



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# VZDUCHOTECHNIKA PRO BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE

VENTILATION OF NEARLY ZERO ENERGY BUILDING

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Frčka

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2020

## **DOKLADOVÁ ČÁST**

1. Zadání
2. Popisný soubor závěrečné práce
3. Bibliografická citace
4. Prohlášení o původnosti VŠKP
5. Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP
6. Popisný soubor závěrečné práce
7. Poděkování





# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	N3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3608T001 Pozemní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Bc. Lukáš Frčka
<b>Název</b>	Vzduchotechnika pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie
<b>Vedoucí práce</b>	Ing. Olga Rubinová, Ph.D.
<b>Datum zadání</b>	31. 3. 2019
<b>Datum odevzdání</b>	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

---

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

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

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

### A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

### B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva.

Může mít i podobu PENB s návrhem opatření a studií technického provedení navržených opatření, např. ve formě schémat.

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

### C. Experimentální řešení a zpracování výsledků

Experiment realizovaný na reálné budově postihující zadanou problematiku

## STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

## **ABSTRAKT**

Tato diplomová práce se zabývá problematikou budov s téměř nulovou spotřebou energie, které jsou povinnou součástí výstavby v České republice po roce 2020. Dále se zabývá vzduchotechnikou a jejím návrhem, jakožto součástí těchto budov. Teoretická část práce řeší závazně právní a technické předpisy, a dále možné úspory ve vzduchotechnice. Výpočetní část se zabývá zadaným objektem s návrhem ve dvou variantách. Zadaným objektem je otevřená zahrada Brno, která vznikla ve spolupráci s nadací Partnerství s.r.o.. Projektová část měření se zabývá kvalitou mikroklimatu interiéru a vyhodnocením účinnosti zpětného získávání tepla, aplikovaného v sestavné vzduchotechnické jednotce.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Vzduchotechnika, budova s téměř nulovou spotřebou energie, zpětné získávání tepla, regenerační výměník, ventilátor, otevřená zahrada, Brno, mikroklima, administrativní budova, úspora energie, PENB, CFD, technická zařízení budov, FAST, VUT, zelená budova

## **ABSTRACT**

This diploma thesis is focused on nearly zero energy buildings, which are a mandatory part of construction of the buildings in Czech republic after 2020. It also deals with HVAC and its design as part of these buildings. The theoretical part deals with legal and technical regulations and possible savings in HVAC systems. The computational part is focused on two solution of HVAC systems in given object. The project part is about the given object, which is otevřená zahrada Brno. This building was founded by Nadace Partnerství s.r.o.. This third part of diploma thesis deals with the quality of indoor microclimate and evaluation of the heat recovery system efficiency, which is applied in local HVAC unit.

## **KEYWORDS**

Airconditioning, nearly zero energy building, heat recovery, regeneration heat exchanger, ventilator, otevřená zahrada, Brno, microclimate, administrative building, energy savings, LEED, CFD, technical equipment of buildings, FAST, VUT, green building

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Bc. Lukáš Frčka *Vzduchotechnika pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie*. Brno, 2020, 300s., 94 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vzduchotechnika pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 11. 2019

---

Bc. Lukáš Frčka  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vzduchotechnika pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 11. 2019

---

Bc. Lukáš Frčka  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat především vedoucí mé bakalářské práce Ing. Olze Rubinové, Ph.D. za cenné rady, vytrvalost, trpělivost a ochotu. Dále bych chtěl poděkovat všem, kteří mi byli oporou a to především své rodině a přítelkyni.

## OBSAH

<b>ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>19</b>
<b>1 ÚVOD DO TEORETICKÉ ČÁSTI</b> .....	<b>21</b>
<b>2 DEFINICE NZEB V ČESKÉ REPUBLICE</b> .....	<b>22</b>
2.1 DEFINICE PODLE EVROPSKÉ SMĚRNICE 2010/31/EU (EPBD II) .....	22
2.2 ZMĚNA DEFINICE NZEB PODLE SMĚRNICE 2010/31/EU SMĚRNICÍ 2018/844/EU .....	24
2.2.1 POROVNÁNÍ ZNĚNÍ ENB PODLE SMĚRNICE 2010/31/EU A 2018/844/EU .....	25
2.3 DEFINICE Z HLEDISKA OBÁLKY BUDOVY .....	25
2.4 DEFINICE Z HLEDISKA ZDROJŮ ENERGIE .....	27
2.5 ZÁKLADNÍ STAVEBNĚ-TECHNICKÉ PARAMETRY A FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITU VÝSTAVBY NZEB .....	29
2.6 ZÁVĚR .....	31
<b>3 ZÁVAZNÉ PRÁVNÍ PŘEDPISY PRO ENB V ČR A JEJICH VÝVOJ</b> .....	<b>31</b>
3.1 Rok 2000 .....	31
3.1.1 ZÁKON Č. 406/2000 Sb. ....	31
3.2 Rok 2002 .....	32
3.2.1 VYHLÁŠKA Č. 148/2007 Sb. ....	32
3.3 Rok 2009 .....	33
3.4 Rok 2010 - 2017 .....	34
3.4.1 VYHLÁŠKA Č. 78/2013 Sb. ....	34
3.4.2 ZMĚNA VYHLÁŠKY Č. 78/2013 Sb. VYHLÁŠKOU Č. 230/2015 Sb. ....	35
3.5 Rok 2018 – „2050“ (SMĚRNICE 2018/844/EU – EPBD III) .....	36
3.5.1 ENERGETICKÁ CHUDOBA .....	37
3.5.2 STÁVAJÍCÍ BUDOVY .....	37
3.5.3 KVALITNÍ MIKROKLIMA BUDOV A AGLOMERACÍ .....	37
3.5.4 ALTERNATIVNÍ SYSTÉMY .....	38
3.5.5 INSPEKCE OTOPNÝCH SOUSTAV A KLIMATIZAČNÍCH SYSTÉMŮ .....	38
<b>4 OSTATNÍ ENERGETICKÉ STANDARDY ENERGETICKY ÚSPRNÝCH BUDOV</b> .....	<b>38</b>
4.1 NÍZKOENERGETICKÝ STANDARD .....	38
4.2 PASIVNÍ STANDARD .....	39
4.3 STANDARD S VELMI NÍZKOU ENERGETICKOU NÁROČNOSTÍ .....	40
4.4 OSTATNÍ STANDARDY S NULOU .....	40
4.5 OSTATNÍ – INTELIGENTNÍ BUDOVY, ELEKTROMOBILITA .....	41
4.5.1 INTELIGENTNÍ BUDOVY .....	41
4.5.2 ELEKTROMOBILITA .....	42
4.6 POROVNÁNÍ A ZÁVĚR .....	42
<b>5 PRINCIP HODNOCENÍ ENB NZEB V ČESKÉ REPUBLICE NA ÚROVNI PENB</b> .....	<b>45</b>

5.1	ANALÝZA ENERGETICKÝCH TOKŮ A POTŘEB BUDOVY .....	45
5.2	STAVEBNÍ ŘEŠENÍ A TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI OBÁLKY BUDOVY .....	46
5.2.1	ŠÍŘENÍ TEPLA KONSTRUKCEMI OBÁLKY BUDOVY .....	46
5.2.2	ŠÍŘENÍ VLHKOSTI KONSTRUKCÍ OBÁLKY BUDOVY .....	48
5.2.3	VZDUCHOVÁ NEPRŮVZDUŠNOST OBÁLKY BUDOVY .....	49
5.2.4	PROSTUP TEPLA OBÁLKOU BUDOVY .....	50
<b>6</b>	<b>POROVNÁNÍ ZAVÁDĚNÍ ZÁVAZNĚ TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ V ČLENSKÝCH ZEMÍCH EU.....</b>	<b>50</b>
6.1	DEFINICE BUDOV S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE V EU .....	51
<b>7</b>	<b>VZDUCHOTECHNIKA V NZEB .....</b>	<b>57</b>
7.1	PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ.....	57
7.2	NUCENÉ VĚTRÁNÍ.....	58
7.2.1	VĚTRACÍ REKUPERAČNÍ JEDNOTKY .....	58
7.2.2	JEDNOTKY TEPLOVZDUŠNÉHO VYTÁPĚNÍ .....	58
7.2.3	KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKY .....	59
7.3	HYBRIDNÍ VĚTRÁNÍ .....	59
<b>8</b>	<b>EKODESIGN VĚTRACÍCH JEDNOTEK 2009-2020 .....</b>	<b>60</b>
8.1	SMĚRNICE EP A RADY 2009/125/ES (ErP).....	60
8.2	IMPLEMENTACE 2009/125/ES (ErP) DO ZÁVAZNĚ PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ ČESKÉ REPUBLIKY V LETECH 2009–2017 .....	61
8.2.1	ZÁKON Č. 406/2000 SB. V AKTUÁLNÍM ZNĚNÍ.....	61
8.2.2	VYHLÁŠKA Č. 377/2011 SB. V AKTUÁLNÍM ZNĚNÍ .....	62
8.3	OSTATNÍ DOTČENÉ PŘEDPISY A NAŘÍZENÍ .....	64
8.3.1	EVROPSKÉ NAŘÍZENÍ Č. 640/2009 (ES) SE ZMĚNOU Č. 4/2014 (ES) .....	64
8.3.2	EVROPSKÉ NAŘÍZENÍ Č. 327/2011 (ES) .....	66
8.3.3	EVROPSKÉ NAŘÍZENÍ Č. 626/2011 (ES) .....	70
8.3.4	EVROPSKÉ NAŘÍZENÍ Č. 206/2012 (ES).....	71
8.3.5	EVROPSKÉ NAŘÍZENÍ Č. 1253/2014 (ES).....	72
8.4	EKODESIGN 2018 .....	75
8.5	EKODESIGN 2020.....	76
<b>9</b>	<b>ENERGETICKÉ ÚSPORY PŘI VĚTRÁNÍ.....</b>	<b>77</b>
9.1	POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ BUDOV.....	77
9.1.1	OBJEMOVÝ PRŮTOK VĚTRACÍHO VZDUCHU .....	78
9.2	TEPELNÁ BILANCE .....	79
9.3	VĚTRÁNÍ A PROSTUP TEPLA.....	80
9.4	VLIV OBJEMU MÍSTNOSTI NA VĚTRÁNÍ .....	81
9.5	VLIV VÝŠKY A TVARU MÍSTNOSTI NA VĚTRÁNÍ .....	82
9.6	POUŽITÍM ALTERNATIVNÍCH ZDROJŮ ENERGIE .....	83
9.6.1	OHŘEV VZDUCHU SOLÁRNÍ ENERGIÍ .....	84
9.6.2	CHLAZENÍ VZDUCHU ALTERNATIVNÍMI ZDROJI .....	84
9.6.3	OHŘEV VZDUCHU TEPELNÝM ČERPADLEM .....	84
9.6.4	REKUPERACE TEPLA VĚTRACÍHO VZDUCHU .....	85
9.7	PŘEHLED ENERGETICKÝCH ÚSPOR VĚTRÁNÍ.....	85
<b>10</b>	<b>ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI .....</b>	<b>86</b>
	<b>ČÁST B – PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>87</b>
<b>1</b>	<b>POPIS OBJEKU OTEVŘENÉ ZAHRADY.....</b>	<b>89</b>
1.1	DISPOZIČNÍ A STAVEBNĚ TECHNICKÝ POPIS OBJEKTU.....	89



1.2	VŠEOBECNÝ POPIS TECHNOLOGIÍ OBJEKTU .....	90
1.3	TECHNICKÝ POPIS VZDUCHOTECHNIKY OBJEKTU .....	91
1.3.1	SCHÉMA A POPIS VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY .....	94
1.3.2	DISTRIBUČNÍ ELEMENTY .....	99
1.3.3	VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO VZDUCHOTECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ .....	99
1.3.3.1	ZEMNÍ KANÁL-FRANCOUZSKÝ DVOREK .....	99
1.3.3.2	SÁNÍ – OVLIVNĚNÍ VĚTREM .....	111
1.3.3.3	DISTRIBUČNÍ ELEMENTY .....	119
1.4	ZÁVĚR KE STÁVAJÍCÍMU ŘEŠENÍ .....	125
1.5	PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY .....	125
<b>2</b>	<b>VARIANTA A – ZMĚNA DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ A VZT JEDNOTKY.....</b>	<b>206</b>
2.1	ŘEŠENÁ ČÁST OBJEKTU.....	206
2.2	TABULKA MÍSTNOSTÍ A PRŮTOKY VZDUCHU, ZÁTĚŽE.....	207
2.3	ROZDĚLENÍ NA FUNKČNÍ CELKY .....	209
2.4	SHRNUTÍ SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA KONSTRUKCÍ A VÝPLNÍ OTVORŮ .....	210
2.5	TEPELNÉ ZTRÁTY OBJEKTU.....	211
2.6	TEPELNÉ ZISKY OBJEKTU .....	220
2.7	DISTRIBUČNÍ ELEMENTY.....	223
2.7.1	UKÁZKA NÁVRHU DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ A PŘEFUKŮ .....	224
2.8	NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉHO ROZVODU A VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK .....	228
2.8.1	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ .....	229
2.8.2	NÁVRH JEDNOTKY .....	231
2.9	TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	240
2.9.1	ÚVOD DO TECHNICKÉ ZPRÁVY .....	240
2.9.2	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ.....	240
2.9.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ .....	240
2.9.4	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ.....	240
2.9.5	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	241
2.9.6	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE.....	241
2.9.7	ENERGETICKÉ ZDROJE .....	241
2.9.8	KONCEPCE VĚTRACÍCH ZAŘÍZENÍ .....	241
2.9.9	NÁROKY NA ENERGIE.....	242
2.10	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE.....	243
<b>3</b>	<b>VARIANTA B – SAMOSTATNÁ VZT JEDNOTKA PRO SÁL.....</b>	<b>244</b>
3.1	TABULKA MÍSTNOSTÍ A PRŮTOKY VZDUCHU, ZÁTĚŽE.....	245
3.2	DISTRIBUČNÍ ELEMENTY.....	246
3.3	NÁVRH VZDUCHOTECHNICKÉHO ROZVODU A VZDUCHOTECHNICKÝCH JEDNOTEK .....	246
3.3.1	DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ .....	246
3.3.2	VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA .....	248
3.4	TECHNICKÁ ZPRÁVA .....	258
3.4.1	ÚVOD DO TECHNICKÉ ZPRÁVY .....	258
3.4.2	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ .....	258
3.4.3	VÝPOČTOVÉ HODNOTY KLIMATICKÝCH POMĚRŮ .....	258
3.4.4	VÝPOČTOVÉ HODNOTY VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ.....	258
3.4.5	ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ.....	258
3.4.6	HYGIENICKÉ VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE.....	259
3.4.7	ENERGETICKÉ ZDROJE .....	259
3.4.8	KONCEPCE VĚTRACÍCH ZAŘÍZENÍ .....	259
3.4.9	NÁROKY NA ENERGIE.....	260
3.5	NÁROKY NA SOUVISEJÍCÍ PROFESE.....	260

<b>ČÁST C – MĚŘENÍ</b> .....	<b>263</b>
<b>1 POUŽITÁ MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ</b> .....	<b>264</b>
1.1 DATALOGGERY COMMET .....	264
1.1.1 DATALOGGERY RELATIVNÍ VLHKOSTI A TEPLoty .....	264
1.1.2 DATALOGGERY CO <sub>2</sub> , RELATIVNÍ VLHKOSTI A TEPLoty .....	265
1.2 DATALOGGERY ROTRONIC .....	266
1.2.1 ROTRONIC CL11 – CO <sub>2</sub> .....	266
1.3 EMS BRNO .....	267
<b>2 MĚŘENÍ ÚČINNOSTI ZZT</b> .....	<b>267</b>
2.1 POSTUP MĚŘENÍ .....	272
2.2 OBECNÝ VÝPOČET ÚČINNOSTI ZZT .....	272
2.3 VÝSLEDKY MĚŘENÍ .....	274
2.3.1 POPIS TRENDU A NAMĚŘENÝCH TEPLot VZDUCHU .....	274
2.3.2 ÚČINNOST ZZT .....	277
<b>3 MĚŘENÍ MIKROKLIMA MÍSTNOSTI</b> .....	<b>283</b>
3.1 PREZENTACE NAMĚŘENÝCH HODNOT MIKROKLIMA MÍSTNOSTI .....	284
3.2 ANALÝZA NAMĚŘENÝCH HODNOT .....	286
3.3 ANALÝZA NADMĚRNÉ ČETNOSTI HODNOT .....	289
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>293</b>
<b>POUŽITÉ ZDROJE – BIBLIOGRAFICKÉ CITACE</b> .....	<b>294</b>
<b>SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ</b> .....	<b>297</b>
<b>4 SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>300</b>



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA V BUDOVÁCH S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Frčka

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2019

# 1 ÚVOD DO TEORETICKÉ ČÁSTI

Současným nejaktuálnějším tématem, nejenom v oboru stavebnictví se stala problematika snižování dopadu negativních vlivů na životní prostředí. Tato problematika vyskytující se po celém světě ve všech možných odvětvích od recyklace odpadu, průmyslové výroby, získávání elektrické či tepelné energie, nebo stavebnictví je dle mého názoru, jedním ze základních problémů lidstva a celosvětově udržitelného rozvoje. Proto je nutno tuto problematiku co nejdříve řešit, jak z důvodů šetrnosti vůči životnímu prostředí, tak z důvodu zmíněného udržitelného rozvoje.

Problematika stavebního inženýrství z pohledu životního prostředí je velice důležité téma. Výstavba a výroba stavebních materiálů tvoří až 36 % podíl produkce skleníkových plynů. Je tedy nutné vzít v úvahu výstavbu budov, které snižují produkci skleníkových plynů, jsou z ekologických materiálů a jsou energeticky šetrné. Proto je výstavba budov s téměř nulovou spotřebou energie krok k lepšímu. Krok, který může změnit vnímání nejen ekologicky šetrné a energeticky vysoce účinné výstavby, ale vnímání těchto globálních problémů jako celku laickou veřejností.

Hlavním tématem teoretické části diplomové práce jsou budovy s téměř nulovou spotřebou energie, které v současnosti představují další krok k pasivnímu standardu bydlení. Česká legislativa s nZEB počítá jako se standardní výstavbou od roku 2020. Od nZEB se v budoucnu očekává výrazné snížení energie spojené s provozem a současně schopnost produkce vlastní energie z obnovitelných zdrojů.

Jako samozřejmost se bere i kvalitní vnitřní mikroklima budov, které mají na starost prvky jako je například nucené či hybridní větrání, a právě těmito systémy se tato teoretická a praktická část práce zabývá. Dále definuje a vysvětluje závazné právní předpisy společné pro témata budov s téměř nulovou spotřebou energie, a jejich průběh vývoje v České republice a společenských zemí EU.

## 2 DEFINICE NZEB V ČESKÉ REPUBLICE

V České republice je nZEB (Nearly Zero Energy Buildings), neboli budovy s téměř nulovou spotřebou energie definována pomocí evropské *směrnice 2010/31/EU (EPBD II)* novelizovanou evropskou *směrnicí 2018/844/EU (EPBD III)* a dále celostátně regulována pomocí *vyhlášky č. 78/2013 Sb. pozměněnou vyhláškou č. 230/2015 Sb.*

### 2.1 Definice podle evropské směrnice 2010/31/EU (EPBD II)

Standard budov s téměř nulovou spotřebou energie je primárně uváděn *Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU (EPBD II) o energetické náročnosti budov* ze dne 19. května 2010. Tato směrnice říká, že:

*„Je třeba přijmout opatření s cílem zvýšit počet budov, které nejenže splňují současné minimální požadavky na energetickou náročnost, ale jsou i energeticky účinnější, čímž dojde ke snížení spotřeby energie i emisí oxidu uhličitého. Za tímto účelem by členské státy měly vypracovat vnitrostátní plány na zvýšení počtu budov s téměř nulovou spotřebou energie a pravidelně o těchto plánech předkládat zprávy Komisi.“*

Budovu s téměř nulovou spotřebou dále směrnice definuje, jako budovu,

*„jejíž energetická náročnost určená podle přílohy I a článku 3 této směrnice je velmi nízká. Téměř nulová či nízká spotřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí.“*

**Článek 3** udává přijetí metody výpočtu energetické náročnosti budov, která je stanovena podle společného obecného rámce stanoveného v příloze I. Dále článek udává, že tato metoda se přijme členským státem na celostátní nebo regionální úrovni.

#### Příloha I – Společný obecný rámec pro výpočet energetické náročnosti budov:

- Energetická náročnost budovy se určuje na základě vypočteného či skutečného množství energie spotřebované za rok za účelem splnění různých potřeb spojených s jejím typickým užíváním a odráží potřebu energie na vytápění a chlazení (tj. energie potřebné k zamezení přehřívání) k udržení předpokládaných teplotních podmínek budovy a potřebu teplé vody v domácnostech.
- Energetická náročnost budovy musí být vyjádřena transparentním způsobem a zahrnuje ukazatel energetické náročnosti a číselný ukazatel spotřeby primární energie, a to na základě primárních energetických faktorů ve vztahu k danému energetickému nosiči, jež mohou být založeny na vnitrostátních či regionálních vážených průměrech nebo na konkrétní hodnotě v místě produkce.

- Metoda výpočtu energetické náročnosti budov by měla zohledňovat evropské normy a musí být v souladu s příslušnými právními předpisy Unie, včetně *směrnice 2009/28/ES – o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES*.
- **Metoda musí být stanovena alespoň s ohledem na tato hlediska:**
  - Skutečné tepelné vlastnosti budovy včetně jejich vnitřních příček  
Tepelná kapacita, izolace, pasivní vytápění, prvky chlazení, tepelné mosty
  - Zařízení pro vytápění, zásobování teplou vodou, včetně jejich izolačních vlastností
  - Klimatizační zařízení
  - Přirozené a nucené větrání, které může zahrnovat průvzdušnost
  - Zabudované zařízení pro osvětlení
  - Konstrukce, umístění a orientace budovy, včetně vnějšího klimatu
  - Pasivní solární systémy a protisluneční ochrana
  - Vnitřní mikroklimatické podmínky, včetně návrhových hodnot vnitřního prostředí
  - Vnitřní spotřebu energie
- Při výpočtu lze v případě potřeby vzít v úvahu příznivý vliv, některých systémů či hledisek. A to konkrétně: sluneční osvit, aktivní solární systémy, denní osvětlení, otopné soustavy a elektrické systémy využívající energii z obnovitelných zdrojů, ústřední nebo blokové otopné chladicí soustavy, a v neposlední řadě elektřina vyráběná formou kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET).
- **Pro účely tohoto výpočtu definovaného směrnicí 2010/31/EU by měly být budovy vhodně rozděleny do kategorií:**
  - Rodinné domy různých typů
  - Bytové domy
  - Administrativní budovy
  - Budovy se vzdělávacím charakterem, budovy pro vzdělávání
  - Nemocnice
  - Hotely a restaurace
  - Sportovní zařízení
  - Budovy pro velkoobchod a maloobchod
  - Budovy jiného druhu spotřebovávající energii

Co konkrétně znamená ona téměř nulová, či velmi nízká spotřeba energie, a co znamená značný rozsah pokrytí obnovitelnými zdroji, je již v kompetenci jednotlivých členských zemí. V případě České republiky je směrnice implementována do *zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů*. Technické parametry dále specifikuje *vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov se změnou 230/2015 Sb.* [1,2]

- **Předměty zákona č. 406/2000 Sb. A vyhlášky č. 78/2013 Sb. se změnou 230/2015 Sb. jsou podrobněji popsány v kapitole č.3 – Závazné právní předpisy pro ENB**

## **2.2 Změna definice nZEB podle směrnice 2010/31/EU směrnicí 2018/844/EU**

Změny *Směrnice 2010/31/EU* v části definic a výkladu pojmů upřesňují a doplňují některé termíny. Pojem technický systém budovy zahrnuje technická zařízení budovy určené k vytápění prostor, chlazení prostor, větrání, přípravě teplé vody, zabudovanému osvětlení, automatizaci a kontrole budov, výrobě elektrické energie na místě nebo kombinace těchto systémů, včetně systémů, které využívají energii z obnovitelných zdrojů.

- *Definice technického systému je tak rozšířena o místní výrobu elektrické energie a systémy automatizace a kontroly, které jsou dále vymezeny jako systémy sestávající ze všech produktů, softwarů a inženýrských služeb pro zajištění automatického řízení nebo usnadnění manuálního řízení.*

Nově je také definován zdroj tepla jako část otopné soustavy, která vytváří užitečné teplo pomocí spalování paliv, Jouleova tepla nebo získáváním tepla z okolního prostředí nebo odpadního vzduchu tepelným čerpadlem. Směrnice však opomíná další způsoby výroby tepla a to:

- klasické solární teplovodní kolektory
- ohřívače vody, které dle směrnice nejsou součástí otopných soustav
- palivové články
- zdroje pracující na principu Peltiéroveho jevu

Dále se upřesňuje společný obecný rámec pro výpočet energetické náročnosti budov. [8,9]

## 2.2.1 Porovnání znění ENB podle směrnice 2010/31/EU a 2018/844/EU

### 1) Určení energetické náročnosti budovy

Původní znění 2010/31/EU	Nové znění 2018/844/EU
Energetická náročnost budovy se určuje na základě vypočteného či skutečného množství energie spotřebované za rok za účelem splnění různých potřeb spojených s jejím typickým užíváním a odráží potřebu energie na vytápění a chlazení (tj. energie potřebné k zamezení přehřívání) k udržení předpokládaných teplotních podmínek budovy a potřebu teplé vody v domácnostech.	Energetická náročnost budovy je určena na základě vypočtené či skutečné spotřeby energie a odráží <b>typickou spotřebu energie pro vytápění prostor, chlazení prostor, přípravu teplé vody, větrání, zabudované osvětlení a jiné technické systémy budov.</b>

### 2) Zpřesnění povinnosti vyjádření energetické náročnosti primárních energií v kWh/(m<sup>2</sup>a)

Původní znění 2010/31/EU	Nové znění 2018/844/EU
Energetická náročnost budovy musí být vyjádřena transparentním způsobem a zahrnuje ukazatel energetické náročnosti a číselný ukazatel spotřeby primární energie, a to na základě primárních energetických faktorů ve vztahu k danému energetickému nosiči, jež mohou být založeny na vnitrostátních či regionálních vážených průměrech nebo na konkrétní hodnotě v místě produkce.	Energetická náročnost budovy musí být vyjádřena číselným ukazatelem spotřeby primární energie v kWh/(m <sup>2</sup> .r) pro účely certifikace energetické náročnosti a souladu s minimálními požadavky na energetickou náročnost. Metodika používaná pro stanovení energetické náročnosti budovy musí být transparentní a otevřená inovacím.

### 3) Změna popsání metodiky výpočtu energetické náročnosti budov

Původní znění 2010/31/EU	Nové znění 2018/844/EU
Metoda výpočtu energetické náročnosti budov by měla zohledňovat evropské normy a musí být v souladu s příslušnými právními předpisy Unie, včetně <i>směrnice 2009/28/ES</i> .	Členské státy popíší svou vnitrostátní metodu výpočtu podle vnitrostátních příloh souhrnných norem, <i>totiž ISO 52000-1, 52003-1, 52010-1, 52016-1 a 52018-1</i> , jež byly vypracovány na základě mandátu M/480, který obdržel Evropský výbor pro normalizaci (CEN). Toto ustanovení nepředstavuje právní kodifikaci těchto norem."

Tabulka 1 – porovnání směrnic 2010/31/EU a 2018/844/EU (část 1,2,3) [8,9]

## 2.3 Definice z hlediska obálky budovy

Z hlediska obálky budovy v případě, kdy mluvíme o budově s téměř nulovou spotřebou energie platí dva konkrétní požadavky z čehož obálky budovy se týká právě jeden. Tento požadavek je uveden ve vyhlášce č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov se změnou č. 230/2015 Sb.



První požadavek je „velmi nízká energetická náročnost“, která je definována redukčním činitelem požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla  $f_R$ . Požadované hodnoty součinitele  $f_R$  uvádí tab.2.

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota		
			Dokončená budova a její změna	Nová budova	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla	$f_R$	-	1,0	0,8	0,7

Tabulka 2 – Parametry a hodnoty referenční budovy dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

Pro budovu s nulovou spotřebou energie je tedy nutné splnit hodnotu  $f_R = 0,7$ . Hodnota  $f_R$  je násobkem hodnoty  $U_{em}$  (průměrný součinitel prostupu tepla), které je dosaženo při použití požadovaných hodnot součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí dle ČSN 730540-2 a referenční přírážky na vliv tepelných vazeb z vyhlášky č. 230/2015 Sb. Hodnota  $f_R = 1,0$  platí pro dokončené budovy a jejich změny (renovace obálky), pro novostavby je potom hodnota  $f_R$  o 20% přísnější. Podrobněji problematiku ukazuje tab.3 a její popis na následující straně (str. č. 12).

Součinitel prostupu tepla pro konstrukce						
Konstrukce	$U_{N,20}$	$U_{N,20} \times f_{R(0,7)}$	$U_{REC,20}$	$U_{N,20} \times f_R$	$U_{N,20} \times f_R$	$U_{N,20} \times f_R$
	$f_R=1,0$	$f_R=0,7$	-	$f_R=0,6$	$f_R=0,5$	$f_R=0,4$
W/(m <sup>2</sup> K)						
Tepelné vazby	0,020	0,014	-	0,012	0,010	0,008
Stěna	0,30	0,21	0,20	0,18	0,15	0,12
Střecha	0,24	0,17	0,16	0,14	0,12	0,10
Strop	0,30	0,21	0,20	0,18	0,15	0,12
Podlaha	0,45	0,32	0,30	0,27	0,23	0,18
Okno	1,50	1,05	1,20	0,90	0,75	0,60
Střešní okno	1,40	0,98	1,20	0,84	0,70	0,60
Dveře	1,70	1,19	1,20	1,02	0,85	0,85

Tabulka 3 – Součinitele prostupu tepla obálky splňující různé hodnoty součinitele  $f_R$

**POZNÁMKA:** Červeně ohraničené pole jsou hodnoty  $U$  pro nZEB, červeně ohraničené a psané červeně jsou hodnoty, kterých lze maximálně dosáhnout nejlepším možným technickým řešením.

V prvním sloupci tabulky jsou uvedeny hodnoty  $U_{N,20}$  požadované normou ČSN 730540-2. Pokud budou hodnoty  $U_{N,20}$  splněny, a pokud bude uvažováno s přírůžkou tepelných vazeb  $0,02 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , bude právě splněna hodnota  $f_R = 1,0$ . Hodnoty Součinitele prostupu tepla pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie poté uvádí druhý sloupec. Třetí sloupec uvádí hodnoty doporučené normou ČSN 730540-2,  $U_{REC,20}$ . Ostatní tři sloupce poté uvádí hodnoty součinitele prostupu tepla, při kterých je dosaženo hodnot odpovídající normovým hodnotám pro pasivní domy  $U_{PAS,20}$ . Pouze pro okna a dveře při  $f_R = 0,4$  není možné dosáhnout vypočtených hodnot, jelikož se nacházejí za hranicí nejlepšího možného technického řešení, a proto jsou hodnoty navýšeny. [3,4,5,6]

## 2.4 Definice z hlediska zdrojů energie

Druhá část definice téměř nulové budovy říká, že spotřeba energie takové budovy bude „ve značeném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů“. Ve vyhlášce č. 78/2013 Sb. je pak tento požadavek konkrétně vyjádřen pomocí snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu. Tabulka 4 definuje toto snížení procentem ze spotřeby primární neobnovitelné energie referenční budovy  $\Delta e_{p,R}$ .

Parametr	Označení	Jednotky	Druh budovy nebo zóny	Referenční hodnota		
				Dokončená budova a její změna po 1.1. 2015	Nová budova po 1.1. 2015	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu	$\Delta e_{p,R}$	%	Rodinný dům	3	10	25
			Bytový dům	3	10	20
	%	Ostatní budovy	3	8	10	

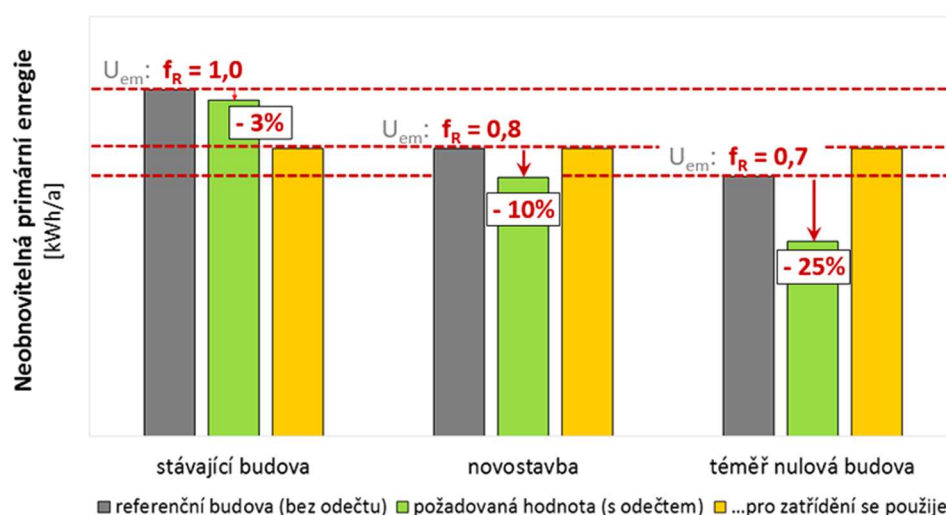
Tabulka 4 – Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu

Výpočet referenční budovy proběhne s patřičnými parametry obálky ( $f_R = 0,7$ ) a dalšími vstupy pro referenční budovu, jako například výpočtová účinnost zdroje tepla pro vytápění stanovená na 80 %. Takto stanovenou spotřebu primární neobnovitelné energie referenční budovy je následně pro splnění požadavku potřeba procentuálně snížit podle tabulky 4 o  $\Delta e_{p,R}$ .

## Snížení spotřeby primární neobnovitelné energie je možné dosáhnout:

- využitím zdrojů energie o nižším faktoru primární neobnovitelné energie
- využití zdrojů o vyšší účinnosti
- využitím zdrojů obnovitelných nebo alternativních
- zlepšením parametrů obálky nad rámec minima (hodnoty  $f_R < 0,7$ )

V některých případech může být dostačující použití hodnot doporučených pro pasivní domy UPAS,20 bez dalších změn v části TZB oproti referenční budově. Příklady znázorňující požadavky na obálku budovy a hodnotu  $\Delta E_{p,R}$  jsou zobrazeny na obrázku č.1.



