.m	Název miestnosti	Počet osôb	Prietoky vzduchu trvalého vetrania					Požiadavka normy ČSN EN 15665		
			plocha (m <sup>2</sup> )	Svetlá výška (m <sup>2</sup> )	Objem (m <sup>3</sup> )	Prietok privádzaného vzduchu	Prietok odvázaného vzduchu	Skutočná intenzita vetrania miestnosti (h <sup>-1</sup> )	Doporučená intenzita vetrania miestnosti (h <sup>-1</sup> )	Požiadavka normy ČSN EN 15665
						m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h			
1.1.1	Predsieň	-	5,93	2,8	16,6	-	-	-	-	
1.1.2	Chodba	-	4,74	2,8	13,3	-	-	-	-	
1.1.3	Kúpeľna + WC	-	6,18	2,8	17,3	-	50	-	-	
1.1.4	Izba	2	13,41	2,8	37,5	50	-	1,33	0,5	Vyhovuje
1.1.5	Obývacia izba + Kuchyňa	2	33,28	2,8	93,2	50	50	0,54	0,5	Vyhovuje
Celkový prietok vzduchu m <sup>3</sup> /h						100	100			

Tab. 10-2 Prietoky nárazového vetrania bytu

Č.m	Název miestnosti	Počet osôb	Nárazové vetranie miestnosti					Požiadavka normy ČSN EN 15665		
			plocha (m <sup>2</sup> )	Svetlá výška (m <sup>2</sup> )	Objem (m <sup>3</sup> )	Prietok privádzanéh o vzduchu	Prietok odvázaného vzduchu	Skutočná intenzita vetrania miestnosti (h <sup>-1</sup> )	Doporučená intenzita vetrania miestnosti (h <sup>-1</sup> )	Požiadavka normy ČSN EN 15665
						m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h			
1.1.1	Predsieň	-	5,93	2,8	16,6	-	-	-	-	
1.1.2	Chodba	-	4,74	2,8	13,3	-	-	-	-	
1.1.3	Kúpeľna + WC	-	6,18	2,8	17,3	-	75	-	75	Vyhovuje
1.1.4	Izba	2	13,41	2,8	37,5	87,5	-	2,33	0,5	Vyhovuje
1.1.5	Obývacia izba + Kuchyňa	2	33,28	2,8	93,2	87,5	100	0,94	0,5	Vyhovuje
Celkový prietok vzduchu m <sup>3</sup> /h						175	175			

Byty – 1.1; 2.1; 3.1

Byty – 1.4; 2.4; 3.4



Obr. 10-1 zóny prívodu a odvodu vzduchu jednotlivých bytov



Zóny odvodu vzduchu



Zóny prívodu vzduchu

## 10.2 Prietoky vzduchu bytov 1.2;1.3; 2.2; 2.3, 3.2; 3.3

Tab. 10-3 Prietoky trvalého vetrania totožné s nárazovým vetraním

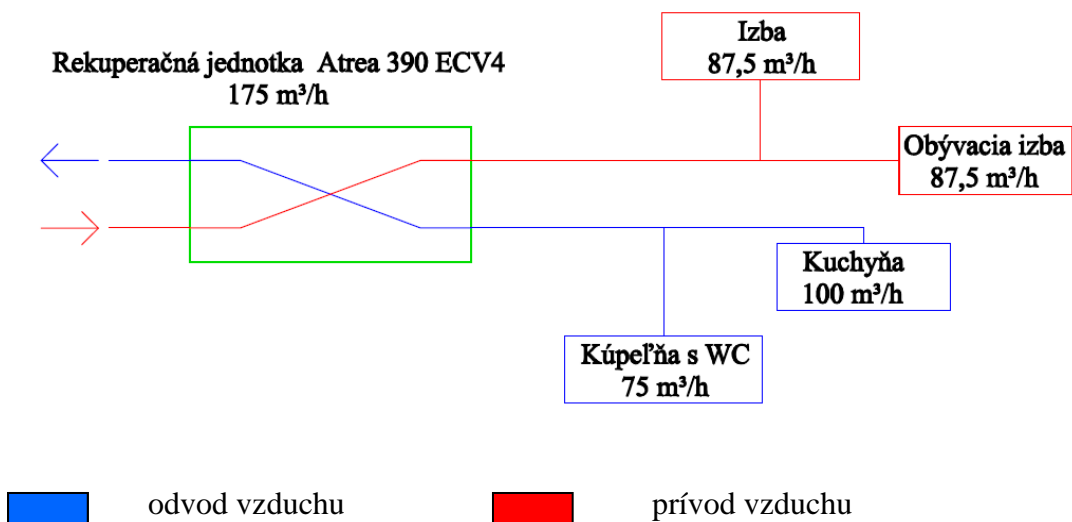
Č.m	Název miestnosti	Počet osôb	Trvalé vetranie				Požiadavka normy ČSN EN 15665			
			plocha (m <sup>2</sup> )	Svetlá výška (m <sup>2</sup> )	Objem (m <sup>3</sup> )	Prietok privádzanéh o vzduchu	Prietok odvázanéh o vzduchu	Skutočná intenzita vetrania miestnosti l <sub>v</sub> ) (h <sup>-1</sup> )	Doporučená intenzita vetrania (h <sup>-1</sup> )	Požiadavka normy ČSN EN 15665
						m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h			
1.2.1	Predsieň	-	9,44	2,8	26,4	-	-	-	-	
1.2.2	Kúpeľňa	-	4,63	2,8	13,0	-	50	-	-	
1.2.3	Wc	-	1,92	2,8	5,4	-	25	-	-	
1.2.4	Izba 1	2	13,17	2,8	36,9	50	-	1,36	0,5	Vyhovuje
1.2.5	Šatník	-	2,80	2,8	7,8	-	-	-	-	
1.2.6	Obyvacia izba + Kuchyňa	3	29,87	2,8	83,6	100	100	1,20	0,5	Vyhovuje
1.2.7	Izba 2	1	13,82	2,8	38,7	25	-	0,65	0,5	Vyhovuje
Celkový prietok vzduchu m <sup>3</sup> /h						175	175			



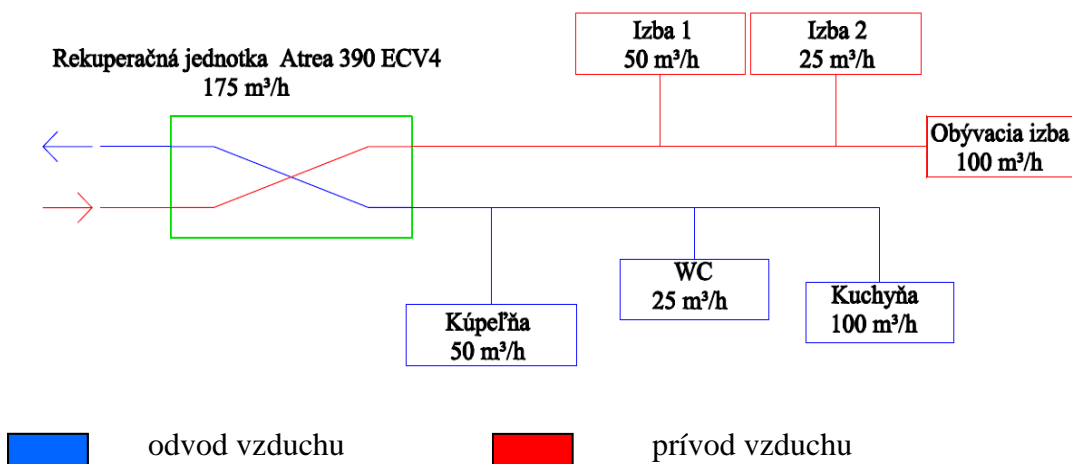
Obr. 10-1 zóny prívodu a odvodu vzduchu jednotlivých bytov

■ Zóny odvodu vzduchu      ■ Zóny prívodu vzduchu

10.3 Schéma prietokov vzduchu bytov 1.1;1.4; 2.1; 2.4, 3.1; 3.4



10.4 Prietoky vzduchu bytov 1.2;1.3; 2.2; 2.3, 3.2; 3.3



## 10.5 Distribúcia vzduchu

Na prívod a odvod vzduchu v jednotlivých miestnostiach sú použité tanierové ventily. Vzduch je privádzaný do obytných miestností ako sú:

- obývacia izba,
- Izba 1,
- Izba 2,

a nasledovne je vzduch odsávaný z :

- kuchyne
- kúpeľne
- WC

V priestoroch kuchýň bytového domu sa nachádzajú digestory s uhlíkovými filtrami, ktoré predfiltrujú vzduch od masntôt vzniknutých z varenia jedál, ktorý je nasledovne odsávaný cez tanierový ventil umiestnený nad digestorom. Typy jednotlivých tanierových ventilov sú uvedené v tab. 10-4 a 10-5

Vzorový návrh prívodného a odvodného tanierového ventilu je uvedený nižšie.

Tab. 10-4 Koncové elementy miestností bytov 1.2, 1.3, 2.2,2.3, 3.2, 3.3

Č.m	Názov miestnosti	Prietok privádzaného vzduchu	Prietok odvázaného vzduchu	Koncový element	Typ	Materiál
		m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h			
1.2.3; 2.2.3; 3.2.3; 1.3.3; 2.3.3; 3.3.3	WC	-	25	Tanierový ventil	KO 100	Oceľ
1.2.2; 2.2.2; 3.2.2; 1.3.2; 2.3.2; 3.3.2	Kúpeľňa	-	50	Tanierový ventil	KO 100	Oceľ
1.2.4; 2.2.4; 3.2.4; 1.3.4; 2.3.4; 3.3.4	Izba 1	50	-	Tanierový ventil	KI 100	Oceľ
1.2.7; 2.2.7; 3.2.7; 1.3.7; 2.3.7; 3.3.7	Izba 2	25	-	Tanierový ventil	KI 100	Oceľ
1.2.6; 2.2.6; 3.2.6; 1.3.6; 2.3.6; 3.3.6	Obývacia izba + Kuchyňa	100	100	Tanierový ventil	KI 100	Oceľ

Tab. 10-5 Koncové elementy miestností 1.1, 1.4, 2.1,2.4, 3.1, 3.4

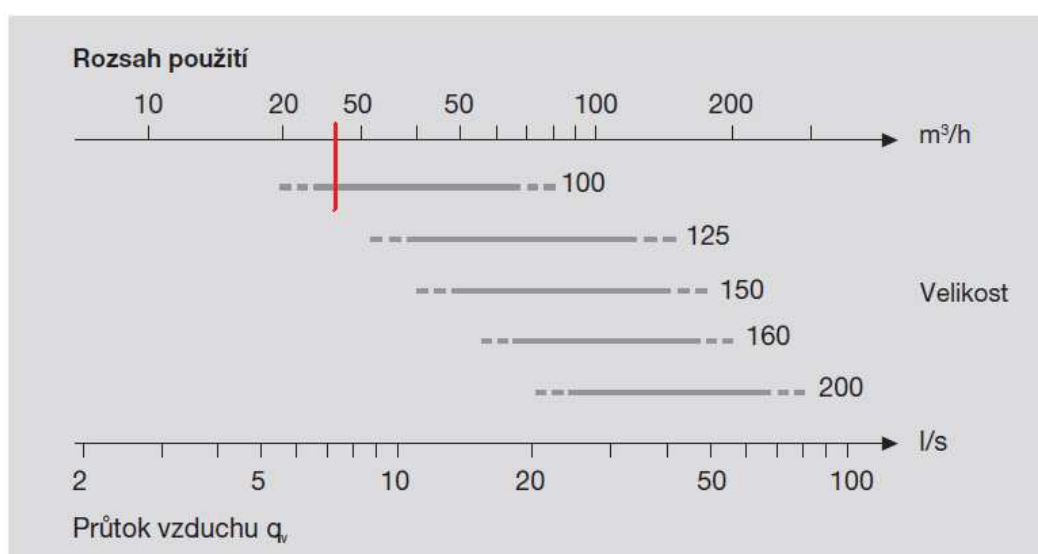
Č.m	Názov miestnosti	Prietok privádzaného vzduchu	Prietok odvázaného vzduchu	Koncový element	Typ	Materiál
		m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h			
1.2.4; 2.2.4; 3.2.4; 1.3.4; 2.3.4; 3.3.4	WC	-	25	Tanierový ventil	KO 100	Oceľ
1.2.3; 2.2.3; 3.2.3; 1.3.3; 2.3.3; 3.3.3	Kúpeľňa	-	50	Tanierový ventil	KO 100	Oceľ
1.2.5; 2.2.5; 3.2.5; 1.3.5; 2.3.5; 3.3.5	Izba 1	87,5	-	Tanierový ventil	KI 100	Oceľ
1.2.6; 2.2.6; 3.2.6; 1.3.6; 2.3.6; 3.3.6	Obývacía izba + Kuchyňa	87,5	100	Tanierový ventil	KI 100, KO 100	Oceľ