Obrázek 1 – Grafické znázornění požadavků na obálku a neobnovitelnou primární energii RD [7]

Jak uvádí vyhláška, snížení neobnovitelné primární energie  $\Delta E_{p,R}$  není vyžadováno pouze pro téměř nulové budovy, ale od roku 2015 také pro novostavby a změny dokončených budov. Pro každou z těchto situací je vyžadována jiná hodnota snížení  $\Delta E_{p,R}$ . Uvedené situace znázorňuje graf spotřeby neobnovitelné primární energie  $E_{p,N}$ .

Šedý sloupeček v obrázku č. 1 uvádí vždy spotřebu neobnovitelné primární energie referenční budovy. Ta je například u novostavby nižší než u dokončené budovy, a to díky přísnějšímu požadavku na obálku budovy. Následně vypočtená spotřeba neobnovitelné primární energie je tedy také nižší. Od této hodnoty je pak třeba snížit spotřebu  $E_{p,N}$  podle dané situace a typu budovy. Výslednou požadovanou spotřebu  $E_{p,N}$  vyjadřuje zelený sloupeček, přičemž v obrázku č. 1 jsou pro ukázkou uvedeny hodnoty pro rodinné domy. [7]

## 2.5 Základní stavebně-technické parametry a faktory ovlivňující kvalitu výstavby nZEB

Budovy s téměř nulovou spotřebou energie jsou v dnešní době po novelizaci *směrnice 2010/31/EU směrnici 2018/844/EU* popisovány energetickou náročností budovy, která je vyjádřena číselným ukazatelem spotřeby primární energie v kWh/(m<sup>2</sup>a). Tento faktor slouží k certifikaci energetické náročnosti budov a musí být v souladu s minimálními požadavky na energetickou náročnost dle místních závazně právních předpisů. Avšak ani tento postup a dodržení všech závazně právních předpisů nemusí zaručit kvalitní návrh nZEB. Proto je nutno zohlednit i další stavebně technické parametry, tak aby byl návrh proveden co nejkvalitněji a nejšetrněji ke spotřebě energií. Tyto parametry jsou:

- **Orientace a umístění pozemku:** Pro kvalitní návrh je umístění stavby na pozemku jedním z nejzásadnějších faktorů. Jde o složitou záležitost, která je ovlivněna mnoha proměnnými, jako jsou například tvar pozemku, lokalita, nadmožská výška či okolní zástavba. Při kvalitním zvážení všech proměnných a kvalitním návrhu orientace a polohy budovy lze docílit podstatných energetických úspor.
- **Optimalizace tvaru budovy:** Základním pravidlem pro navrhování energeticky úsporných domů je také dodržení jednoduchého kompaktního tvaru a správně rozvržení dispozice, jak ke světovým stranám (obytné místnosti na jih, neobytné na sever, oddělení doplňkových prostorů). Dále je podstatné tvarové řešení, z čistě fyzikálního hlediska by nejlépe dopadl dům o tvaru koule, a to kvůli poměru ochlazované plochy budovy vůči obestavěnému prostoru (poměr  $A/V$ ). Vzhledem k technickým řešením budov v dnešní době, tedy nejlépe vychází tvar jednoduchého kvádrů či krychle.
- **Dispoziční zónování:** Správné zónování objektu vychází z dobře rozvržené dispozice, která k sobě slučuje místnosti se stejným nebo nepatrně rozdílným mikroklimatem. Místnosti rozdílných zón mají být odděleny kvalitní tepelnou izolací. Dále může dispoziční zónování sloužit například k využití pasivních solárních zisků v zimním období.
- **Vysoce kvalitní tepelně izolační vrstva:** Správně provedená tepelně izolační vrstva budovy je jednou z nejdůležitějších základních součástí energeticky úsporného domu, proto by měla být provedena z vysoce kvalitních tepelně izolačních materiálů se zřetelem na kvalitu provedení.
- **Energeticky efektivní okna:** Při správném návrhu velikosti, orientace ke světovým stranám, umístění a zabudování a při zvolení správné technologie zasklení, lze dosáhnout velice příznivých energetických úspor jak v zimním období na vytápění, tak v letním na chlazení.

- **Odstranění tepelných mostů:** Tepelné mosty jsou kritická místa v konstrukci, přes která dochází k vysokému úniku tepla z interiéru do exteriéru, než je tomu v jejich blízkém okolí. Tepelné mosty jsou zásadním problémem všech staveb a jejich eliminaci se musí věnovat vysoká pozornost od samotného návrhu stavby, přes průběh realizace až po její dokončení. Důsledkem tepelných mostů není pouze zvýšená lokální tepelná ztráta vedením, ale také riziko vzniku kondenzace a tím k ohrožení funkčnosti tepelně izolační vrstvy.
- **Zaručení vzduchotěsnosti obálky domu:** Vzduchotěsnost obálky slouží k minimalizování tepelné ztráty průvzdušností a tím k dosažení minimální možné tepelné ztráty.
- **Řízené či hybridní větrání se zpětným získáváním tepla:** V budově je potřeba zajistit výměnu vzduchu, proto je vhodné zavést systém nuceného či hybridního vzduchotechnického systému se zpětným získáváním tepla, pro maximalizaci energetické účinnosti a minimalizaci ztráty tepelné energie z odpadního vzduchu.
- **Technologie využívající obnovitelné zdroje:** Využití těchto technologií je velice důležité pro bilancování spotřeby primární energie a snižování spotřeby energie z neobnovitelných zdrojů. Obnovitelné zdroje lze například využít pro systémy vytápění (pasivní solární zisky, tepelná čerpadla, biomasa), přípravu teplé vody (solární termické systémy, tepelná čerpadla), chlazení (solární chlazení, akumulární chlazení, fotovoltaicky vyrobená elektrická energie).
- **Komunikace mezi systémy zajišťující kvalitu prostředí:** Budova je v dnešní době vzájemně provázaný organismus, kde jakákoliv změna parametrů ovlivňující energetickou náročnost má dopad na kvalitu vnitřního prostředí. Při návrhu technických systémů budovy je tedy nutné věnovat vyšší pozornost optimalizaci návrhu a předpokládanému chování budovy. Pokud má takováto budova reagovat na požadavky ve vztahu k nízké spotřebě energie a kvalitními mikroklimatu, je nutné budovu a její systémy vybavit systémem monitoringu, sběru dat a jejich vyhodnocení nadřazeným automatickým řídicím systémem.
- **Kvalitní návrh a technické provedení stavby:** U budov s nízkou spotřebou energie, je nutností používat kvalitní materiály, u kterých jsou prokazatelně známe tepelně technické a fyzikální vlastnosti, tak aby se výpočetní návrh co nejvíce přibližoval realitě. Dále je potřeba zaručit kvalitní provedení jednotlivých stavebních materiálů a celé stavby tak aby bylo dosaženo co nejmenší možné spotřeby energie.
- **Dále je potřeba například řešit:**
  - Využití úsporných spotřebičů a osvětlení
  - Způsob užívání stavby uživateli
  - Ekologičnost použitých materiálů
  - Modely odhadovaného chování budovy

[10,11,12]

## 2.6 Závěr

Pojem téměř nulová budova nZEB (nearly Zero Energy Building) je uvedena v *Evropské Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov (EPBD II – Energy Performance of Building Directive II)*. Budovu s téměř nulovou spotřebou směrnice definuje, jako budovu:

*„jejíž energetická náročnost je velmi nízká. Téměř nulová či nízká spotřeba požadované energie by měla být ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů, včetně energie z obnovitelných zdrojů vyráběné v místě či v jeho okolí“.*

Výše uvedená definice je značně nedostačující. Co konkrétně znamená ona téměř nulová, či velmi nízká spotřeba energie, a co znamená rozsah pokrytí obnovitelnými zdroji, je již v kompetenci jednotlivých členských zemí. V případě České republiky je směrnice implementována do *zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů*. Technické parametry dále *specifikuje vyhláška 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov (se změnou 230/2015 Sb.)*.

## 3 ZÁVAZNÉ PRÁVNÍ PŘEDPISY PRO ENB V ČR A JEJICH VÝVOJ

Energetická náročnost budov (ENB) je tématem, které již od roku 2000 významně ovlivňuje stavitelství po celé Evropě, a tedy i u nás v České republice. Tyto změny zanechávají stopy na vzhledu, technickém řešení i na způsobu užívání současných staveb se záměrem snížení energetické spotřeby budov. [9]

### 3.1 Rok 2000

V roce 2000 vznikl v České republice první závazný právní předpis a to *zákon č. 406/2000 Sb. – Zákon o hospodaření energií ze dne 25. října 2000* (definice nZEB není zavedena). Tento zákon byl v průběhu let inovován proto je stále platný ve znění pozdějších předpisů, které zpřísňují a upřesňují hospodaření s energiemi a snaží se co nejvíce přiblížit aktuálním trendům spotřeby energií v České republice.

#### 3.1.1 Zákon č. 406/2000 Sb.

Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a stanovuje:

- některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií
- pravidla pro tvorbu Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie
- požadavky na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie
- požadavky na uvádění spotřeby energie a jiných hlavních zdrojů na energetických štítcích výrobků spojených se spotřebou energie

- požadavky na informování a vzdělávání v oblasti úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů
- některá pravidla pro poskytování energetických služeb. [13]

## 3.2 Rok 2002

Historicky první *evropská směrnice 2002/91/EC* z prosince 2002 (definice nZEB není zavedena), zabývající se komplexně hospodařením energií v budovách, naznačila cesty vedoucí k úsporám energie určené pro provoz budov stanovením požadavků na:

- obecný rámec metody výpočtu celkové ENB
- uplatnění minimálních požadavků na ENB
- uplatnění minimálních požadavků na energetickou náročnost velkých stávajících budov nebo budov, které jsou předmětem větší renovace
- energetickou certifikaci budov a pravidelnou inspekci kotlů, otopných zařízení a klimatizačních systémů v budovách [9,14]

### 3.2.1 Vyhláška č. 148/2007 Sb.

Na základě této vyhlášky u nás byly zavedeny první průkazy energetické náročnosti stanovené metodou porovnání energetické náročnosti posuzované budovy s tabulkovými hodnotami a vznikla *Národní metodika výpočtu energetické náročnosti budov*.

Tato vyhláška zpracovává příslušný předpis Evropských společenství a stanovuje:

- požadavky na energetickou náročnost budov, porovnávací ukazatele a výpočtovou metodu stanovení energetické náročnosti budov,
- obsah průkazu energetické náročnosti budov a způsob jeho zpracování včetně využití již zpracovaných energetických auditů,
- rozsah přezkušování osob z podrobností vypracování energetického průkazu budov.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Typ budovy, místní označení Adresa budovy Celková podlahová plocha:			Hodnocení budovy	
			stávající stav	po realizaci doporučení
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m <sup>2</sup> rok			XY	XY
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			XY	XY
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
%	%	%	%	%
Doba platnosti průkazu				
Průkaz vypracoval		Jméno a příjmení Osvědčení č.		

Obrázek 2 – Grafické znázornění PENB 2007–2013 (Vyhláška 148/2007 Sb.) [9,15]

### 3.3 Rok 2009

Evropský parlament a rada vydává novou *směrnicí 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 – o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následujícím zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES* (definice nZEB není zavedena). Tato směrnice udává základní opatření, která jsou zapotřebí ke snižování emisí skleníkových plynů a ke splnění Kjótského protokolu k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu a dalších závazků týkajících se snižování emisí skleníkových plynů po roce 2012. Směrnice navrhuje tato opatření:

- 20 % navýšení energetické účinnosti do roku 2020 pro společenství EU
- 20 % navýšení využití obnovitelných zdrojů do roku 2020 pro společenství EU

*Směrnice 2009/28/ES* byla prvním krokem k ustanovení cíle 20-20-20 EU, který byl implementován do *směrnice 2010/31/EU (EPBD II)*. [16]



### 3.4 Rok 2010 - 2017

V květnu roku 2010, vyšlo přepracování původní směrnice pod označením 2010/31/EU (EPBD II), které k 31.2.2012 ukončilo platnost směrnice 2002/91/EC a propracovalo jednotlivé body na základě získaných zkušeností a reakcí veřejnosti. V této směrnici z roku 2010 se poprvé objevila definice „budovy s téměř nulovou spotřebou energie (nearly Zero Energy Building – nZEB. Pozitivním krokem této směrnice byl nový požadavek na nákladově optimální úroveň energeticky úsporných opatření zavádějící i ekonomický pohled na úsporná opatření v budovách. V části obecného rámce definice a metody výpočtu ENB byly požadavky zpřesněny a vyjasněny tak, že energetická náročnost budovy je vypočítané nebo změřené množství energie nutné pro pokrytí roční potřeby energie spojené s typickým užíváním budovy, což mimo jiné zahrnuje energii používanou pro vytápění, chlazení, větrání, teplou vodu a osvětlení a vyjadřuje se ukazatelem a číselným vyjádřením primární energie v závislosti na použitém energonositeli. Dále tato směrnice zavedla 20-20-20 EU, která vyjadřuje cíle Evropského společenství:

- snížit do roku 2020 oproti roku 1990 o 20 % emise skleníkových plynů
- snížit spotřebu energie Evropské Unie o 20 % do roku 2020
- zvýšit podíl energie vyráběné z obnovitelných zdrojů o 20 % do roku 2020

[1,9]

#### 3.4.1 Vyhláška č. 78/2013 Sb.

Implementace této směrnice se u nás promítla především ve vyhlášce 78/2013 Sb., kde došlo mimo jiné k zavedení tzv. referenční budovy sloužící k vygenerování referenčních hodnot pro hodnocení ENB a ke změně obsahu a grafické podoby PENB. Tato vyhláška zapracovává příslušný předpis Evropské unie a stanovuje:

- nákladově optimální úroveň požadavků na energetickou náročnost budovy pro nové budovy, větší změny dokončených budov, jiné než větší změny dokončených budov a pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie,
- metodu výpočtu energetické náročnosti budovy, vzor posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie,
- vzor stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy,
- vzor a obsah průkazu a způsob jeho zpracování a umístění průkazu v budově.



Obrázek 3 – Grafické znázornění PENB od roku 2013 (vyhláška 78/2013 Sb.) [4,9]

### 3.4.2 Změna vyhlášky č. 78/2013 Sb. vyhláškou č. 230/2015 Sb.

Změna vyhlášky č. 78/2013 Sb. zdůrazňuje využití alternativních zdrojů energie a upravuje povinnosti pro vzor a obsah PENB včetně doporučených opatření pro snížení ENB. Změna nijak nezasahuje do výpočetního postupu pro posuzování ENB uvedeného ve vyhlášce č. 78/2013 Sb., která hodnotí na základě „Referenční budovy“. Hlavní změny jsou vypsány v tabulce č. 5 v bodech 1–3.

#### 1) Posouzení alternativních systémů dodávek energie

Vyhláška č. 78/2013 Sb.	Vyhláška č. 230/2015 Sb.
<p><b>Alternativní systém dodávek energie je:</b></p> <p>a) místní systém dodávky energie využívající energii z obnovitelných zdrojů,</p> <p>b) kombinovaná výroba elektřiny a tepla,</p> <p>c) soustava zásobování tepelnou energií,</p> <p>d) tepelné čerpadlo.</p>	<p><b>Ruší se</b></p>
<p>Technickou proveditelností se rozumí technická možnost instalace nebo připojení alternativního systému dodávky energie.</p>	<p>Technickou proveditelností se rozumí technická možnost instalace nebo připojení <b>alternativních systémů dodávek energie.</b></p>
<p>Ekonomickou proveditelností se rozumí dosažení prosté doby návratnosti investice do <b>alternativního systému dodávek energie</b> kratší než doba jeho životnosti...</p>	<p>Ekonomickou proveditelností se rozumí dosažení prosté doby návratnosti investice do <b>soustavy zásobování tepelnou energií</b> kratší než doba jeho životnosti...</p>

## 2) Vzor stanovení doporučených opatření pro snížení ENB

Vyhláška č. 78/2013 Sb.	Vyhláška č. 230/2015 Sb.
V případě větší změny dokončené budovy je součástí průkazu také stanovení doporučených technicky, funkčně a ekonomicky vhodných opatření pro snížení energetické náročnosti hodnocené budovy mimo opatření již zahrnutých do větší změny dokončené budovy.	Součástí průkazu je stanovení doporučených technicky, funkčně a ekonomicky vhodných opatření pro snížení energetické náročnosti hodnocené budovy (dále jen „doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy“)

## 3) Vzor a obsah průkazu

Vyhláška č. 78/2013 Sb.	Vyhláška č. 230/2015 Sb.
doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy při větší změně dokončené budovy	doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy <b>včetně opatření při změně stavebního prvku obálky, nebo technického systému</b>
<b>Dříve neexistující bod</b>	zdroj, kde lze získat informace k průkazu energetické náročnosti budovy zejména možnosti realizace doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy a stanovení nákladů na realizaci těchto opatření a možnosti jejich financování.

Tabulka 5 – Změny ve vyhlášce 78/2013 Sb. vyhláškou 230/2015 Sb. (Části 1,2,3) [4,6]

### 3.5 Rok 2018 – „2050“ (Směrnice 2018/844/EU – EPBD III)

Evropské společenství po provedení rozsáhle studie dopadů *směrnice 2010/31/EU (EPBD II)* na stavební trh, rozhodlo o jejím přehodnocení a změnám které udává *směrnice 2018/844/EU (EPBD III)* publikována v květnu 2018. Nová směrnice mění znění určení energetické náročnosti budovy, zpřesňuje povinnost vyjádření energetické náročnosti primární energií, stanovuje standardy kvality ISO, které musí být při návrhu zohledněny.

Dále mění dlouhodobou strategii členských zemí EU – následovně:

- snižování emisí skleníkových plynů alespoň o 40 % do roku 2030 ve srovnání s rokem 1990,
- zvýšení podílu spotřeby energie z obnovitelných zdrojů, dosažení úspor energie v souladu s ambicemi na úrovni Unie a zvýšení energetické bezpečnosti, konkurenceschopnosti a udržitelnosti v Evropě

*„Unie se zavázala, že do roku 2050 vytvoří udržitelný, konkurenceschopný, bezpečný a dekarbonizovaný energetický systém. Pro splnění tohoto cíle potřebují členské státy i investoři opatření, jejichž účelem je do roku 2050 dosáhnout dlouhodobého cíle v oblasti emisí skleníkových plynů a která dekarbonizují fond budov, který je odpovědný přibližně za 36 % všech emisí CO<sub>2</sub> v Unii. Členské státy by měly usilovat o nákladově úspornou*

rovnováhu mezi dekarbonizací dodávek energie a snížením konečné spotřeby energie. Pro tyto účely je třeba, aby členské státy a investoři disponovali jasnou vizí, na jejímž základě budou formulovat své politiky a svá investiční rozhodnutí, a to včetně orientačních vnitrostátních dílčích cílů a opatření v oblasti energetické účinnosti směřujících k naplnění krátkodobých (2030), střednědobých (2040) a dlouhodobých (2050) cílů. Se zřetelem k těmto cílům a s přihlédnutím k obecným ambicím Unie v oblasti energetické účinnosti je nezbytné, aby členské státy vymezily očekávané výsledky svých dlouhodobých strategií renovací a aby sledovaly vývoj na základě vnitrostátních ukazatelů pokroku, stanovených při zohlednění vnitrostátních podmínek a vnitrostátního vývoje.“ [8,9]

### 3.5.1 Energetická chudoba

Směrnice zmiňuje v obecné části potřebu zmírnit energetickou chudobu, což je pojem s nejednoznačnou definicí, jehož aplikaci bychom očekávali především v rozvojových zemích. Nicméně v Evropě je dle údajů evropské komise 50 až 125 milionů obyvatel, kteří si nemohou dovolit zajištění tepelného komfortu. V Česku podle Energetického regulačního úřadu ohrožuje energetická chudoba asi 20 % domácností, která postihuje zhruba 6 % obyvatel. Tato skutečnost je především uváděna jako kladný argument pro snižování ENB. Skutečnost však není realitou z důvodu trendu trhu, který potvrzuje že snížení spotřeby neznamená snížení nákladů. [9]

### 3.5.2 Stávající budovy

Velký důraz je kladen na stávající budovy, které by se v dlouhodobém horizontu měly formou renovací stát budovami s téměř nulovou spotřebou energie. Doporučení je takto renovovat 3 % budov ročně, nicméně každý stát musí vytvořit vlastní „Dlouhodobou strategii renovací“ s orientačními dílčími cíli pro rok 2030, 2040 a s cílem dosáhnout v roce 2050 snížení emise skleníkových plynů v Unii o 80–95 %. [9]

### 3.5.3 Kvalitní mikroklima budov a aglomerací

V části technicky zaměřených souvislostí je mimo jiné důraz kladen na tvorbu kvalitního a zdravého vnitřního prostředí. Citována je *směrnice Světové zdravotnické organizace z roku 2009 o kvalitě vnitřního vzduchu z hlediska vlhkosti a plísní [WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould]* a z ní vyplývající požadavek na zamezení vzniku kondenzace na vnitřních površích konstrukcí budovy. Důraz je kladen též na komplexnost řešení úsporných opatření, která by se neměla zaměřit pouze na obvodový plášť ale na všechny relevantní prvky a technické systémy s cílem nejen snížit spotřebu energie ale „zvýšit vizuální a tepelný komfort“. Dalším cílem je snížit vznik a působení tepelných ostrovů – doporučuje využití městské zeleně, zelených střech i stěn. [9]

### 3.5.4 Alternativní systémy

Jako v předchozí *směrnici 2010/31/EU (EPBD II)* je doporučeno vzít u nových budov v úvahu technickou, environmentální a ekonomickou proveditelnost vysoce účinných alternativních systémů. Proti směrnici z roku 2010, ale odpadá povinnost analýzu jejich použití dokladovat pro účely ověřování. Vyhláška také neuvádí ani ne-definuje co vysoce účinné alternativní systémy jsou. Ve znění *2010/31/EU (EPBD II)* byly vysoce účinné alternativní systémy definovány jako místní systémy dodávky energie využívající energii z obnovitelných zdrojů, a to:

- KVET – kombinovaná výroba tepla a elektřiny
- ústřední nebo blokové vytápění (zejména využívá-li zčásti nebo zcela energii z obnovitelných zdrojů)
- ústřední blokové chlazení (zejména využívá-li zčásti nebo zcela energii z obnovitelných zdrojů)
- tepelná čerpadla

[9]

### 3.5.5 Inspekce otopných soustav a klimatizačních systémů

Stávající způsob provádění inspekcí klimatizačních systémů a otopných soustav se ukázal jako nedostačující. Zejména protože nepostihuje dostatečně posouzení chování systémů za skutečného provozu při částečném zatížení a dynamicky se měnících provozních podmínkách a nezohledňuje levná technická řešení. Proto nastávají změny a polehčující okolnosti pro inspekce otopných soustav a klimatizačních systémů:

- U otopných soustav i klimatizačních systémů se posouvá spodní výkonová hranice, od které se musí inspekce provádět, na 70 kW.
- V případě, že budova je vybavena automatizovaným systémem pro monitorování technických systémů, lze to považovat za účinnou náhradu inspekcí.
- Stejně tak v případě smlouvy o energetických službách nebo jiné formy systémového opatření, které zajistí dohled nad technickým systémem, je možné inspekci nahradit.

[9]

## 4 OSTATNÍ ENERGETICKÉ STANDARDY ENERGETICKÝCH ÚSPRNÝCH BUDOV

### 4.1 Nízkoenergetický standard

Tento standard je vůbec prvním, který se v České republice objevil. Jedná se o předchůdce pasivního standardu a je definován v české technické normě ČSN 730540-2 a v technické normalizační informaci TNI 730329. Jedná se o dobrovolný standard, který je pouze doporučením a v České republice není nijak legálně zakotven.

- **Definice dle ČSN 730540-2:**  
Nízkoenergetický standard je dle normy definován měrnou potřebou tepla na vytápění, která nesmí překročit 50 kWh/(m<sup>2</sup>a). Dále musí součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí splňovat hodnoty 0,25 W/m<sup>2</sup>K pro obvodovou stěnu, 0,16 W/m<sup>2</sup>K pro střešní konstrukce, 0,30 W/m<sup>2</sup>K pro podlahu na terénu a 1,2 W/m<sup>2</sup>K pro výplně otvorů.
- **Definice dle TNI 730329:**  
Definice je podobná definici dle ČSN 730540-2, která udává jako požadavky pro splnění nízkoenergetického standardu limitní hodnotu měrné potřeby tepla a součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí. Technická normalizační informace však tyto požadavky rozšiřuje o neprůvzdušnost ( $n_{50}$ ) a dále o rozdělení objektů dle svého funkčního účelu. [5,17,18]

## 4.2 Pasivní Standard

**Pasivní standard**, vyvíjený přibližně od 90. let, lze dnes považovat za technicky nejpokročilejší po stránce stavebního řešení. Kromě měrné potřeby tepla na vytápění, jejíž hranice je tentokrát 15 kWh/(m<sup>2</sup>a), jsou pro pasivní dům definována další požadavky jako například neobnovitelná primární energie, neprůvzdušnost obálky budovy či maximální četnost překročení nejvyšší povolené teploty vnitřního vzduchu v letním období. Definováno je i mnoho vedlejších požadavků, které blíže specifikují dílčí technické specifikace používaných výrobků a technologií. Jedná o dobrovolný standard, který není v České republice nijak legislativně zakotven. Metoda hodnocení pasivního domu, tzv. PHPP (Passivhaus – projektierungspaket) je dlouhodobě vyvíjena v německém Passivhaus Institutu, je založena na stejném principu, jako většina nejrozšířenějších výpočetních postupů pro hodnocení energetické náročnosti budov, tedy kvazistacionární metodu s časovým krokem 1 měsíc popsanou v ČSN EN ISO 13790.

**Energeticky pasivní standard** je další termín vyskytující se v české legislativě a je popsán v technických normalizačních informacích TNI 730329 a TNI 730330. Vychází z principů návrhu domu pasivního s rozdílnou metodou výpočtu, která používá jiné vstupní údaje (klimatická data, vztažná plocha, údaje o vnitřních tepelných ziscích atd.). Z důvodu vnesení nepřesností výpočtem je měrná potřeba tepla pro splnění standardu navýšena na 20 kWh/(m<sup>2</sup>a). Opět platí, že termín energeticky pasivní, není českou legislativou vyžadován. [19]

### 4.3 Standard s velmi nízkou energetickou náročností

Dalším ze standardů, se kterými se můžeme dnes v České republice setkat, je budova s velmi nízkou energetickou náročností. Tento termín používá například dotační titul Nová zelená úsporám v oblasti podpory novostaveb. Je velmi blízko obecným principům návrhu pasivního domu. Požadovaná hodnota měrné potřeby tepla na vytápění je stanovena na dvou úrovních, 20 nebo 15 kWh/(m<sup>2</sup>a). V případě tohoto standardu jsou však jiné vstupní údaje pro výpočet nežli v případě pasivního, nízkoenergetického nebo energeticky pasivního standardu, zmíněných výše. Výpočet je prováděn v souladu s platnou vyhláškou č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění pozdějších předpisů, s využitím vstupních údajů uvedených v metodických pokynech programu Nová zelená úsporám pro tuto oblast podpory. Energeticky vztažnou plochou je zde pro změnu plocha stanovená z vnějších rozměrů budovy, a je tedy větší než u standardu pasivního domu. [19]

### 4.4 Ostatní standardy s nulou

Energetické standardy zmiňující slovo nula z pohledu energetických spotřeb jsou v českých normativních dokumentech uvedeny například v ČSN 730540:2, nebo v TNI 730329 a TNI 730330. Termíny uvedeny v ČSN a TNI jsou:

**energeticky nulová budova** (pozn.: období standardu energeticky nulového lze v zahraniční literatuře nalézt jako takzvaně bilančně nulovou budovu (net zero energy building, nZEB), přičemž zkratka může být zaměněna s

**budovou s téměř nulovou spotřebou energie** (nearly zero energy building). Ta je definována jako budova, jejíž součástí jsou zařízení na energetickou produkci, a u které roční bilance dodávané a vyprodukované energie je srovnatelná (vyjádřeno v hodnotě primární energie), také nezáleží na tom, pokud je energie spotřebována v budově, která ji vytvořila či u jiného spotřebitele.

Dalším standardem je **standard blízký energeticky nulovému**, který má ostatní kritéria definována obdobně, pouze bilanci v primárních energiích připouští nenulovou, tedy mírnější, přičemž mezní hodnota je definována ve dvou úrovních s ohledem na to, zda do bilance bude či nebude započítána spotřeba elektřiny pro domácí spotřebiče.

Pokud bychom chtěli hovořit o budově, která si skutečně dokáže za pomoci vlastních zdrojů vyrobit dostatečné množství energie pro hrazení svých potřeb je nutné použít další z energetických standardů, kterým je **budova energeticky nezávislá** (autonomní, ostrovní, plusový, ZEB). Tato budova nepotřebuje napojení do veřejné sítě a primárně se opět vychází z konceptu minimalizace potřeb na straně jedné s jejich následnou kompenzací produkcí energie z obnovitelných zdrojů.

#### Shrnutí hlavních standardů s nulou:

- **ZEB** – Zero Energy Building (budova která není napojena na veřejnou energetickou síť, její spotřeba je kryta vlastní energetickou produkcí, plně založenou na dostupných obnovitelných zdrojích)
- **nZEB** – Nearly Zero Energy Building (budova která je napojena na veřejnou energetickou síť, její spotřeba je v roční bilanci vyrovnána vlastní energetickou produkcí, avšak v době potřeby čerpá energii ze sítě a naopak)
- **nnZEB** – Nearly Net Zero Energy Building (Jedná se o nulovou budovu, jejíž roční bilance primární energie, která se hodnotí na základě energie odebrané a dodané z/do veřejné sítě, se blíží nule) [19]

## **4.5 Ostatní – inteligentní budovy, elektromobilita**

### **4.5.1 Inteligentní budovy**

Chytré budovy jsou objekty, ve kterých se klade důraz na automatizaci, a to ze dvou hlavních hledisek:

- Instalace samoregulačních zařízení pro individuální regulaci teploty (osazení v každé místnosti od roku 2025)
- Podpora systému připravených na inteligentní řešení (využití chytrých sítí, zpřesnění dat o spotřebě energií i uživatelském profilu)

Míra vybavenosti a připravenosti budovy na chytrá řešení bude nově vyjadřována dobrovolným „*ukazatelem připravenosti na chytrá řešení*“ (Smart Readiness Indicator – SRI). Přesná definice SRI a metoda jeho stanovení bude připravena Evropskou Komisí do 31. 12. 2019.

Bude postavena na schopnosti budovy a jejích technických systémů zachovat míru energetické náročnosti a energeticky účinný provoz budovy přizpůsobením spotřeby energie:

- využíváním energie z obnovitelných zdrojů
- přizpůsobením svého provozního módu v reakci na potřeby uživatelů s náležitým zohledněním uživatelské vstřícnosti
- zachování zdravého vnitřního prostředí



- schopnost podávat zprávy o využívání energie a flexibilitě budovy
- schopnost přesouvat zatížení v čase (pokud se jedná o celkové potřeby elektrické energie) [9]



Obrázek 4 – Indikátor připravenosti budovy na chytrá řešení [9]

## 4.5.2 Elektromobilita

Velkou souvislostí s připraveností budov na chytrá řešení je i vývoj a podpora technologií v oblasti elektromobility. Tento vývoj a podpora se promítly do požadavků ve formě vytváření infrastruktury pro dobíjení za dodržování místních technických a ekonomických podmínek. První fáze realizace těchto podmínek spočívá:

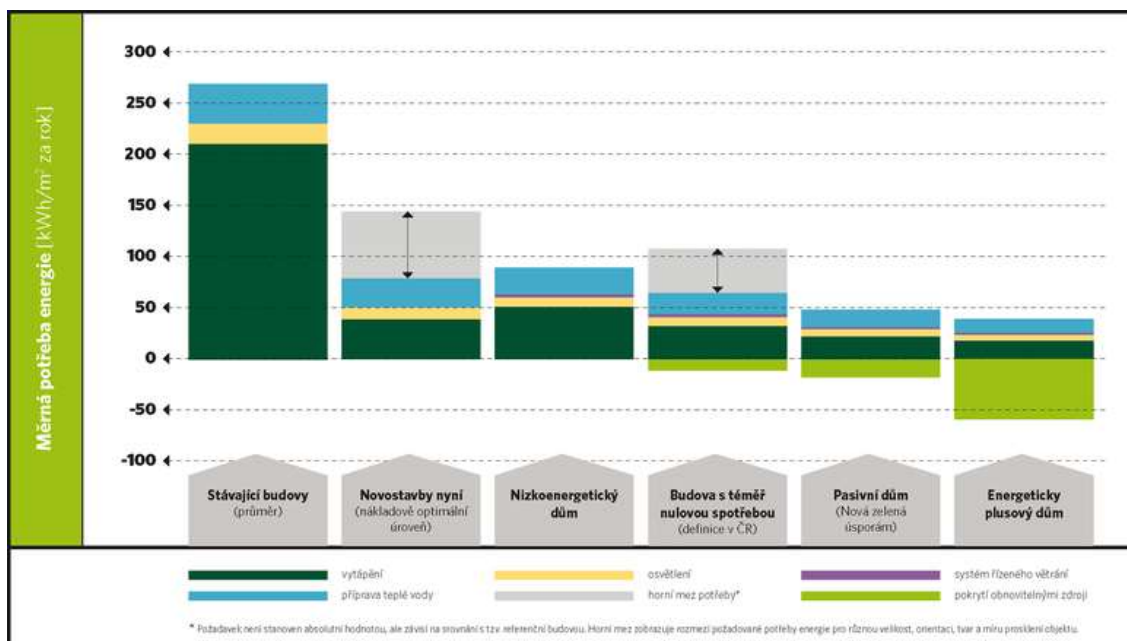
- v zavedení pravidla pro nové a renovované jiné než obytné budovy s více než 10 parkovacími místy (nejméně jedna dobíjecí stanice a kabeláž pro dodatečnou instalaci nejméně jedné dobíjecí stanice na 5 parkovacích míst.
- v nových a renovovaných obytných budovách s více než 10 parkovacími místy musí být kabeláž připravena pro každé parkovací místo [9]

## 4.6 Porovnání a závěr

Vzájemné porovnání energetických standardů s ohledem na různé metodiky a závazné ukazatele je prakticky nemožné. Proto je srovnání možné pouze ve zjednodušené a orientační formě. Na obrázku č.5 jsou uvedeny:

- Orientační měrná potřeba tepla na vytápění
- Orientační měrná potřeba tepla na přípravu teplé vody
- Orientační měrná potřeba tepla na osvětlení
- Orientační měrná potřeba tepla na pomocné energie

**POZNÁMKA:** Absolutní hodnota požadavku pro novostavbu a nZEB odpovídající měrné potřebě tepla na vytápění referenční budovy může nabývat v závislosti na tvaru budovy, míře prosklení fasád a jejich orientaci velmi rozdílných hodnot, proto je graficky uvedeno jejich běžné rozpětí. [19]



Obrázek 5 – Porovnání celkové potřeby energie pro jednotlivé energetické standardy v rámci RD [19]

Na další straně je v tabulce č.6 provedeno srovnání jednotlivých energetických standardů podle jejich definice, požadavku na potřebu tepla pro vytápění a požadavku na neobnovitelnou primární energii.

Název energetického standardu budovy	Definice	Orientační hodnota požadavku na potřebu tepla na vytápění [kWh/m <sup>2</sup> za rok]	Orientační hodnota požadavku na neobnovitelnou primární energii [kWh/m <sup>2</sup> za rok]
Požadavek na novostavby do 1.1.2020 (tzv. nákladově optimální úroveň) dle zákona o hospodaření energií (resp. vyhlášky č. 78/2013 Sb.)	Legislativně závazné hodnocení budov podle průkazu energetické náročnosti s uváděnou třídou A-G nemá parametry stanovené v absolutních hodnotách. Požadavek na novostavby je energetická třída C a závisí na srovnání s tzv. referenční budovou stejného tvaru, orientace a prosklení.	40–90 dle typu a tvaru budovy (malé objekty > 100)	120–200 dle typu a tvaru budovy (malé objekty > 240)
Nízkoenergetický dům	Je označení pro objekt, jehož měrná potřeba tepla na vytápění nepřekročí 50 kWh/m <sup>2</sup> za rok.	50	-

Název energetického standardu budovy	Definice	Orientační hodnota požadavku na potřebu tepla na vytápění [kWh/m <sup>2</sup> za rok]	Orientační hodnota požadavku na neobnovitelnou primární energii [kWh/m <sup>2</sup> za rok]
<b>Budova s téměř nulovou spotřebou energie dle zákona o hospodaření energií (resp. vyhlášky č. 78/2013 Sb.)</b>	Legislativně závazný požadavek, který nabíhá postupně od 1. ledna 2016 (velké veřejné budovy) do 1. ledna 2020 (všechny budovy, vč. rodinných domů). Přestože je v názvu uvedena „téměř nulová spotřeba“, ve skutečnosti tomu tak není. Často jde o úspornější budovu než je nízkenergetický dům, někdy to tak ale není.	<b>30–70</b> dle typu a tvaru budovy, část může být pokryta z obnovitelných zdrojů (malé objekty > 80)	<b>100–160</b> dle typu a tvaru budovy (malé objekty > 200)
<b>Pasivní dům</b>	V ČR tento standard není legislativně závazný. Požadavek je stanoven v absolutní hodnotě podle metodiky Passivhaus institutu v Darmstadtu. Zhruba však odpovídá požadavkům programu Nová zelená úsporám na novostavby.	<b>15</b> , část může být pokryta z obnovitelných zdrojů	<b>≤ 60</b> v programu Nová zelená úsporám
<b>Energeticky plusový dům</b>	Jde o definici, která zatím není nikde legislativně zakotvena. Běžně se jí rozumí pasivní či ještě úspornější dům, který vyrobí z obnovitelných zdrojů umístěných na budově či v jejím bezprostředním okolí více energie, než sám spotřebuje.	<b>&lt; 15</b> , více energie musí pocházet z obnovitelných zdrojů	<b>&lt; 0</b>

Tabulka 6 - Porovnání požadavků jednotlivých energetických standardů [19]

## 5 PRINCIP HODNOCENÍ ENB NZEB V ČESKÉ REPUBLICE NA ÚROVNI PENB

V České republice primárně hodnotíme energetickou náročnost budov průkazem energetické náročnosti budov – PENB. Hodnocení energetické náročnosti budov jako takové, je velice složitým a komplexním procesem. Proto v této části diplomové práce popíši princip pouze obecně a zjednodušeně. Popsat celý princip energetického hodnocení budov komplexně je prakticky nemožné, jak z důvodu obsáhlosti, tak z důvodu multioborové náročnosti a neustálého technologického vývoje.

### 5.1 Analýza energetických toků a potřeb budovy

Do této části hodnocení energetické náročnosti budov, dle *vyhlášky č. 78/2013 Sb.* vstupují energetické systémy. Jedná se tedy o energii pro potřeby technických systémů vytápění, chlazení, mechanického větrání, úpravy vlhkosti vzduchu, přípravu a ohřevu teplé vody, osvětlení a pomocných energií. Suma těchto dílčích dodaných energií poté vyjadřuje celkovou roční dodanou energii budovy. [20]

Celková roční dodaná energie je stanovena dle vztahu:

$$Q_{fuel,tot} = EP_H + EP_C + EP_F + EP_W + EP_L - EP_{PV} - EP_{CHP} \quad [GJ]$$

Kde:  $Q_{fuel,tot}$  – Celková obsažená roční energie zásobující budovu

$EP_H$  – Roční dodaná energie systému vytápění včetně pomocných energií

$EP_C$  – Roční dodaná energie pro systémy chlazení včetně pomocných energií

$EP_F$  – Roční dodaná energie pro systémy mechanického větrání a úpravy vlhkosti vzduchu včetně pomocných energií

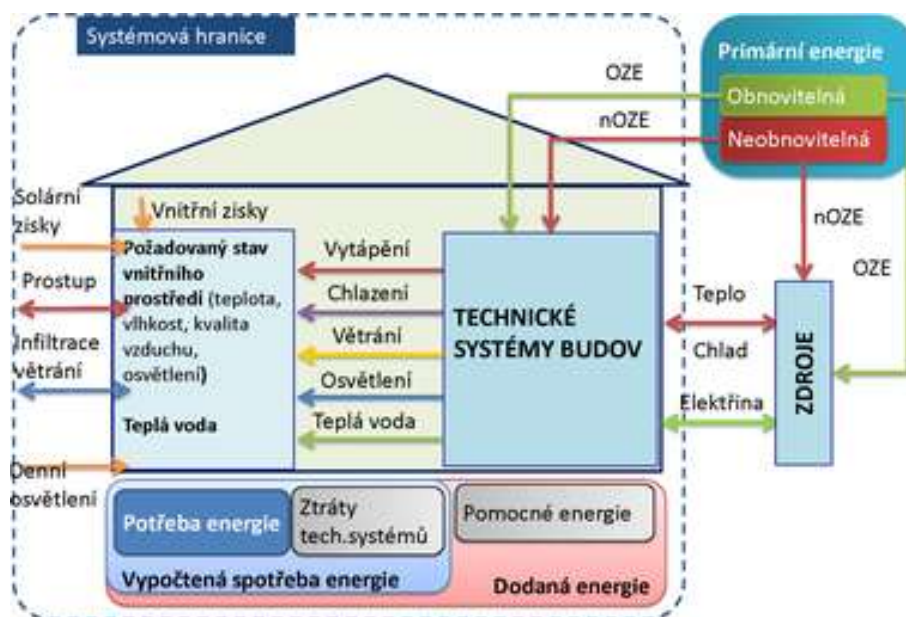
$EP_W$  – Roční dodaná energie systém přípravu teplé vody včetně pomocných energií

$EP_L$  – Roční dodaná energie pro systémy osvětlení

$EP_{PV}$  – Roční produkce energie fotovoltaických systémů

$EP_{CHP}$  – Roční produkce systému kombinované výroby elektřiny a tepla (KVET) [19]

Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu, které je základním hodnotícím kritériem je uvedeno v kapitole 2.4. tabulka 4. Tabulka 4 definuje toto snížení procentem ze spotřeby primární neobnovitelné energie referenční budovy  $\Delta e_{p,R}$ .



Obrázek 6 – Grafické znázornění principu výpočtu ENB [45]

## 5.2 Stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obálky budovy

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.5 této diplomové práce, stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obálky budovy výrazně ovlivňují energetické toky mezi interiérem a exteriérem. Proto vhodným stavebním řešením dochází k efektivnímu snížení energetické náročnosti budovy. Pro zamezení vzniku tepelně technických vad obálky budovy je doporučeno dodržet požadavky stanovené normou ČSN 73 0540-2: 2011 – *Tepelná ochrana budov*. Tato norma zohledňuje prostup tepla konstrukcemi obálky budovy, šíření vlhkosti a tepla v konstrukcích a v neposlední řadě neprůvzdušnost konstrukcí obálky budovy.

### 5.2.1 Šíření tepla konstrukcemi obálky budovy

Šíření tepla je fyzikální jev, při kterém se teplo šíří z místa s větší teplotou do místa s teplotou nižší. Jedná se o přenos tepelné energie tepelným tokem skrze konstrukce obálky budovy. Stanovuje se za pomoci dvou veličin a to:

- **Součinitel prostupu tepla:** Tento součinitel je společně s tepelným odporem jednou ze základních veličin určující tepelně izolační vlastnosti obálky budovy. Je to vyjádřené množství tepla ve wattech, které projde přes plochu 1 m<sup>2</sup> stavební konstrukce za rozdílu teplot právě 1 Kelvin. Z čehož tedy vyplývá i jednotka součinitele prostupu tepla – W/(m<sup>2</sup>.K).

**Součinitel prostupu tepla je stanoven jako:**

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_1^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{se}} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_1^n \frac{d_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}} = \frac{1}{R_T} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

- Kde:  $R_{si}$  - Tepelný odpor při přestupu tepla na straně interiéru [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ]  
 $R_{se}$  - Tepelný odpor při přestupu tepla na straně exteriéru [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ]  
 $\alpha_i$  - Součinitel přestupu tepla na straně interiéru [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]  
 $\alpha_e$  - Součinitel přestupu tepla na straně exteriéru [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]  
 $d$  - Tloušťka vrstvy materiálu složení stěny [m]  
 $\lambda$  - Součinitel tepelné vodivosti [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ]  
 $R_T$  - Tepelný odpor konstrukce při prostupu tepla [ $m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$ ]  
 $U$  - Součinitel prostupu tepla [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]

Dále je nutné do celkového součinitele prostupu tepla  $U_c$  zahrnout vliv tepelných mostů. Tento vliv je vyjádřen jako přírážka, k již zmíněnému součiniteli prostupu tepla. Dále se dá zpřesnit s uvážením a zahrnutím vlivů jako jsou vzduchové mezery v konstrukci, nebo místa přímého styku tepelné izolace se srážkovou vodou.

$$U_c = U + \sum \Delta U \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

- Kde:  $U$  - Součinitel prostupu tepla [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]  
 $\sum \Delta U$  - Navýšení součinitele prostupu tepla vlivem netěsností, mezer v izolacích, kotevních prvků a vlivem přímého styku tepelné izolace se srážkovou vodou [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]

Celkový součinitel prostupu tepla je poté porovnáván s požadavky popsané normou ČSN 73 0540-2: 2011 *Tepelná ochrana budov*. Norma udává závazné a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla kterým se celkový součinitel prostupu tepla může maximálně rovnat nebo být menší. Pro výstavu nZEB v souvislosti se součinitelem prostupu tepla, je nutno splnit normové požadavky na hodnotu  $U_{REC,20}$ . Tyto hodnoty jsou pro jednotlivé části konstrukcí budov uvedeny v kapitole 2.3 tabulce č. 3.

- **Vnitřní povrchová teplota konstrukce:** Nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce  $\theta_{si}$  [ $^{\circ}C$ ] je vhodné hodnotit v poměrném tvaru jako teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{Rsi}$ . Faktor vnitřního povrchu je vlastnost konstrukce nebo styku konstrukcí, která nezávisí na teplotách přilehlých prostředí což je kvalitní hodnotící faktor.

Faktor vnitřního povrchu je stanoven takto:

$$f_{R_{si}} = \frac{\theta_{si} - \theta_{se}}{\theta_{ai} - \theta_e} = 1 - \xi_{R_{si}} \quad [-]$$

Kde:  $\theta_{si}$  – Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce [°C]

$\theta_e$  – Návrhová teplota vzduchu v exteriéru [°C]

$\theta_{ai}$  – Návrhová teplota vzduchu v interiéru [°C]

$f_{R_{si}}$  – teplotní faktor vnitřního povrchu [ - ]

$\xi_{R_{si}}$  – Poměrný teplotní rozdíl vnitřního povrchu [ - ]

V zimním období musí konstrukce nebo styky konstrukcí uvnitř budovy s relativní vlhkostí vzduchu  $\varphi_i \leq 60 \%$  splňovat podmínku, kdy teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{R_{si}}$  nesmí přesáhnout požadovanou hodnotu.

$$f_{R_{si}} \leq f_{R_{si,N}} \quad [-]$$

Kde:  $f_{R_{si}}$  – teplotní faktor vnitřního povrchu

$f_{R_{si,N}}$  – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu

[5]

## 5.2.2 Šíření vlhkosti konstrukcí obálky budovy

Šíření vlhkosti konstrukcí výrazně ovlivňuje tepelně technické vlastnosti většiny stavebních materiálů. Proto je nutné zejména u obvodových plášťů posoudit množství vypařené a zkondenzované vodní páry v konstrukci. V zimním období je v interiéru vyšší teplota i parciální tlak než v exteriéru, proto dochází k difuzi nenasycených vodních par. V místech, kde se teplota sníží na teplotu nasycení vodní páry se vodní pára začne měnit kondenzací ve vodu. Tento kondenzát se může vsáknout do konstrukce, gravitačně odtéct, nebo se vypařit. Odpařováním kondenzát odebírá teplo okolí a tím dochází k ochlazení konstrukce. Při vsakování dochází k fyzikálním změnám vlastností materiálů a při odtékání k abrazi konstrukcí a jejich zabarvování. Proto je nutné splnit níže uvedené podmínky:

- **Pokud kondenzát ohrožuje funkci konstrukce:**

$M_c = 0$  [kg/(m<sup>2</sup> . a)] (nesmí vznikat vlhkost v konstrukci)

- **Ostatní případy:** zkondenzované vodní páry se musí v roční bilanci odpařit

$M_c < M_{ev}$  [kg/(m<sup>2</sup> . a)]

Kde:  $M_c$  – Množství zkondenzované vodní páry za rok [kg/(m<sup>2</sup> . a)]

$M_{ev}$  – Množství odpařené vodní páry za rok [kg/(m<sup>2</sup> . a)]

- Celkové množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce musí tedy splňovat podmínku v souladu s normou ČSN 73 0540-2: 2011.

$$M_c \leq M_{c,N} \text{ [kg/(m}^2 \cdot \text{a)]}$$

Kde:  $M_c$  – Množství zkondenzované vodní páry [kg/(m<sup>2</sup>.a)]

$M_{c,N}$  – Maximální množství zkondenzované vodní páry [kg/(m<sup>2</sup>.a)] [5]

### 5.2.3 Vzduchová neprůvzdušnost obálky budovy

Neboli šíření vzduchu konstrukcí uvnitř obvodového pláště budovy. Průvzdušnost je určována pro funkční spáry výplně otvorů, popřípadě je určována u lehkých obvodových pláštů. Dále je určována pro spáry a netěsnosti ostatní obálkových konstrukcí budovy a pro obálku samotnou. Je vyjádřena za pomoci součinitele spárové průvzdušnosti  $i_{LV}$ . Součinitel spárové průvzdušnosti musí u výplní otvorů a lehkých obvodových pláštů splňovat podmínku:

$$i_{LV} \leq i_{LV,N} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{Pa}^{-0,67}]$$

Kde:  $i_{LV}$  – Spárová průvzdušnost výplní otvorů a obálky budovy [m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>.Pa<sup>-0,67</sup>]

$i_{LV,N}$  – Požadovaná hodnota souč. spárové průvzdušnosti [m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>.Pa<sup>-0,67</sup>]

Požadované hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti pro okenní a dveřní výplně otvorů. Dále pro lehké obvodové pláště včetně výplní otvorů jsou uvedeny v tab. 7 níže.

Funkční spára ve výplni otvoru	Hodnota součinitele spárové průvzdušnosti	
	Budova s přirozeným větráním [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .m <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]	Budova s nuceným větráním [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .m <sup>-1</sup> .Pa <sup>-0,67</sup> ]
Vstupní dveře do zádveří budovy při celkové výšce nadzemní části budovy do 8 m včetně	1,6 x 10 <sup>-4</sup>	0,87 x 10 <sup>-4</sup>
Ostatní vstupní dveře do budovy a dveře oddělující ostatní ucelené části budovy	0,87 x 10 <sup>-4</sup>	0,30 x 10 <sup>-4</sup>
Ostatní vnější výplně otvorů při celkové výšce nadzemní části	do 8 m včetně	0,87 x 10 <sup>-4</sup>
	8–20 m	0,60 x 10 <sup>-4</sup>
	20–30 m	0,30 x 10 <sup>-4</sup>
	nad 30 m	0,10 x 10 <sup>-4</sup>
Lehký obvodový plášť včetně oken a dveří	0,05x 10 <sup>-4</sup>	0,05x 10 <sup>-4</sup>

Tabulka 7 – Požadované hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti [5]

[5]



## 5.2.4 Prostup tepla obálkou budovy

Z uvedených vlastností obálky budovy jsou poté určeny celkové energetické vlastnosti budovy. Pro jejich zjednodušené vyjádření je zavede střední (průměrný) součinitel prostupu tepla  $U_{em}$ . Tento součinitel je stanoven dle vztahu uvedeného pod textem.

$$U_{em} = \frac{H_T}{A} = \frac{\sum(U_n * A_n)}{A} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

Kde:  $H_T$  – Měrná ztráta prostupem tepla stanovená ze součinitelů prostupu tepla všech konstrukcí tvořících obálku budovy [W/K]

$A$  – Plocha obálky budovy [m<sup>2</sup>]

$U_{em}$  – Průměrný součinitel prostupu tepla ve [W/(m<sup>2</sup>.K)]

$U_n$  – Souč. prostupu tepla jednotlivých konstrukcí obálky budovy [W/(m<sup>2</sup>.K)]

$A_n$  – Dílčí ochlazovaná plocha jednotlivých konstrukcí obálky budovy [m<sup>2</sup>]

Po stanovení středního (průměrného) součinitele prostupu tepla budovy, je nutno jej porovnat se závazně technickými předpisy a normami. Poté musí průměrný součinitel prostupu tepla splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N} \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

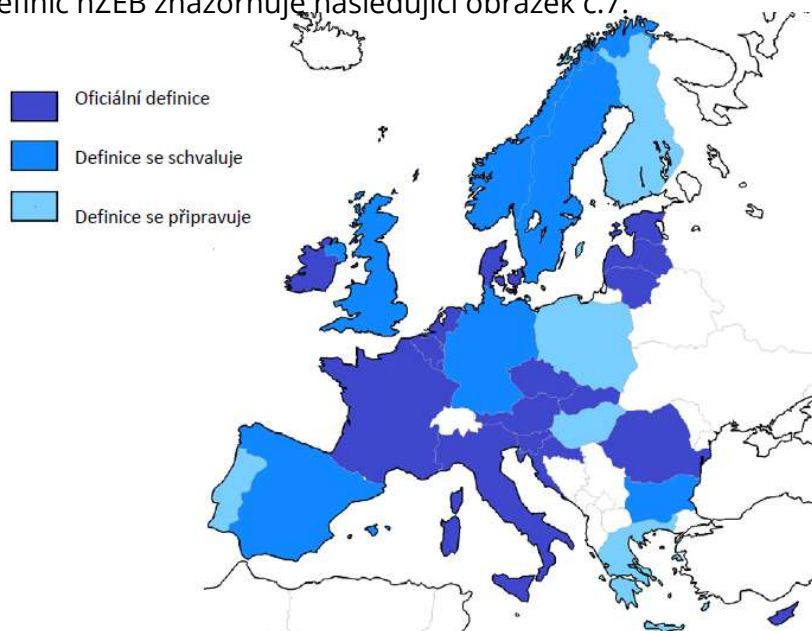
Kde:  $U_{em,N}$  – Požadovaná hodnota středního součinitele prostupu tepla [W/(m<sup>2</sup>.K)]  
[5]

## 6 POROVNÁNÍ ZAVÁDĚNÍ ZÁVAZNĚ TECHNICKÝCH PŘEDPISŮ V ČLENSKÝCH ZEMÍCH EU

V EU je stanovena rámcová definice dána směrnicí o energetické náročnosti budov. Směrnice EPBD II. V současnosti již uběhla lhůta pro její zapracování členskými státy EU do svých národních legislativ. Důraz je kladen na dosažení nákladově optimálních úrovní, které jsou prováděny podle společného metodického rámce. Všechny nové budovy nebo budovy, u kterých bude prováděna větší změna dokončené budovy, budou muset splňovat minimální požadavky na energetickou náročnost, pokud budou realizovatelné. Těmto minimálním požadavkům odpovídá splnění národních požadavků na budovy s téměř nulovou spotřebou energie pro novostavby. Požadavky jsou uvedeny ve *vyhlášce č. 78/2013 Sb.* V České republice budou postupně muset požadavky na nZEB od 1. ledna 2020 splňovat všechny nové budovy a budovy, u kterých bude prováděna větší renovace. Cílem je snižování energetické náročnosti budov a tím snižování enviromentálního dopadu stavebního průmyslu a výstavby.  
[22]

## 6.1 Definice budov s téměř nulovou spotřebou energie v EU

Specifické požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie musí být stanoveny na nákladově optimální úrovni jednotlivými členskými státy EU. Avšak zdaleka ne všechny členské země mají národní definici nZEB schválenou, v několika zemích, například Řecku, Portugalsku a Polsku, se definice teprve připravuje. Stav národních definic nZEB znázorňuje následující obrázek č.7.



Obrázek 7 – Stav definice nZEB pro státy EU a Norsko [21]

[22]

Přístup k definování jak energetické náročnosti, tak i výše podílu obnovitelných zdrojů v nZEB, je v různých zemích dost odlišný. Odlišný je i časový postup implementace nZEB, část Belgie a Francie národní definici implementovaly mnohem dříve než ostatní země, ve většině států EU začne definice platit až v roce 2020. Číselný ukazatel určující energetickou náročnost budovy se v různých zemích také liší, díky vlastnímu stanovování výpočetních podmínek členskými státy EU. Z níže uvedeného popisu stavu národních definic nZEB se tedy dají identifikovat tři základní přístupy k implementaci:

- Definice přes číselný ukazatel maximální potřeby primární energie ( $\text{kWh/m}^2\text{a}$ ),
- Nerozměrový koeficient porovnávající využití primární energie v budově s referenční budovou a použití emisí  $\text{CO}_2$  jako hlavního ukazatele nebo v kombinaci s ukazatelem primární energie. (ČR)
- Definice budovy za pomoci energetické třídy (např. A)

Rozdílnost jednotlivých definic pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie vztahena k roku 2017 je uvedena v tabulkách na následujících stranách:

[21, 22]

					Definice nZEB pro nové budovy						Definice nZEB pro stávající budovy		
Země	Stav definice	Hlavní reference	Začátek platnosti		EPBD rozsah	Číselný ukazatel	Max. primární energie [kWh/m²rok]		Podíl obnovitelné	Ostatní ukazatel	Stav definice	Max. primární energie (kWh/m²rok)	
			Veřejné	Ostatní			Obytné budovy	Ostatní budovy				Obytné budovy	Ostatní budovy
Rakousko	✓	OIB Pokyny 6	1.1.2019	1.1.2021	✓ [6]	✓	160	170 (od roku 2021)	Minimální podíl v návrhu pokynů OIB pro všechny budovy	OB, CO <sub>2</sub>	✓	200	250 (od roku 2021)
Belgie	✓	Vyhláška 21/12/2007 ve znění pozdějších předpisů	1.1.2015	1.1.2015	✓	✓	45	~90 [2]	☐ Kvalitativní	OB, UP	✓	54	~108 [1]
Belgie - Vlámsko	✓	Vyhláška 29/11/2013	1.1.2019	1.1.2021	✓	✓	30% PE [4]	40% PE [4]	☐ Kvantitativní [3]	OB, UP	Připravuje se		
Belgie - Valonsko	Připravuje se	Konsolidovaná zpráva Evropské komise	1.1.2019	1.1.2019	✓	Připravuje se			Kvantitativní	OB	Připravuje se		
Bulharsko	Schvaluje se	Národní plán nZEB, Studie BPIE	1.1.2019	1.1.2021	✓	Schvaluje se	~30-50	~40-60	Kvantitativní	OB	Jako pro nové budovy	~30-50	~40-60
							Zahrnuto do výpočtu; budova musí					Zahrnuto do výpočtu; budova musí	
Chorvatsko	✓	Vyhláška OG 97/14, Národní plán nZEB	1.1.2019	1.1.2021	✓	✓	33-41 [3]	Připravuje se	Minimální podíl v současných požadavcích pro všechny budovy	OB	žádná data		
Kypr	✓	Vyhláška 366/2014, Zákon 210(I)/2012	1.1.2019	1.1.2021	✓	✓	100	125	☐ Kvantitativní	OB	✓ Jako pro nové budovy	100	125

Tabulka 8 – Stav definice nZEB v EU [22]

Země	Stav definice	Hlavní reference	Začátek platnosti		EPBD rozsah	Číselný ukazatel	Max. primární energie [kWh/m²rok]		Podíl obnovitelné	Ostatní ukazatel	Stav definice	Max. primární energie (kWh/m²rok)	
			Veřejné	Ostatní			Obytné budovy	Ostatní budovy				Obytné budovy	Ostatní budovy
Česká republika	✓	Vyhláška 78/2013 Sb.	2016-2020 záleží na velikosti	2016-2020 záleží na velikosti	✓	✓	75-80% [1,4] (Příloha 2 – PENB OZ)	90% [4]	✓ Kvantitativní	OB, TS	✓ Jako pro nové budovy	75-80% [1,4] (POZN)	90% [4] (Příloha 2 – PENB OZ)
Dánsko	✓	Stavební vyhláška 2010	1.1.2019	1.1.2021	✓	✓	20	25	✓ Kvalitativní	OB, UP, TS	☐ Jako pro nové budovy	20	25
Estonsko	✓	Vyhláška 68:2012	1.1.2019	1.1.2021	✓ [6]	✓	90-270 [1]	50-100 [1]	✓ Kvalitativní		*		
Finsko	Připravuje se	Konsolidovaná zpráva Evropské komise	1.1.2018	1.1.2021	✓ [6]	žádná data			žádná data		žádná data		
Francie	Připravuje se definice pro aktivní domy [7]	Tepelná vyhláška 2012, Národní plán nZEB	28.10.2011	1.1.2013	✓	✓	40-65 [1,2]	70-110 [1,2]	✓ Kvantitativní [3]	OB, UP, TS	✓	80 [2]	60% PE [1]
Německo	Připravuje se	K <sub>w</sub> účinnost domu, Národní plán nZEB	1.1.2019	1.1.2021	✓	Připravuje se	40% PE [4]		Minimální podíl v současných požadavcích	OB	Připravuje se	55% PE [4]	
Řecko	Připravuje se	Zákon 4122/2013	1.1.2019	1.1.2021	žádná data	žádná data			Minimální podíl v současných požadavcích		Připravuje se		
Maďarsko	Připravuje se	Vyhláška 7/2006 ve znění pozdějších předpisů	1.1.2019	1.1.2021	✓	Připravuje se	50-72 [1]	60-115 [1]	✓ Kvantitativní	OB	Připravuje se		

Tabulka 9 – Stav definice nZEB v EU (POKRAČOVÁNÍ) [22]

Země	Stav definice	Hlavní reference	Začátek platnosti		Definice nZEB pro nové budovy						Definice nZEB pro stávající budovy		
			Veřejné	Ostatní	EPBD rozsah	Číselný ukazatel	Max. primární energie [kWh/m²rok]		Podíl obnovitelné	Ostatní ukazatel	Stav definice	Max. primární energie (kWh/m²rok)	
							Obytné budovy	Ostatní budovy				Obytné budovy	Ostatní budovy
Irsko	✓	Návrh definice v Národním plánu nZEB	1.1.2019	1.1.2021	✓	✓	45	~60% PE [4]	✓ Kvantitativní [3]	CO <sub>2</sub>	Připravuje se	75-150	
Itálie	Schvaluje se (v publikaci)	Návrh nové vyhlášky EPBD	1.1.2019	1.1.2021	✓	Schvaluje se	Součástí připravované aktualizované verze Národního		Kvantitativní	OB, TS	✓ Jako pro nové budovy	Součástí připravované aktualizované verze Národního	
Lotyšsko	✓	Nařízení 383/2013	1.1.2019	1.1.2021	✓	✓	95	95	✓ Kvantitativní	OB	✓ Jako pro nové budovy	95	95
Litva	✓	Vyhláška STR 2.01.09:2012	1.1.2019	1.1.2021	✓	✓	Zahrnuto do výpočtu; budova musí splňovat třídu A++		✓ Kvantitativní	OB	✓ Jako pro nové budovy	Zahrnuto do výpočtu; budova musí splňovat třídu A++	
Lucembursko	✓ Opravují se detaily	Národní plán nZEB	1.1.2019	1.1.2021	*[5]	✓	Zahrnuto do výpočtu; budova musí splňovat třídu A-A-A		✓ Kvalitativní	OB, CO <sub>2</sub>	žádná data		
Malta	Připravuje se	Národní plán nZEB	1.1.2019	1.1.2021	✓	Revidují se aktuální hodnoty	40	60	Kvalitativní	OB	žádná data		
Nizozemsko	✓	Národní plán nZEB	1.1.2019	1.1.2021	✓	✓	Zahrnuto do výpočtu; budova musí splňovat koeficient energetické		*	OB	žádná data		
Norsko	Připravuje se	Prezentace výzkumného střediska na budovy s nulovými emisemi	1.1.2021	1.1.2021	✓	Připravuje se			Minimální podíl v současných požadavcích pro všechny budovy	CO <sub>2</sub> (hlavní ukazatel), OB, TS	žádná data		

Tabulka 10 – Stav definice nZEB v EU (POKRAČOVÁNÍ) [22]

Země	Stav definice	Hlavní reference	Začátek platnosti		EPBD rozsah	Číselný ukazatel	Max. primární energie [kWh/m <sup>2</sup> rok]		Podíl obnovitelné	Ostatní ukazatel	Stav definice	Max. primární energie (kWh/m <sup>2</sup> rok)	
			Veřejné	Ostatní			Obytné budovy	Ostatní budovy				Obytné budovy	Ostatní budovy
<b>Polsko</b>	Připravuje se	Konsolidovaná zpráva Evropské komise	1.1.2019	1.1.2021	✓	Připravuje se	60-75 [1]	45-70 [1]	*		žádná data		
<b>Portugalsko</b>	Připravuje se	Zákon 118/2013	1.1.2019	1.1.2021	✓	V současných požadavcích na budovy			*		žádná data		
<b>Rumunsko</b>	✓	Národní plán nZEB	1.1.2019	1.1.2021	✓	✓	93-217 [1,2]	50-192 [1,2]	✓ Kvantitativní	CO <sub>2</sub>	žádná data		
<b>Slovensko</b>	✓	Vyhláška 364/2012	1.1.2019	1.1.2021	* [5]	✓	32-54 [1]	34-96 [1]	✓ Kvantitativní	OB	žádná data		
<b>Slovinsko</b>	Schvaluje se	Úřední věstník 17/14, Národní plán nZEB	1.1.2019	1.1.2021	✓	Schvaluje se	45-50 [1]	70	Připravuje se	OB	Schvaluje se	70-90 [1]	100
<b>Španělsko</b>	Připravuje se	Vyhláška 235/2013	1.1.2019	1.1.2021	✓	Připravuje se	Zahrnuto do výpočtu; předpokládá se, že budovy budou muset splnit třídu A		Minimální podíl v současných požadavcích pro všechny budovy	CO <sub>2</sub> (hlavní ukazatel)	Připravuje se		
<b>Švédsko</b>	Připravuje se	Národní plán nZEB	1.1.2019	1.1.2021	✓	Připravuje se	30-75 [1,2]	30-105 [1,2]	*		žádná data		
<b>Anglie</b>	✓ Opravují se detaily [8]	Národní plán nZEB, Prezence centra pro nulový uhlík	1.1.2018 (od 2016 pro obytné budovy)	1.1.2019 (od 2016 pro obytné)	✓	✓	~44 [1]	žádná data	✓ Kvalitativní	CO <sub>2</sub> (hlavní ukazatel), OB, TS	žádná data		
							Zahrnuto do výpočtu; budova bude muset dodržet emise uhlíku ~ 0						

Tabulka 11 – Stav definice nZEB v EU (POKRAČOVÁNÍ) [22]

• **Legenda k tabulce č.8:**

✓	Definice je zahrnuta v oficiálních dokumentech	*	Definice není dostupná
<b>Ostatní indikátory:</b>			
CO <sub>2</sub>	Emise oxidu uhličitého	OB	Náročnost obálky budovy
UP	Ukazatel přetápění	TS	Náročnost technických systémů
U bytových budov EPBD bere v úvahu následující energetické služby: vytápění, chlazení, ohřev teplé užitkové vody, klimatizaci a u nebytových budov se navíc uvažuje i osvětlení.			
[1]	V závislosti na referenční budovu		
[2]	V závislosti na umístění		
[3]	Požadavky v závislosti na přijatých opatřeních zohledňující OZE		
[4]	Maximální spotřeba primární energie definovaná jako procentuální podíl ze spotřeby primární energie (PE) referenční budovy. V České republice je neobnovitelná primární energie nahrazena primární energií.		
[5]	Bez chlazení pro obytné budovy		
[6]	Spotřeba energie spotřebičů je zahrnuta v přidané definici (jak pro bytové, tak i nebytové budovy)		
[7]	V Národním plánu nZEB, BBC / "Bâtiments Basse Consommation" (budovy, které jsou v souladu s Tepelnou vyhláškou 2012) jsou definovány jako budovy se spotřebou energie blízké nule, ale předpokládá se, že od roku 2020 to budou budovy s pozitivní energií.		
[8]	Na rozdíl od Anglie se cíle pro ostatní země ve Velké Británii liší a očekává se, že budou přezkoumány. Severní Irsko se snaží prosazovat cíle vlády Spojeného království, aby všechny nové domy dosahovaly standardu nulových emisí uhlíku do roku 2016.		