### Vzorový návrh koncového elementu – tanierový ventil prívodný

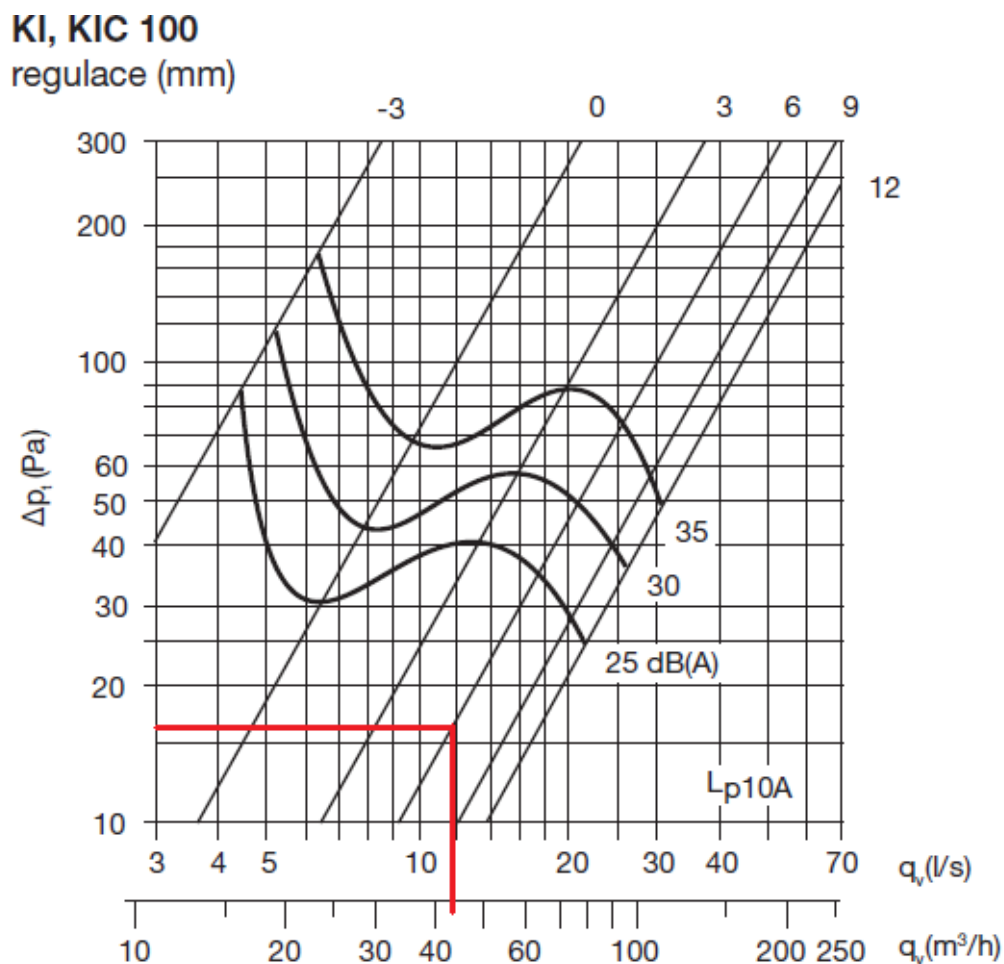
#### Vybraná miestnosť – 1.2.4 obývacía izba s kuchyňou

Do miestnosti sú na prívide a odvode vzduchu dve koncové elementy – tanierové ventily. Na každý tanierový ventil pre privádzaný vzduchu pripadá zhruba  $44 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Pri dodržaní prietokov podľa obrázku výrobcu je zaručené prúdenie vzduchu menšie ako  $0,20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  v obytnej zóne. Jednotlivé prietoky výustiek budú doregulované anemostatom.

#### 1) Prívodný tanierový ventil



Obr. 10-5 Graf prietoku vybranej veľkosti tanierového ventilu privádzaného vzduchu



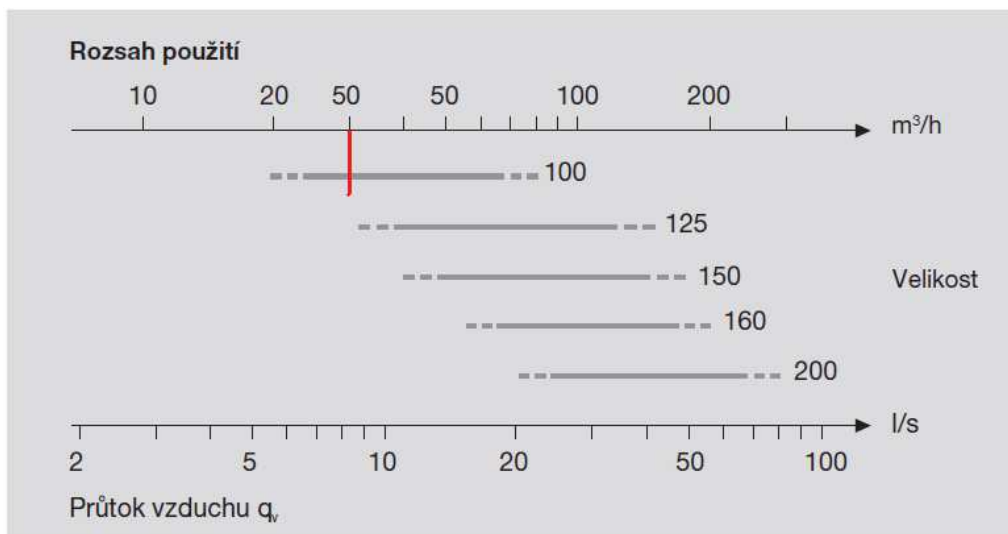
Obr. 10-6 Tlakové straty výustky a hluk vznikajúci prúdením vzduchu v tanierovom ventilu privádzaného vzduchu

Z grafu vychádza – tlaková strata  $\Delta p = 16$  pa

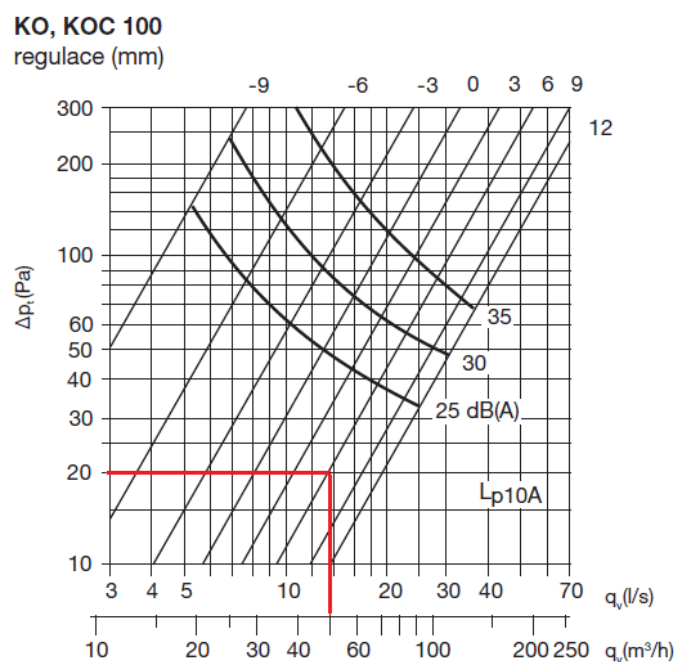
– hlučnosť výustky je menej ako 25 dB(A)



2) Odvodný tanierový ventil



Obr. 10-7 Graf prietoku vybranej veľkosti tanierového ventilu odvádzaného vzduchu



Obr. 10-8 Tlakové straty výstuky a hluk vznikajúci prúdením vzduchu v tanierovom ventilu odvádzaného vzduchu

Z grafu vychádza – tlaková strata  $\Delta p = 20 \text{ pa}$

– hlučnosť výstuky je menej ako 25 dB(A)

## 10.6 Dimenzovanie potrubia a tlaková strata

Tab. 10-6 Dimenzovanie potrubia (13)

u	V	L	v'	S	d'	A x B	d	v	R	ξ	Z	Z + R*L
-	m <sup>3</sup> /h	m	m/s	m <sup>2</sup>	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
pořadové číslo úseku potrubí	průtok vzduchu v úseku	délka úseku	předběžná rychlost	z průtoku vzduchu a rychlosti plyne průtočná plocha	této ploše odpovídá průměr kruhového potrubí	tomuto průměru odpovídá rozměr stran - podle rozměrové řady potrubí (dle P2)	čtyřhrannému potrubí typizovaného průřezu d odpovídá průměr kruhu (dle P2)	vybranému průřezu odpovídá skutečná rychlost	průměru d odpovídá podle tabulky měrná tlaková ztráta (dle P1)	součet součinitelů vřazených odporů tvarovek v úseku (dle P3)	tlaková ztráta místními odpory v úseku $Z = 0,5 \cdot \xi \rho v^2$	součet tlakové ztráty třením a ztráty místními odpory = celková tlaková ztráta úseku

### 10.6.1 Vzorový výpočet dimenzovania prírodného potrubia pre byty 3.1, 3.2, 3.3

Uvažovaná hustota vzduchu –  $\rho = 1,25 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Tab. 10-7 Tlakové straty úsekov prírodného potrubia

Prívodné potrubie												
č. u.	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
	m <sup>3</sup> /h	m	m/s	m <sup>2</sup>	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
úsek 1	50	4,8	1,8	0,008	0,05	100x100	0,100	1,77	0,67	1,2	2,42	29,64
úsek 2	175	1,8	3,6	0,014	0,07	125X125	0,125	3,96	1,5	5	50,60	77,30
úsek 3	175	3,5	3,6	0,014	0,07	125X125	0,125	3,96	0,67	1,2	12,14	38,49
Celková tlaková strata												145,4

Strata prírodného potrubia je  $\Delta p = 145 \text{ Pa}$

Celková strata – strata prírodného potrubia + výustka =  $145 + 16 = 161 \text{ Pa}$

Tab. 10-8 Priemery potrubia a rýchlosti vedľajších úsekov prírodného potrubia

č. u.	V	d	v
	m <sup>3</sup> /h	m	m/s
úsek 4	25	0,100	0,88
úsek 5	50	0,100	1,77
úsek 6	25	0,100	0,88
úsek 7	25	0,100	0,88

10.6.2 Vzorový výpočet dimenzovania odvodného potrubia pre byty 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 3.2, 3.3

Tab. 10-9 Tlakové straty úsekov prívodného potrubia

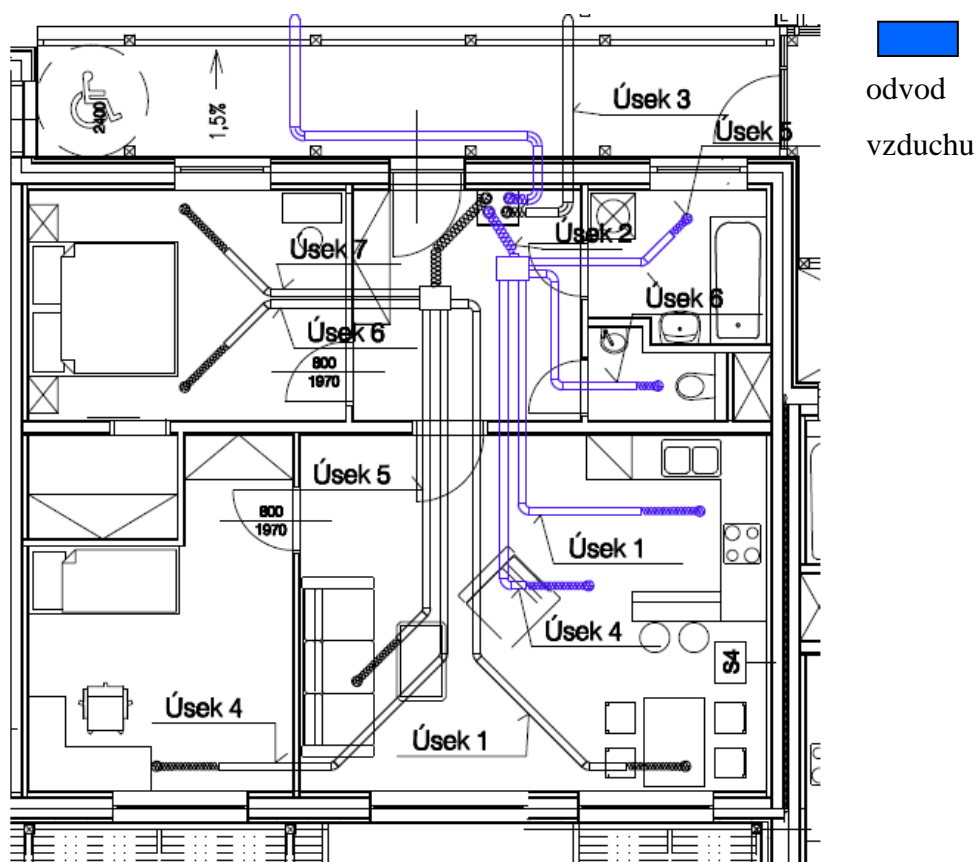
Odvodné potrubie												
č. u.	V	L	v'	S	d'	AxB	d	v	R	ξ	Z	Z+R*L
	m <sup>3</sup> /h	m	m/s	m <sup>2</sup>	m	m	m	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa
úsek 1	50	3,0	1,8	0,008	0,05	100x100	0,100	1,77	0,67	1,5	3,03	29,04
úsek 2	175	1,8	3,6	0,014	0,07	125X125	0,125	3,96	1,5	5	50,60	77,30
úsek 3	175	6,0	3,6	0,014	0,07	125X125	0,125	3,96	0,67	1,2	12,14	40,16
Celková tlaková strata												146,5

Tlaková strata odvodného potrubia je  $\Delta p = 147 \text{ Pa}$

Celková strata – strata odvodného potrubia + výustka = 147+ 20= 167 Pa

Tab. 10-8 Priemery potrubia a rýchlosti vedľajších úsekov odvodného potrubia

č. u.	V	d	v
	m <sup>3</sup> /h	m	m/s
úsek 4	50	0,100	1,77
úsek 5	50	0,100	1,77
úsek 6	25	0,100	0,88