Tabulka 12 – Legenda k tabulkám č. 8-11 [22]

Pro členské státy EU, které mají nastavenou maximální hodnotu spotřeb primární energie u budov s téměř nulovou spotřebou energie, jsou maximální spotřeby uvedeny v následující tabulce (tab. č. 13) a to jak pro budovy určené k bydlení, tak i pro ostatní budovy. Tabulky znázorňují vývoj požadavků v průběhu let 2011–2015:

Maximum (kWh/m <sup>2</sup> )	Budovy určené k bydlení [kWh/m <sup>2</sup> rok]					Ostatní budovy [kWh/m <sup>2</sup> rok]				
	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Rakousko	-	-	-	160,00	160,00	-	-	-	160,00	160,00
Belgie	-	-	-	-	32,26	-	-	-	-	32,26
Bulharsko	-	40,00	40,00	40,00	40,00	-	40,00	40,00	40,00	40,00
Chorvatsko	-	-	-	-	62,79	-	-	-	-	62,79
Kypr	-	-	-	100,00	100,00	-	-	-	100,00	100,00
Česká republika	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dánsko	-	-	-	20,00	20,00	-	-	-	20,00	20,00
Estonsko	-	-	-	50,00	50,00	-	-	-	50,00	50,00
Francie	-	-	50,00	5 000	50,00	-	-	50,00	50,00	50,00
Německo	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	-	-
Maďarsko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Irsko	-	-	-	45,00	45,00	-	-	-	45,00	45,00

Maximum (kWh/m <sup>2</sup> )	Budovy určené k bydlení [kWh/m <sup>2</sup> rok]					Ostatní budovy [kWh/m <sup>2</sup> rok]				
	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015
Itálie	-	-	-	20,40	20,40	-	-	-	20,40	-
Lotyšsko	-	-	-	95,00	95,00	-	-	-	95,00	95,00
Litva	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lucembursko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Malta	-	-	-	40,00	40,00	-	-	-	40,00	40,00
Nizozemsko	-	-	-	-	25,00	-	-	-	-	25,00
Polsko	-	-	-	-	67,11	-	-	-	-	67,11
Portugalsko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rumunsko	-	-	-	105,50	105,50	-	-	-	105,50	-
Slovensko	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Slovinsko	-	-	-	80,71	80,71	-	-	-	80,71	80,71
Švédsko	-	-	-	-	58,25	-	-	-	-	58,25
Velká Británie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabulka 13 – Maximální spotřeba primární energie v budovách (2011–2015) [21, 22]

## 7 VZDUCHOTECHNIKA V NZEB

Z pohledu vzduchotechniky a energetické dosažitelnosti cíle nZEB máme tři základní varianty v rozsahu nuceného větrání. Dalšími variantami návrhu může být například větrání přirozené nebo hybridní. Použití a výhody těchto typů ventilace jsou uvedeny níže.

### 7.1 Přirozené větrání

Přirozené větrání je nejjednodušší způsob výměny vzduchu mezi interiérem a exteriérem. Větrání je zajištěno díky působení větru nebo díky účinku tlakového rozdílu mezi interiérem a exteriérem. Vzniklý tlak je zapříčiněn rozdílem teplot vzduchu, a tedy i hustot vzduchu. Tyto principy jsou využívány při šachtovém větrání, aeraci, infiltraci či provětrávání. Ve výstavě nZEB jako takové se přirozené větrání z pravidla nepoužívá kvůli ztrátě odpadního tepla, které mohlo být využito ve zpětném získávání tepla. Všeobecně lze úspor na větrání při přirozeném větrání dosáhnout za předpokladů:

- Je regulován dispoziční tlak od větru – závisí na směru a rychlosti větru
- Je respektována změna režimu větrání při užívání prostor
- Jsou nainstalovány samoregulační prvky v návaznosti na regulaci dispozičního tlaku větru
- Jsou nainstalovány automatické regulační prvky v návaznosti na proudění vzduchu

[24, 25]

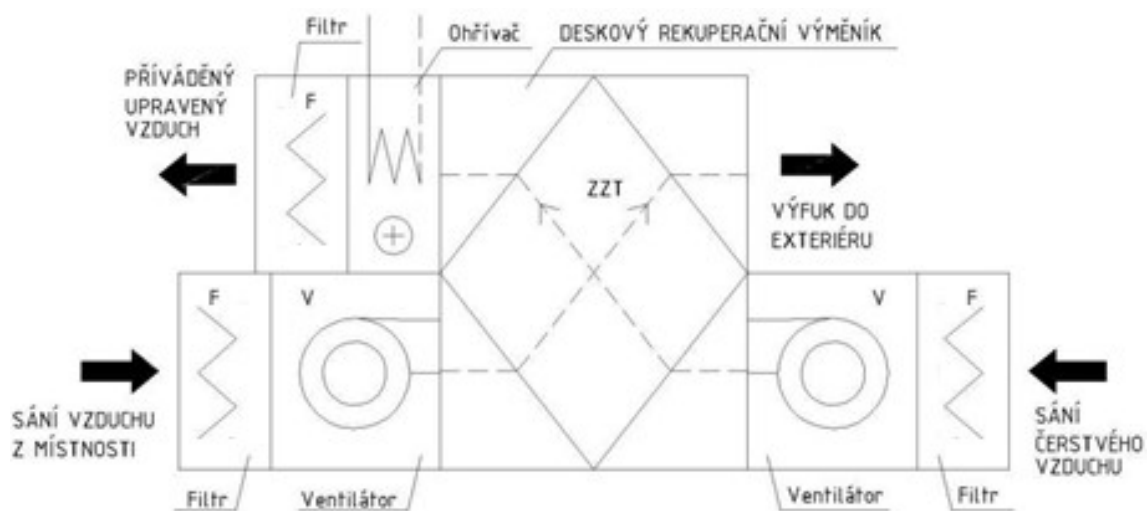


## 7.2 Nucené větrání

Při nuceném neboli mechanickém větrání je výměny vzduchu docíleno změnou tlaku za pomoci ventilátoru. Dále je u nuceného větrání možné zajišťovat úpravy vzduchu a hospodaření s odpadním teplem. Úpravy vzduchu je navíc možné upravovat a regulovat dle aktuální potřeby budovy nadřazeným systémem MaR. Nevýhodou tohoto systému oproti přirozenému větrání je bezesporu finanční a energetická náročnost. Ve výstavbě nZEB jsou zpravidla používány jednotky se zpětným získáváním tepla pro snížení energetické náročnosti na větrání. Bývají složeny z prvků splňující EKODESIGN či ErP. Základní koncepční typy vzduchotechnických jednotek vhodných pro nZEB jsou uvedeny níže. [24, 26]

### 7.2.1 Větrací rekuperační jednotky

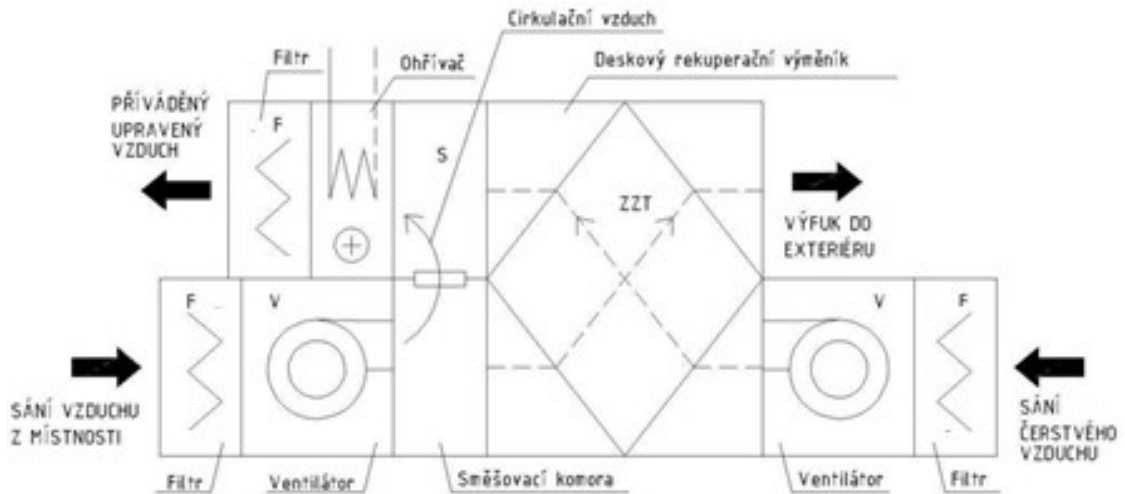
Větrání s rekuperací slouží pro přívod i odvod vzduchu a díky vzduchu odpadnímu jsou schopny zajistit přehřev či ochlazování, čerstvého přiváděného vzduchu. Tuto funkci jednotky zajišťuje zařízení pro zpětné získávání tepla. Dále tyto jednotky mohou obsahovat například chladič, zvlhčovač apod. Díky zpětnému získávání tepla a jeho energetické úspornosti, jsou tato zařízení populární a žádaná. [23]



Obrázek 8 - Větrací rekuperační vzduchotechnická jednotka [23]

### 7.2.2 Jednotky teplovzdušného vytápění

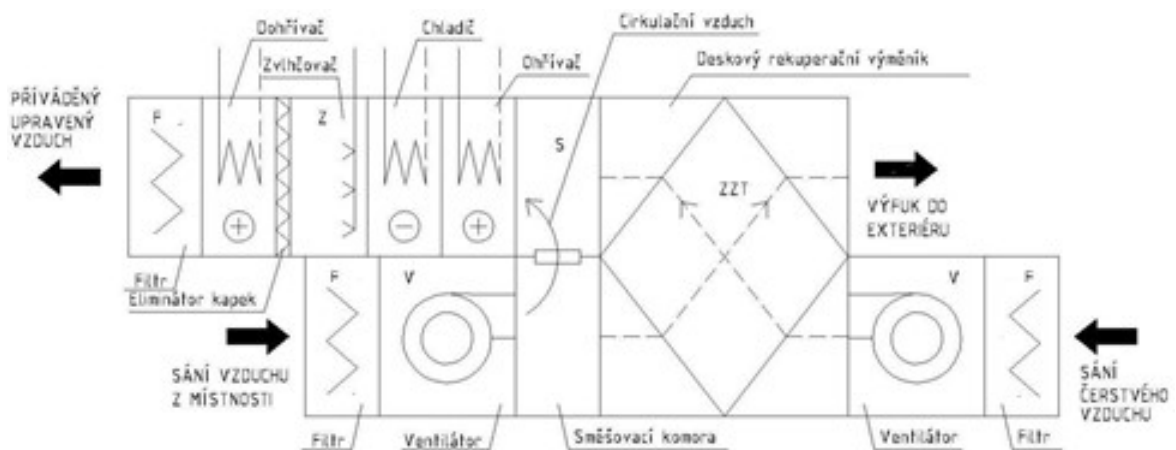
Teplovzdušná jednotka slouží pro vytápění a současně zajišťuje i potřebnou výměnu vzduchu v objektu. Zpětné získávání tepla přehřívá studený venkovní vzduch, který je následně smíchán se složkou vzduchu cirkulačního, tedy část vzduchu odváděného z místnosti. Dále po zvýšení teploty přívodního vzduchu ve směšovací komoře, může následovat dohřev vzduchu na potřebnou teplotu. [23]



Obrázek 9 - Vzduchotechnická jednotka pro teplovzdušné vytápění [23]

### 7.2.3 Klimatizační jednotky

Klimatizační sestavné jednotky jsou složeny ze stejných prvků, jako jednotky pro teplovzdušné vytápění a současné větrání. Jednotka pro klimatizaci prostor obvykle obsahuje přívodní a odvodní ventilátory pro zajištění proudění vzduchu, filtraci vzduchu, parní zvlhčovač pro vlhčení vzduchu, eliminátor kapiček pro jeho odvlhčení, výměník pro zpětné získávání tepla, směšovací komoru pro přímé mísení vzduchu. Dále ohříváč, dohříváč a chladič pro teplotní úpravy vzduchu. Dohříváč se používá u jednotek s adiabatickým zvlhčovačem. [23]

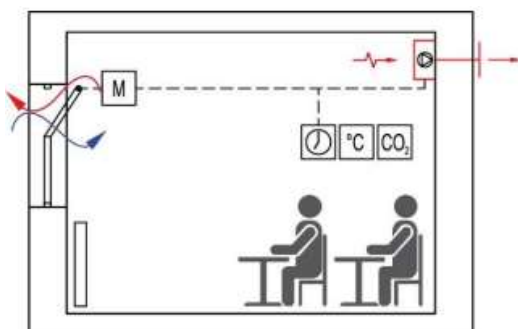


Obrázek 10 - Klimatizační vzduchotechnická jednotka [23]

### 7.3 Hybridní větrání

Hybridní větrání kombinuje účinky přirozených (vztlakových) sil se silou mechanickou (nuceným větráním). Koncepce hybridního větrání spočívá ve střídání obou režimů (přirozeného a nuceného), nebo jejich součinnosti tak, aby byla dodržena minimální výměna venkovního vzduchu bez vysokých nároků na spotřebu elek-

trické energie pro dopravu vzduchu. Při nedostatečném přirozeném tlakovém rozdílu se uvádí automaticky do chodu ventilátor pro dopravu vzduchu. Nutné jsou poměrně velké průtočné plochy vzduchovodů. A to proto, aby přirozený vztlak pokryl tlakové ztráty systému. Dalším podstatným prvkem je nadřazený systém MaR, který musí obsahovat řídicí algoritmy přepínající systém mezi režimy nuceného a přirozeného větrání. Tyto prvky jsou nedílnou součástí vytvoření funkčního systému hybridního větrání. Problematika jako taková je poměrně složitá a vyžaduje přesný návrh s okrajovými podmínkami lokality systému. Kombinace přirozeného větrání okny s nuceným podtlakovým větráním. V tomto případě musí být celá tepelná



ztráta hrazena otopnou soustavou a nelze použít ZZT. Regulace průtoku je automatická podle čidla CO<sub>2</sub> s kontrolou teploty v interiéru. Funkce mechanického otevírání oken být informačně spojena s ventilátory. Okna musí být vybavena elektronickým zámkem pro možnost uzavření.

[27]

Obrázek 11 – Schéma hybridního větrání pro kancelář

## 8 EKODESIGN VĚTRACÍCH JEDNOTEK 2009-2020

Ekodesign větracích jednotek je nedílnou součástí úspor energií na větrání. Netýká se však pouze větracích jednotek, ale veškerých zařízení spojených se spotřebou energie. Ekodesign je definován jako soubor parametrů, které musí dodavatel výrobku dodržet. Tyto parametry se týkají především energetické účinnosti. Záměrem ekodesignu jako takového, je podpora rozšíření nejúčinnějších technologií vedoucí ke snížení spotřeby energie ve fázi používání výrobku. První závazná směrnice týkající se větracích jednotek je *směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES (ErP)*. Tuto směrnici Česká republika implementovala do novely *zákona č. 406/2000 Sb. – o hospodaření energií* a do *vyhlášky č. 337/2011 Sb. – o energetickém štítkování a ekodesignu výrobků spojených se spotřebou energie*.

[28]

### 8.1 Směrnice EP a Rady 2009/125/ES (ErP)

*Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES (ErP)* udává ve svém pracovním plánu první zmínku o systémech klimatizace a ventilace. Pracovní plán zahrnuje orientační seznam skupiny výrobků, které se považují za prioritní pro přijetí prováděcích opatření ke snížení energetické spotřeby. Prováděcí opatření jsou zavedena z důvodu Evropského programu pro změnu klimatu, a to právě díky velké energie-

tické náročnosti, a především k zajištění snížení emisí skleníkových plynů klimatizačních a větracích zařízení. Další systémy uvedené ve směrnici, které se týkají systémů ventilace jsou například:

- Topná zařízení a zařízení pro ohřev vody
- Systémy elektrického pohonu
- HVAC – systémy vytápění, ventilace a klimatizace (Uvedeno výše) [29]

## 8.2 Implementace 2009/125/ES (ErP) do závazně právních předpisů České republiky v letech 2009–2017

Evropská směrnice byla implementována (jak již bylo zmíněno) do novely zákona č. 406/2000 Sb. – o hospodaření energií a do vyhlášky č. 337/2011 Sb. – o energetickém štítkování a ekodesignu výrobků spojených se spotřebou energie. Tyto závazně právní předpisy jsou popsány níže. [29]

### 8.2.1 Zákon č. 406/2000 Sb. v aktuálním znění

Zákon o hospodaření energií v průběhu let prošel mnoha změnami, proto pro stručnost popíše jeho aktuální znění. Předmětem tohoto zákona a jeho účely pro předmět tohoto zákona dotýkající se větrání a klimatizace se rozumí data uvedená v tabulce č.14.

Předmět zákona	Vazba s VZT		Základní pojmy dotýkající se VZT
	ANO	NE	
a) některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií	✓	-	b) systémem hospodaření s energií soubor vzájemně souvisejících nebo vzájemně působících prvků plánu, který stanoví cíl v oblasti účinnosti užití energie a strategii k dosažení tohoto cíle
b) pravidla pro tvorbu <b>Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie</b>	✓	-	f) <b>energetickou náročností budovy</b> vypočtené množství energie nutné pro pokrytí potřeby energie spojené s užíváním budovy, zejména na vytápění, <b>chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení</b>
c) požadavky na <b>ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie</b>	✓	-	h) <b>klimatizačním systémem</b> zařízení sloužící pro úpravu parametrů vnitřního prostředí, které má funkci chlazení a je součástí budovy

Předmět zákona	Vazba s VZT		Základní pojmy dotýkající se VZT
	ANO	NE	
d) požadavky na <b>uvádění spotřeby energie</b> a jiných hlavních zdrojů na energetických štítcích výrobků spojených se spotřebou energie	✓	-	u) technickým systémem budovy zařízení určené k vytápění, <b>chlazení, větrání, úpravě vlhkosti vzduchu</b> , přípravě teplé vody, osvětlení budovy nebo její ucelené části nebo pro kombinaci těchto účelů
e) požadavky na informování a vzdělávání v oblasti úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů	-	x	<b>Dále se rozumí:</b> e) <b>ekodesignem</b> začlenění prvků nebo funkcí výrobku spojeného se spotřebou energie, které mohou mít vliv na životní prostředí během životního cyklu tohoto výrobku, do návrhu výrobku spojeného se spotřebou energie s cílem zlepšit vliv výrobku na životní prostředí během celého životního cyklu,
f) některá pravidla pro poskytování energetických služeb	-	x	

Tabulka 14 – Předmět a základní pojmy týkající se zákona č.406/2000 Sb. [13]

Tento zákon dále uvádí například energetické koncepce státu, státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie, opatření pro zvyšování hospodárnosti využití energie. V zákonu je například i specifikace energetických auditů nebo PENB. [13]

### 8.2.2 Vyhláška č. 377/2011 Sb. v aktuálním znění

Vyhláška o energetickém štítkování a ekodesignu výrobků spojených se spotřebou energie stanovuje dva základní body předmětu úprav v souladu s *Evropskou směrnicí 2009/125/ES(ErP)*. Dále definuje seznamy výrobků spojených se spotřebou energie pro energetické štítkování. Tyto parametry týkající se ventilace a klimatizace jsou shrnuty v tabulce č. 15 na následující straně.

Předmět úpravy	Seznam výrobků spojených se spotřebou energie pro energetické štítkování
a) náležitosti označování výrobků spojených se spotřebou energie energetickými štítky a jejich umístování, provedení a obsah energetických štítků, informačních listů a technické dokumentace, metody a postupy měření, určení třídy energetické účinnosti a seznam výrobků spojených se spotřebou energie	<b>Klimatizace (§2)</b>
	(1) <b>Výrobky spojené se spotřebou energie</b> , na které se vztahují přímo použitelné předpisy Evropské unie uvedené v příloze č. 1 k této vyhlášce o uvádění spotřeby energie na energetických štítcích, jsou a) pračky, b) televizní přijímače, c) chladničky, mrazničky a jejich kombinace, d) myčky nádobí, e) klimatizátory vzduchu
b) požadavky na ekodesign, náležitosti označování CE, obsah ES prohlášení o shodě, postupy posuzování shody a předpoklad shody výrobků spojených se spotřebou energie, postupy ověřování požadavků na ekodesign a poskytování informací o výrobku spojeném se spotřebou energie a jeho užívání a seznam výrobků spojených se spotřebou energie	<b>Ventilátory a elektromotory (§4)</b>
	<b>Výrobky spojené se spotřebou energie</b> , na které se vztahují přímo použitelné předpisy Evropské unie uvedené v příloze č. 7 k této vyhlášce o požadavcích na ekodesign, jsou c) chladicí spotřebiče f) elektromotory l) ventilátory poháněné elektromotory s příkonem v rozmezí od 125 W do 500 kW

Tabulka 15 – Seznam dotčených výrobků spojených se spotřebou energie dle 377/2011 Sb. [30]

V přílohách jsou dále specifikovány Nařízení evropské komise pro jednotlivé výrobky spojené se spotřebou energie. Tyto směrnice jsou uvedeny v tabulce č. 16.

Příloha č.X	Výrobky spojené se spotřebou energie	Předpis výrobku
Příloha č.1	Klimatizátory vzduchu	Nařízení Evropské komise č. 626/2011
Příloha č.7	Elektromotory	Nařízení Evropské komise č. 640/2009
	Ventilátory poháněné elektromotory s příkonem 125 W - 500 kW	Nařízení Evropské komise č. 327/2011

Tabulka 16 – Tabulka nařízení Evropské komise dle výrobku spojeného se spotřebou energie [30]

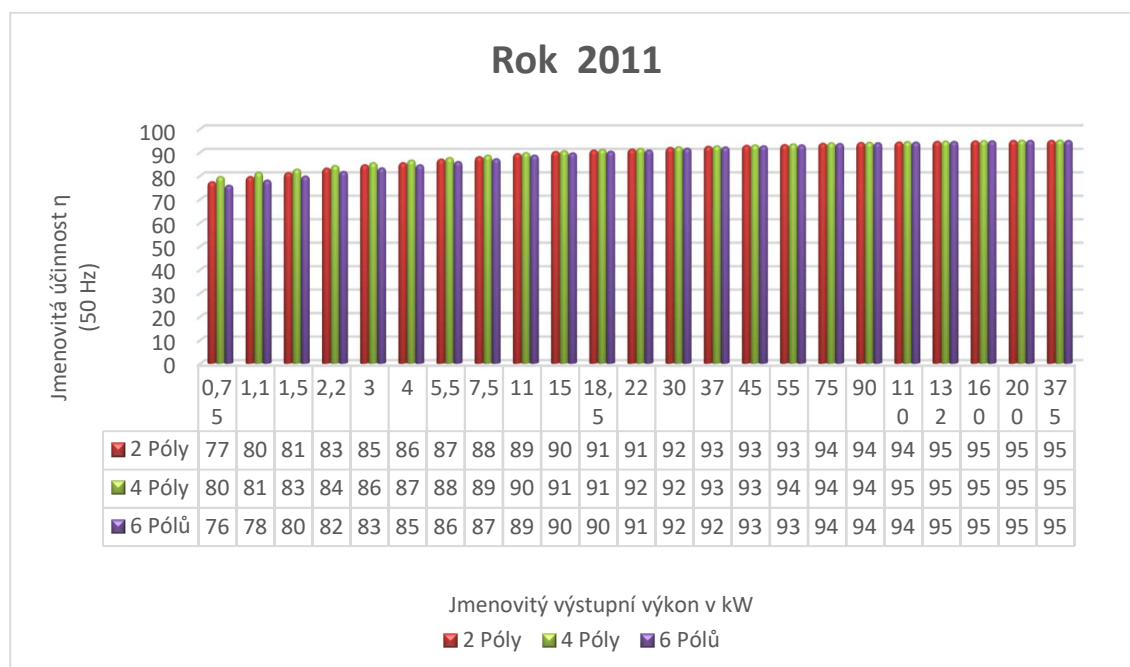
Detailnější popisy uvedených směrnic a ostatních dotčených směrnic ve smyslu ventilace a klimatizace jsou uvedeny v následující kapitole 8.3 této diplomové práce. [30]

## 8.3 Ostatní dotčené předpisy a nařízení

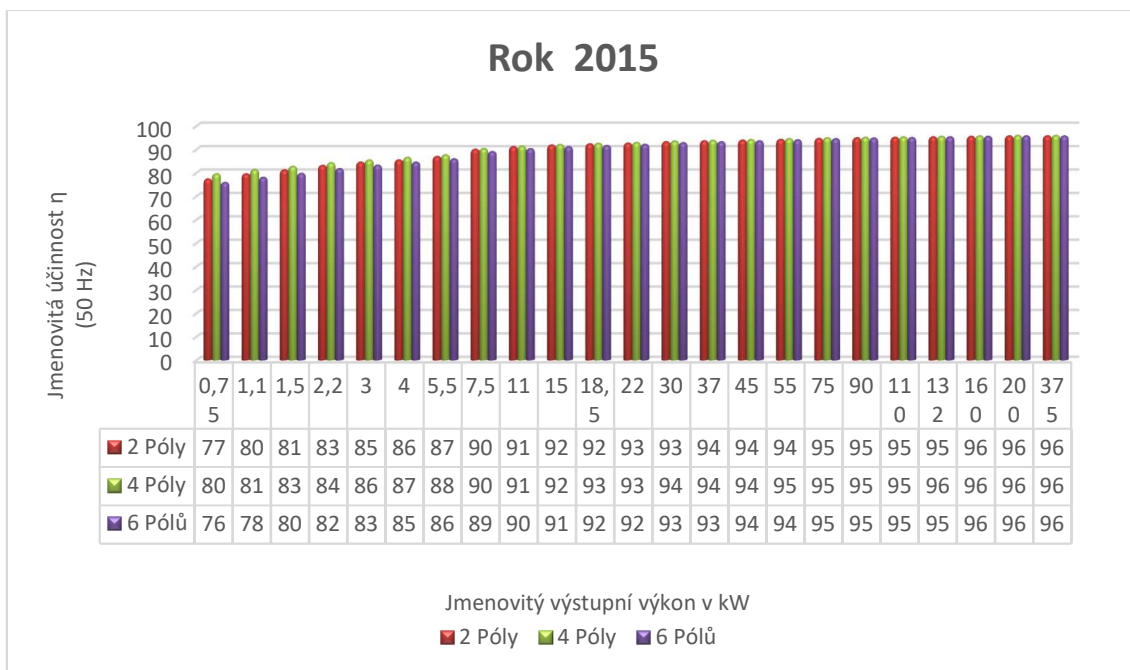
### 8.3.1 Evropské nařízení č. 640/2009 (ES) se změnou č. 4/2014 (ES)

Z důvodu významného objemu prodeje výrobků s významnou spotřebou energie a snižování jejich dopadu na životní prostředí ke zlepšení tohoto dopadu při co nejmenších nákladech, stanovila Evropská komise *směrnici č. 640/2009 (ES)*. Originální znění z roku 2009 se vzduchotechniky dotýká především díky požadavku na elektromotory používající se ve ventilátorech. Ventilátory jako takové v dnešní době používají motory s proměnnými otáčkami, na které jsou touto směrnicí definovány požadavky. Směrnice uvádí také celkový dopad na spotřebu elektrické energie v celkovém měřítku nedotýkajícím se přímo vzduchotechniky. Uvádí, že elektromotory jako takové se například v průmyslu podílí až na 70% spotřeby elektrického proudu, pro efektivní zlepšení je tedy nutné energetickou spotřebu snížit o 20–30 %. Zároveň se dle statistik z roku 2005 elektromotory podílí na tvorbě 427 Mt emisí CO<sub>2</sub>. Snížení energetické náročnosti a ekologického dopadu je možné dosáhnout pouze za pomoci užívání elektricky účinných motorů. Zlepšení v oblasti spotřeby elektrické energie elektromotorů by mělo být dosaženo využitím stávajících nepatentovaných nákladově efektivních technologií, které povedou ke snížení kombinovaných výdajů na koupi a provoz těchto zařízení. Vývoj těchto požadavků a jejich změn je znázorněn s ohledem na účinnost elektromotoru při frekvenci 50 Hz s v následujících grafech s tabulkami.

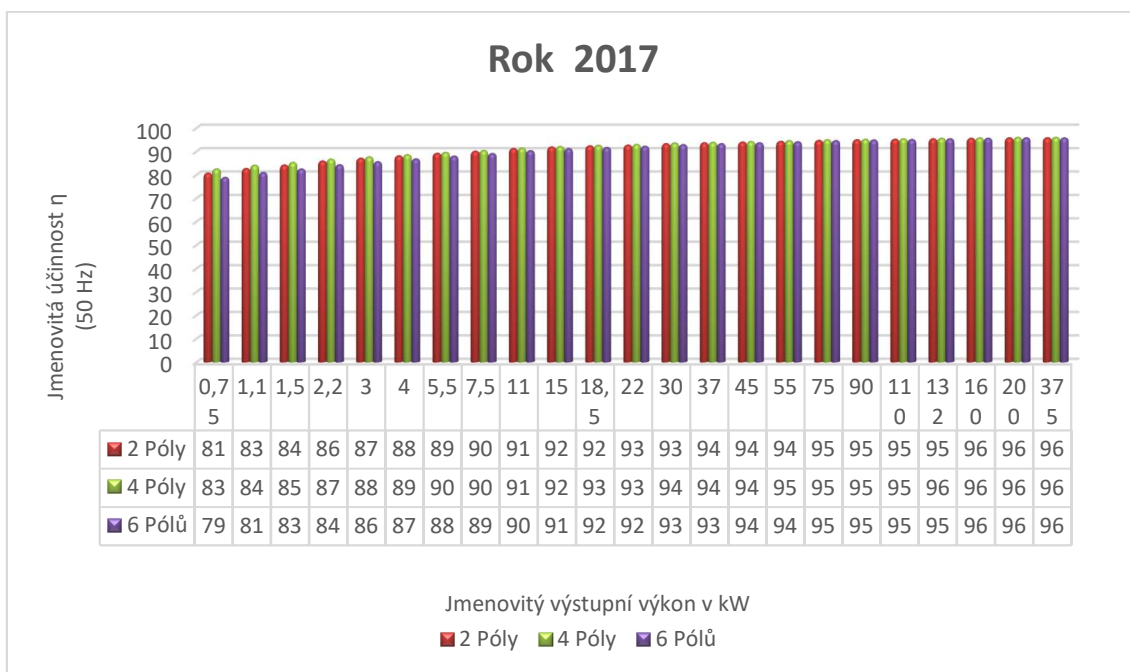
[31, 32]



Graf 1 - Jmenovitá účinnost elektromotorů pro rok 2011 [31, 32]



Graf 2 - Jmenovitá účinnost elektromotorů pro rok 2015 [31, 32]



Graf 3 - Jmenovitá účinnost elektromotorů pro rok 2017 [31, 32]



Dále změna z roku 2014 uplatňuje zkušenosti získané z vývoje trhu a aplikace směrnice. Definuje ulehčující požadavky pro elektromotory ventilátorů pracujících v extrémních podmínkách. *Nařízení č. 4/2014 (ES)* se tedy nepoužije v případě, že:

- **Se jedná o motory plně zabudované do výrobku** (například převodovky, čerpadla, ventilátoru nebo kompresoru), u nichž nelze energetickou účinnost měřit odděleně od energetické účinnosti daného výrobku
- **Se jedná o motory určené k provozování:**
  - V nadmořských výškách nad 4000 m.n.m.
  - V prostředích s teplotou okolního vzduchu nad 60 °C
  - V prostředích s teplotou okolního vzduchu -30 °C
  - V prostředích s teplotou okolního vzduchu 0 °C
  - V prostředí nebezpečí výbuchu [31, 32]

### **8.3.2 Evropské nařízení č. 327/2011 (ES)**

Toto nařízení upřesňuje požadavky pro zlepšení ekodesignu elektromotorů ventilátorů a implementuje *Evropskou směrnici 2010/31/EU (EPBD II)*. Tohoto zlepšení v oblasti energetické účinnosti ventilátorů poháněných elektromotory s příkonem v rozmezí od 125 W do 500 kW by mělo být dosaženo využitím stávajících nákladově efektivních technologií, které povedou ke snížení nákladů na koupi a provoz těchto zařízení. Dále by u každého ventilátoru měla být stanovena účinnost za pomoci spolehlivých, přesných a reprodukovatelných metod měření, zohledňující nejmodernější vědecké poznatky a závazně technické předpisy. Toto nařízení se však nevztahuje na:

- **Ventilátory zabudované do:**
  - Výrobku s jediným elektromotorem do výkonu 3 kW, pokud je ventilátor na stejné hřídeli jako je hlavní poháněcí hřídel
- **Ventilátory:**
  - Ve výbušném prostředí
  - Pro nouzové použití a krátkodobý provoz (PB)
  - Ventilátory provozované v prostředí, kde teploty dopravovaného média překračují 100 °C
  - V prostředí, kde okolní teplota elektromotoru přesahuje 65 °C (umístění mimo proudění plynu)
  - V podmínkách, kde je okolní teplota menší než -40 °C s elektromotorem mimo proudění média
  - S napájecím střídavým > 1000 V
  - S napětím stejnosměrným > 1500 V
  - Ventilátory ve vysoce toxickém, korozním či hořlavém prostředí

Požadavky na ekodesign ventilátorů toto nařízení dělí do dvou ucelených celků, z nichž každý nabyl platnosti v jiném roce. První požadavky vstoupili v platnost 1.1.2013 poté 1.1.2015 začalo platit zprůsnění těchto požadavků. Požadavky udávají dle příkonu ventilátoru, jeho tlakového působení a druhu testování minimální přípustné účinnosti těchto zařízení. Tyto požadavky jsou uvedeny níže v tab. č. 17.

Požadavky na minimální energetickou účinnost ventilátorů od 1.1.2013 a 1.1. 2015					2013	2015
Typ ventilátoru	Kategorie měření	Kategorie účinnosti (Celková/statická)	Rozmezí P v kW	Cílová energetická účinnost	Třída účinnosti (N)	Třída účinnosti (N)
Axiální ventilátor	A, C	Statická	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{cíl} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	36	40
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{cíl} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$		
	B, D	Celková	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{cíl} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	50	58
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{cíl} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$		
Radiální s rovnými nebo dopředu zahnutými lopatkami	A, C	Statická	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{cíl} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	37	44
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{cíl} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$		
	B, D	Celková	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{cíl} = 2,74 \cdot \ln(P) - 6,33 + N$	42	49
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{cíl} = 0,78 \cdot \ln(P) - 1,88 + N$		
Radiální s dozadu zahnutými lopatkami bez krytu	A, C	Statická	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{cíl} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	58	62
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{cíl} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$		
	A, C	Statická	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{cíl} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	58	61
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{cíl} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$		
	B, D	Celková	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{cíl} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	61	64
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{cíl} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$		
Přetlakový ventilátor	A, C	Statická	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{cíl} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	47	50
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{cíl} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$		
	B, D	Celková	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{cíl} = 4,56 \cdot \ln(P) - 10,5 + N$	58	62
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{cíl} = 1,1 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$		
Tangenciální ventilátor	B, D	Celková	$0,125 \leq P \leq 10$	$\eta_{cíl} = 1,14 \cdot \ln(P) - 2,6 + N$	13	21
			$10 < P \leq 500$	$\eta_{cíl} = N$		

Tabulka 17 – Požadavky na minimální energetickou účinnost ventilátorů [33]

### Legenda k tabulce č.17:

- Kategorie měření:**

**A** - „Kategorií měření A“ se rozumí takové uspořádání, kdy je ventilátor měřen s volným vstupem a výstupem.

**B** - „Kategorií měření B“ se rozumí takové uspořádání, kdy je ventilátor měřen s volným vstupem a s potrubím na výstupu.

**C** - „Kategorií měření C“ se rozumí takové uspořádání, kdy je ventilátor měřen s potrubím namontovaným na vstupu a s volným výstupem.

**D** - „Kategorií měření D“ se rozumí takové uspořádání, kdy je ventilátor měřen s potrubím namontovaným na vstupu i na výstupu.

- **Kategorie účinnosti: Statická** - „Statickou účinností“ se rozumí energetická účinnost ventilátoru vycházející z měření „statického tlaku ventilátoru“ ( $p_{sf}$ ).  
**Celková** - „Celkovým tlakem ventilátoru“ ( $p_f$ ) se rozumí rozdíl mezi stagnačním tlakem na výstupu ventilátoru a stagnačním tlakem na vstupu ventilátoru. („Stagnačním tlakem“ se rozumí tlak měřený v bodě v proudícím plynu, pokud by byl zastaven izoentropickým dějem.)

**Metodika výpočtu:** Metoda výpočtu energetické účinnosti konkrétního ventilátoru vychází z poměru plynového výkonu ventilátoru k příkonu elektromotoru, kde plynový výkon ventilátoru je součin objemového průtoku plynu a rozdílu tlaků ve ventilátoru. Tlak je buď statický tlak, nebo celkový tlak, který je součtem statického a dynamického tlaku, a to v závislosti na kategorii měření a účinnosti (viz. tab. č. 17).

- V případě, že je ventilátor dodáván jako „konečná sestava“, měří se plynový výkon a příkon ventilátoru při optimální hodnotě energetické účinnosti
- V případě, že ventilátor neobsahuje pohon s proměnnými otáčkami, vypočítá se celková účinnost pomocí následující rovnice:

$$\eta_e = \frac{P_{u(s)}}{P_e} \quad [-]$$

Kde:  $\eta_e$  - celková účinnost

$P_{u(s)}$  - plynový výkon ventilátoru pokud pracuje s optimální energetickou účinností

$P_e$  - výkon měřený na přívodních síťových svorkách elektromotoru ventilátoru, když ventilátor pracuje s optimální energetickou účinností

- V případě, že ventilátor obsahuje pohon s proměnnými otáčkami, vypočítá se celková účinnost pomocí následující rovnice:

$$\eta_e = \left( \frac{P_{u(s)}}{P_{ed}} \right) \cdot C_c \quad [-]$$

Kde:  $\eta_e$  - celková účinnost

$P_{u(s)}$  - plynový výkon ventilátoru pokud pracuje s optimální energetickou účinností

$P_{ed}$  - výkon měřený na přívodních síťových svorkách elektromotoru ventilátoru, když ventilátor pracuje s optimální energetickou účinností

$C_c$  - kompenzační koeficient částečného zatížení a nabývá hodnot:

- pro elektromotor s pohonem s proměnnými otáčkami nad

$P_{ed} \geq 5 \text{ kW} \rightarrow C_c = 1,04$

- pro elektromotor s pohonem s proměnnými otáčkami do

$P_{ed} < 5 \text{ kW} \rightarrow C_c = -0,03 \ln(P_{ed}) + 1,088$

- V případě, že je ventilátor dodáván jako „nedokončená sestava“, vypočítá se celková účinnost pomocí následující rovnice při optimální hodnotě energetické účinnosti rotoru:

$$\eta_e = \eta_r \cdot \eta_m \cdot \eta_T \cdot C_m \cdot C_c \quad [-]$$

Kde:  $\eta_e$  - celková účinnost

$\eta_r$  - účinnost rotoru ventilátoru

$P_{u(s)}$  - plynový výkon ventilátoru pokud rotor pracuje s optimální energetickou účinností

$P_a$  - výkon na hřídeli ventilátoru, když rotor pracuje s optimální energetickou účinností

$\eta_T$  - účinnost pohonného mechanismu

$C_m$  - kompenzační koeficient pro přizpůsobení součástí ( $C_m=0,9$ )

$C_c$  - kompenzační koeficient částečného zatížení

$\eta_m$  - jmenovitá účinnost elektromotoru v souladu s nařízením (ES) č. 640/2009, kdykoliv se použije. Pokud se na elektromotor nařízení (ES) č. 640/2009 nevztahuje, nebo v případě, že není dodán žádný elektromotor, vypočítá se  $\eta_m$  elektromotoru pomocí následujících hodnot:

- pokud je doporučovaný příkon „ $P_e$ “  $\geq 0,75$  kW

$$\eta_m = 0,000278 \cdot (x^3) - 0,019247 \cdot (x^2) + 0,104395 \cdot x + 0,809761$$

kde  $x = \text{Log}(P_e)$

- pokud je doporučovaný příkon „ $P_e$ “  $< 0,75$  kW

$$\eta_m = 0,1462 \cdot \ln(P_e) + 0,8381$$

- Plynový výkon ventilátoru,  $P_{u(s)}$ , se vypočítá podle testovací metody kategorie měření zvolené dodavatelem ventilátoru:
  - V případě, že byl ventilátor měřen podle kategorie měření A, použije se statický plynový výkon ventilátoru  $P_{us}$  z rovnice  $P_{us} = q \cdot p_{sf} \cdot k_{ps}$
  - V případě, že byl ventilátor měřen podle kategorie měření B, použije se plynový výkon ventilátoru  $P_u$  z rovnice  $P_u = q \cdot p_f \cdot k_p$
  - V případě, že byl ventilátor měřen podle kategorie měření C, použije se statický plynový výkon ventilátoru  $P_{us}$  z rovnice  $P_{us} = q \cdot p_{sf} \cdot k_{ps}$
  - V případě, že byl ventilátor měřen podle kategorie měření D, použije se plynový výkon ventilátoru  $P_u$  z rovnice  $P_u = q \cdot p_f \cdot k_p$  [33]

### 8.3.3 Evropské nařízení č. 626/2011 (ES)

Toto nařízení se týká především klimatizačních zařízení. Udává regulace v označování a účinnosti klimatizačních zařízení s výkonem menším 12 kW využívajícím elektrickou energii. Tyto zařízení jsou specifikovány jako výrobky pro chlazení, případně i vytápění (pokud nemá výrobek funkci chlazení) s výjimkou klimatizátoru, které na straně výparníku/kondenzátoru, nebo obou stranách nepoužívají vzduch jako teplotonosnou látku. Dále specifikuje označování energetickými štítky a propagaci chladících zařízení. Nejpodstatnější částí tohoto nařízení jsou však přílohy definující faktory SEER, SCOP, a především EER a COP pro jednokanálové či dvoukanálové klimatizátory vzduchu a definici metodiky měření a výpočtu včetně okrajových podmínek pro provoz klimatizačního zařízení.

- **Definice dotčených klimatizátorů vzduchu:**
  - **Jednokanálové:** klimatizátor, v němž je během chlazení nebo vytápění vzduch pro kondenzátor (nebo výparník) nasáván z prostoru obsahujícího klimatizační jednotku a vyfukován mimo tento prostor
  - **Dvoukanálové:** klimatizátor, v němž je během chlazení nebo vytápění nasáván vzduch pro kondenzátor (nebo výparník) do jednotky vzduchovodem z venkovního prostředí a je z ní vyfukován druhým vzduchovodem do venkovního prostředí, přičemž tento klimatizátor je v klimatizovaném prostoru těsně u stěny
- **Definice SEER, SCOP, EER a COP:**
  - **SEER:** chladicí faktor jednotky, který je reprezentativní pro celé chladicí období
  - **SCOP:** topný faktor jednotky, který je reprezentativní pro celé určené otopné období
  - **EER:** podíl deklarovaného chladicího výkonu [kW] a jmenovitého příkonu [kW] jednotky při chlazení, které je prováděno při standardních jmenovitých podmínkách
  - **COP:** podíl deklarovaného topného výkonu [kW] a jmenovitého příkonu [kW] jednotky při vytápění, které je prováděno při standardních jmenovitých podmínkách

Třída energetické účinnosti	Dvoukanálové		Jednokanálové	
	EER	COP	EER	COP
A+++	$\geq 4,10$	$\geq 4,60$	$\geq 4,10$	$\geq 3,60$
A++	$3,60 \leq \text{EER} < 4,10$	$4,10 \leq \text{COP} < 4,60$	$3,60 \leq \text{EER} < 4,10$	$3,10 \leq \text{COP} < 3,60$
A+	$3,10 \leq \text{EER} < 3,60$	$3,60 \leq \text{COP} < 4,10$	$3,10 \leq \text{EER} < 3,60$	$2,60 \leq \text{COP} < 3,10$
A	$2,60 \leq \text{EER} < 3,10$	$3,10 \leq \text{COP} < 3,60$	$2,60 \leq \text{EER} < 3,10$	$2,30 \leq \text{COP} < 2,60$
B	$2,40 \leq \text{EER} < 2,60$	$2,60 \leq \text{COP} < 3,10$	$2,40 \leq \text{EER} < 2,60$	$2,00 \leq \text{COP} < 2,30$
C	$2,10 \leq \text{EER} < 2,40$	$2,40 \leq \text{COP} < 2,60$	$2,10 \leq \text{EER} < 2,40$	$1,80 \leq \text{COP} < 2,00$
D	$1,80 \leq \text{EER} < 2,10$	$2,00 \leq \text{COP} < 2,40$	$1,80 \leq \text{EER} < 2,10$	$1,60 \leq \text{COP} < 1,80$
E	$1,60 \leq \text{EER} < 1,80$	$1,80 \leq \text{COP} < 2,00$	$1,60 \leq \text{EER} < 1,80$	$1,40 \leq \text{COP} < 1,60$
F	$1,40 \leq \text{EER} < 1,60$	$1,60 \leq \text{COP} < 1,80$	$1,40 \leq \text{EER} < 1,60$	$1,20 \leq \text{COP} < 1,40$
G	$< 1,40$	$< 1,60$	$< 1,40$	$< 1,20$

Tabulka 18 – Třídy energetické účinnosti klimatizačních zařízení

[34, 35]

### 8.3.4 Evropské nařízení č. 206/2012 (ES)

Toto nařízení se týká především klimatizačních zařízení. Udává regulace v označování a účinnosti klimatizačních zařízení s výkonem menším 12 kW využívajícím elektrickou energii. Tyto zařízení jsou specifikovány jako výrobky pro chlazení, případně i vytápění (pokud nemá výrobek funkci chlazení) s výjimkou klimatizátoru, které na straně výparníku/kondenzátoru, nebo obou stranách nepoužívají vzduch jako teponosnou látku. Nejhlavnějším faktem tohoto nařízení je to, že specifikuje závislost EER a COP na GWP. Dále udává limitní hodnoty pro:

- Maximální spotřebu elektrické energie při odstavení či pohotovostním režimu
- Požadavky na maximální hladinu akustického výkonu
- Požadavky na minimální sezónní energetickou účinnost
- Interval pro chladicí a topné období zahrnuté do metodiky měření a výpočtu
- Referenční hodnoty pro klimatizátory vzduchu

[36]

	Dvoukanálové klimatizátory vzduchu		Jednokanálové klimatizátory vzduchu	
	EER	COP	EER	COP
Pokud je GWP chladiva > 150	2,40	2,36	2,40	1,80
Pokud je GWP chladiva < 150	2,16	2,12	2,16	1,62

Tabulka 19 – Tabulka účinností klimatizačních zařízení v závislosti na GWP [35]

### 8.3.5 Evropské nařízení č. 1253/2014 (ES)

Toto nařízení specifikuje úpravy požadavků větracích a klimatizačních jednotek na ekodesign a má zcela zásadní vliv na výrobu, návrh i osazování větracích a klimatizačních jednotek. Především díky specifickému požadavku o obsahu vysoce účinného zpětného získávání tepla v každé jednotce. Dále specifikuje požadavky i na jiné stavby, než jsou stavby na bydlení. Tyto jednotky musí obsahovat nejen vysoce účinné zpětné získávání tepla o předepsané tepelné účinnosti, dále musí v určitých případech obsahovat i obtok výměníku. Od těchto požadavků jsou osvobozeny jednotky použité v extrémních podmínkách a jednotky s příkonem ventilátoru do 30 W. Ve směrnici je také specifikován SEC koeficient vyjadřující energii spotřebovanou při větrání na m<sup>2</sup> vytápěné podlahové plochy. Termíny plnění a požadavky na ekodesign větracích jednotek ve smyslu tohoto nařízení jsou uvedeny níže.

- **Požadavky na ekodesign pro obytné budovy dle 1253/2014 (ES):**
  - **Od 1. ledna 2016:** - SEC, vypočtená pro průměrné klimatické podmínky, nesmí být vyšší než 0 kWh/(m<sup>2</sup>.a)
    - Bezpotrubní jednotky a větrací jednotky musí mít maximální L<sub>WA</sub> ve výši 45 dB
    - Větrací jednotky musí být vybaveny regulací otáček
    - Obousměrné větrací jednotky musí mít zařízení pro tepelný obtok
  - **Od 1. ledna 2018:** - SEC, vypočtená pro průměrné klimatické podmínky, nesmí být vyšší než - 20 kWh/(m<sup>2</sup>.a)
    - Bezpotrubní jednotky a větrací jednotky musí mít maximální L<sub>WA</sub> ve výši 40 dB
    - Větrací jednotky musí být vybaveny regulací otáček
    - Obousměrné větrací jednotky musí mít zařízení pro tepelný obtok
    - Jednotky s filtrem musí být vybaveny signálem upozorňujícím na nutnost výměny filtru

- **Požadavky na ekodesign pro jiné než obytné budovy dle 1253/2014 (ES):**
  - **Od 1. ledna 2016:** - Všechny větrací jednotky, s výjimkou jednotek pro duální použití, musí být vybaveny vícerychlostním pohonem nebo pohonem s proměnnými otáčkami. (IE2 motor + FM, EC motor, PM motor + FM)
    - Všechny obousměrné větrací jednotky musí mít systém zpětného získávání tepla
    - Systém zpětného získávání tepla musí mít zařízení umožňující tepelný obtok
    - Minimální tepelná účinnost  $\eta_{t,ZZT}$  všech systémů zpětného získávání tepla, s výjimkou oběhových systémů zpětného získávání tepla obousměrných větracích jednotek, musí být 67 %
    - Maximální vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí  $SFP_{int,jednotky}$  ve  $[W/(m^3/s)]$  musí být menší, než maximálně dovolený limit  $SFP_{int,lim}$
  - **Od 1. ledna 2018:** - Stejně jako předchozí stanovení z roku 2016 s rozílen bodů uvedených níže:
    - Minimální tepelná účinnost  $\eta_{t,ZZT}$  všech systémů zpětného získávání tepla, s výjimkou oběhových systémů zpětného získávání tepla obousměrných větracích jednotek, musí být 73 %
    - Pokud je součástí konfigurace filtrační jednotka, je systém řízení výrobku vybaven vizuální nebo zvukovou signalizací, která se aktivuje, pokud tlaková ztráta filtru překročí maximální přípustnou konečnou tlakovou ztrátu

- **Výpočet SEC a účinností ZZT specifikovány nařízením:**

$$SEC = t_a \cdot p_{ef} \cdot q_{net} \cdot MISC - CTRL^X \cdot SPI - t_h \cdot \Delta T_h \cdot \eta_h \cdot c_{air} \cdot (q_{ref} - q_{net} \cdot CTRL \cdot MISC \cdot (1 - \eta_{t,ZZT})) + Q_{defr} \quad [kWh/(m^2 \cdot a)]$$

**Kde:** SEC - specifická spotřeba energie na větrání na  $m^2$  vytápěné podlahové plochy bytu nebo budovy  $[kWh/(m^2 \cdot a)]$

$t_a$  - počet ročních provozních hodin  $[h/a]$

$p_{ef}$  - faktor primární e. pro výrobu a distribuci elektrické energie  $[-]$

$q_{net}$  - požadavek na čistou míru výměny vzduchu na  $m^2$  vytápěné podlahové plochy  $[m^3/h \cdot m^2]$



**MISC** - souhrnný faktor obecné typologie, který zahrnuje faktory účinnosti větrání, netěsnosti potrubí a zvláštní infiltrace [-]

**CTRL** - faktor řízení větrání [-]

**x** - exponent, který zohledňuje nelinearitu mezi úsporou tepelné energie a elektrické energie v závislosti na vlastnostech motoru a pohonu [-]

**SPI** - měrný příkon [kW/(m<sup>3</sup>/h)]

**t<sub>h</sub>** - celkové trvání otopného období v hodinách [h]

**ΔT<sub>h</sub>** - průměrný rozdíl vnitřní a venkovní teploty v otopném období minus 3K korekce o solární a vnitřní zisky [K]

**η<sub>h</sub>** - průměrná účinnost vytápění prostor [-]

**c<sub>air</sub>** - měrná tepelná kapacita vzduchu při konstantním tlaku a hustotě [kWh/(m<sup>3</sup> K)]

**q<sub>ref</sub>** - referenční míra přirozené výměny vzduchu na m<sup>2</sup> vytápěné podlahové plochy [m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>]

**η<sub>tZZT</sub>** - tepelná účinnost zpětného získávání tepla [-]

**Q<sub>defr</sub>** - tepelná energie vynaložená na m<sup>2</sup> vytápěné podlahové plochy [kWh/m<sup>2</sup>.a] za účelem odtávání, založená na variabilním elektrickém odporovém vytápění

#### Příčemž platí:

- $$Q_{defr} = t_{defr} \cdot \Delta T_{defr} \cdot c_{air} \cdot q_{net} \cdot p_{ef} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$$

Kde: **t<sub>defr</sub>** - trvání doby odtávání, tj. pokud je venkovní teplota nižší než - 4 °C [h/a]  
**ΔT<sub>defr</sub>** - průměrný rozdíl v K mezi venkovní teplotou a - 4 °C v průběhu doby odtávání.
- $$\eta_{tZZT} = \frac{t_2'' - t_2'}{t_1' - t_2'} \geq 67\% \quad (73\% \text{ od } 1.1.2018)$$

Kde: **t<sub>2</sub>''** - teplota přiváděného vzduchu, který proudí ze systému zpětného získávání tepla do místnosti [°C]  
**t<sub>2</sub>'** - teplota vnějšího vzduchu [°C]  
**t<sub>1</sub>'** - teplota odváděného vzduchu, který proudí z místnosti do systému zpětného získávání tepla [°C]
- $$E = (\eta_{tZZT} - 0,67) \cdot 3000$$

Kde: **E** - bonusová přírážka při lepší než deklarované normové účinnosti  
**η<sub>tZZT</sub>** - tepelná účinnost zpětného získávání tepla [-]

- $SFP_{int,unit} < SFP_{int,lim} = 1200 + E - 300 \cdot \frac{q_{nom}}{2} - F$  (pro jednotky do  $2 \frac{m^3}{s}$ )

$$SFP_{int,unit} < SFP_{int,lim} = 900 + E - F \text{ (pro jednotky nad } 2 \frac{m^3}{s}\text{)}$$

Kde:  $SFP_{int,unit}$  – vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí jednotky

$SFP_{int,lim}$  - vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí limitní

E - bonusová přirážka při lepší než deklarované

F - přirážka na korekci filtru

$q_{nom}$  - jmenovitý nominální průtok vzduchu [37]

## 8.4 Ekodesign 2018

Ekodesign 2018 je definován za pomoci *nařízení Evropské komise č. 2016/2281* o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřivačů vzduchu, chladicích zařízení, vysokoteplotních procesních chladičů a ventilátorových konvektorů. Tato směrnice stanovuje například emisní limity ohřivačů, chladičů a ostatních zařízení ve vzduchotechnice. Dále udává hodnoty minimálních účinností těchto zařízení včetně hodnot maximálního akustického tlaku. Rovněž byla provedena kategorizace zařízení pro větrání dle svého technického provedení a stanovení konkrétních požadavků pro tato zařízení v jednotlivých kategoriích. Dále jsou specifikovány nové aktualizované okrajové podmínky pro návrh a posuzování větracích zařízení ve smyslu *nařízení Evropské komise č. 1253/2014 (ES)*. Nejpodstatnější částí tohoto závazně právního předpisu je však stanovení nových referenčních hodnot sezónní energetické účinnosti pro vytápění/chlazení ohřivačů/chladičů vzduchu a ostatních chladicích zařízení. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tab. č. 20 níže. [38]

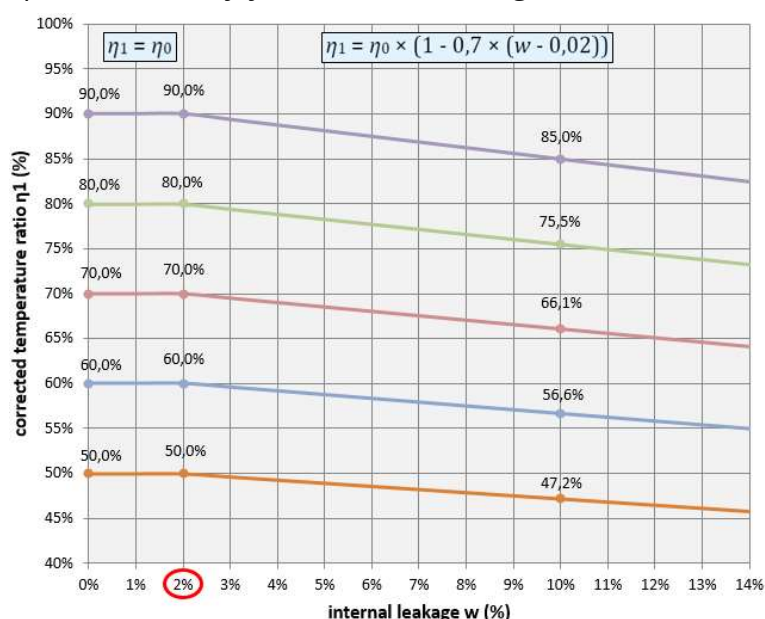
Teplovzdušné ohřivače	Na plynná nebo kapalná paliva	84 %
	Elektrické	33 %
Komfortní chladiče	Vzduch-voda, $P_{rated,c} < 200$ kW	209 %
	Vzduch-voda, $P_{rated,c} \geq 200$ kW	225 %
	Voda/solanka-voda, $P_{rated,c} < 200$ kW	272 %
	Voda/solanka-voda, $P_{rated,c} \geq 200$ kW	352 %
Klimatizátory vzduchu	Elektrické vzduchem chlazené klimatizátory vzduchu	257 %
Tepelná čerpadla	Elektrická tepelná čerpadla vzduch-vzduch	177 %

Vysokoteplotní procesní chladiče	Vzduchem chlazené, $P_A < 200$ kW	6,5 SEPR
	Vzduchem chlazené, $200 \text{ kW} \leq P_A < 400 \text{ kW}$	8,0 SEPR
	Vzduchem chlazené, $P_A \geq 400$ kW	8,0 SEPR
	Vodou chlazené, $P_A < 200$ kW	8,5 SEPR
	Vodou chlazené, $200 \text{ kW} \leq P_A < 400 \text{ kW}$	12,0 SEPR
	Vodou chlazené, $400 \text{ kW} \leq P_A < 1\,000 \text{ kW}$	12,5 SEPR
	Vodou chlazené, $P_A \geq 1\,000$ kW	13,0 SEPR

Tabulka 20 – Stanovení referenčních hodnot sezónní energetické účinnosti [38]

## 8.5 Ekodesign 2020

Ekodesign 2020 prozatím nevstoupil v platnost ani se žádným způsobem nepodepsal do českých závazně právních předpisů. Je však známo, že bude zohledňovat velikost vnitřních netěsností vzduchotechnických jednotek, a především rekuperačních jednotek v závislosti na teplotní účinnost zpětného získávání tepla. Bude zaveden faktor vnitřních netěsností, se kterými bude souběžně klesat i deklarovaná teplotní účinnost jednotky. Tím se jednotce se zpětným získáváním tepla sníží i hodnocení energetické účinnosti. Vnitřní netěsnosti mohou být způsobeny dvěma složkami. A to konstrukcí obálky jednotky a samostatnou konstrukcí výměníku zpětného získávání tepla. Dále se předpokládá i změna značení energetické náročnosti, minimálně s novým požadavkem pro značení hodnoty úniku vzduchu z výměníku při daném (pro zatím neurčeném) rozdílu tlaku. Předpokládané zhoršení energetické účinnosti jednotek při zohlednění jejich těsnosti udává graf č. 4.



Graf 4 – Penalizace netěsnosti ZVT na jeho účinnosti a výkonu [39]

## 9 ENERGETICKÉ ÚSPORY PŘI VĚTRÁNÍ

Energetické úspory při větrání jsou mimo snižování energetické náročnosti zařízení pro dopravu a úpravu vzduchu jedním z nejpodstatnějších faktorů pro snížení energetické náročnosti i uhlíkové stopy. Proto je koncepce a návrh větracích zařízení velice důležitou součástí těchto úspor. Návrh kvalitní koncepce větracího zařízení je komplexní děj složen z mnoha postupů a možností, které jsou uvedeny níže i s dotčenými požadavky.

### 9.1 Požadavky na větrání budov

Větráním místností rozumíme zajišťování přívodu čerstvého vzduchu, který obsahuje zanedbatelné nebo nižší koncentrace škodlivin, než jaké jsou produkovány v místnosti. Zjednodušeně tedy platí, že pro stanovení parametrů větracího zařízení je nutné znát produkci škodlivin v místnosti s jejich přípustnou koncentrací a objemový průtok větracího vzduchu. Zjednodušeně můžeme vznik škodlivin v místnostech rozdělit na produkci:

- **Od osob podle činnosti:**
  - Množství tepla (90–300 W)
  - Vodní pára (40–400 g/h)
  - Oxid uhličitý (20–50 l/h)
  
- **Od technologie, zařízení a spotřebičů:**
  - Chemické látky
  - Teplo (motory, osvětlení, servery)
  - Pára
  - Spaliny
  - Prach
  
- **Od stavebních konstrukcí (například):**
  - Vlhkost
  - Mikrobiální klima (hliněné omítky)
  
- **Od okolního prostředí místnosti (exteriéru):**
  - Tepelné zisky
  - Tepelné ztráty
  - Oxid uhličitý
  - Prachové částice a jiné

[40]

### 9.1.1 Objemový průtok větracího vzduchu

Požadované množství vzduchu na větrání představuje objem přiváděného čerstvého vzduchu do místnosti za dobu 1 hodiny. Nejčastěji se stanovuje podle produkce škodlivin v místnosti z úrovně koncentrace čerstvého vzduchu. Celkový objemový průtok lze určit i podle jiných faktorů, než jsou škodliviny. Například tepelná zátěž, počet osob, výměna vzduchu. Při stanovení celkového objemového průtoku je tedy nutné uvážit převažující způsob tvorby škodlivin v interiéru vzhledem k jeho funkci.

- **Výpočet objemového průtoku čerstvého vzduchu s ohledem na koncentraci škodlivin:**

$$V_p = \frac{m_i}{\psi_k - \psi_e} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- Kde:  $V_p$  - Objemový průtok vzduchu [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]  
 $\psi_k$  - Přípustná koncentrace škodlivin v místnosti [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]  
 $\psi_e$  - Koncentrace škodlivin v přiváděném vzduchu [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ]  
 $m_i$  - Koncentrace škodlivin v místnosti [ $\text{mg}/\text{h}$ ]

- **Výpočet objemového průtoku čerstvého vzduchu s ohledem na produkci tepla:**

$$V_p = \frac{Q_p}{c \cdot (t_i - t_e)} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- Kde:  $Q_p$  - Produkce tepla v místnosti [W]  
 $c$  - Měrná tepelná kapacita vzduchu [ $\text{Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$ ]  
 $t_i$  - Teplota vzduchu v interiéru [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $t_e$  - Teplota vzduchu v exteriéru [ $^{\circ}\text{C}$ ]

- **Výpočet objemového průtoku čerstvého vzduchu s ohledem na doporučenou intenzitu výměny vzduchu:**

$$V_p = n \cdot V \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- Kde:  $V$  - Vzduchový objem místnosti [ $\text{m}^3$ ]  
 $n$  - Doporučená intenzita výměny vzduchu [ $\text{h}^{-1}$ ]

- **Výpočet objemového průtoku čerstvého vzduchu s ohledem na počet osob:**

$$V_p = o \cdot V_o \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- Kde:  $V_o$  - Objemový průtok vzduchu podle intenzity větrání na osobu [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]  
 $o$  - Počet osob [ks]

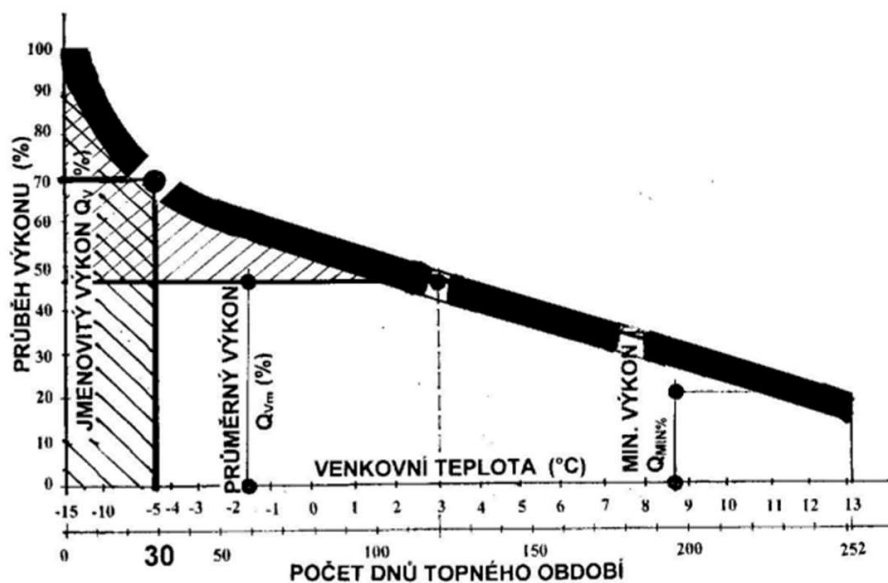
- Výpočet objemového průtoku čerstvého vzduchu s ohledem na produkci vlhkosti:

$$V_p = \frac{G}{\rho \cdot (x_i - x_e)} \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

- Kde: **G** - Produkce vlhkosti v místnosti [g/h]  
**ρ** - Hustota vzduchu [kg/m<sup>3</sup>]  
**x<sub>i</sub>** - Měrná vlhkost vzduchu v interiéru [g/kg s.v.]  
**x<sub>e</sub>** - Měrná vlhkost vzduchu v exteriéru [g/kg s.v.] [40, 43, 44]

## 9.2 Tepelná bilance

Tepelná bilance a její návrh je podstatnou částí možných úspor na větrání. Přiváděný větrací vzduch se z teploty exteriéru musí ohřát minimálně na teplotu interiéru, což je za některých okrajových podmínek energeticky náročný děj. Pokud se vzduch ohřívá na teplotu interiéru jedná se o větrání, pokud má přiváděný vzduch teplotu vyšší o vytápění (částečné vytápění). Naopak pokud má přiváděný vzduch teplotu nižší než vzduch interiéru, jedná se o chlazení (částečné chlazení). Výkon a potřebné množství tepla na ohřátí se stanovuje nejčastěji pro normové, nebo lokální výpočtové teploty v zimním/letním období. Průběh tepelného výkonu ohříváče/chladiče v závislosti na čase však přes topnou/chladičí sezónu není stejný a těchto extrémních teplot dosahuje ročně v minimálním zastoupení. Příklad lze uvést například na topné sezóně při rovnoměrné intenzitě větrání během topného období (obr. 12). [40, 41, 42]



Obrázek 12 - Průběh výkonu potřeby tepla dle venkovní teploty [40]

Z obrázku vyplývá, že výkon ohřivače vzduchu je závislý na venkovní výpočtové teplotě, která je v průběhu topné sezóny proměnná. Nabízí se tedy možnost regulace výkonu ohřivače vzduchu pro snížení jeho výkonu, tím spotřeby a energetické náročnosti. Nejvhodnějším řešením je nadřazený systém MaR, který dokáže výkon ohřivače přizpůsobovat dle aktuálních potřeb, tedy teploty exteriéru. Další možností úspory je zavést režimy větrání dle vytíženosti budovy a jejího účelu, což znamená úpravu požadavků na kvalitu a teplotu vzduchu například v provozní době objektu anebo mimo ni.