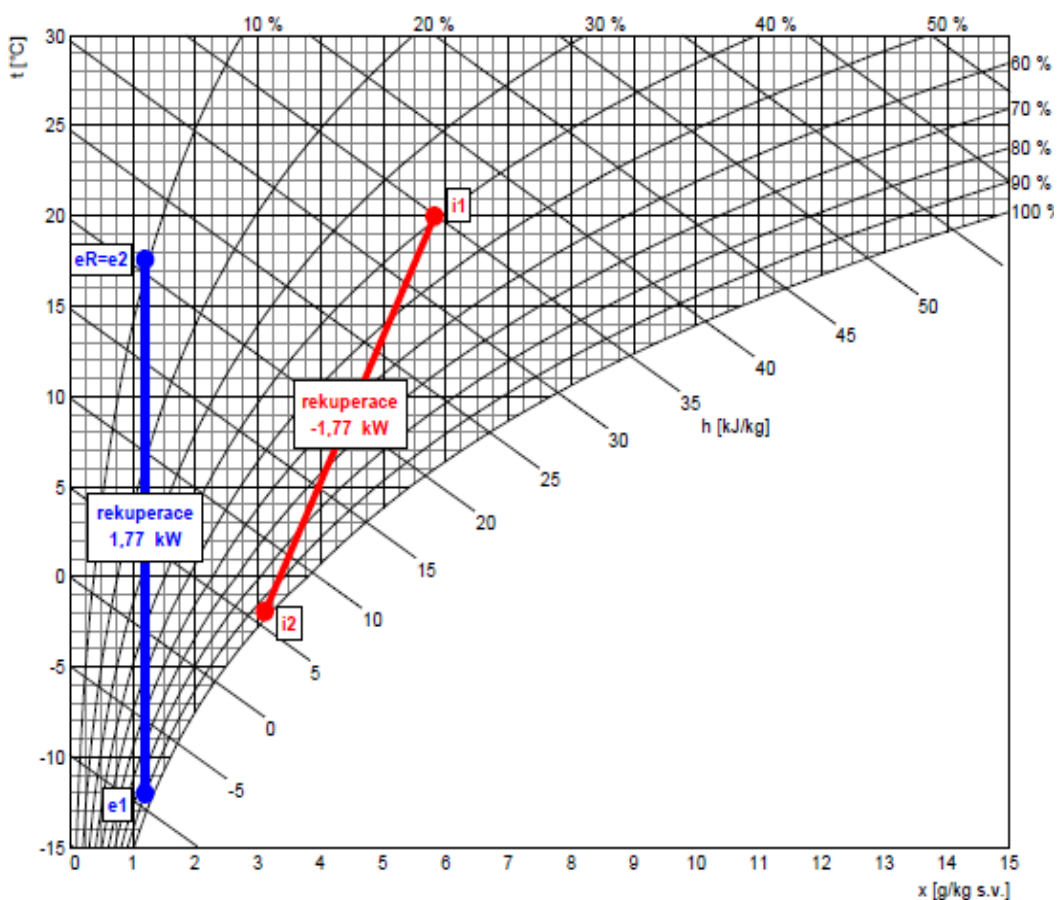


Obr. 10-9 Členenie potrubia z hľadiska dimenzovania

## 10.7 Úpravy vzduchu a návrh VZT jednotiek

Každý byt bytového domu má svoju samostatnú vzduchotechnickú jednotku ATREA DUPLEX ECV4, ktorá zabezpečuje rovnotlaké vetranie. Pred rekuperačnou jednotkou nie je umiestnený dohrievač vzduchu. Predohrev vzduchu je zabezpečený len spätným získavaním tepla a to doskovým výmenníkom. Prevádzka doskového výmenníku letnej a zimnej prevádzky je vyjadrená na h-x diagrame na obr. 10-10 a 10-11

### Zimní provoz



#### Přívod

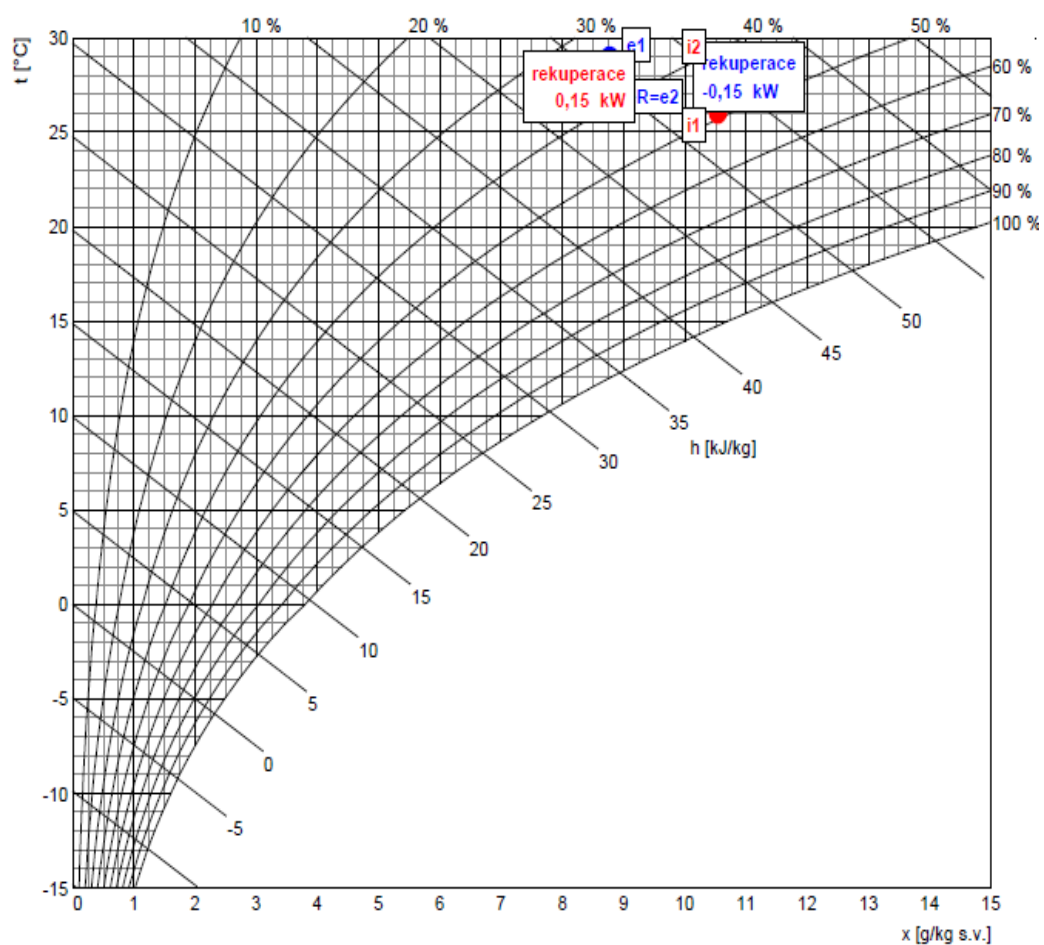
	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	-12,0	90
eR	rekuperace	17,6	10

#### Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	20,0	40
i2	rekuperace	-1,9	97

Obr. 10-10 H-X diagram zimnej prevádzky vzduchotechnickej jednotky

Letní provoz



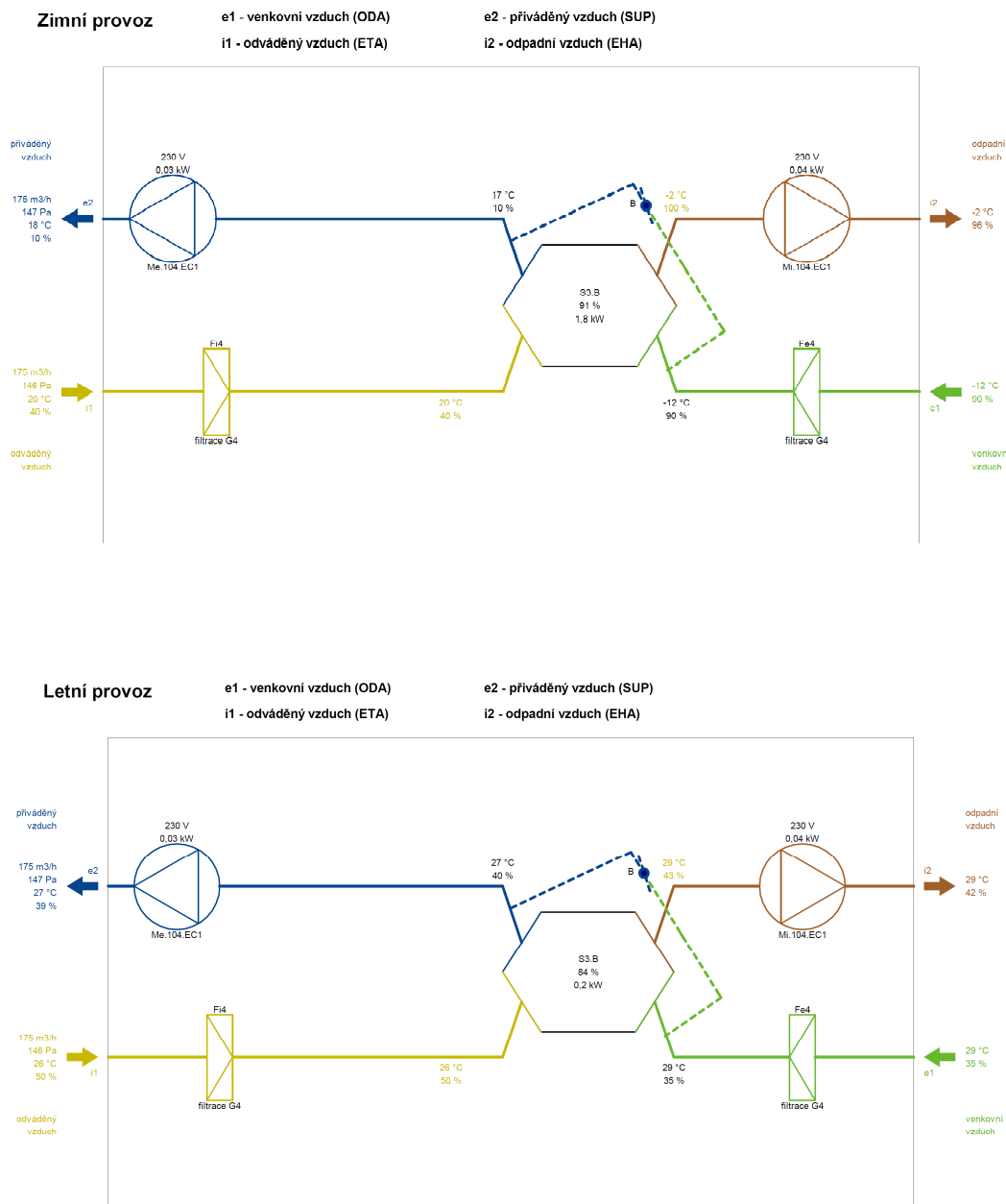
Přívod

	popis	t [°C]	rh [%]
e1	venkovní vzduch	29,0	35
eR	rekuperace	26,9	40

Odvod

	popis	t [°C]	rh [%]
i1	odváděný vzduch	26,0	50
i2	rekuperace	28,9	42

Obr. 10-11 H-X diagram letnej prevádzky vzduchotechnickej jednotky



Obr. 10-12 Schéma vzt jednotky ATREA DUPLEX ECV4

## 10.8 Útlm hluku

Hluk sa šíri od prívodného a odvodného ventilátora potrubím k výustkám. Posudzovaná je vždy najbližšia výustka prívodného a odvodného potrubia. Prípustné hladiny hluku sú podrobne stanovené nariadením vlády č.148/2006 ochrana zdravia pred nepriaznivými účinkami hluku a vibrácií . V obytných miestnostiach cez deň (6:00 – 22:00) nesmie presiahnuť hladina hluku 40 dB a v noci (22:00 – 6:00) 30 dB.

### 10.8.1 Vzorový výpočet hladiny hluku pre izbu 1 bytov 1.2, 1.3, 2.2, 2.3, 3.2, 3.3

PRÍVODNÉ POTRUBIE								
	LwA(dB/A)/f(Hz)	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Prívod- výtlak(výstup)	53	53	59	54	49	34	62
2	<b>Prírodný útlm:</b>							
3	Rovné potrubie (2,72m)	0,79	0,79	2,36	2,36	2,36	1,57	
4	Oblúky (1ks)	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	
5	Odbočka 1 (D1)	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	
7	Ohybné potrubie	70,20	58,50	45,50	33,80	42,90	26,00	
8	Útlm koncovým odrazom (D3)	6,51	2,89	0,99	0,29	0,08	0,02	
9	Hluk vo výustke $L_w$	-28,48	-13,16	5,17	11,57	-3,32	-0,57	13
10	Vlastný hluk vo výustke $L_1$							15
11	Korekcia na počet výustiek $K_1$							3
12	Hluk vystupujúci z výustky							13
13	Hluk všetkých prívodných výustiek L							16

Tab. 10-10 Hladina hluku – odvodné potrubie

ODVODNÉ POTRUBIE								
Odv	LwA(dB/A)/f(Hz)	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Odvod- Sania(vstup)	53	54	60	55	50	35	63
2	<b>Prírodný útlm:</b>							
3	Rovné potrubie (8,82m)	0,35	0,35	1,05	1,05	1,05	0,70	
4	Oblúky (1ks)	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00	3,00	
5	Odbočka 1 (D1)	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	3,98	
7	Ohybné potrubie	30,00	24,60	19,20	14,40	18,00	10,80	
8	Útlm koncovým odrazom (D3)	6,51	2,89	0,99	0,29	0,08	0,02	
9	Hluk vo výustke $L_w$	12,16	22,18	33,77	33,27	23,89	16,50	37
10	Vlastný hluk vo výustke $L_1$							15
11	Korekcia na počet výustiek $K_1$							0
12	Hluk vystupujúci z výustky $L_5$							37
13	Hluk všetkých prívodných výustiek L							37

Útlm hluku v miestnosti - ďalej je uvažovaný len výpočet v izbe 1

$$A_s = \alpha \cdot S = 0,4 \cdot 54 = 21,6 \text{ m}^2$$

Dosadenie do vzťahu :

$$L_p = L_{w,S} + 10 \cdot \log\left(\frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{A}\right) \quad (10-1)$$

$$L_p = 10 \text{ dB}$$

Nakoľko hladina hluku neprekračuje limitnú hodnotu 30 dB nie je potrebné navrhnúť tlmáč hluku



## 10.9 Tepelná izolácia

Z dôvodu kondenzácie vodných pár je nutné vzduchotechnické potrubie izolovať. Výpočet minimálnej hrúbky izolácie viz nižšie



### VÝPOČET TLOUŠTKY IZOLACE A TEPELNÝCH ZTRÁT POTRUBÍ

Výpočtový stav okolního vzduchu		
Tlak:	98.9	kPa
Nadmožská výška:	200	m
<hr/>		
Teplota:	20	°C
Relativní vlhkost:	50	%
Měrná vlhkost:	7.445	g/kg
Typ okolního prostředí:	Vnitřní klidné	
Parametry potrubí a izolace		
Tvaru potrubí:	<input checked="" type="radio"/> Kruh	<input type="radio"/> Obdélník
Rozměr potrubí A (Ø D):	125	mm
Rozměr potrubí B:	0	
Délka potrubí:	1	m
Objemový průtok:	175	m <sup>3</sup> /h
Průměrná rychlost:	3.961	m/s
Vstupní teplota v potrubí:	-12	°C
Relativní vlhkost v potrubí:	50	%
Měrná vlhkost:	0.6831	g/kg
Typ tepelné izolace:	Minerální vlna standard	
Součinitel tepelné vodivosti:	0.05	W/mK
Tloušťka izolace:	0	mm
Výsledky výpočtu		
Výstupní teplota:	-10.74	°C
Rosný bod:	9.271	°C
Povrchová teplota i1:	0.2124	°C
Povrchová teplota i2:	0.9908	°C
Povrchová teplota e1:	-0.09992	°C
Povrchová teplota e2:	0.6907	°C
Minimální tloušťka izolace:	8.136	mm
Tepelná ztráta:	-81.58	W
Informace o průběhu výpočtu: Relativní vlhkost uvnitř potrubí nastavena na hodnotu 50%.		

Navrhnutá tepelná izolácie ISOVER VENTILAM – ALU ML 3 hrúbky 20 mm.

## **C. TECHNICKÁ SPRÁVA**

## 11. Úvod

### 11.1 Popis objektu

Bytová jednotka sa nachádza v Pardubickom kraji v okrese Ústí nad Orlicí, v meste Choceň. Ide o trojpodlažnú z časti podpivničenú stavbu s plochou strechou, ktorej konštrukčný systém pozostáva . zo systému „two by four“ (drevostavba). Rámová konštrukcia( ľahký drevený skelet) vyplnená tepelnou izoláciou, postavená na základoch z prostého betónu, pri podpivničenej časti zo železobetónu. Budova spĺňa tepelné prestupy tepla konštrukciami podľa normy ČSN 730540-2.

### 11.2 Popis interiéru

Do objektu vedie jedná vstupná cesta zo severnej strany . Zo schodiska sú jednotlivé byty prepojené pavlačou. Na každom podlaží sa nachádzajú štyri byty. Na prvom poschodí sa nachádza byt pre imobilne postihnutých ľuďí. Každý byt má svoj vlastný balkón a to s južnej strany, prístupný z obývacej izby.

Byty majú samostatnú kúpeľňu a wc, kuchyňu, 3 obytné miestnosti a predsieň. Výnimkou sú krajné byty z východu a západu, kde sú len 2 obytné miestnosti a kúpeľňa je spojená s wc, taktiež je tam vnútorná chodba. Svetlá výška miestností je 2,8 m.

### 11.3 Podklady pre spracovanie

Podklady pre spracovanie projektovej dokumentácie bytovej jednotky je :

- výkres pôdorysu,
- výkres zvislého rezu,
- podklady od výrobcov,
- České technické normy,
- príslušné zákony a vyhlášky,

Nižšie je uvedený zoznam výrobcov a noriem z ktorých boli čerpané podklady pre návrh vzduchotechniky bytového domu:

- ČSN EN 73 0540 Tepelná ochrana budov.
- ČSN EN 15665/Z1 – Požiadavky na vetranie obytných budov
- NV č. 148/2006 Sb., o ochrane zdravia pred nepriaznivými účinkami hluku a vibrácií.
- ATREA s. r. o. – podklady výrobcu, vzduchotechnické jednotky, software ATREA DUPLEX 7.70.
- ELEKTRODESIGN Ventilátory s. r. o. – podklady výrobcu, koncové elementy, tanierové výustky.
- KLIMAT vzduchotechnika s. r. o. – podklady výrobcu, vzduchotechnické potrubia.
- ISOVER s. r. o. – podklady výrobcu, tepelná izolácia potrubia.

#### 11.4 Výpočtové hodnoty vonkajšieho prostredia

Mesto : Choceň

Nadmorská výška : 290 m. n. m

Výpočtová teplota vzduchu : leto 29 °C, zima -12 °C

Vlhkosť vonkajšieho vzduchu – leto 35 %, zima 90%

#### 11.5 Výpočtové hodnoty vnútorného prostredia

Tepelná záťaž bola spočítaná pri návrhovej teplote obytných miestností  $t_i = 26$  °C

## 12. Konceptné riešenie vzduchotechnického zariadenia

Každý byt má svoju vlastnú vzduchotechnickú jednotku . Nútené vetranie je navrhnuté ako rovnotlaké. Byty sú rozdelené na zóny pre prívod a odvod vzduchu. Zvolený je kaskádový systém distribúcie vzduchu, kedy je privádzaný vzduch hnaný do obytných miestností ( obývacia izba, spálňa, izby) a nasledovne odsávaný z hygienických priestorov a kuchyne

### 12.1 Hygienické požiadavky

. Návrhy prietokov privádzaného a odvádzaného vzduchu odpovedajú doporučeným hodnotám normy ČSN EN 15665/Z1- požiadavky na vetranie obytných budov .

### 12.2 Energetické zdroje

Pred rekuperačnou jednotkou nie je umiestnený dohrievač vzduchu. Predohrev vzduchu je zabezpečený len spätným získavaním tepla a to doskovým výmenníkom . Odber elektrickej energie je uvažovaný iba ventilátormi vzduchotechnických jednotiek

### 12.3 Konceptia vetracích zariadení

Vzduchotechnické zariadenia sú umiestnené podľa bytov viz. výkres č.1 Jednotky sú prichytené na stenách podľa dokumentácie od výrobcu. Vzduch je rozvádzaný prostredníctvom hladkého potrubia priemerov 100 a 125 mm. Taktiež je použité ohybné potrubie Termoflex MI s tepelnou izoláciou priemerov 102 a 125 mm. Na rozdelenie prúdov vzduchu jednotlivých miestností je použitý rozdelovač a zberač. Distribúciu vzduchu zabezpečujú tanierové ventily KI a KO 100. Vzniknutý kondenzát odvádzaný PVC trúbkou priemeru 16 mm do sifónu v kúpeľni

Vzduchotechnická jednotka pozostáva s 2 ventilátorov, doskového výmenníka a filtrov G4

### **13. Nároky na energie**

K zaistieniu chodu vzduchotechnických jednotiek sú potrebné napätia viz tabuľka zariadení

### **14. Regulácia prietokov vzduchu.**

Vzduchotechnická jednotka je ovládaná nástenným digitálnym ovládačom s displejom typu CP 19 RD. Podľa požiadavkou investora je možné napojenie zariadenia na rozhranie Web. Taktiež budú umiestnené vlhkosťné čidlá do priestorov kúpeľní a CO<sub>2</sub> do obývacej izby s kuchyňou

### **15. Nároky na súvisiace profesie**

#### **15.1 Stavebné úpravy**

Vzduchotechnické potrubie bude umiestnené do podhľadu hrúbky 200 mm. Prestupy pre vzduchotechniku potrubia priemeru 125 mm je nutné vyhotoviť o 20 mm oproti jeho menovitému rozmeru. Potrubie je nutné poriadne zaizolovať z dôvodu zamedzenia vzniku kondenzácia na potrubí. Hrúbka izolácie potrubia je 20 mm. Dvere budú bez prahov, pričom vznikne špára o výške 0,020 m

#### **15.2 Zdravotechnika**

Odvedenie kondenzátu z doskového výmenníka prostredníctvom PVC trubky priemeru 16 mm. Výustenie kondenzátu do sifónu v kúpeľni

### **16. Protihlukové a protiotrasové opatrenia**

Jednotky nevytvárajú nadmerné otrasy a vibrácie ktoré je nutné tlmiť. Hluk od ventilátorov bude dostatočne utlmený v potrubí čím nie je potrebné použiť tlmiče hluku

## **17. Izolácia a nátery**

Potrubie bude zaizolované izoláciou ISOVER VENTILAM – ALU ML 3 PLUS O hrúbke 20 mm z dôvodu zamedzenia vzniku kondenzácie na potrubí.

Izolované potrubie je zakreslené vo výkrese č. 1

## **18. Protipožiarné opatrenie**

Neuvažuje sa

## **19. Montáž, prevádzka, údržba a obsluha**

Pri montáži jednotlivých vzduchotechnických zariadení je nutné dodržiavať postup od výrobcu. Obsluha musí byť kvalifikovaná a oboznámená s montážou pred začatím prác.

Počas prevádzky vzduchotechnického zariadenia je nutné meniť filtre a dodržiavať údržbu podľa predpisov výrobcu.

## **20. Záver**

Použitie vzduchotechnické zariadenie núteného rovnotlakého vetrania spĺňa požiadavky na vnútornú mikroklímu, hlukové parametre a hospodárnosť.

## 21. Tabuľka miestností

### Byt 1.1

Č.m	Název miestnosti	Údaje miestností				Parametre vetrania		Tepelné bilancie	
		Počet osôb	plocha (m <sup>2</sup> )	Svetlá výška (m <sup>2</sup> )	Objem (m <sup>3</sup> )	Prietok privádzaného vzduchu	Prietok odvázaného vzduchu	Tepelná záťaž (W)	Vlhkostná záťaž (kg/h)
						m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h		
1.1.1	Predsieň	-	5,93	2,8	16,6	-	-	-	-
1.1.2	Chodba	-	4,74	2,8	13,3	-	-	-	-
1.1.3	Kúpeľňa + WC	-	6,18	2,8	17,3	-	75	-	-
1.1.4	Izba	2	13,41	2,8	37,5	87,5	-	645	215
1.1.5	Obývací izba + Kuchyňa	2	33,28	2,8	93,2	87,5	100	3928	215
Celkový prietok vzduchu m <sup>3</sup> /h						175	175		

### Byt 1.2

Č.m	Název miestnosti	Údaje miestností				Parametre vetrania		Tepelné bilancie	
		Počet osôb	plocha (m <sup>2</sup> )	Svetlá výška (m <sup>2</sup> )	Objem (m <sup>3</sup> )	Prietok privádzaného vzduchu	Prietok odvázaného vzduchu	Tepelná záťaž (W)	Vlhkostná záťaž (kg/h)
						m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h		
1.2.1	Predsieň	-	9,44	2,8	26,4	-	-	-	-
1.2.2	Kúpeľňa	-	4,63	2,8	13,0	-	50	-	-
1.2.3	Wc	-	1,92	2,8	5,4	-	25	-	-
1.2.4	Izba 1	2	13,17	2,8	36,9	50	-	629	215
1.2.5	Šatník	-	2,80	2,8	7,8	-	-	-	-
1.2.6	Obývací izba + Kuchyňa	3	29,87	2,8	83,6	100	100	2802	215
1.2.7	Izba 2	1	13,82	2,8	38,7	25	-	350	116
Celkový prietok vzduchu m <sup>3</sup> /h						175	175		

### Byt 1.3

Č.m	Název miestnosti	Údaje miestností				Parametre vetrania		Tepelné bilancie	
		Počet osôb	plocha (m <sup>2</sup> )	Svetlá výška (m <sup>2</sup> )	Objem (m <sup>3</sup> )	Prietok privádzaného vzduchu	Prietok odvázaného vzduchu	Tepelná záťaž (W)	Vlhkostná záťaž (kg/h)
						m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h		
1.3.1	Predsieň	-	7,07	2,8	19,8	-	-	-	-
1.3.2	Kúpeľňa	-	4,20	2,8	11,8	-	50	-	-
1.3.3	Wc	-	1,74	2,8	4,9	-	25	-	-
1.3.4	Izba 1	2	14,13	2,8	39,6	50	-	350	215
1.3.5	Šatník	-	3,00	2,8	8,4	-	-	-	-
1.3.6	Obývací izba + Kuchyňa	3	28,83	2,8	80,7	75	75	2802	215
1.3.7	Izba 2	1	11,12	2,8	31,1	25	-	350	116
Celkový prietok vzduchu m <sup>3</sup> /h						150	150		



## Byt 1.4

Č.m	Název miestnosti	Údaje miestností				Parametre vetrania		Tepelné bilancie	
		Počet osôb	plocha (m <sup>2</sup> )	Svetlá výška (m <sup>2</sup> )	Objem (m <sup>3</sup> )	Prietok privádzaného vzduchu	Prietok odvázaného vzduchu	Tepelná záťaž (W)	Vlhkostná záťaž (kg/h)
						m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h		
1.4.1	Predsieň	-	3,07	2,8	8,6	-	-	-	-
1.4.2	Chodba	-	7,33	2,8	20,5	-	-	-	-
1.4.3	Kúpeľňa	-	3,72	2,8	10,4	-	50	-	-
1.4.4	WC	-	1,49	2,8	4,2	-	25	-	-
1.4.5	Izba	2	12,97	2,8	36,3	88	-	645	215
1.4.6	Obývací izba + Kuchyňa	2	32,51	2,8	91,0	88	100	3247	215
Celkový prietok vzduchu m <sup>3</sup> /h						175	175		

## 22. Položková špecifikácia

## Byt 1.1

Ozn.	Výrobca	Název výrobku	Jednotka	
10	ATREA	Decentrálna VZT jednotka Duplex EC4 pre prívod a odvod vzduchu v skladbe :doskový výmenník, 2 x filter G4, 2x ventilátor , vnútorné prevedenie	ks	1
1.02	Elektrodesign	Tanierový ventil prívodný KI 100	ks	4
1.03	Elektrodesign	Tanierový ventil prívodný KO100	ks	4
1.04	Klimat	Výfukový kus 45 ° Ø 125mm	ks	2
1.05	Atrea	Rozbočovač 1x Ø 125mm / 4x Ø 100mm	ks	2
1.07	Klimat	Oblúk 90°, Ø 125	ks	5
1.08	Klimat	Oblúk 90°, Ø 100	ks	2
1.09	Klimat	Oblúk 45°, Ø 100	ks	5
1.10	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 1m	ks	8
1.11	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,43m	ks	1
1.13	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,37m	ks	1
1.20	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,5m	ks	2
1.23	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,15m	ks	1
1.24	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 1m	ks	22
1.25	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,75m	ks	2
1.26	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,6m	ks	1
1.27	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,5m	ks	3
1.28	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,25m	ks	5
1.29	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 125, 1,4m	ks	1
1.30	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 125, 0,8m	ks	1
1.31	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 125, 0,5m	ks	2
1.38	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 1,0m	ks	6
1.39	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 0,5m	ks	2
1.40	Klimat	Redukcia 160/125 Ø 100, 0,28 m	ks	2