- **Množství tepla potřebné na ohřátí/ochlazení vzduchu:**

$$Q_v = V_p \cdot c \cdot (t_i - t_e) \quad [W]$$

Kde:  $Q_v$  - Množství tepla potřebné na ohřátí vzduchu [W]

$c$  - Měrná tepelná kapacita vzduchu při teplotě exteriéru

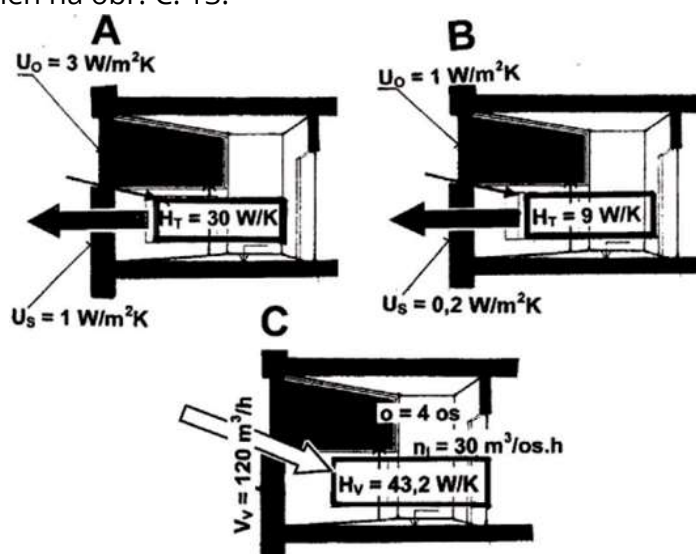
$t_i$  - Teplota vzduchu v interiéru [C]

$t_e$  - Teplota vzduchu v exteriéru [C]

[40, 41, 42]

### 9.3 Větrání a prostup tepla

Poměr mezi tepelnou ztrátou prostupem tepla a tepelnou ztrátou větráním se v čase podstatně změnil. A to z důvodu zvýšení kvality tepelné izolace a konstrukcí obálky budovy jako takové. Rozhodujícím faktorem je tedy množství tepla potřebného na ohřev vzduchu pro pokrytí tepelné ztráty větráním. Tento faktor je tedy ovlivňován těsností obálky budovy a těsností výplní otvorů. Dále je tento faktor ovlivněn nároky na hygienický komfort uživatelů a s ním i výměna vzduchu v místnosti a větrání. Tento vztah mezi tepelnou ztrátou prostupem tepla a tepelnou ztrátou větráním je znázorněn na obr. Č. 13.



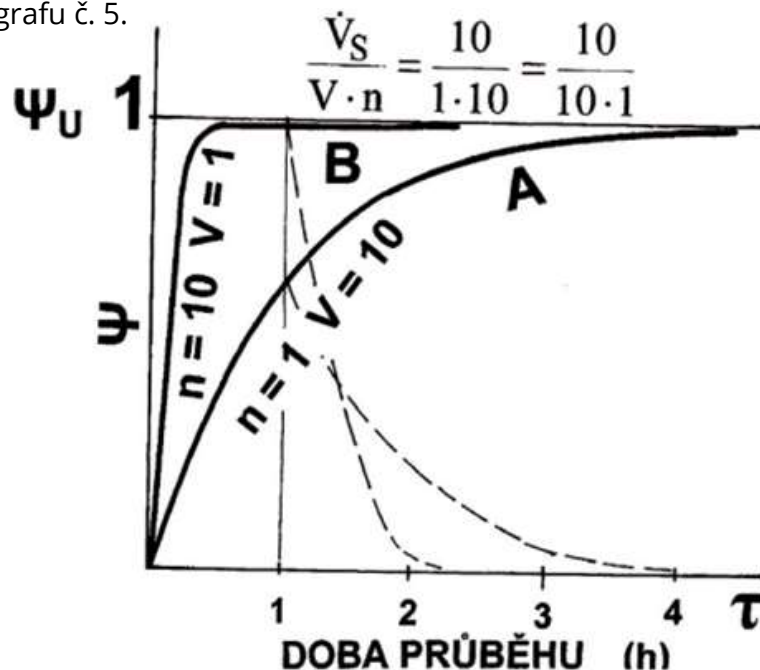
Obrázek 13 - Znázornění měrné tepelné ztráty prostupem obálkou a větráním [40]

- Legenda k obrázku:** A – Znázornění měrné tepelné ztráty při prostupu tepla obálkou s normovými hodnotami součinitelů prostupu tepla ne splňující  $U_{rec,20}$   
 B – Znázornění měrné tepelné ztráty při prostupu tepla obálkou s normovými hodnotami součinitelů prostupu tepla splňující  $U_{rec,20}$   
 C – Znázornění měrné tepelné ztráty při prostupu tepla větráním pro 4 osoby za hygienického minima  $30 \text{ m}^3/\text{os.h}$

Z obrázku č. 13 je tedy patrné, že tepelná ztráta větráním za snahy udržet hygienický komfort je v dnešní době nedílnou součástí nárůstu energetické spotřeby. Proto je nutné eliminovat průvzdušnost okny, zajistit co nejtěsnější obálku budovy a v případě nuceného větrání použít například zpětné získávání tepla ze vzduchu odpadního. [40]

#### 9.4 Vliv objemu místnosti na větrání

Vliv objemu místnosti má pro energetické úspory na větrání vliv především u prostor větraných přerušovaně s vyšší produkcí škodlivin. Takovéto prostory mohou být výrobního charakteru, popřípadě charakteru shromažďovacího. Objemový průtok přiváděného vzduchu musí být takový, aby bylo zachováno ovzduší s přijatelnou kvalitou a předpisy stanovenou koncentrací škodlivin. Vliv objemu místnosti zajišťuje nejen větší rozptyl škodlivin v objemu místnosti, ale i energetickou úsporu vztahenou k výměně vzduchu místnosti v závislosti právě na jejím objemu. Tento princip je popsán v grafu č. 5.



Graf 5 – Graf závislosti objemu místnosti na hygienické výměně vzduchu



Na grafu č. 5 je znázorněn časový průběh koncentrace škodlivin v místnosti. Popisuje místnost s přerušovaným provozem větrání v náběhovém stavu do doby ustálení koncentrace škodlivin. Při velkém objemu místnosti a malé výměně vzduchu ( $n=1$ ,  $V=10$ , A) je dosaženo ustálené koncentrace přibližně v čase 4 hodin. Naopak při malém objemu místnosti a velké výměně vzduchu ( $n=10$ ,  $V=1$ , B) dochází k ustálené koncentraci škodlivin přibližně za 30 minut. Z toho vyplývá, že větší objem místnosti v časově krátkém úseku pro produkci škodlivin za stejného objemového průtoku větracího vzduchu podstatně snižuje koncentraci škodlivin v místnosti. Obecně tedy platí, že při větším objemu větraného prostoru lze snížit objemový průtok větracího vzduchu při náběhu a tím ušetřit energie na jeho ohřátí/chlazení. Tuto úsporu lze například využít v prostorách dle charakteru provozu vět. zařízení s:

- **S časově omezeným provozem** – kina, sály, shromažďovací prostory, tělocvičny
- **S časově krátkým/nepravidelným provozem** – sociální zařízení, kuchyně

[40]

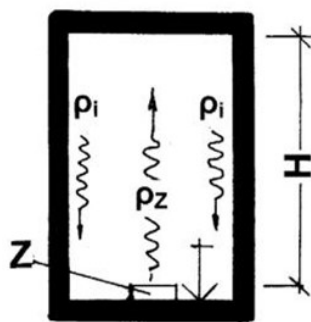
## 9.5 Vliv výšky a tvaru místnosti na větrání

Vliv výšky a tvaru místnosti se znovu dotýká především prostor s vyšší produkcí škodlivin. Tyto prostory musí mít nejen odpovídající objem, ale i přiměřenou světlou výšku. Vznikající škodliviny se v prostoru šíří za pomoci proudění vzduchu, které vzniká na základě tlakových rozdílů. Škodliviny které se běžně v místnostech vyskytují (viz. běžné škodliviny v místnostech) mají menší hustotu, než je hustota větracího vzduchu. Této vlastnosti se dá využít, škodliviny mají přirozenou tendenci stoupat ve vzduchovém prostoru vzhůru. Fyzikálně ji lze podložit tím, že škodliviny mají buď větší teplotu než okolní vzduch, nebo mají vyšší obsah vlhkosti. Oba tyto faktory snižují hustotu vzduchu se škodlivinami, díky rozdílu hustot vzduchu se škodlivinami a vzduchu větracího dochází působením vzlaku k přirozené konvekci. Tento příznivý účinek proudění vzduchu se škodlivinami lze využít při přirozeném i nuceném větrání. Zvětšením světlé výšky místnosti dochází k nárůstu rychlosti stoupajícího vzduchu se škodlivinami a k jejich rychlejšímu a méně nákladnému odvodu. Dále dochází ke kvalitnějšímu rozdělení teplotního gradientu teploty vzduchu po výšce místnosti, což může přispět k větší tepelné pohodě člověka. Tvarem místnosti, především tvarem stropu lze určit místo kde bude koncentrace škodlivin největší. Z tohoto místa lze škodliviny odvádět jednoduchým technickým řešením. Díky těmto informacím je možné ušetřit jak na distribučních elementech, tak na energiích.

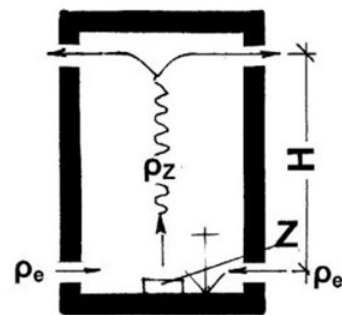
- **Běžné škodliviny v místnostech:**

- Produkce tepla od osob, technologie, zařízení, spotřebičů, osvětlení
- Produkce tepla z tepelných zdrojů
- Produkce tepla z tepelných zisků
- Produkce vlhkosti vzduchu od osob, zařízení, nebo z vodních ploch
- Produkce vodních par díky technologiím, vaření, umývání, sprchování
- Produkce spalin u spotřebičů (například plynový sporák)

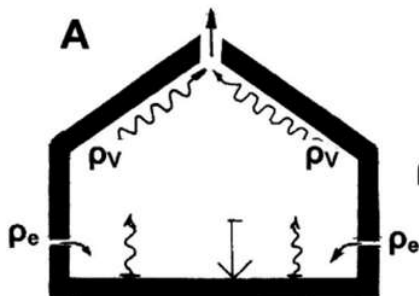
Příklady proudění vzduchu se škodlivinami pro nucené a přirozené větrání se znázorněním principů aerace je uvedeno na následujících obrázcích níže:



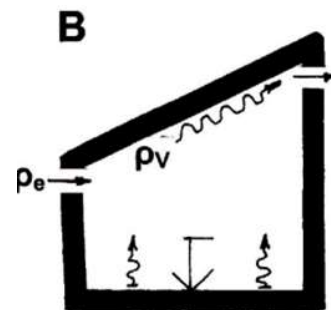
Obrázek 14 - Vnitřní aerace



Obrázek 15 - Aerace



Obrázek 16 - Aerace s ohledem na tvar místnosti



Obrázek 17 - Aerace s ohledem na tvar místnosti

[40]

## 9.6 Použitím alternativních zdrojů energie

Postupným snižováním prostupu tepla obálkou budovy se zvyšuje podíl tepelné ztráty tvořené větráním. Teplota přiváděného vzduchu je v zimních měsících buď o mnoho nižší než teplota interiéru, nebo v letních měsících podstatně vyšší. Ohřev či chlazení větracího vzduchu vyžaduje díky velkému rozdílu teplot podstatný energetický vklad, a proto je vhodné využití alternativních či obnovitelných zdrojů tepla jako prvků pro ohřev/chlazení.

[40]

### 9.6.1 Ohřev vzduchu solární energií

V topném období je vhodným řešením ohřívat přiváděný větrací vzduch za pomoci solární energie. Při jímání slunečního záření s transformací nahromaděné tepelné energie do vzduchu je možno provést ihned několika způsoby.

- Akumulací tepla do hmoty, nebo přímým přenosem tepla do vzduchu
- Tvorbou pasivních absorbérů na osluněných fasádách a střeších
- Tvorba vzduchových kolektorů (zemních či střešních) [40]

### 9.6.2 Chlazení vzduchu alternativními zdroji

V letních měsících je třeba ochlazovat budovu. Zejména pokud se jedná o budovu s velkým poměrem prosklení vůči neprůsvitné ploše obálky budovy. Vhodným řešením je tedy nasávat chladící vzduch z nejchladnějšího venkovního prostoru. Takovýmto místem může být například severní fasáda v blízkosti terénu. Dalšími možnostmi s vyššími nároky na technické řešení mohou být například:

- Tvorbou zemního kolektoru
- Výměnou vzduchu za vzduch chladnější – Přímé ochlazování
- Odvodem naakumulovaného tepla z konstrukcí – Noční větrání

Ochlazování za pomoci chladného vzduchu bez umělého chlazení je velmi energeticky výhodné, i když objemový průtok větracího vzduchu pro chlazení je vyšší než v případě strojního chlazení. Větší potřeba větracího vzduchu na chlazení vzniká díky proměnné exteriérové teplotě. S větším objemovým průtokem větracího vzduchu vznikají vyšší náklady na jeho dopravu. S přihlédnutím na složitost a energetickou náročnost výroby chladu se však jedná o energeticky šetrné řešení. [40]

### 9.6.3 Ohřev vzduchu tepelným čerpadlem

Ohřev vzduchu tepelným čerpadlem využívá energie okolí. Energie okolí znamená energii získávanou ze slunce (fototermické panely), země (zemní kolektory, vrty), vody (říční toky, jezera) či vzduchu (vlhký vzduch z koupelny, exteriér). Za pomoci tepelného čerpadla lze tuto energii získávanou kompresorovým okruhem díky rozdílu teplot médií v okruhu zpracovávat na elektrickou, popřípadě tepelnou energii. Těchto energií je pak možné využívat nejen k ohřevu větracího vzduchu, ale popřípadě k akumulaci a ohřevu teplé vody. Veškeré tyto děje vedou k přímým úsporám na větrání, popřípadě nepřímým úsporám na ohřev vody a akumulaci tepla do ní. [40]

#### 9.6.4 Rekuperace tepla větracího vzduchu

Vzhledem k nízkému poměru tepelné ztráty prostupem k tepelné ztrátě na větrání je objemovým průtokem větracího vzduchu přiváděno dostatečné množství tepla i na vytápění. Při rekuperaci větracího vzduchu se přívodní chladný vzduch předehřívá předáním části tepla z odváděného vzduchu. Konstrukčních principů rekuperačních výměníků nebo regeneračních výměníků je celá řada. Stupeň využití odpadního tepla z odváděného vzduchu podle konstrukce výměníku je rovněž proměnný. Často uváděné účinnosti rekuperace jsou až 80 %, což představuje převod až 80 % tepla do přiváděného vzduchu. Účinnost rekuperace je závislá na teplotním rozdílu odváděného a přiváděného vzduchu, čím je tento rozdíl teplot vyšší, tím se dosahuje i vyšší účinnosti rekuperace. Teploty odváděného vzduchu se pohybují prakticky na konstantní úrovni. Z čehož vyplývá že rozhodující teplotou tohoto teplotního rozdílu je teplota exteriéru. [40]

#### 9.7 Přehled energetických úspor větrání

K energeticky úspornému větrání je tedy možné přispět některými z následujících řešení, popřípadě jejich vhodnou kombinací:

- **Větráním, při němž je třeba zohlednit:**
  - přesnost stanovení objemových průtoků vzduchu podle produkce škodlivin
  - režim větrání, který je třeba přizpůsobit režimu provozu
  - objem, tvar a zejména výšku větrané místnosti
  - přívod vzduchu do exponovaného místa
  - kombinované způsoby větrání podle křivky četnosti venkovních teplot
  - automatizaci provozu větrání podle čidla nastavení
- **Použitím zdrojů tepla pro ohřev a chlazení vzduchu:**
  - alternativními zdroji
  - rekuperačí tepla z odváděného vzduchu
  - s využitím pasivních zisků pro ohřev vzduchu od slunce
  - s využitím přívodu vzduchu z chladného prostředí v letních měsících
- **Účinným předáváním tepla, respektive chladu ve větraném prostoru:**
  - ve vhodné kombinaci s otopnou plochou
  - s využitím tepla/chladu pro velkoplošné vytápění a chlazení větracím vzduchem

[40]

## **10 ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI**

Nucené větrání v budovách s téměř nulovou spotřebou energie je z hlediska návrhu, ne zcela jednoduchou věcí, ačkoliv je v dnešní době nutností. Další nutností je využívání prvků pro úsporu energie. A proto je zpětné získávání tepla nedílnou součástí všech vzduchotechnických jednotek, a to s co nejvyšší účinností. Správným návrhem lze docílit řešení, zohledňující fyzikální, ekonomické i mechanické vlastnosti výměníku zpětného získávání tepla. I přes vysokou pořizovací cenu a delší dobu návratnosti je zpětné získávání tepla výhodné z hlediska dlouhodobé investice, která bude šetřit nejen peníze, ale hlavně energii a tím životní prostředí.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST B – PRAKTICKÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA V BUDOVÁCH S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Frčka

### VEDOUCÍ PRÁCE

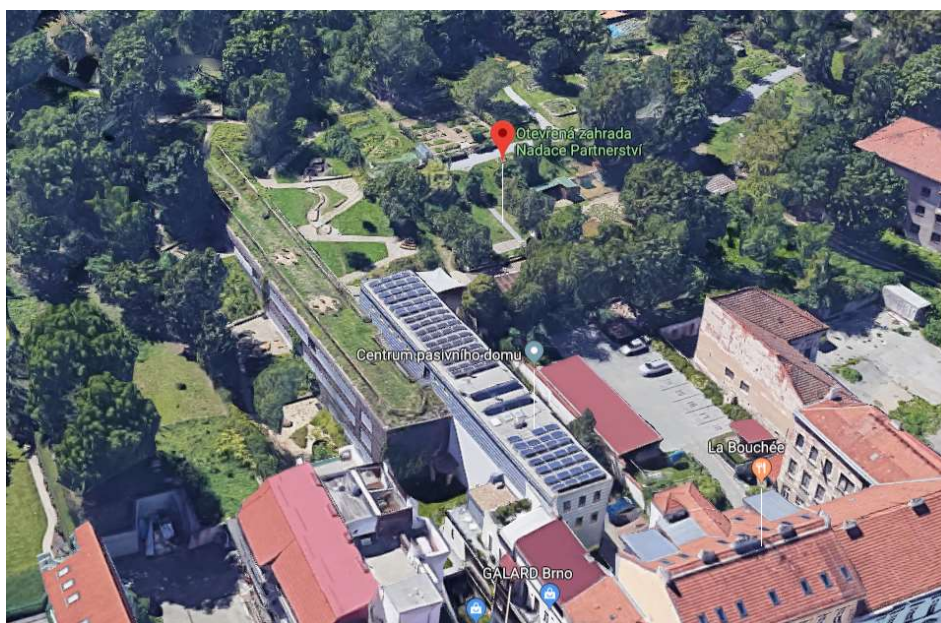
SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2019

## 1 POPIS OBJEKU OTEVŘENÉ ZAHRADY

Otevřená zahrada se nachází v samém centru Brna na úpatí kopce Špilberk. Je to vzdělávací a poradenské centrum, které vybuodovala Nadace Partnerství. Díky kvalitnímu provedení obálky budovy a chytrým technologiím se tento administrativní objekt řadí mezi energeticky nejúspornější kancelářské prostory v České republice. V otevřené zahradě se šetří vodou, energiemi na vytápění, chlazení či osvětlení. Dále se recykluje odpad a tím snižuje dopad na životní prostředí. Konceptem je poukázat na možné propojení užitných prostor ve středu města s přírodou a rozšířit pojem o takzvaných inteligentních budovách a jejich chytrých řešeních.



Obrázek 18 – Pohled na Otevřenou zahradu z Google Earth

### 1.1 Dispoziční a stavebně technický popis objektu

Do domu se vstupuje průchodem ze dvora, umístěném v jeho koncové části. V průchodu, otevřeném skrz objekt stávající i navrhovaný až do zahrady, je umístěna vstupní hala s recepcí. Zde návštěvníci získávají přehled o domě a informace o areálu. V těsné blízkosti vstupu je hygienické zázemí pro potřeby domu i zahrady. Vstupní halou prochází příčně při štítové zdi stávajícího objektu komunikační osa, která ji spojuje v jedné úrovni s blokem kancelářských prostor a výtahem. Schodištěm je spojena s hlavní úrovní domu, na které je umístěn další blok kancelářských prostor s hygienickým zázemím, centralizované jednací místnosti napojené na zahradu a v koncové pozici seminární sál přes dvě podlaží, v horní části opět spojen se

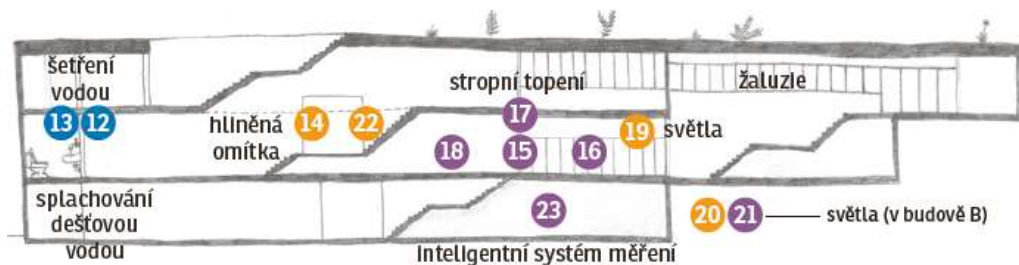
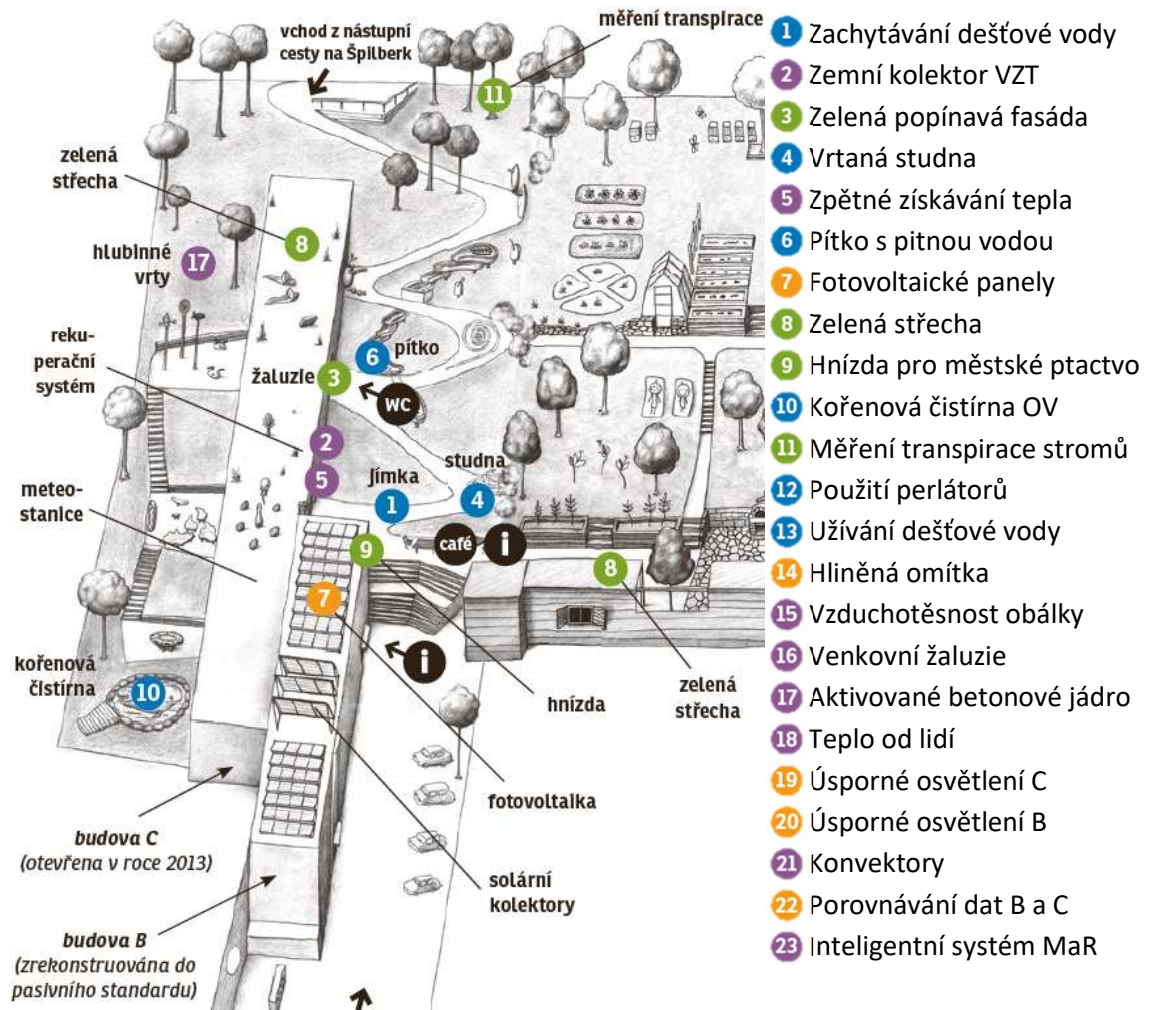
zahradou. Ve třetím nadzemním podlaží je umístěn blok kanceláří s hygienickým zázemím a propojení se střešní terasou.

Objekt je konstruován jako třípodlažní dvojtrakt, v seminárním sále jednotrakt, železobetonový skelet, založený na betonovém plošném základu, který v jednotlivých podlažích kopíruje svažité terén. Výška podlahy v přízemí je stanovena tak, aby byl umožněn bezbariérový průchod. Vlastní skelet je ztužován v podélném směru štítovou stěnou sousedící s objektem Údolní 33 B a podzemními štítovými stěnami, v příčném směru severní štítovou stěnou a příčnými suterénními podzemními a nadzemními stěnami. Svislé nosné prvky jsou převážně železobetonové monolitické sloupy či stěny. Stropní a střešní konstrukce jsou železobetonové monolitické desky s integrovaným systémem aktivovaného betonového jádra. Nosná konstrukce je tak optimalizována na hospodárné prvky a zároveň poskytuje potřebnou akumulaci hmoty pro udržení optimálního vnitřního prostředí budovy s minimem energetických vstupů. Tepelné izolace jsou použity ve střeších, v suterénních stěnách a v podlahách na terénu. Preferovanými materiály jsou konopné rohože nebo dřevěná vlákna. V nutných případech je použit EPS či XPS. Vodotěsné izolace jsou použity na střeších, fasádách, suterénních stěnách a podlaze na terénu. Podzemní opěrné stěny jsou izolovány asfaltovými pásy nebo fóliemi. Střešní plášť je nad celým objektem navržen jako zelená pochozí střecha. Izolována je krytinou na bázi kaučuku. Při výběru materiálů bylo dbáno na minimální energetickou náročnost při výrobě a možnost bezproblémové likvidace při ukončení životnosti budovy. Nepálené cihly vyzdívek a hliněné omítky jsou použity na dělicí stěny a povrchovou úpravu stěn. Konopné pazdeří a vlákna jsou použity pro tepelnou izolaci lehkého obvodového pláště. V hygienických prostorách je použito omyvatelných nátěrů. Na fasádách je použita vodotěsná prodyšná membrána a vodorovný dřevěný obklad a dřevěná okna s izolačními skly. Zpevněné plochy v zahradě jsou vodopropustné z přírodního kamene ve štěrkopískovém loži. Rovné plochy stanovišť zahrady jsou vytvořeny pomocí pohledově provedeného pažení z hloubkově impregnovaných dřevěných trámů kotvených na skryté monolitické záporny.

## **1.2 Všeobecný popis technologií objektu**

V otevřené zahradě je použito mnoho moderních technologií, které s kvalitní obálkou budovy budou zajišťovat minimalizaci energetické náročnosti budovy a její spotřeby. Je použito technologií hlubinných vrtů, tepelných čerpadel, aktivovaného betonového jádra, zpětného získávání tepla, užívání dešťové vody, kořenové čistírny a spousty dalších. Jednotlivé technologie a prvky odlišující Otevřenou zahradu od ostatních budov administrativního charakteru jsou uvedeny na následující straně na obrázku č. 19.





TOPENÍ A CHLAZENÍ



ŠETŘÍME VODOU



PŘÍRODA VÍTÁNA



EL. ENERGIE A SVĚTLA

Obrázek 19 – Znárodnění technologií použitých v Otevřené zahradě

### 1.3 Technický popis vzduchotechniky objektu

Vzduchotechnika objektu je řešena za pomoci dvou vzduchotechnických zařízení pro větrání, a to větrání objektu v rozsahu 1.-3. NP (objekt administrativy), druhé zařízení obsluhuje pouze občasně využívané sociální zařízení v zasedacím sále ve 3.NP.

Hlavním prvkem zařízení pro větrání a úpravu vzduchu je pro objekt administrativy centrální vzduchotechnická jednotka Fläkt Woods. Celé zařízení je navrženo jako rovnotlaké se vzduchovým výkonem jednotky 4500 m<sup>3</sup>/h. Přívodní část jednotky je složena z dvojité filtrace, rotačního regenerátoru zpětného získávání tepla, vodního výměníku pro ohřev/chlazení a ventilátoru. Odvodní část je složena z filtru, rotačního regenerátoru zpětného získávání tepla a ventilátoru. Ventilátory jsou opatřeny EC motory s řízením otáček za pomoci frekvenčních měničů. Přívod čerstvého větracího vzduchu je zajištěn přímo do strojovny pomocí anglického dvorku ukončeného protidešťovou žaluzií. Výfuk znečištěného vzduchu je přímo ze strojovny veden do betonového kanálu, ve kterém dochází ke změně materiálu vzduchotechnického potrubí na PVC-KG. Toto potrubí je vypsádováno směrem do jednotky a izolováno parotěsnou izolací s oplechováním. Z betonového kanálu je vzduchotechnický rozvod vyveden nad střechem vedlejšího objektu, kde je ukončen výfukovou hlavicí. Rozvod je tepelně izolován a oplechován. Rozvody upraveného vzduchu jsou pak od jednotky rozváděny horizontálně do vertikálních šachet. Z jednotlivých šachet je potom rozvod vzduchotechniky viditelně veden interiérem, a to rovněž horizontálně pod stropem. Před napojením jednotlivých místností jsou větve zregulovány automatickými klapkami s možností ručního nastavení s uzavírací funkcí, nebo pomocí VAV regulátorů s uzavírací funkcí. Dále jsou rozvody napojeny na distribuční elementy dle požadavků a charakteru interiéru. Řešení jednotlivých prostor je v návaznosti na jejich charakter a funkci. Z větší části je řešeno pouze přívodem vzduchu do místností a přefukem odvodního vzduchu přes komunikační prostory a sociální zázemí v jednotlivém patře. Popřípadě přívodem i odvodem vzduchu v jedné místnosti. Přefuky jsou realizovány mřížkami umístěnými ve stěnách sousedících s komunikačními prostory. Provoz jednotky a regulačních prvků je řízen nadřazeným systémem MaR dle časových programů jednotlivých zón/místností. V prostorách sálu je VAV regulátor například řízen čidlem koncentrace CO<sub>2</sub>, pro případy kdy není sál obsazen ze 100 %.

Příležitostné větrání pro sociální zařízení sálu ve 3.NP je realizováno samostatnou decentralizovanou vzduchotechnickou jednotkou. Jednotka je v podstropním provedení a je umístěna nad sociálními zařízeními sálu ve 3.NP. Celé zařízení je navrženo jako rovnotlaké se vzduchovým výkonem jednotky maximálně 380 m<sup>3</sup>/h. Přívodní část jednotky je složena z jednostupňové filtrace, deskového výměníku ZZT a ventilátorové komory. Odvodní část je složena z jednostupňové filtrace, deskového výměníku ZZT a ventilátorové komory. Nasávání a výfuk vzduchu je řešen pomocí protidešťové žaluzie, každé na jiné fasádě ve 3.NP. Rozvody od jednotky k jednotlivým distribučním prvkům jsou vedeny horizontálně viditelně.

### Okrajové podmínky návrhu:

Vnější výpočtové údaje:			
Lokalita	Brno		
Zeměpisná šířka	49°11'51"		
Nadmořská výška	272 m.n.m. (bpv)		
Normální tlak vzduchu	97 kPa		
Teploty a hydrometrie vzduchu			
Parametry	Zima	Léto	
Teplota suchého teploměru	-13,0 °C	+32,0 °C	
Teplota vlhkého teploměru	-13,0 °C	+20,8 °C	
Entalpie vzduchu	-10,1 kJ/kg	+60,9 kJ/kg	
Relativní vlhkost vzduchu	99 %	37 %	
Měrná vlhkost vzduchu	1,2 g/kg	11,1 g/kg	
Průměrné rozpětí středních teplot (suchých)	5 K	9 K	
Vnitřní výpočtové údaje místností			
Typ prostoru	L/Z	Parametr	Hodnota parametru
Kancelářské prostory, jednací místnosti, seminární sál	Zima	Vnitřní teplota vzduchu	ti=20 °C
		relativní vlhkost vzd.	není regulována
	Léto	Vnitřní teplota vzduchu	ti=28 °C
		relativní vlhkost vzd.	není regulována
Sociální zázemí, sklad, komunikace	Zima	Vnitřní teplota vzduchu	ti=15 °C
		relativní vlhkost vzd.	není regulována
	Léto	Vnitřní teplota vzduchu	není regulována
		relativní vlhkost vzd.	není regulována
Prostory v objektu mimo pracovní dobu	Zima	Vnitřní teplota vzduchu	ti=15 °C
		relativní vlhkost vzd.	není regulována
	Léto	Vnitřní teplota vzduchu	není regulována
		relativní vlhkost vzd.	není regulována
<b>POZNÁMKA:</b> Výše uvedené hodnoty jsou garantovány ve spolupráci s ostatními profesemi - VTP a CHL.			