## Byt 1.2

Ozn.	Výrobca	Název výrobku	Jednotka	
10	ATREA	Decentrálna VZT jednotka Duplex EC4 pre prívod a odvod vzduchu v skladbe :doskový výmenník, 2 x filter G4, 2x ventilátor , vnútorné prevedenie	ks	1
1.02	Elektrodesign	Tanierový ventil prívodný KI 100	ks	5
1.03	Elektrodesign	Tanierový ventil prívodný KO100	ks	4
1.04	Klimat	Výfukový kus 45 ° Ø 125mm	ks	2
1.05	Atrea	Rozbočovač 1x Ø 125mm / 4x Ø 100mm	ks	1
1.05	Atrea	Rozbočovač 1x Ø 125mm / 4x Ø 100mm	ks	1
1.07	Klimat	Oblúk 90°, Ø 125	ks	3
1.08	Klimat	Oblúk 90°, Ø 100	ks	5
1.09	Klimat	Oblúk 45°, Ø 100	ks	8
1.10	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 1m	ks	7
1.13	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,35m	ks	1
1.14	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,75m	ks	1
1.24	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 1m	ks	30
1.27	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,5m	ks	7
1.28	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,25m	ks	2
1.31	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 125, 0,5m	ks	2
1.32	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 1,6m	ks	1
1.33	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 0,9m	ks	1
1.38	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 1m	ks	7
1.39	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 0,5m	ks	2
1.40	Klimat	Redukcia 160/125 Ø 100, 0,28 m	ks	2

## Byt 1.3

Ozn.	Výrobca	Název výrobku	Jednotka	
10	ATREA	Decentrálna VZT jednotka Duplex EC4 pre prívod a odvod vzduchu v skladbe :doskový výmenník, 2 x filter G4, 2x ventilátor , vnútorné prevedenie	ks	1
1.02	Elektrodesign	Tanierový ventil prívodný KI 100	ks	5
1.03	Elektrodesign	Tanierový ventil prívodný KO100	ks	4
1.04	Klimat	Výfukový kus 45 ° Ø 125mm	ks	2
1.05	Atrea	Rozbočovač 1x Ø 125mm / 4x Ø 100mm	ks	1
1.05	Atrea	Rozbočovač 1x Ø 125mm / 4x Ø 100mm	ks	1
1.07	Klimat	Oblúk 90°, Ø 125	ks	3
1.08	Klimat	Oblúk 90°, Ø 100	ks	4
1.09	Klimat	Oblúk 45°, Ø 100	ks	8
1.10	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 1m	ks	12
1.15	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,29m	ks	1
1.16	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,61m	ks	1

1.24	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 1m	ks	32
1.26	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,6m	ks	2
1.27	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,5m	ks	6
1.28	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,25m	ks	3
1.31	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 125, 0,5m	ks	2
1.34	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 1,5m	ks	1
1.35	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 2,4m	ks	1
1.38	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 1m	ks	7
1.39	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 0,5m	ks	2
1.40	Klimat	Redukcia 160/125 Ø 100, 0,28 m	ks	2

## Byt 1.4

Ozn.	Výrobca	Názov výrobku	Jednotka	
10	ATREA	Decentrálna VZT jednotka Duplex EC4 pre prívod a odvod vzduchu v skladbe :doskový výmenník, 2 x filter G4, 2x ventilátor , vnútorné prevedenie	ks	1
1.02	Elektrodesign	Tanierový ventil prívodný KI 100	ks	4
1.03	Elektrodesign	Tanierový ventil prívodný KO100	ks	4
1.04	Klimat	Výfukový kus 45 ° Ø 125mm	ks	2
1.05	Atrea	Rozbočovač 1x Ø 125mm / 4x Ø 100mm	ks	1
1.06	Atrea	Rozbočovač 1x Ø 125mm / 4x Ø 100mm	ks	1
1.07	Klimat	Oblúk 90°, Ø 125	ks	3
1.08	Klimat	Oblúk 90°, Ø 100	ks	4
1.09	Klimat	Oblúk 45°, Ø 100	ks	5
1.10	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 1m	ks	6
1.11	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,43m	ks	1
1.18	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,8m	ks	1
1.19	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,54m	ks	1
1.21	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,65m	ks	1
1.22	Klimat	Rúra kruhová, Ø 125 dĺžky 0,35m	ks	1
1.24	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 1m	ks	25
1.25	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,75m	ks	2
1.26	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,6m	ks	1
1.27	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,5m	ks	6
1.28	Klimat	Rúra kruhová, Ø 100 dĺžky 0,25m	ks	2
1.35	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 125, 2,5m	ks	1
1.36	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 125, 0,7m	ks	2
1.37	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 125, 3,0m	ks	1
1.38	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 1,0m	ks	6
1.39	Elektrodesign	Ohybné potrubie Sonoflex MI Ø 100, 0,5m	ks	2
1.40	Klimat	Redukcia 160/125 Ø 100, 0,28 m	ks	2

## 23. Tabuľka zariadení

BYTOVÝ DOM	Ventilátor				Elektrina				Ovládanie
	Prívod	Odvod	Externý tlak	Počet	Napätie/frekvencia	Prúd	Príkonnosť	IP	
	(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /h)	(Pa)	(ks)	(V/Hz)	(A)	(W)	(-)	
Zariadenie č.1									Nástenný digitálny ovládač CP 19 RD
Decentrálna jednotka Atrea 390 ECV4									
Prívodný ventilátor									
Odvodný ventilátor		175	167	1	230/50	1	120	44	

## 24. Záver

Pre bytový dom bolo zvolené decentrálné vetranie. Tým bude zaistené dostatočné vetranie a odvod škodlivín behom celého roka. Rozvody sú navrhnuté ako kruhové, vzduch je od vzduchotechnickej jednotky nasledovne privedený do rozdeľovača, odkiaľ je vzduch rozdelený na požadované prietoky miestností. Distribúciu vzduchu do jednotlivých miestností zabezpečujú tanierové ventily, ktoré sú podľa typu rozdelené na prívodné a odvodné.

Táto bakalárska práca bola spracovaná podľa príslušných noriem, vyhlásiek, zákonov a katalógov výrobcov. Vzduchotechnické jednotky boli navrhnuté s ohľadom na ekonomickú stránku, životné prostredie a hospodárnosť

**25. Zoznam skratiek a symbolov**

Značka	Veličina	jednotka
A	prierez	m <sup>2</sup>
c	merná tepelná kapacita	J/kgK
h	výška slnka nad obzorom	m
s	tieniaci súčiniteľ	(-)
$\gamma$	azimutový uhol steny	°
$\alpha$	slnečný azimut	°
$\psi$	časové oneskorenie	h
$\rho$	objemová hmotnosť	kg/m <sup>3</sup>
U	súčiniteľ prestupu tepla	W/m <sup>2</sup> K
R	tepelný odpor	m <sup>2</sup> K/W
$\lambda$	súčiniteľ tepelnej vodivosti	W/mK
$\varphi$	relatívna vlhkosť vzduchu	%

## 26. Zoznam použitej literatúry

[1] DREVOSTAV SLOVAKIA: *Rámová konštrukcia*. Drevostav Slovakia, 2015, [ cit. 01.05.2015]. Dostupné na webovskej stránke (worldwide web): <http://www.drevstavslovakia.sk/nizkoenergeticky-dom/ramova-konstrukcia>

[2] DREVOSTAV SLOVAKIA: *Konštrukčný systém*. Drevostav Slovakia, 2015, [ cit. 01.05.2015 ]. Dostupné na webovskej stránke (worldwide web): <http://www.drevstavslovakia.sk/pasivny-dom/konstrukcny-system>

[3] SZÉKYOVÁ, M.-FERSTL, K.-NOVÝ, R.: *Větrání a klimatizace*. Bratislava: Vydavateľstvo JAGA group, 2006, 359 s. ISBN 80-8076-037-3

[4] DOLEŽÍLKOVÁ, H. 2007: *Rezidenční mikroprostředí*. Disertační práce. ČVUT, Fakulta stavební, Katedra TZB. Dostupne na webovskej stránke: <http://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-bytovych-domu/6181-vetrani-panelovych-domu-opatreni-a-jejich-limity>

[5] DOLEŽÍKOVÁ, Hana - PAPEŽ, Karel. 2005, [cit. 02.05.2015]: Příspěvek k problematice bytového větrání-množstvovětracího vzduchu, vznikající škodliviny. *Topenárstvíinstalace*, 2005/1, s. 40.,ISSN 1211-0906 Dostupné na webovskej stránke: <http://www.topin.cz/download.php?idx=70728&di=7>

[6] HIRŠ, J. - GEBAUER G. 2006 *Vzduchotechnika v příkladech – 1*. Prvé vydanie. Brno. Akademické nakladatelství CERM s.r.o., str.230, ISBN 80-7204-486-9

[7] MAURER, Karel et al., 2007. *Vzduchotechnická zařízení pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních studijního oboru TZB*. Nakladatelství Sobotáles, str. 380. ISBN: 978-80-86817-21-0

[8] ISOVER. 2010. *Tepelný komfort*. [ cit. 11.05.2015] Dostupné na webovskej stránke: <http://www.isover-vzduchotesnost.cz/Benefits/Thermal-comfort>

[9] CHYSKÝ, J., HEMZAL, K. et al.: *Větrání a klimatizace. TP sv. 31. ČMT. Praha 1993, 490 s. ISBN 80-901574-0-8.*

[10] *Norma ČSN 15665/Z1*

[11] *Norma ČSN 12 831*

[12] BEČKOVSKÝ, D. *Tepelná technika budov* [PDF dokument]. Získané z FAST VUT v Brne na webovej stránke: <http://www.fce.vutbr.cz/>

[13] RUBINOVÁ, O. *Vzduchotechnika – cvičenie 12* [PDF dokument]. Získané z FAST VUT v Brne na webovej stránke: <http://www.fce.vutbr.cz/>

## 27. Zoznam príloh

Príloha č.1	výkres č.1.....	pôdorys	1:50
Príloha č.2	výkres č.2.....	rezy	1:50
Príloha č.3	výkres č.3.....	pôdorys	1:100
Príloha č.4	výkres č.4.....	rez	1:50
Príloha č.5	Technický list č.1	VZT zariadenie 1	
Príloha č.6	Výpočet tepelných záťaží miestností - pokračovanie		



## 28. Príloha č.4

### 28.1 Výpočet tepelnej zát'aže - pokračovanie

#### 28.1.1.1 Miestnosť 3.2.6 (obývací izba)

1) Vstupné hodnoty

Výpočet uskutočnený pre 16 hod

Výpočtové hodnoty klimatických veličín brané pre Pardubice

Vstupné teploty: – teplota interiéru  $t_i = 26\text{ °C}$

– teplota exteriéru  $t_e = 29\text{ °C}$

Orientácia fasády a okien – západ

Okenné otvory

Okno 1

Rozmery

$la = 2,1\text{ m}$      $lb = 2,3\text{ m}$     plocha =  $4,83\text{ m}^2$

Hĺbkky okna

$c = 1,413\text{ m}$      $d = 0,183\text{ m}$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$f = 0,124\text{ m}$

$g = 0,56\text{ m}$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 )

$\alpha = 260\text{ °}$

$h = 34\text{ m}$

Azimut okna  $\gamma$

$\gamma = 225\text{ °}$

Okno 2

Rozmery

$la = 1,8\text{ m}$      $lb = 1,5\text{ m}$     plocha =  $2,7\text{ m}^2$

Hĺbkky okna

$c = 1,413\text{ m}$      $d = 0,183\text{ m}$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,124 \text{ m}$$

$$g = 0,56 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 )

$$\alpha = 260^\circ$$

$$h = 34 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 203^\circ$$

2) Výpočet oslnenej časti

Okno 1

Vodorovný tieň  $e_1$ , zvislý tieň  $e_2$  – výpočet podľa vzťahu (3-6) a (3-5).

$$e_1 = 0,183 \cdot \text{tg}(260-225) \quad e_1 = 0,128 \text{ m} \text{ – započítava sa}$$

$$e_2 = 1,413 \cdot \frac{\text{tg } 34}{\cos |260-225|} \quad e_2 = 1,163 \text{ m} \text{ – započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [2,1-(0,128-0,124)] [2,3-(1,163-0,56)] \quad S_{os} = 3,56 \text{ m}^2$$

Okno 2

$$e_1 = 0,183 \cdot \text{tg}(260-203) \quad e_1 = 0,282 \text{ m} \text{ – započítava sa}$$

$$e_2 = 1,413 \cdot \frac{\text{tg } 34}{\cos |260-203|} \quad e_2 = 1,75 \text{ m} \text{ – započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [1,8-(0,282-0,124)] [2,3-(1,75-0,56)] \quad S_{os} = 0,51 \text{ m}^2$$

3) Tepelný zisk okien radiáciou  $\dot{Q}_{or}$  – výpočet podľa vzťahu (3-3)

Okno 1

$$c_o = 1 \text{ (-)},$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 \cdot 0,65 = 0,39 \text{ (-)}$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or1} = [3,56 \cdot 539 \cdot 1 + (4,83 - 3,56) 100] \cdot 0,39$$

$$\dot{Q}_{or1} = 807 \text{ W}$$

Okno 2

$$c_o = 1 \text{ (-)},$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 = 0,6 \quad \text{(-)}$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or2} = [0,51 \cdot 539 \cdot 1 + (2,7 - 0,51) 100] \cdot 0,6$$

$$\dot{Q}_{or2} = 319 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov radiáciou  $\dot{Q}_{or} = 1125 \text{ W}$ 4) Tepelný zisk okien konvenciou  $\dot{Q}_{ok}$  – výpočet podľa vzťahu (3-1)

Okno1

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_{ok1} = 1,2 \cdot 4,83 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 17,4 \text{ W}$$

Okno 2

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 1,2 \cdot 2,7 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 9,7 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov konvenciou  $\dot{Q}_{ok} = 27,1 \text{ W}$

5) Tepelný zisk vonkajších stien a strechy  $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ , – výpočet podľa vzťahu (3-8) a (3-10)

Stena je stredná ťažká  $\delta = 0,417 \text{ m}$

$\psi = 32 \cdot 0,417 - 0,5 \quad \psi = 13 \text{ h}$       výpočet podľa vzťahu (3-9)

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot 13}{2500^{13}} \quad m = 0,16 \text{ (-)}$$

$tr_\psi = 16 \text{ °C}$       hodnota z Tab. 3-4

$tr_m = 29,7 \text{ °C}$       hodnota z Tab. 3-4

$$S = (6,53 \cdot 3,25) - (7,53) \quad S = 13,7 \text{ m}^2$$

$k = 0,17 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$       hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,17 \cdot 13,7 \cdot (29,7 - 26) + 0,16 \cdot (16 - 29,7)$$

$$\dot{Q}_s = 4,6 \text{ W}$$

Strecha je počítaná ako ťažká konštrukcia

$tr_m = 33,6 \text{ °C}$       hodnota z Tab. 3-4

$$S = (5,12 \cdot 6,37)$$

$$S = 32,6 \text{ m}^2$$

$k = 0,11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$       hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 32,6 \cdot (33,6 - 26) \quad \dot{Q}_s = 27,3 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vnútorných stien a dverí  $\dot{Q}_{si}, \dot{Q}_d$ , – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Vnútorné dvere

$k_d = 2,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$       hodnota z Tab. 9-1

$t_{is}$  – teplota do neklimatizovaného priestoru  $t_{is} = 29 \text{ °C}$

$$S = (1 \cdot 2,02)$$

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

$$\dot{Q}_s = 2,0 \cdot 2,02 \cdot (29 - 26) \quad \dot{Q}_s = 12,1 \text{ W}$$

Vnútorná stena

$$k_d = 0,24 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$t_{is} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = (6,23 \cdot 2,91) - (1 \cdot 2,02)$$

$$S = 16,10 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 0,24 \cdot 16,1 \cdot (29 - 26) \quad \dot{Q}_s = 12,1 \text{ W}$$

6) Produkcia tepla od ľudí  $\dot{Q}_l$  – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Prepočet na ekvivalentný počet osôb – výpočet podľa vzťahu (3-12)

Počíta sa s jedným mužom a jednou ženou

$$i_l = 0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 0 + 2 \quad i_l = 2,85$$

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36 - 26) \cdot 2,85$$

$$\dot{Q}_l = 176,7 \text{ W}$$

7) Produkcia tepla od svietidiel  $\dot{Q}_{sv}$  – výpočet podľa vzťahu (3-16)

$$c_1 = 1, c_2 = 2$$

Osvetlená časť sa uvažuje iba v okolí kuchynskej linky

$$S_s = 2,5 \cdot 2,4 \quad S_s = 2,5 \cdot 2,4 = 6 \text{ m}^2$$

$$P_s = 15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-6

$$\dot{Q}_{sv} = 6 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 1 \quad \dot{Q}_{sv} = 90 \text{ W}$$

8) Produkcia tepla od kuchynského vybavenia a elektroniky v obývacej izbe  $\dot{Q}_e$

Uvažuje sa s hodnotou  $\dot{Q}_e = 1400 \text{ W}$  (sporák, tv, mikrovlnná rúra)

8) Tepelné zisky vetraním miestnosti – výpočet podľa vzťahu (3-23)

$$V = 100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad V = 100/3600 = 0,028 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vm} = 0,027 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{vm} = 98 \text{ W}$$

10) Produkcia vodnej pary od ľudí  $M_{wl}$  – výpočet podľa vzťahu (3-24)

$$g_w = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

hodnota z Tab. 3-5

$$M_{wl} = 1,85 \cdot 116$$

$$M_{wl} = 215 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

### 28.1.1.2 Miestnosť 3.2.4 (Spálňa)

1) Vstupné hodnoty

Výpočet je uvažovaný pre 17 hod

Vstupné teploty: – teplota interiéru  $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

– teplota exteriéru  $t_e = 29 \text{ }^\circ\text{C}$

Orientácia fasády a okien – severozápad

Okenné otvory

Okno 4

Rozmery

$$la = 1,3 \text{ m} \quad lb = 0,6 \text{ m} \quad \text{plocha} = 0,78 \text{ m}^2$$

Hĺbkky okna

$$c = 1,95 \text{ m} \quad d = 1,48 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,555 \text{ m}$$

$$g = 1,92 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom podľa tabuľky 3-3

$$\alpha = 272^\circ$$

$$h = 15 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 300^\circ$$

## 2) Výpočet oslnenej časti

Okno 4

Vodorovný tieň  $e_1$ , zvislý tieň  $e_2$  – výpočet podľa vzťahu (3-6) a (3-5).

$$e_1 = 1,92 \cdot \operatorname{tg}(272-300) \quad e_1 = 0,787 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 0,555 \cdot \frac{\operatorname{tg} 15}{\cos |272-300|} \quad e_2 = 0,592 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [1,3-(0)] [0,6-(0,592-0,555)] \quad S_{os} = 0,73 \text{ m}^2$$

3) Tepelný zisk okien radiáciou  $\dot{Q}_{or}$  – výpočet podľa vzťahu (3-3)

Okno 4

$$c_o = 1 (-), \quad \text{hodnota z Tab. 3-2}$$

$$s = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54 (-) \quad \text{stredne čistá oblasť}$$

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$I_o = 361 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$\dot{Q}_{or1} = [0,73 \cdot 361 \cdot 1 + (0,78 - 0,73) 100] \cdot 0,54$$

$$\dot{Q}_{or1} = 144,8 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov radiáciou  $\dot{Q}_{or} = 144,8 \text{ W}$ 4) Tepelný zisk okien konvenciou  $\dot{Q}_{ok}$  – výpočet podľa vzťahu (3-1)

Okno 4

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 1,2 \cdot 0,78 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 2,8 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vonkajších stien a strechy  $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ , – výpočet podľa vzťahu (3-8) a (3-10)

Stena je stredná ťažká  $\delta = 0,417 \text{ m}$

$$\psi = 32 \cdot 0,417 - 0,5 \quad \psi = 13 \text{ h}$$

výpočet podľa vzťahu (3-9)

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot 13}{2500^{13}} \quad m = 0,16 \text{ (-)}$$

$$tr_{\psi} = 16,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$tr_m = 27,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$S = 13,2 \text{ m}^2$$

$$k = 0,17 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,17 \cdot 13,2 \cdot (27,8 - 26) + 0,16 \cdot (16 - 27,8)$$

$$\dot{Q}_s = 12,1 \text{ W}$$

Strecha je počítaná ako ťažká

$$tr_m = 33,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$S = (3,29 \cdot 4,45)$$

$$S = 14,6 \text{ m}^2$$

$$k = 0,11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 15,7 \cdot (33,6 - 26) \quad \dot{Q}_s = 12,2 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vnútorných stien a dverí  $\dot{Q}_{si}$ ,  $\dot{Q}_d$ , – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Vnútorné dvere

$$k_d = 2,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$t_{is} \text{ – teplota do neklimatizovaného priestoru } t_{is} = 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$S = (0,9 \cdot 2,02)$$

$$S = 1,818 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 2,0 \cdot 1,818 \cdot (29 - 26) \quad \dot{Q}_s = 10,9 \text{ W}$$

Vnútorná stena

$$k_d = 0,37 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$t_{is} = 29 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$S = 7,0 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 0,37 \cdot 7,0 \cdot (29 - 26) \quad \dot{Q}_s = 7,77 \text{ W}$$



6) Produkcia tepla od ľudí  $\dot{Q}_l$  – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Prepočet na ekvivalentný počet osôb – výpočet podľa vzťahu (3-12)

Počíta sa s jedným mužom a jednou ženou

$$i_l = 0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 0 + 1 \quad i_l = 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36-26) \cdot 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 114,7 \text{ W}$$

7) Produkcia tepla od svietidiel  $\dot{Q}_{sv}$  sa neuvažuje

8) Produkcia tepla elektronikou v spálni  $\dot{Q}_e$  sa neuvažuje

8) Tepelné zisky vetraním miestnosti  $\dot{Q}_{vm}$  – výpočet podľa vzťahu (3-23)

$$V = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad V = 50/3600 = 0,013 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vm} = 0,013 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{vm} = 47 \text{ W}$$

10) Produkcia vodnej pary od ľudí  $M_{wl}$  – výpočet podľa vzťahu (3-24)

$$g_w = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

hodnota z Tab. 3-5

$$M_{wl} = 1,85 \cdot 116$$

$$M_{wl} = 215 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

### 28.1.1.3 Miestnosť 3.2.7 (Detská izba)

1) Vstupné hodnoty

Výpočet je uvažovaný pre 15 hod

Vstupné teploty: – teplota interiéru  $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

– teplota exteriéru  $t_e = 29 \text{ }^\circ\text{C}$

Orientácia fasády a okien – Juhozápad

Okenné otvory

Okno 3

Rozmery

$$la = 1,8 \text{ m} \quad lb = 1,5 \text{ m} \quad \text{plocha} = 2,7 \text{ m}^2$$

Hĺbky okna

$$c = 1,413 \text{ m} \quad d = 0,183 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,124 \text{ m}$$

$$g = 0,56 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom podľa tabuľky 3-3

$$\alpha = 246^\circ$$

$$h = 44 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 240^\circ$$

2) Výpočet oslnenej časti

Okno 3

Vodorovný tieň  $e_1$ , zvislý tieň  $e_2$  – výpočet podľa vzťahu (3-6) a (3-5).

$$e_1 = 0,124 \cdot \text{tg}(246-240) \quad e_1 = 0,019 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 0,56 \cdot \frac{\text{tg } 44}{\cos |246-240|} \quad e_2 = 1,372 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [1,8-(0)] [1,8-(1,372-0,56)] \quad S_{os} = 1,24 \text{ m}^2$$

3) Tepelný zisk okien radiáciou  $\dot{Q}_{or}$  – výpočet podľa vzťahu (3-3)

Okno 3

$$c_o = 1 (-),$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 \cdot 0,65 = 0,39 (-)$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 511 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or1} = [1,24 \cdot 511 \cdot 1 + (2,7 - 1,24) 100] \cdot 0,039$$

$$\dot{Q}_{or1} = 313,5$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov radiáciou  $\dot{Q}_{or} = 313,5 \text{ W}$ 4) Tepelný zisk okien konvenciou  $\dot{Q}_{ok}$  – výpočet podľa vzťahu (3-1)

Okno 3

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_{ok1} = 1,2 \cdot 2,7 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 8,91 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vonkajších stien a strechy  $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ , – výpočet podľa vzťahu (3-8) a (3-10)Stena je stredná ťažká  $\delta = 0,417 \text{ m}$ 

$$\psi = 32 \cdot 0,417 - 0,5 \quad \psi = 13 \text{ h}$$

výpočet podľa vzťahu (3-9)

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot 13}{2500^{13}} \quad m = 0,16 (-)$$

$$tr_\psi = 16,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$tr_m = 30,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$S = 9,49 \text{ m}^2$$

$$k = 0,17 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,17 \cdot 9,49 \cdot (30,2 - 26) + 0,16 \cdot (16,2 - 30,2)$$

$$\dot{Q}_s = 3,2 \text{ W}$$

Strecha je počítaná ako ťažká

$$tr_m = 33,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$S = (5,1 \cdot 3,67)$$

$$S = 18,717 \text{ m}^2$$

$$k = 0,11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 18,717 \cdot (33,6-26) \quad \dot{Q}_s = 15,6 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vnútorných stien a dverí  $\dot{Q}_{si}$ ,  $\dot{Q}_d$ , – výpočet podľa vzťahu (3-11)  
neuvvažuje sa

6) Produkcia tepla od ľudí  $\dot{Q}_l$  – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Prepočet na ekvivalentný počet osôb – výpočet podľa vzťahu (3-12)

Počíta sa s jedným mužom a jednou ženou

$$i_l = 0,85 \cdot 0 + 0,75 \cdot 0 + 1 \quad i_l = 1,0$$

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36-26) \cdot 1,0$$

$$\dot{Q}_l = 62 \text{ W}$$

7) Produkcia tepla od svietidiel  $\dot{Q}_{sv}$  sa neuvvažuje

8) Produkcia tepla elektronikou v detskej izbe  $\dot{Q}_e$  sa neuvvažuje

8) Tepelné zisky vetraním miestnosti  $\dot{Q}_{vm}$  – výpočet podľa vzťahu (3-23)

$$V = 25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad V = 25/3600 = 0,007 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vm} = 0,007 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{vm} = 25 \text{ W}$$

10) Produkcia vodnej pary od ľudí  $M_{wl}$  – výpočet podľa vzťahu (3-24)

$$g_w = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

hodnota z Tab. 3-5

$$M_{wl} = 1,0 \cdot 116$$

$$M_{wl} = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

## 28.1.1.4 Miestnosť 3.3.6 (obývací izba)

## 1) Vstupné hodnoty

Výpočet uskutočnený pre 10 hod

Výpočtové hodnoty klimatických veličín brané pre Pardubice

Vstupné teploty: – teplota interiéru  $t_i = 26 \text{ °C}$ – teplota exteriéru  $t_e = 29 \text{ °C}$ 

Orientácia fasády a okien – juhovýchod a juh

Okenné otvory

## Okno 1

Rozmery

 $la = 2,1 \text{ m}$      $lb = 2,3 \text{ m}$     plocha =  $4,83 \text{ m}^2$ 

Hĺbkky okna

 $c = 1,413 \text{ m}$      $d = 0,183 \text{ m}$ 

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

 $f = 0,124 \text{ m}$  $g = 0,56 \text{ m}$ Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 ) $\alpha = 131 \text{ °}$  $h = 52 \text{ m}$ Azimut okna  $\gamma$  $\gamma = 146 \text{ °}$ 