Tabulka 21 – Okrajové podmínky návrhu vzduchotechniky současného řešení

### Požadavky na provoz vzduchotechnického zařízení:

Množství přiváděného vzduchu:	
Parametr	Množství
Čerstvý vzduch na osobu	25 m <sup>3</sup> /h
Čerstvý vzduch pro kuchyňku	50 m <sup>3</sup> /h
Pisoár, výlevka	30 m <sup>3</sup> /h
Umyvadlo	30 m <sup>3</sup> /h
WC	50 m <sup>3</sup> /h
Sprcha	80 m <sup>3</sup> /h

Požadavky na výměnu vzduchu:		
Místnost	Výměna	
Technická místnost	1/h	
Maximální hodnoty hladin hluku:		
Místnost	Maximální hladina hluku	Odpovídající třída hluku
Technické prostory	75 dB(A)	65 NR
Sociální zázemí	50 dB(A)	40 NR
Administrativní prostory	45 dB(A)	35 NR
Nejbližší chráněná plocha (v nočních hodinách)	40 dB(A)	30 NR
Současnost obsazenosti a provozní doba jednotlivých prostor:		
Typ prostoru	Parametr	
Kancelářské místnosti	pracovní dny 8:30-17:30	
Jednací místnosti	pracovní dny 5 h denně	
Seminární sál	50 % pracovních dnů 4 h denně	
Současnost obsazenosti	0,8	

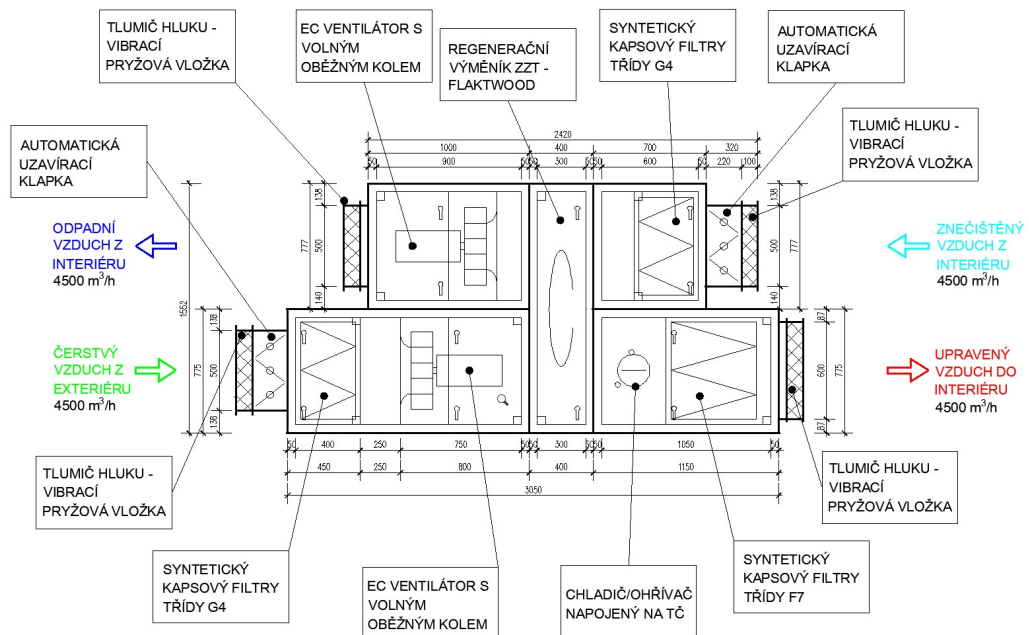
Tabulka 22 – Požadavky na provoz stávajícího vzduchotechnického zařízení

Z těchto podmínek byly stanoveny návrhové průtoky vzduchu v jednotlivých místnostech s ohledem na technické předpisy, tepelné ztráty, tepelnou zátěž a produkci škodlivin.

### 1.3.1 Schéma a popis vzduchotechnické jednotky

Jedná se o vzduchotechnickou jednotku značky Fläkt Woods řady eQ-Master 18. Filtrace vzduchu na vstupu je v provedení dvoustupňovém, a to za pomoci kapsových filtrů G4 a F7. Filtrace vzduchu na odvodu je zajišťována za pomoci kapsového filtru třídy G4. Ventilátory jsou EC – s volným oběžným ovládané frekvenčním měničem. Jejich vzduchový výkon je 1440–10440 m<sup>3</sup>/hod s maximální rychlostí vzduchu v průřezu jednotky 4 m/s. Dispoziční tlak ventilátorů je 200 Pa a je dostačující pro pokrytí tlakových ztrát vzduchotechnického rozvodu a jeho regulačních prvků s distribučními elementy. Chladič je ve vodním provedení s možností chladit/topit. Chladicí výkon je 19,7 kW a topný výkon 12,3 kW. Jako zpětné získávání tepla je použit

regenerační rotační výměník s regulovatelnou rychlostí otáček taktéž značky Fläkt Woods s udávanou teplotní účinností pro tento konkrétní návrh až 83,7 % pro zimní období. Vzduchotechnická jednotka je dále popsána na následujícím obrázku.



Obrázek 20 – Vzduchotechnická jednotka Fläkt Woods (stávající řešení)

Pro lepší znázornění funkce a účinností jednotlivých prvků vzduchotechnické jednotky, byla navržena identická jednotka v návrhovém softwaru Fläkt Woods. Návrh probíhal, dle zmíněných okrajových podmínek. Základní údaje pro návrhový provoz jsou pro jednotlivé prvky jednotky uvedeny v následujících tabulkách s ohledem na zimní a letní provoz.

Přívodní ventilátor - 4500 m <sup>3</sup> /h					
Léto			Zima		
Otáčky	2536	Rpm	Otáčky	2304	Rpm
Celková účinnost	61.1	%	Celková účinnost	61.2	%
Nárůst tlaku	711	Pa	Nárůst tlaku	682	Pa
Dynamický tlak	80	Pa	Dynamický tlak	79	Pa
Příkon do motoru	1,73	kW	Příkon do motoru	1,52	kW
Nárůst teploty	1	°C	Nárůst teploty	0.8	°C
Specif. příkon na hřídeli	1,07	kW/(m <sup>3</sup> /s)	Specif. příkon na hřídeli	1,07	kW/(m <sup>3</sup> /s)

Tabulka 23 – Přívodní ventilátor (skutečné provedení)

Odvodní ventilátor - 4500 m <sup>3</sup> /h					
Léto			Zima		
Otáčky	2358	Rpm	Otáčky	2216	Rpm
Celková účinnost	60.1	%	Celková účinnost	59.5	%
Nárůst tlaku	564	Pa	Nárůst tlaku	548	Pa
Dynamický tlak	79	Pa	Dynamický tlak	82	Pa
Příkon do motoru	1,38	kW	Příkon do motoru	1,29	kW
Nárůst teploty	0.8	°C	Nárůst teploty	0.7	°C
Specif. příkon na hřídeli	0.95	kW/(m <sup>3</sup> /s)	Specif. příkon na hřídeli	0.95	kW/(m <sup>3</sup> /s)

Tabulka 24 – Odvodní ventilátor (skutečné provedení)

Regenerační výměník ZTZ					
Léto			Zima		
<b>Přívodní vzduch</b>			<b>Přívodní vzduch</b>		
Tlaková ztráta	152	Pa	Tlaková ztráta	129	Pa
Teplota vzduchu	33 / 33	°C	Teplota vzduchu	-12.2 / 16.4	°C
Relativ.vlhkost	34.9 / 34.9	%	Relativ.vlhkost	91.7 / 16.2	%
Capacity reduction	-	kW	Capacity reduction	-46	kW
Air flow transfer	-	m <sup>3</sup> /h	Air flow transfer	787	m <sup>3</sup> /h
Čelní rychlost	2,8	m/s	Čelní rychlost	2,4	m/s
<b>Odvodní vzduch</b>			<b>Odvodní vzduch</b>		
Tlaková ztráta	149	Pa	Tlaková ztráta	133	Pa
Teplota vzduchu	28 / 28	°C	Teplota vzduchu	22 / -5.8	°C
Relativ.vlhkost	55 / 55	%	Relativ.vlhkost	20 / 99.9	%
Čelní rychlost	2,5	m/s	Čelní rychlost	2,5	m/s

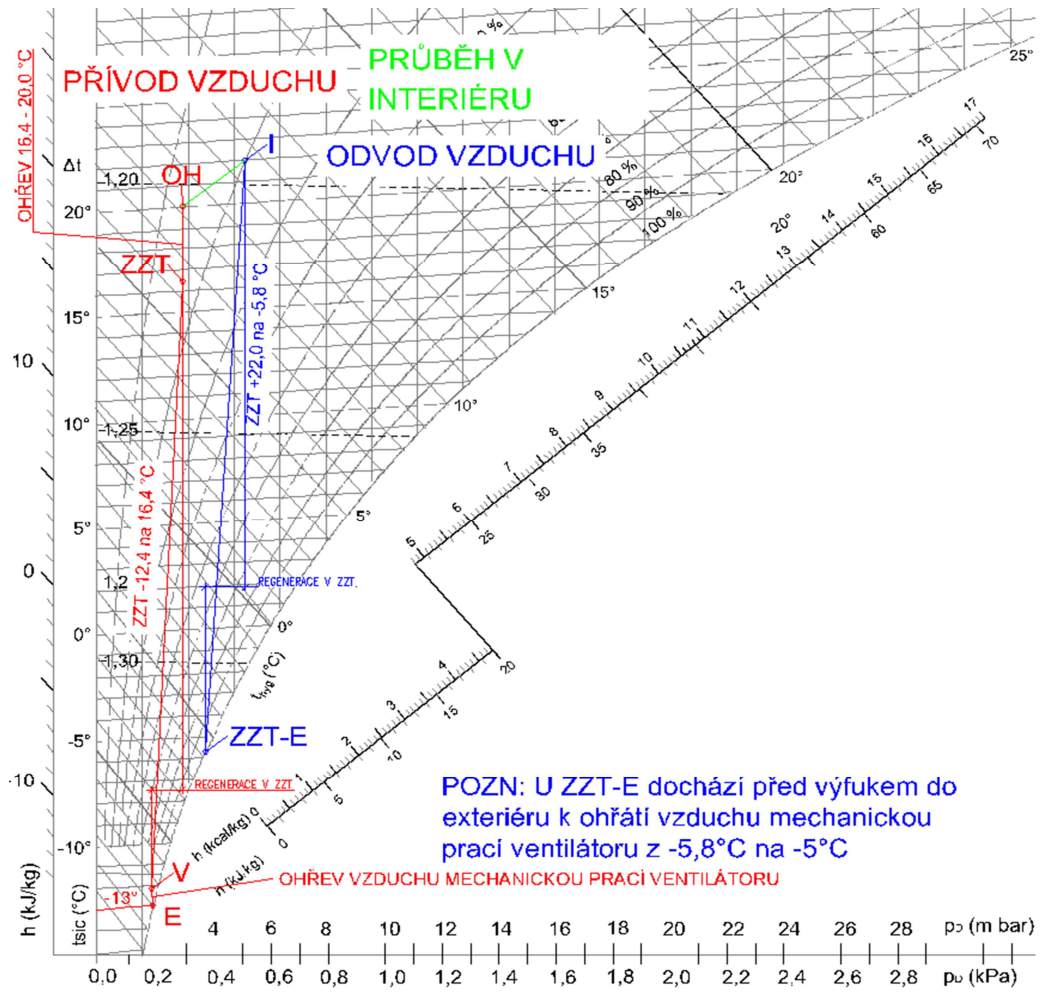
Tabulka 25 – Regenerační výměník (skutečné provedení)

Vodní chladič/ohřivač					
Léto			Zima		
Vel.připojení	25	mm	Vel.připojení	25	mm
Liquid volume	5,8	l	Liquid volume	5,8	l
Tlaková ztráta, navrhovaná	35	Pa	Tlaková ztráta, navrhovaná	33	Pa
Tlaková ztráta	35	Pa	Tlaková ztráta	33	Pa
Výkon	19,7	kW	Výkon	12,3	kW
Teplota vzduchu	33 / 28	°C	Teplota vzduchu	16.4 / 20	°C
Čelní rychlost	2.0	m/s	Čelní rychlost	43709	m/s

Tabulka 26 – Vodní chladič/ohřivač (skutečné provedení)

Tato data byla nadále zpracována do hx-diagramů pro letní a zimní období uvedených níže. V letním období byla v hx-diagramu zahrnuta možnost zpětného získávání chladu, která je nyní skutečnou součástí provozu jednotky.

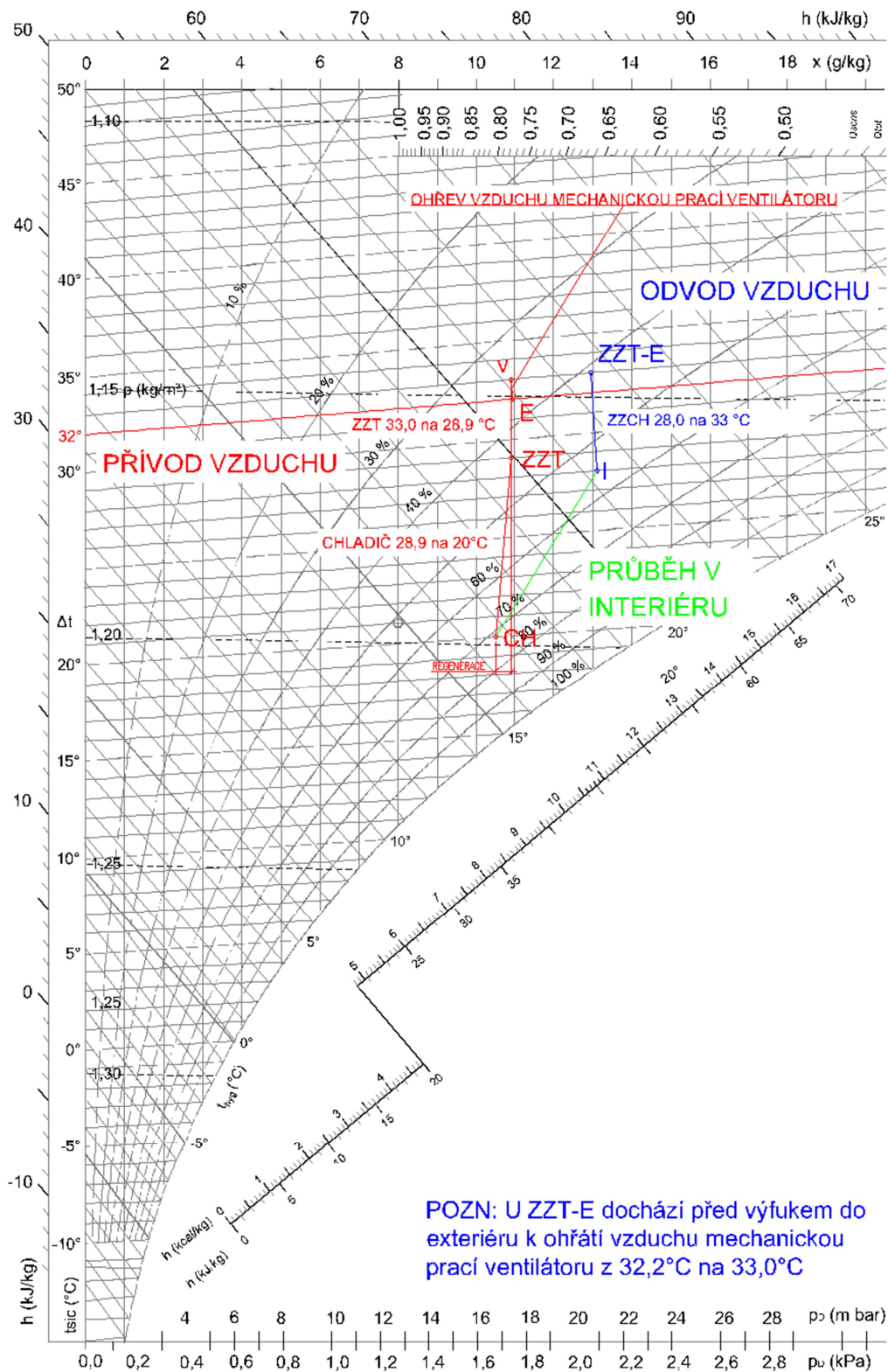
hx-diagram pro zimní období:



Obrázek 21 – hx-diagram pro zimní období (skutečné provedení)



**hx diagram pro letní období:**



Obrázek 22 – hx-diagram pro letní období (skutečné provedení)



### 1.3.2 Distribuční elementy

Z důvodu jednoduchosti a ekonomické náročnosti bylo použito tří základních distribučních prvků. Pro přívod i odvod jsou využity talířové ventily a mřížky umístěné přímo do rozvodu SPIRO potrubí. Dalším prvkem jsou přefuky zajišťované za pomoci dveřních nebo stěnových mřížek. Tyto prvky jsou zobrazeny na obrázcích níže.



Obrázek 23 – Dveřní mřížka (vlevo), stěnová mřížka (vpravo)

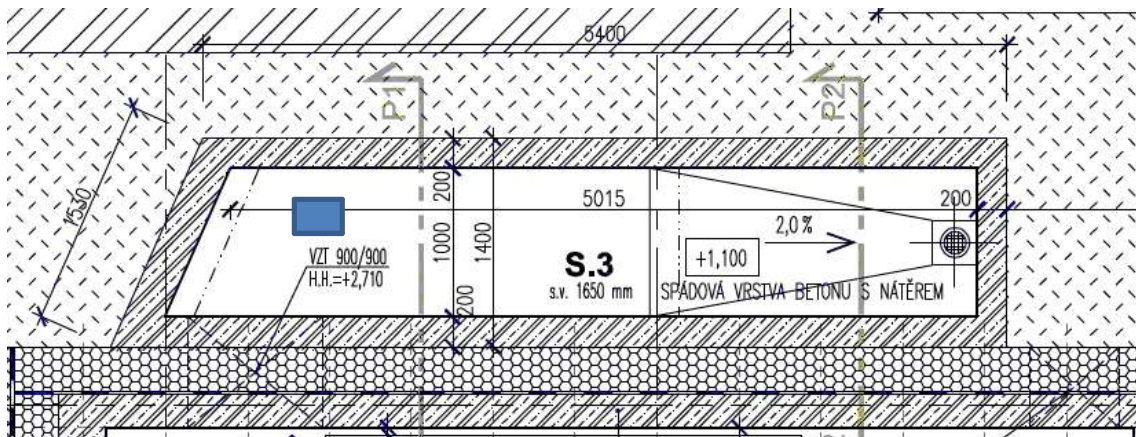


Obrázek 24 – Talířový ventil (vlevo), mřížka ve spiro potrubí (vpravo)

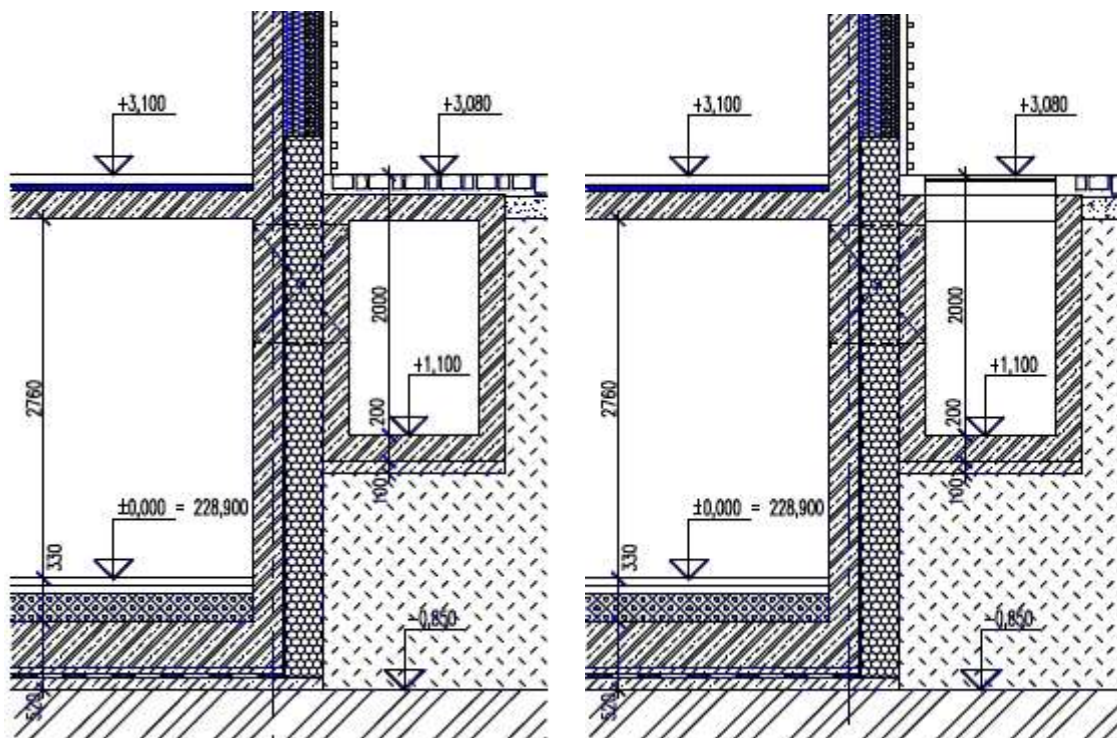
### 1.3.3 Vyhodnocení stávajícího vzduchotechnického zařízení

#### 1.3.3.1 Zemní kanál-francouzský dvorek

V objektu je pro sání venkovního vzduchu proveden zemní betonový kanál o délce 5,4 m, šířce 1,0m a světlé výšce 1,8 m. Jelikož brožura o Otevřené zahradě uvádí tento betonový kanál jako zemní kolektor, bylo tedy vyhodnoceno zdali se tímto názvem může nazývat v následujících hodnoceních. Dalším hodnotícím kritériem je nevhodné umístění kanálu, před hlavním vstupem do seminárního sálu. Dochází zde tedy k znehodnocování vzduchu pevnými částicemi například z bot návštěvníků, či z cigaretového kouře kuřáků. Tím tedy dochází k postupnému zanášení filtrů. A k znehodnocování kvality vzduchu vnitřního prostředí.



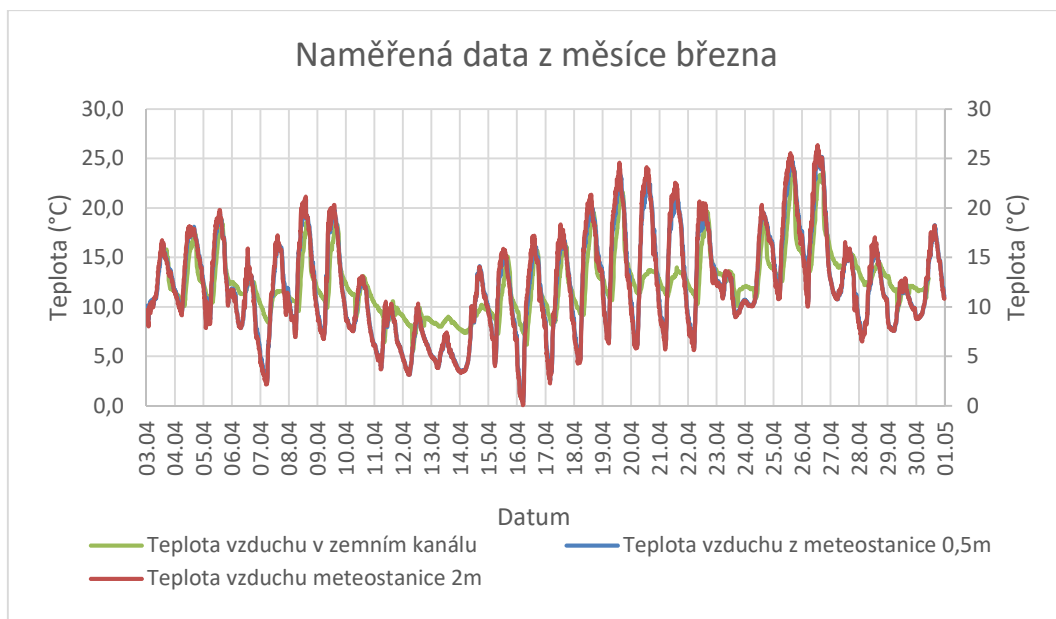
Obrázek 25 – Půdorys zemního sacího kanálu (modře umístění teplotního čidla)



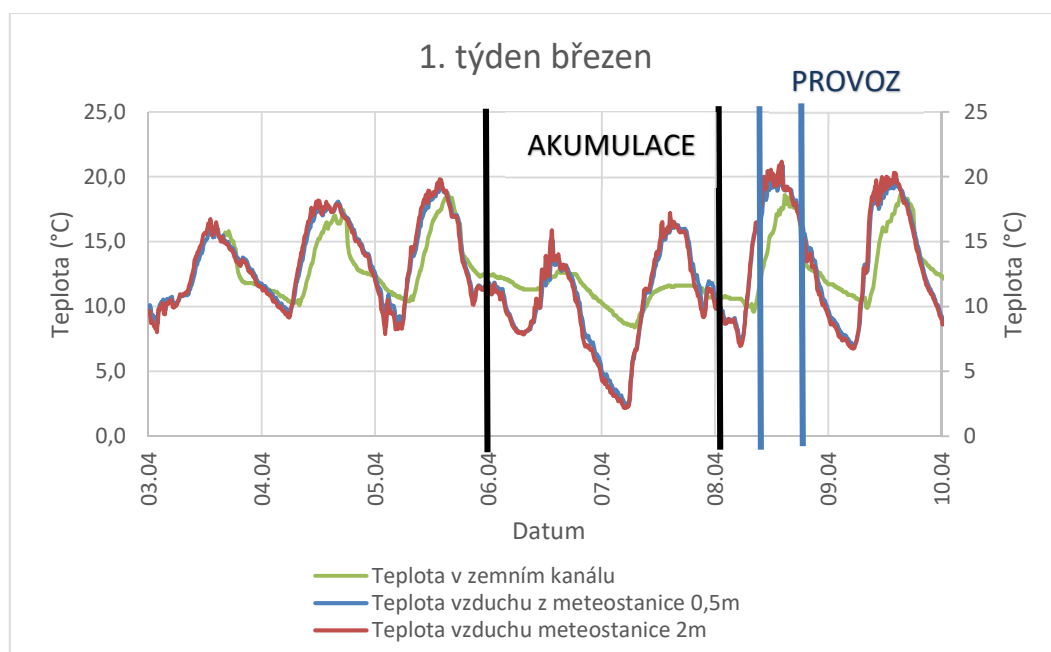
Obrázek 26 – Řez zemním kanálem (P1-vpravo, P2-vlevo)

### Zemní kanál:

Zemní kanál byl vyhodnocován za pomoci měření teploty vzduchu ve 3 obdobích. A to konkrétně v přechodném období v březnu, dále v letním období v srpnu a v zimním období v prosinci. Vyhodnocení naměřených hodnot bylo shrnuto do grafů na následujících stranách.

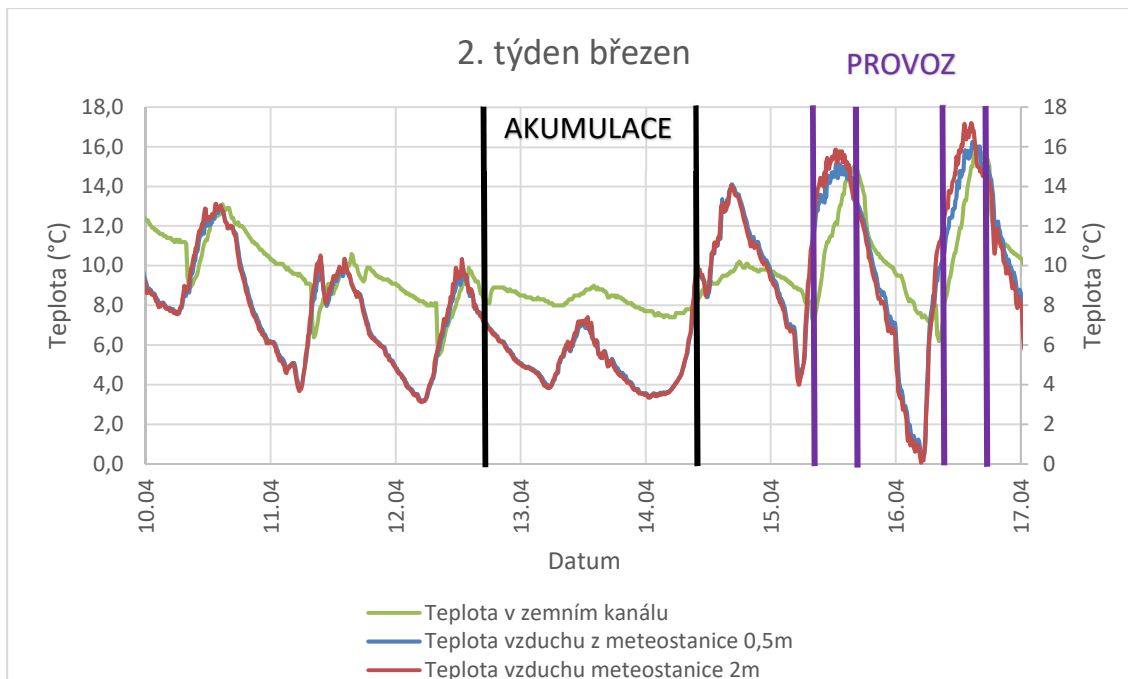


Graf 6 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za březen



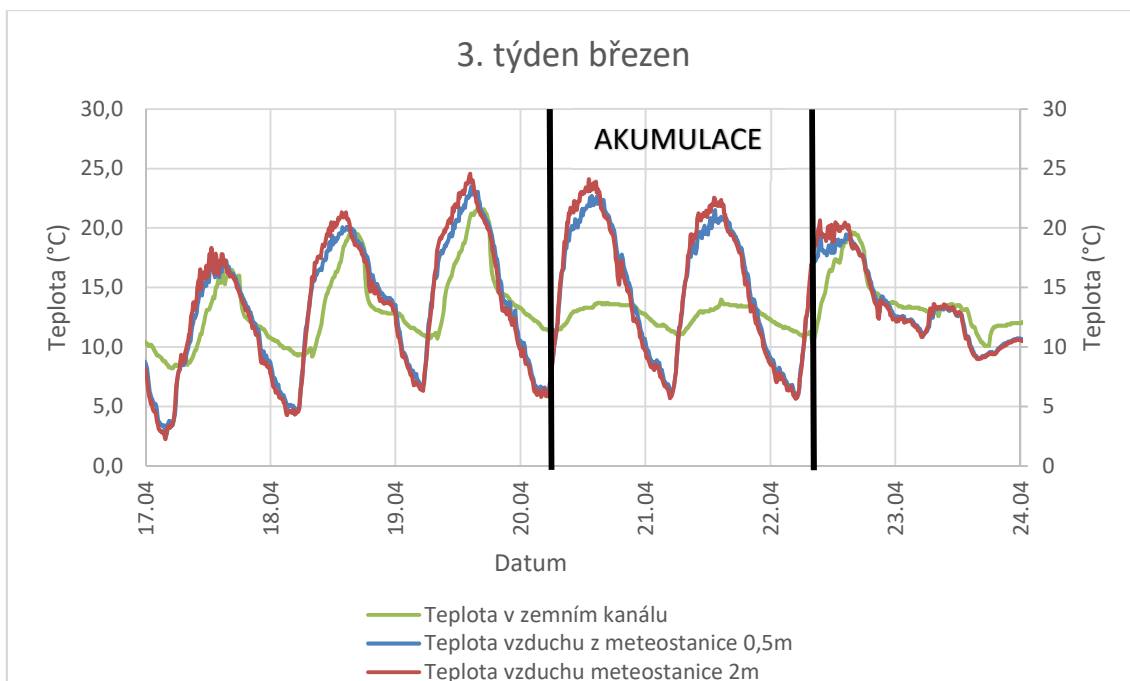
Graf 7 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru z 1. týdne března

Z Grafu č.7 vyplývá, že k akumulaci tepla v zemním kanále dochází pouze o víkend, tento děj je znázorněn mezi černými čarami ve dnech 6.-8.4.2019. Dále je z grafu zřejmé prakticky okamžité vybíjení naakumulovaného tepla se spuštěním VZT jednotky. Spuštění a vypnutí vzduchotechnické jednotky je označeno modrou čarou. Z grafu tedy vyplývá že zařízení ZZT je spouštěno pouze v pracovní době 8:00-16:30 v pracovní dny.



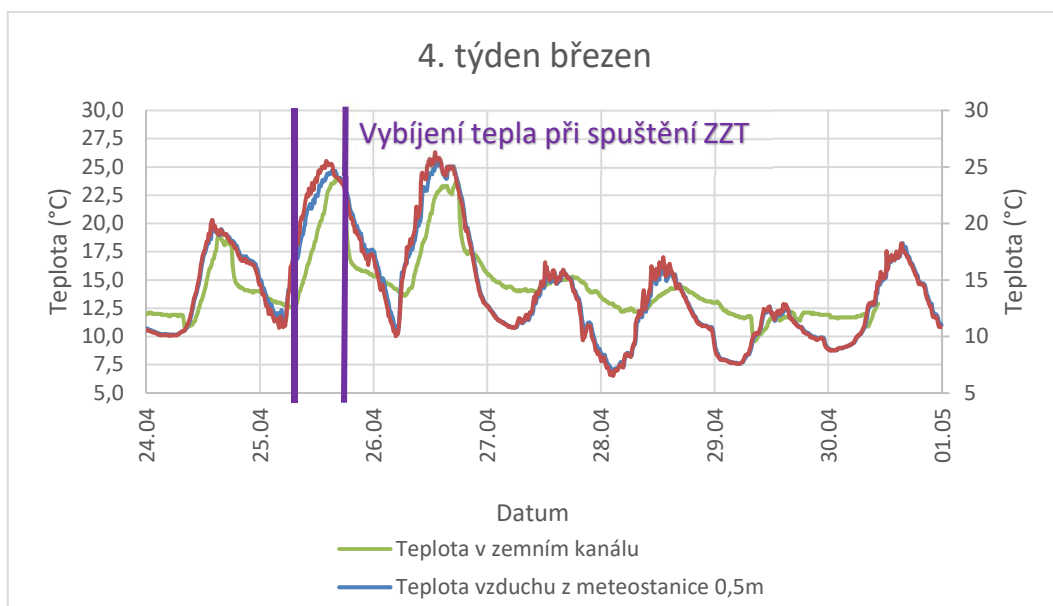
Graf 8 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru z 2. týdne března

Z Grafu č.8 také vyplývá, že k akumulaci tepla v zemním kanále dochází pouze o víkendu, tento děj je znázorněn mezi černými čarami ve dnech 13.-14.4.2019. Spuštění a vypnutí vzduchotechnické jednotky je označeno fialovou čarou. Z grafu tedy vyplývá že zařízení ZZT je spouštěno pouze v pracovní době 8:00-16:30 v pracovní dny. Dále je z grafu vidět, že množství nakumulovaného tepla je oproti prvnímu týdnu nižší, a to z důvodu zhoršení počasí a snížení teploty exteriérového vzduchu. Díky tomuto jevu je zemní kanál taktéž mírně vybíjen.