## Okno 2

Rozmery

 $la = 1,8 \text{ m}$      $lb = 1,5 \text{ m}$     plocha =  $2,7 \text{ m}^2$ 

Hĺbkky okna

 $c = 1,413 \text{ m}$      $d = 0,183 \text{ m}$ 

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

 $f = 0,124 \text{ m}$  $g = 0,56 \text{ m}$ Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 )

$$\alpha = 131^\circ$$

$$h = 52 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 155^\circ$$

2) Výpočet oslnenej časti

Okno 1

Vodorovný tieň  $e_1$ , zvislý tieň  $e_2$  – výpočet podľa vzťahu (3-6) a (3-5).

$$e_1 = 0,183 \cdot \text{tg}(131-146) \quad e_1 = 0,049 \text{ m} \text{ – nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 1,413 \cdot \frac{\text{tg } 52}{\cos |131-146|} \quad e_2 = 1,872 \text{ m} \text{ – započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [2,1-(0)] [2,3-(1,872 - 1,413)] \quad S_{os} = 2,07 \text{ m}^2$$

Okno 2

$$e_1 = 0,183 \cdot \text{tg}(131-155) \quad e_1 = 0,081 \text{ m} \text{ – nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 1,413 \cdot \frac{\text{tg } 52}{\cos |161-155|} \quad e_2 = 1,98 \text{ m} \text{ – započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [1,8-(0)] [2,3-(1,98-0,1413)] \quad S_{os} = 0,14 \text{ m}^2$$

3) Tepelný zisk okien radiáciou  $\dot{Q}_{or}$  – výpočet podľa vzťahu (3-3)

Okno 1

$$c_o = 1 \text{ (-)},$$

$$s = 0,6 \cdot 0,65 = 0,39 \text{ (-)}$$

hodnota z Tab. 3-2

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$I_o = 506 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$\dot{Q}_{or1} = [2,07 \cdot 506 \cdot 1 + (4,83 - 2,07) 100] \cdot 0,39$$

$$\dot{Q}_{or1} = 549 \text{ W}$$

Okno 2

$$c_o = 1 \text{ (-)}, \quad \text{hodnota z Tab. 3-2}$$

$$s = 0,6 = 0,6 \quad \text{(-)} \quad \text{stredne čistá oblasť}$$

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$I_o = 335 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$\dot{Q}_{or2} = [0,14 \cdot 335 \cdot 1 + (2,7 - 0,14) 100] \cdot 0,6$$

$$\dot{Q}_{or2} = 228,4 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov radiáciou  $\dot{Q}_{or} = 777,4 \text{ W}$

4) Tepelný zisk okien konvenciou  $\dot{Q}_{ok}$  – výpočet podľa vzťahu (3-1)

Okno1

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 1,2 \cdot 4,83 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 17,4 \text{ W}$$

Okno 2

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 1,2 \cdot 2,7 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 9,7 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov konvenciou  $\dot{Q}_{ok} = 27,1 \text{ W}$

5) Tepelný zisk vonkajších stien a strechy  $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ , – výpočet podľa vzťahu (3-8) a (3-10)

Stena je ťažká  $\delta = 0,517$  m

$$tr_m = 29,6 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$S = 18,1 \text{ m}^2$$

$$k = 0,13 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_s = 0,13 \cdot 18,1 \cdot (29,6-26) \quad \dot{Q}_s = 8,5 \text{ W}$$

Strecha je počítaná ako ťažká konštrukcia

$$tr_m = 33,6 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$S = (6,23 \cdot 5,07)$$

$$S = 31,6 \text{ m}^2$$

$$k = 0,11 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 31,6 \cdot (33,6-26) \quad \dot{Q}_s = 26,4 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vnútorných stien a dverí  $\dot{Q}_{st}, \dot{Q}_d$ , – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Vnútorné dvere

$$k_d = 2,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$t_{is} \text{ – teplota do neklimatizovaného priestoru } t_{is} = 29 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$S = (1 \cdot 2,02)$$

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

$$\dot{Q}_s = 2,0 \cdot 2,02 \cdot (29-26) \quad \dot{Q}_s = 12,1 \text{ W}$$

Vnútorná stena

$$k_d = 0,24 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$t_{is} = 29 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$S = 16,05 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 0,24 \cdot 16,05 \cdot (29-26) \quad \dot{Q}_s = 11,6 \text{ W}$$



6) Produkcia tepla od ľudí  $\dot{Q}_l$  – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Prepočet na ekvivalentný počet osôb – výpočet podľa vzťahu (3-12)

Počíta sa s jedným mužom a jednou ženou

$$i_l = 0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 0 + 2 \quad i_l = 2,85$$

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36 - 26) \cdot 2,85$$

$$\dot{Q}_l = 176,7 \text{ W}$$

7) Produkcia tepla od svietidiel  $\dot{Q}_{sv}$  – výpočet podľa vzťahu (3-16)

$$c_1 = 1, c_2 = 2$$

Osvetlená časť sa uvažuje iba v okolí kuchynskej linky

$$S_s = 2,5 \cdot 2,4 \quad S_s = 2,5 \cdot 2,4 = 6 \text{ m}^2$$

$$P_s = 15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-6

$$\dot{Q}_{sv} = 6 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 1 \quad \dot{Q}_{sv} = 90 \text{ W}$$

8) Produkcia tepla od kuchynského vybavenia a elektroniky v obývacej izbe  $\dot{Q}_e$

Uvažuje sa s hodnotou  $\dot{Q}_e = 1400 \text{ W}$  (sporák, tv, mikrovlnná rúra)

8) Tepelné zisky vetraním miestnosti – výpočet podľa vzťahu (3-23)

$$V = 100 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad V = 100/3600 = 0,028 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vm} = 0,027 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{vm} = 98 \text{ W}$$

10) Produkcia vodnej pary od ľudí  $M_{wl}$  – výpočet podľa vzťahu (3-24)

$$g_w = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

hodnota z Tab. 3-5

$$M_{wl} = 1,85 \cdot 116$$

$$M_{wl} = 215 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

## 28.1.1.5 Miestnosť 3.3.4 (Spálňa)

## 1) Vstupné hodnoty

Výpočet je uvažovaný pre 8 hod

Vstupné teploty: – teplota interiéru  $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

– teplota exteriéru  $t_e = 29 \text{ }^\circ\text{C}$

Orientácia fasády a okien – východ

Okenné otvory

Okno 4

Rozmery

$$la = 1,3 \text{ m} \quad lb = 0,6 \text{ m} \quad \text{plocha} = 0,78 \text{ m}^2$$

Hĺbkky okna

$$c = 1,95 \text{ m} \quad d = 1,48 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,555 \text{ m}$$

$$g = 1,75 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom podľa tabuľky 3-3

$$\alpha = 272^\circ$$

$$h = 15 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 300^\circ$$

## 2) Výpočet oslnenej časti

Okno 4

Vodorovný tieň  $e_1$ , zvislý tieň  $e_2$  – výpočet podľa vzťahu (3-6) a (3-5).

$$e_1 = 1,75 \cdot \text{tg}(272-300) \quad e_1 = 0,787 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 0,555 \cdot \frac{\text{tg } 15}{\cos |272-300|} \quad e_2 = 0,592 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [1,3 \cdot (0)] [0,6 - (0,592 - 0,555)] \quad S_{os} = 0,73 \text{ m}^2$$

3) Tepelný zisk okien radiáciou  $\dot{Q}_{or}$  – výpočet podľa vzťahu (3-3)

Okno 4

$$c_o = 1 \text{ (-)}, \quad \text{hodnota z Tab. 3-2}$$

$$s = 0,6 \cdot 0,9 = 0,54 \text{ (-)} \quad \text{stredne čistá oblasť}$$

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$\dot{Q}_{or1} = [0,73 \cdot 539 \cdot 1 + (0,78 - 0,73) 100] \cdot 0,54$$

$$\dot{Q}_{or1} = 215,7 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov radiáciou  $\dot{Q}_{or} = 215,7 \text{ W}$

4) Tepelný zisk okien konvenciou  $\dot{Q}_{ok}$  – výpočet podľa vzťahu (3-1)

Okno4

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 1,2 \cdot 0,78 \cdot (29 - 26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 2,8 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vonkajších stien a strechy  $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ , – výpočet podľa vzťahu (3-8) a (3-10)

Stena je ťažká  $\delta = 0,517 \text{ m}$

$$tr_m = 29,7 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$S = 15,01 \text{ m}^2$$

$$k = 0,13 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 15,01 \cdot (29,7 - 26) \quad \dot{Q}_s = 7,2 \text{ W}$$

Strecha je počítaná ako ťažká

$$tr_m = 33,6 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$S = (5,02 \cdot 3,28)$$

$$S = 16,46 \text{ m}^2$$

$$k = 0,11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 15,7 \cdot (33,6 - 26) \quad \dot{Q}_s = 12,2 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vnútorných stien a dverí  $\dot{Q}_{si}$ ,  $\dot{Q}_d$ , – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Vnútorné dvere

$$k_d = 2,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$t_{is}$  – teplota do neklimatizovaného priestoru  $t_{is} = 29 \text{ °C}$

$$S = (0,9 \cdot 2,02)$$

$$S = 1,818 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 2,0 \cdot 1,818 \cdot (29 - 26) \quad \dot{Q}_s = 10,9 \text{ W}$$

Vnútorná stena

$$k_d = 0,37 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$t_{is} = 29 \text{ °C}$

$$S = 7,0 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 0,37 \cdot 7,0 \cdot (29 - 26) \quad \dot{Q}_s = 7,8 \text{ W}$$

6) Produkcia tepla od ľudí  $\dot{Q}_l$  – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Prepočet na ekvivalentný počet osôb – výpočet podľa vzťahu (3-12)

Počíta sa s jedným mužom a jednou ženou

$$i_l = 0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 0 + 1 \quad i_l = 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36 - 26) \cdot 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 114,7 \text{ W}$$

7) Produkcia tepla od svietidiel  $\dot{Q}_{sv}$  sa neuvažuje

8) Produkcia tepla elektronikou v spálni  $\dot{Q}_e$  sa neuvažuje

8) Tepelné zisky vetraním miestnosti  $\dot{Q}_{vm}$  – výpočet podľa vzťahu (3-23)

$$V = 50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad V = 50/3600 = 0,013 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vm} = 0,013 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{vm} = 47 \text{ W}$$

10) Produkcia vodnej pary od ľudí  $M_{wl}$  – výpočet podľa vzťahu (3-24)

$$g_w = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

hodnota z Tab. 3-5

$$M_{wl} = 1,85 \cdot 116$$

$$M_{wl} = 215 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

#### 28.1.1.6 Miestnosť 3.3.7 (Detská izba)

1) Vstupné hodnoty

Výpočet je uvažovaný pre 9 hod

Vstupné teploty: – teplota interiéru  $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

– teplota exteriéru  $t_e = 29 \text{ }^\circ\text{C}$

Orientácia fasády a okien – východ

Okenné otvory

Okno 3

Rozmery

$$la = 1,8 \text{ m} \quad lb = 1,5 \text{ m} \quad \text{plocha} = 2,7 \text{ m}^2$$

Hĺbkky okna

$$c = 1,413 \text{ m} \quad d = 0,183 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,124 \text{ m}$$

$$g = 0,56 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom podľa tabuľky 3-3

$$\alpha = 131^\circ$$

$$h = 52 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 130^\circ$$

2) Výpočet oslnenej časti

Okno 3

Vodorovný tieň  $e_1$ , zvislý tieň  $e_2$  – výpočet podľa vzťahu (3-6) a (3-5).

$$e_1 = 0,124 \cdot \operatorname{tg}(131-130) \quad e_1 = 0,003 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 0,56 \cdot \frac{\operatorname{tg} 52}{\cos |131-130|} \quad e_2 = 1,809 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [1,8-(0)] [1,8-(1,809-0,56)] \quad S_{os} = 0,45 \text{ m}^2$$

3) Tepelný zisk okien radiáciou  $\dot{Q}_{or}$  – výpočet podľa vzťahu (3-3)

Okno 3

$$c_o = 1 \text{ (-)}, \quad \text{hodnota z Tab. 3-2}$$

$$s = 0,6 \text{ (-)} \quad \text{stredne čistá oblasť}$$

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$I_o = 506 \text{ Wm}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-1}$$

$$\dot{Q}_{or1} = [0,45 \cdot 506 \cdot 1 + (2,7 - 0,45) 100] \cdot 0,6$$

$$\dot{Q}_{or1} = 313,5 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov radiáciou  $\dot{Q}_{or} = 313,5 \text{ W}$

4) Tepelný zisk okien konvenciou  $\dot{Q}_{ok}$  – výpočet podľa vzťahu (3-1)

Okno 3

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 1,2 \cdot 2,7 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 9,72 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vonkajších stien a strechy  $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ , – výpočet podľa vzťahu (3-8) a (3-10)

Stena je ťažká  $\delta = 0,517 \text{ m}$

$$tr_m = 30,2 \text{ °C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$S = 9,48 \text{ m}^2$$

$$k = 0,13 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_s = 0,13 \cdot 9,48 \cdot (30,2-26) \quad \dot{Q}_s = 5,2 \text{ W}$$

Strecha je počítaná ako ťažká

$$tr_m = 33,6 \text{ °C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$S = (3,85 \cdot 5,06)$$

$$S = 18,62 \text{ m}^2$$

$$k = 0,11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 18,62 \cdot (33,6-26) \quad \dot{Q}_s = 15,6 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vnútorných stien a dverí  $\dot{Q}_{si}, \dot{Q}_d$ , – výpočet podľa vzťahu (3-11) neuvažuje sa

6) Produkcia tepla od ľudí  $\dot{Q}_l$  – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Prepočet na ekvivalentný počet osôb – výpočet podľa vzťahu (3-12)

Počíta sa s jedným mužom a jednou ženou

$$i_l = 0,85 \cdot 0 + 0,75 \cdot 0 + 1 \quad i_l = 1,0$$

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36-26) \cdot 1,0$$

$$\dot{Q}_l = 62 \text{ W}$$

7) Produkcia tepla od svietidiel  $\dot{Q}_{sv}$  sa neuvažuje

8) Produkcia tepla elektronikou v detskej izbe  $\dot{Q}_e$  sa neuvažuje

8) Tepelné zisky vetraním miestnosti  $\dot{Q}_{vm}$  – výpočet podľa vzťahu (3-23)

$$V = 25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad V = 25/3600 = 0,007 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vm} = 0,007 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{vm} = 25 \text{ W}$$

10) Produkcia vodnej pary od ľudí  $M_{wl}$  – výpočet podľa vzťahu (3-24)

$$g_w = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

hodnota z Tab. 3-5

$$M_{wl} = 1,0 \cdot 116$$

$$M_{wl} = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

#### 28.1.1.7 Miestnosť 3.4.6 (obývacia izba)

1) Vstupné hodnoty

Výpočet uskutočnený pre 9 hodinu.

Výpočtové hodnoty klimatických veličín brané pre Pardubice

Vstupné teploty: – teplota interiéru  $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

– teplota exteriéru  $t_e = 29 \text{ }^\circ\text{C}$

Orientácia fasády a okien – východ

Okenné otvory

Okno 1

Rozmery

$$la = 1,8 \text{ m} \quad lb = 1,5 \text{ m} \quad \text{plocha} = 2,7 \text{ m}^2$$

Hĺbkky okna

$$c = 1,413 \text{ m} \quad d = 0,183 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,124 \text{ m}$$

$$g = 0,56 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 )

$$\alpha = 120 \text{ }^\circ$$



$$h = 44 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 120^\circ$$

Okno 2

Rozměry

$$la = 2,1 \text{ m} \quad lb = 2,3 \text{ m} \quad \text{plocha} = 4,83 \text{ m}^2$$

Hĺbkky okna

$$c = 1,413 \text{ m} \quad d = 0,183 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,124 \text{ m}$$

$$g = 0,56 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 )

$$\alpha = 114^\circ$$

$$h = 44 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 114^\circ$$

Okno 3

Rozměry

$$la = 1,5 \text{ m} \quad lb = 1,5 \text{ m} \quad \text{plocha} = 2,25 \text{ m}^2$$

Hĺbkky okna

$$c = 0,183 \text{ m} \quad d = 0,183 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,124 \text{ m}$$

$$g = 0,124 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom (podľa tabuľky 3-3 )

$$\alpha = 114^\circ$$

$$h = 44 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 100^\circ$$

## 2) Výpočet oslnenej časti

## Okno 1

Vodorovný tieň  $e_1$ , zvislý tieň  $e_2$  – výpočet podľa vzťahu (3-6) a (3-5).

$$e_1 = 0,183 \cdot \operatorname{tg}(114-120) \quad e_1 = 0,019 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 1,413 \cdot \frac{\operatorname{tg} 44}{\cos |114-120|} \quad e_2 = 1,372 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [1,8-(0)] [1,5-(1,372-0,56)] \quad S_{os} = 1,24 \text{ m}^2$$

## Okno 2

$$e_1 = 0,183 \cdot \operatorname{tg}(114-114) \quad e_1 = 0,0 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 1,413 \cdot \frac{\operatorname{tg} 44}{\cos |114-114|} \quad e_2 = 1,37 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [2,1-(0)] [2,3-(1,37-0,56)] \quad S_{os} = 3,14 \text{ m}^2$$

## Okno 3

$$e_1 = 0,183 \cdot \operatorname{tg}(114-100) \quad e_1 = 0,046 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 0,183 \cdot \frac{\operatorname{tg} 44}{\cos |114-100|} \quad e_2 = 0,182 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [1,5-(0)] \cdot [1,5-(0,182-0,124)] \quad S_{os} = 2,16 \text{ m}^2$$

3) Tepelný zisk okien radiáciou  $\dot{Q}_{or}$  – výpočet podľa vzťahu (3-3)

## Okno 1

$$c_o = 1 (-),$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 \cdot 0,65 = 0,39 (-)$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or1} = [1,24 \cdot 539 \cdot 1 + (2,7 - 1,24) 100] \cdot 0,39$$

$$\dot{Q}_{or1} = 327 \text{ W}$$

## Okno 2

$$c_o = 1 (-),$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 \cdot 0,65 = 0,39 (-)$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or2} = [3,14 \cdot 539 \cdot 1 + (4,83 - 3,14) 100] \cdot 0,39$$

$$\dot{Q}_{or2} = 737 \text{ W}$$

## Okno 3

$$c_o = 1 (-),$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 (-)$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or3} = [2,16 \cdot 539 \cdot 1 + (2,25 - 2,16) 100] \cdot 0,6$$

$$\dot{Q}_{or3} = 706 \text{ W}$$

$$\text{Celkový tepelný zisk okenných otvorov radiáciou } \dot{Q}_{or} = 1770 \text{ W}$$

4) Tepelný zisk okien konvenciou  $\dot{Q}_{ok}$  – výpočet podľa vzťahu (3-1)

Okno1

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_{ok1} = 1,2 \cdot 2,7 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 9,72 \text{ W}$$

Okno 2

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 1,2 \cdot 4,83 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{ok2} = 17,4 \text{ W}$$

Okno 3

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\dot{Q}_{ok3} = 1,2 \cdot 2,25 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{ok3} = 8,1 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov konvenciou  $\dot{Q}_{ok} = 35,2 \text{ W}$

5) Tepelný zisk vonkajších stien a strechy  $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ , – výpočet podľa vzťahu (3-8) a (3-10)

Stena je stredná ťažká  $\delta = 0,417 \text{ m}$

$$tr_m = 30,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$S = 16,98 \text{ m}^2$$

$$k = 0,13 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 16,98 \cdot (30,2-26) \quad \dot{Q}_s = 9,3 \text{ W}$$

Strecha je počítaná ako ťažká konštrukcia

$$tr_m = 33,6 \text{ }^\circ\text{C}$$

hodnota z Tab. 3-4

$$S = (5,05 \cdot 7,26)$$

$$S = 36,66 \text{ m}^2$$

$$k = 0,11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 36,66 \cdot (33,6-26) \quad \dot{Q}_s = 30,7 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vnútorných stien a dverí  $\dot{Q}_{si}$ ,  $\dot{Q}_d$ , – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Vnútorné dvere

$$k_d = 2,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$t_{is} - \text{teplota do neklimatizovaného priestoru} \quad t_{is} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = (1 \cdot 2,02)$$

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

$$\dot{Q}_s = 2,0 \cdot 2,02 \cdot (29 - 26) \quad \dot{Q}_s = 12,1 \text{ W}$$

Vnútorná stena

$$k_d = 0,24 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$t_{is} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = 9,5 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 0,24 \cdot 9,5 \cdot (29 - 26) \quad \dot{Q}_s = 6,9 \text{ W}$$

6) Produkcia tepla od ľudí  $\dot{Q}_l$  – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Prepočet na ekvivalentný počet osôb – výpočet podľa vzťahu (3-12)

Počíta sa s jedným mužom a jednou ženou

$$i_l = 0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 0 + 1 \quad i_l = 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36 - 26) \cdot 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 114,7 \text{ W}$$

7) Produkcia tepla od svietidiel  $\dot{Q}_{sv}$  – výpočet podľa vzťahu (3-16)

$$c_1 = 1, c_2 = 2$$

Osvetlená časť sa uvažuje iba v okolí kuchynskej linky

$$S_s = 2,5 \cdot 2,3 \quad P_s = 2,5 \cdot 2,4 = 6,0 \text{ m}^2$$

$$P_s = 15 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \quad \text{hodnota z Tab. 3-6}$$

$$\dot{Q}_{sv} = 6,0 \cdot 15 \cdot 1 \cdot 1 \quad \dot{Q}_{sv} = 90 \text{ W}$$

8) Produkcia tepla od kuchynského vybavenia a elektroniky v obývacej izbe  $\dot{Q}_e$

Uvažuje sa s hodnotou  $\dot{Q}_e = 1400 \text{ W}$  (sporák, tv, mikrovlnná rúra)

8) Tepelné zisky vetraním miestnosti – výpočet podľa vzťahu (3-23)

$$V = 87,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad V = 87,5/3600 = 0,024 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vm} = 0,024 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{vm} = 88 \text{ W}$$

10) Produkcia vodnej pary od ľudí  $M_{wl}$  – výpočet podľa vzťahu (3-24)

$$g_w = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

hodnota z Tab. 3-5

$$M_{wl} = 1,85 \cdot 116$$

$$M_{wl} = 215 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

### 28.1.1.8 Miestnosť 3.3.5 (Spálňa)

1) Vstupné hodnoty

Výpočet je uvažovaný o 8 hodine

Vstupné teploty: – teplota interiéru  $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$

– teplota exteriéru  $t_e = 29 \text{ }^\circ\text{C}$

Orientácia fasády a okien – východ

Okenné otvory

Okno 4

Rozmery

$$la = 1,8 \text{ m} \quad lb = 0,9 \text{ m} \quad \text{plocha} = 1,62 \text{ m}^2$$

Hĺbkky okna

$$c = 0,183 \text{ m} \quad d = 0,183 \text{ m}$$

Odstupy od zvislej a vodorovnej tieniacej prekážky

$$f = 0,124 \text{ m}$$

$$g = 0,124 \text{ m}$$

Azimut slnka  $\alpha$  a výška slnka  $h$  nad obzorom podľa tabuľky 3-3

$$\alpha = 100^\circ$$

$$h = 34 \text{ m}$$

Azimut okna  $\gamma$

$$\gamma = 88^\circ$$

2) Výpočet oslnenej časti

Okno 4

Vodorovný tieň  $e_1$ , zvislý tieň  $e_2$  – výpočet podľa vzťahu (3-6) a (3-5).

$$e_1 = 0,183 \cdot \operatorname{tg}(100-88) \quad e_1 = 0,039 \text{ m} - \text{nezapočítava sa}$$

$$e_2 = 0,183 \cdot \frac{\operatorname{tg} 34}{\cos |100-88|} \quad e_2 = 0,126 \text{ m} - \text{započítava sa}$$

Oslnená časť okna – výpočet podľa vzťahu (3-4).

$$S_{os} = [1,8 - (0)] [0,9 - (0,126 - 0,124)] \quad S_{os} = 1,62 \text{ m}^2$$

3) Tepelný zisk okien radiáciou  $\dot{Q}_{or}$  – výpočet podľa vzťahu (3-3)

Okno 4

$$c_o = 1 (-),$$

hodnota z Tab. 3-2

$$s = 0,6 \cdot 0,65 = 0,39 (-)$$

stredne čistá oblasť

$$I_{odif} = 100 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$I_o = 539 \text{ Wm}^{-2}$$

hodnota z Tab. 3-1

$$\dot{Q}_{or1} = [1,62 \cdot 539 \cdot 1 + (1,62 - 1,62) 100] \cdot 0,39$$

$$\dot{Q}_{or1} = 340 \text{ W}$$

Celkový tepelný zisk okenných otvorov radiáciou  $\dot{Q}_{or} = 340 \text{ W}$

4) Tepelný zisk okien konvenciou  $\dot{Q}_{ok}$  – výpočet podľa vzťahu (3-1)

Okno4

$$k_o = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 1,2 \cdot 1,62 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{ok1} = 5,83 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vonkajších stien a strechy  $\dot{Q}_s, \dot{Q}_{str}$ , – výpočet podľa vzťahu (3-8) a (3-10)

Stena je ťažká  $\delta = 0,517 \text{ m}$

$$tr_m = 30,2 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$S = 26,7 \text{ m}^2$$

$$k = 0,13 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 26,7 \cdot (30,2-26) \quad \dot{Q}_s = 14,2 \text{ W}$$

Strecha je počítaná ako ťažká

$$tr_m = 33,6 \text{ }^\circ\text{C} \quad \text{hodnota z Tab. 3-4}$$

$$S = (4,78 \cdot 3,23)$$

$$S = 15,4 \text{ m}^2$$

$$k = 0,11 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$\dot{Q}_s = 0,11 \cdot 15,4 \cdot (33,6-26) \quad \dot{Q}_s = 12,9 \text{ W}$$

5) Tepelný zisk vnútorných stien a dverí  $\dot{Q}_{si}, \dot{Q}_d$ , – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Vnútorné dvere

$$k_d = 2,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad \text{hodnota z Tab. 9-1}$$

$$t_{is} \text{ – teplota do neklimatizovaného priestoru } t_{is} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = (0,9 \cdot 2,02)$$

$$S = 1,8 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 2,0 \cdot 1,8 \cdot (29-26) \quad \dot{Q}_s = 10,9 \text{ W}$$



Vnútorná stena

$$k_d = 0,37 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

hodnota z Tab. 9-1

$$t_{is} = 29 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$S = 11,39 \text{ m}^2$$

$$\dot{Q}_s = 0,37 \cdot 11,39 \cdot (29-26) \quad \dot{Q}_s = 12,6 \text{ W}$$

6) Produkcia tepla od ľudí  $\dot{Q}_l$  – výpočet podľa vzťahu (3-11)

Prepočet na ekvivalentný počet osôb – výpočet podľa vzťahu (3-12)

Počíta sa s jedným mužom a jednou ženou

$$i_l = 0,85 \cdot 1 + 0,75 \cdot 0 + 1 \quad i_l = 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 6,2 \cdot (36-26) \cdot 1,85$$

$$\dot{Q}_l = 114,7 \text{ W}$$

7) Produkcia tepla od svietidiel  $\dot{Q}_{sv}$  sa neuvažuje

8) Produkcia tepla elektronikou v spálni  $\dot{Q}_e$  sa neuvažuje

8) Tepelné zisky vetraním miestnosti  $\dot{Q}_{vm}$  – výpočet podľa vzťahu (3-23)

$$V = 87,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \quad V = 87,5/3600 = 0,024 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$c = 1010 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$\dot{Q}_{vm} = 0,024 \cdot 1,2 \cdot 1010 \cdot (29-26)$$

$$\dot{Q}_{vm} = 88 \text{ W}$$

10) Produkcia vodnej pary od ľudí  $M_{wl}$  – výpočet podľa vzťahu (3-24)

$$g_w = 116 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$

hodnota z Tab. 3-5

$$M_{wl} = 1,85 \cdot 116$$

$$M_{wl} = 215 \text{ g} \cdot \text{h}^{-1}$$