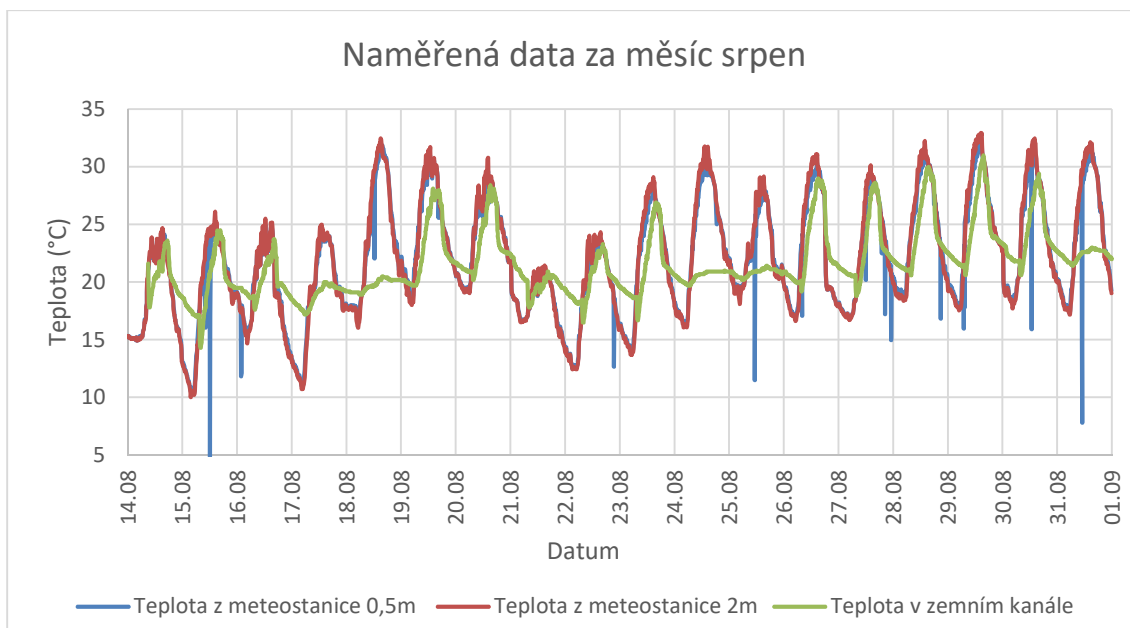
Graf 9 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru z 3. týdne března

Graf č. 9 také potvrzuje, že k akumulaci dochází pouze o víkendu, když nejsou stěny kanálu konvektivně ochlazované proudícím vzduchem, který je nasáván z exteriéru. Období akumulace je vyznačeno černými čarami.

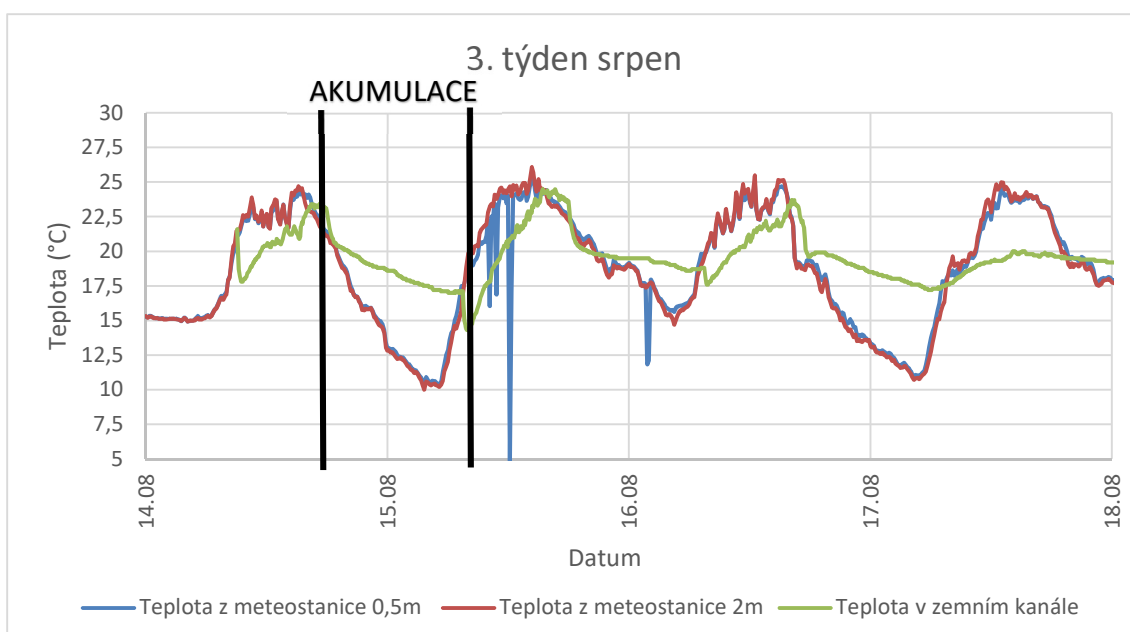


Graf 10 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru z 4. týdne března

Z grafu č. 10 mezi fialovými čarami je znázorněno zapnutí ZTZ a vybití naakumulovaného tepla v zemním kanále sání exteriérového vzduchu.



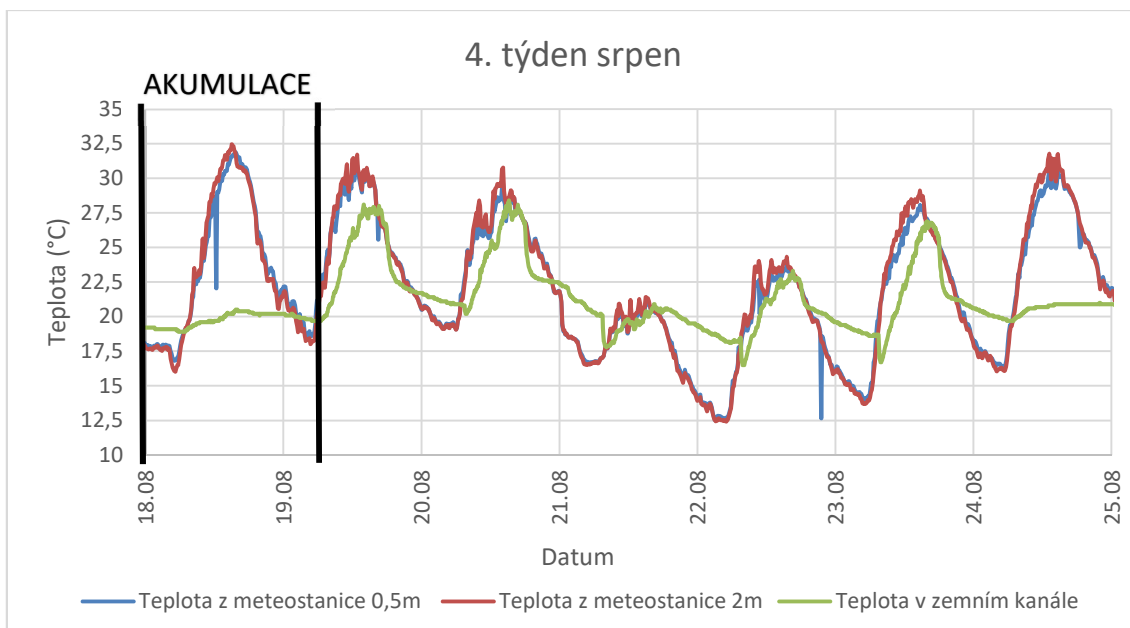
Graf 11 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za srpen



Graf 12 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 3. týden v srpnu

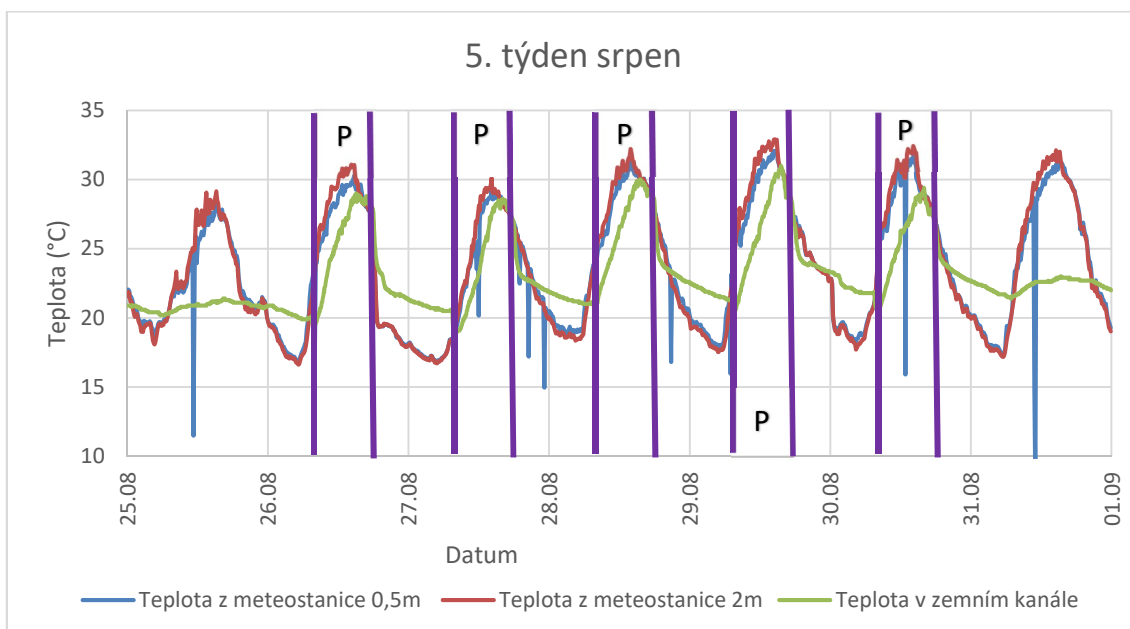
Z grafu č.12 vyplývá že k akumulaci dochází i v letním období, ale pouze tehdy pokud je vzduchotechnická jednotka mimo provoz. Akumulace chladu je znázorněna mezi černými čarami.





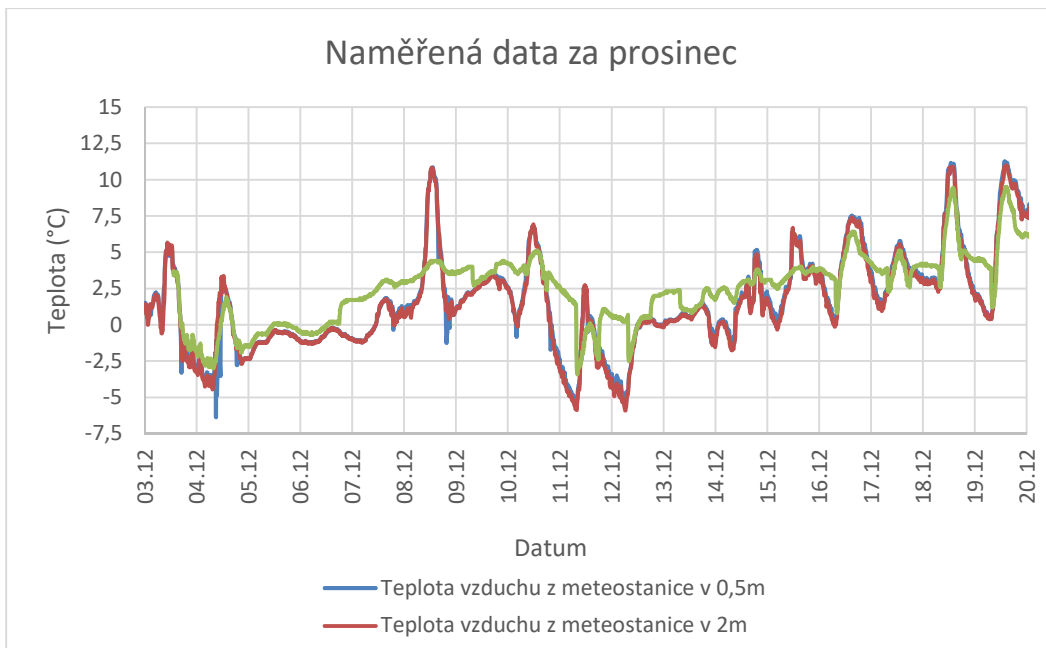
Graf 13 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 4. týden v srpnu

Na grafu č.13 je vidět že k akumulaci dochází opravdu pouze o víkendech. Při spuštění jednotky dochází k velice rychlému vybíjení tepla, díky konvektivnímu ochlazování okolním proudícím vzduchem, do kterého je naakumulované teplo předáváno. Akumulace je vyznačena černými čarami.

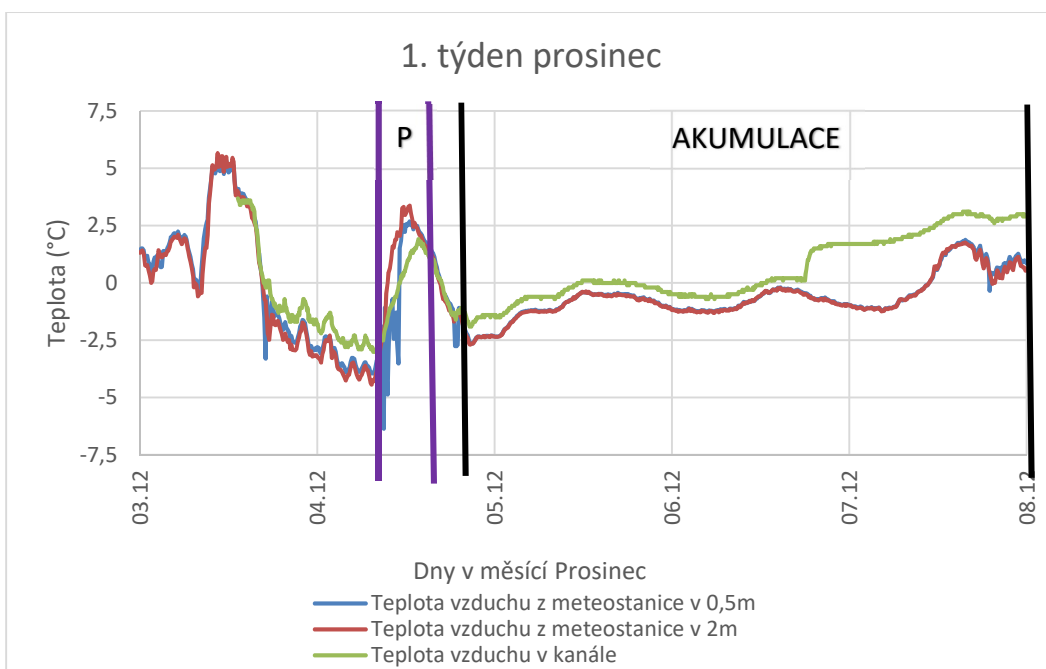


Graf 14 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 5. týden v srpnu

Z grafu č. 14 je pro změnu krásně vidět kdy byla vzduchotechnika v provozu a nebo mimo něj, tento děj lze poznat díky nárůstu teploty v zemním kanále, díky proudění teplejšího exteriérového vzduchu skrze něj. Provoz zařízení je vyznačen fialovými čarami. Provoz je dále označen zkratkou P.



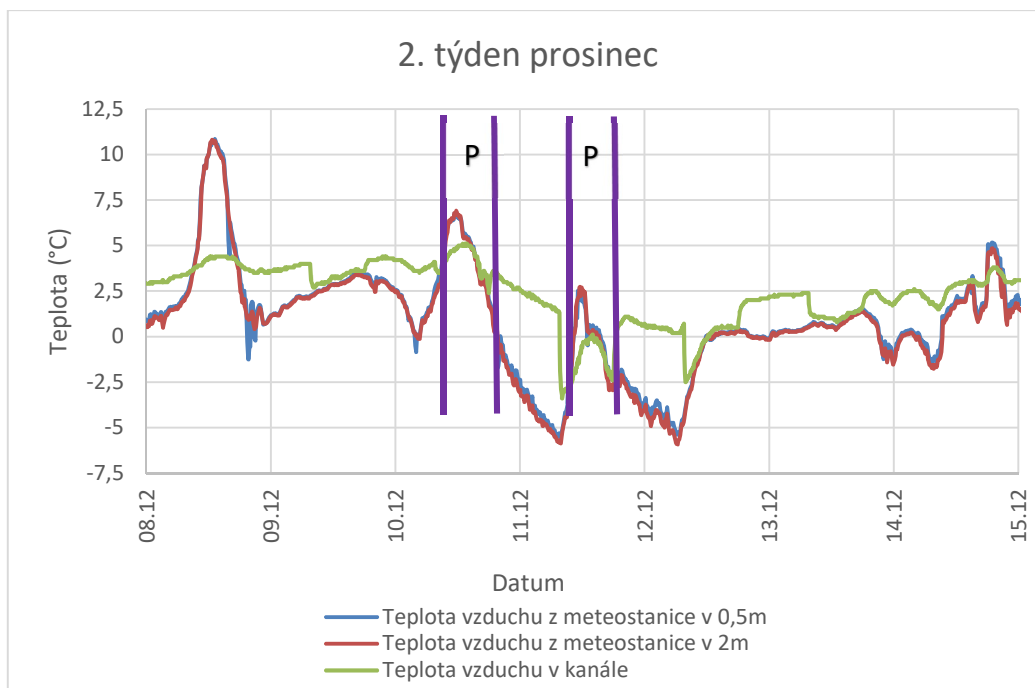
Graf 15 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za prosinec



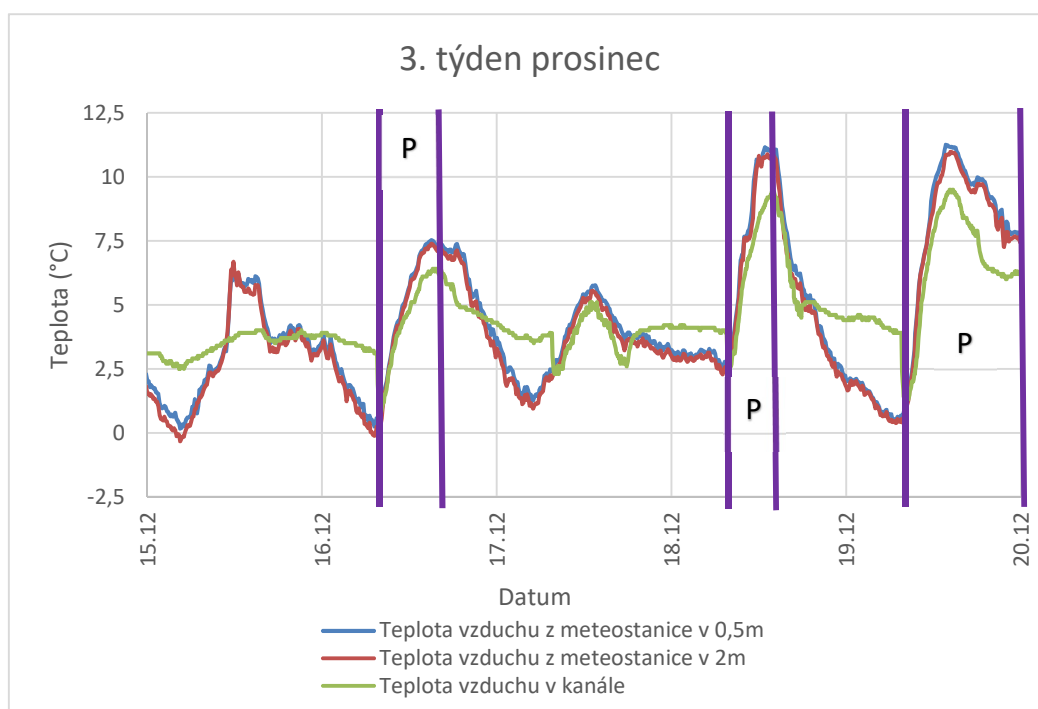
Graf 16 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 1. týden v prosinci

Z grafu č. 16 vyplývá, že k akumulaci tepla dochází i v prosinci, samozřejmě znovu za předpokladu, že je vzduchotechnická jednotka mimo provoz. Dále z grafu vyplývá, že teplo akumulované kanálem roste s jednotkou času v závislosti na venkovní teplotě.





Graf 17 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 2. týden v prosinci

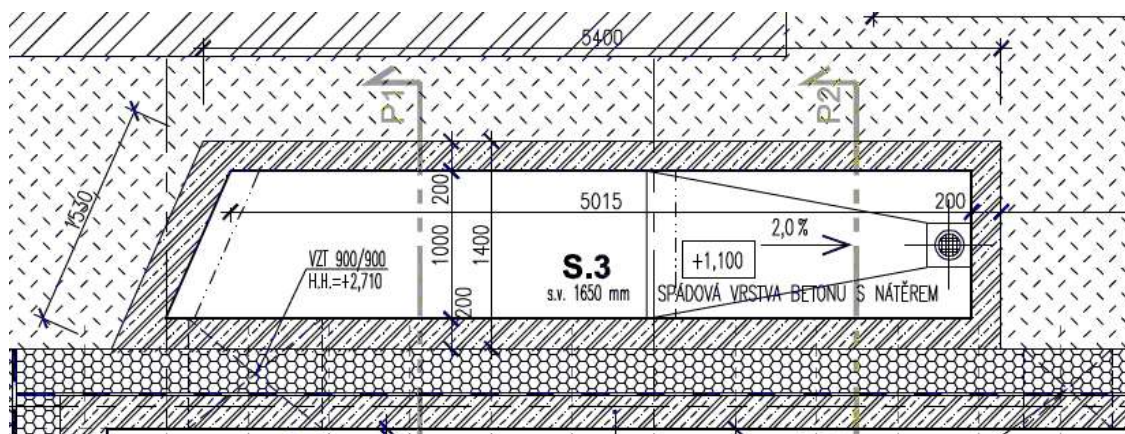


Graf 18 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 3. týden v prosinci

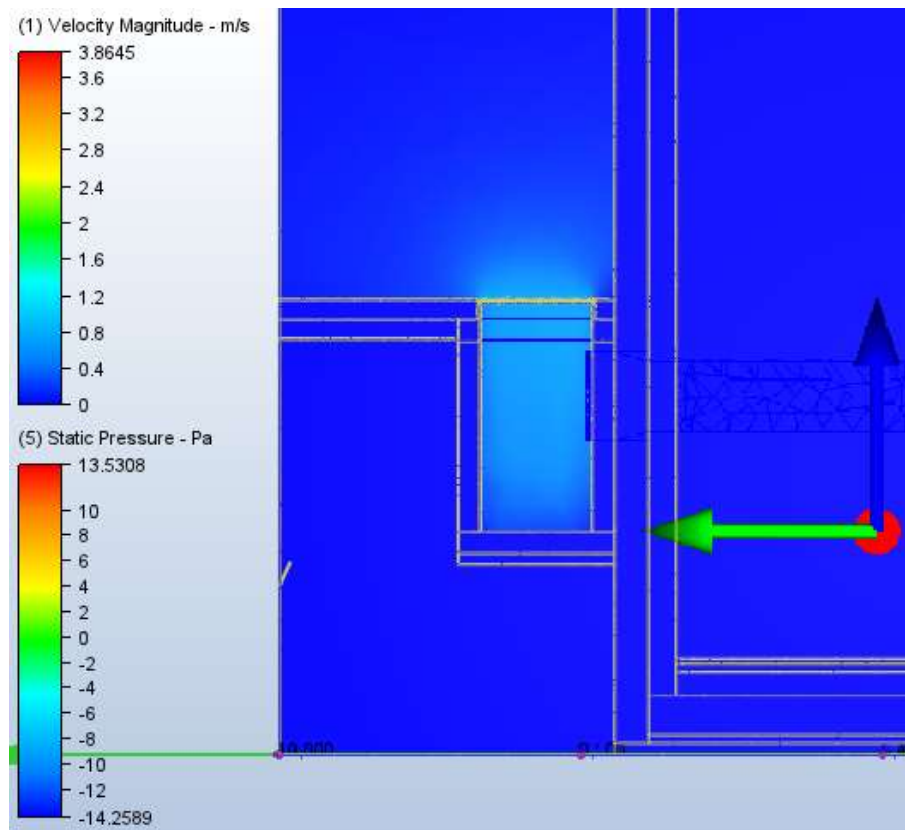
Z daných grafů vyplívá že kanál ač za ideálních povětrnostních podmínek a ideálních podmínek provozu, které nebyly zahrnuty do výpočtu mírně napomáhá snížit spotřebu energie vzduchotechnického zařízení. Bohužel jeho nápomocnost není až tak znamenitá. Zásadním problémem je velké množství průtoku vzduchu

proudící kanálem. Právě díky tomuto proudění dochází ke konvektivnímu ochlazení proudícím vzduchem a rychlému vybíjení naakumulovaného tepla. A proto by měl být nazýván pouze sáním vzduchotechniky, a ne zemním kolektorem. Nejvyšších teplotních rozdílů ve prospěch zařízení je dosahováno většinou tehdy, kdy je zařízení mimo provoz. V provozu zemní kanál dosahuje minimálních výsledů. Maximální hodnoty předeřevu vzduchu pro březen byly 4-5 °C, pro prosinec 2,5-3,0 °C. Naopak předchlazení vzduchu nabývalo hodnot -7,5 až -12,0 °C. Tyto uvedené hodnoty jsou extrémní s minimální četností výskytu.

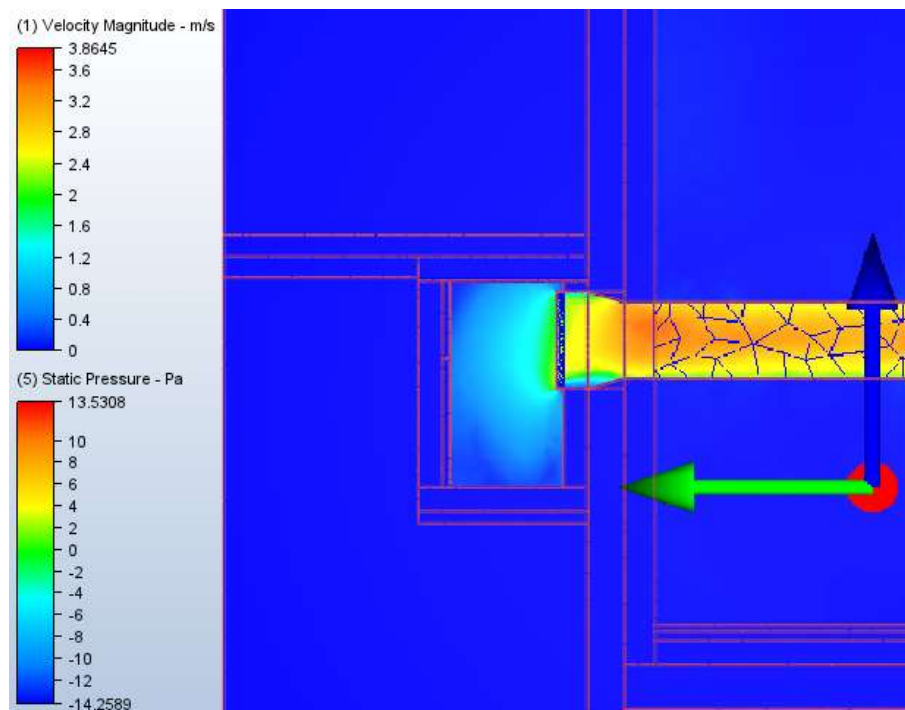
Dále bylo posuzováno pomocí jednoduché CFD simulace, zda může docházet vlivem rychlostí v sání a jeho neprostřední blízkosti ke strhávání prachových částic. Pevné částice větších rozměrů by měly sedimentovat u dna zemního kanálu. Naopak částice pevného aerosolu cigaretového kouře budou proudem vzduchu strhávány do sání vzduchotechnického zařízení.



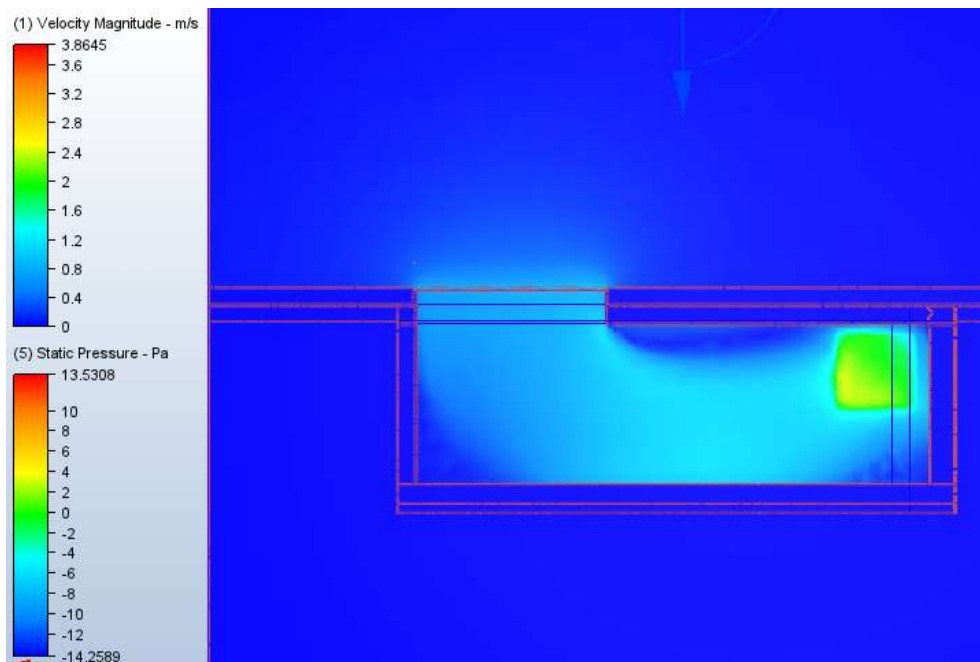
Obrázek 27 – Půdorysné schéma sacího kanálu



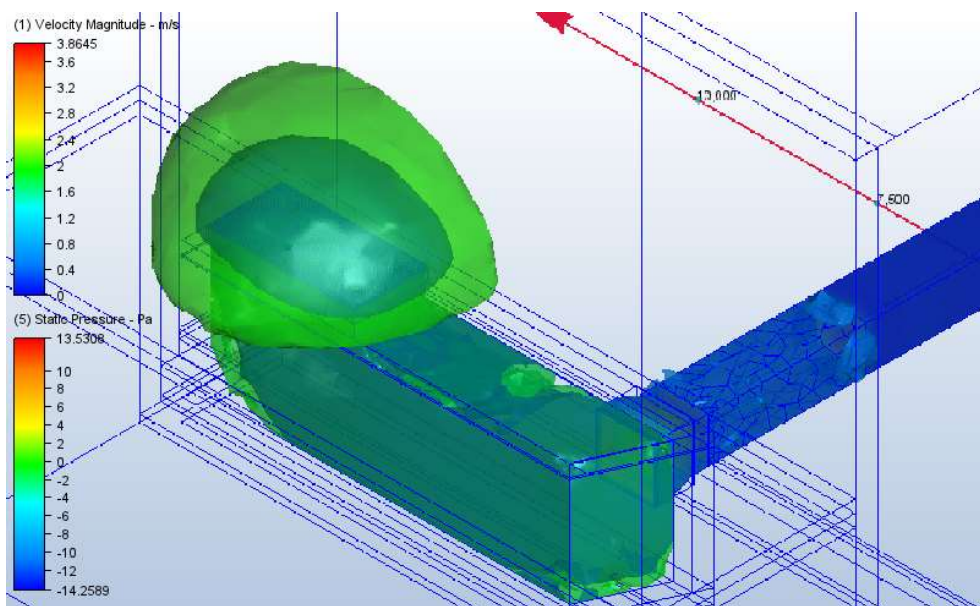
Obrázek 28 – CFD simulace řez P1 nad sacím roštem



Obrázek 29 – CFD simulace řez P2 u sací žaluzie uvnitř kanálu



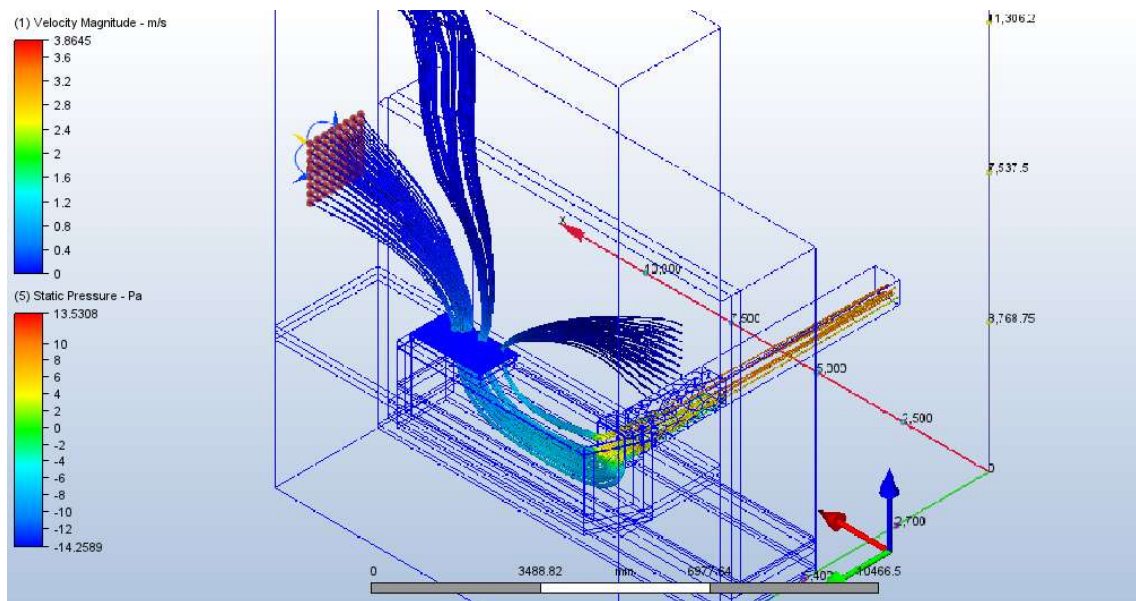
Obrázek 30 – CFD simulace podélný řez



Obrázek 31 – CFD simulace (znázornění objemu vzduchu o rychlosti 0,1-0,2 m/s)

Z uvedených obrázků tedy vyplývá, že čelní rychlost proudění vzduchu žaluzií umístěnou v kanále je 1,5 až 2,0 m/s. Rychlost sání vzduchu v úrovni mříže na terénu je kolem 1,2 m/s. A celková průměrná průřezová rychlost zemním kanálem se pohybuje při vzduchovém výkonu jednotky 4500 m<sup>3</sup>/h okolo 1,2 m/s. Tyto rychlosti jsou pro návrh zařízení vzduchotechniky vyhovující. Dále byl zvýrazněn na obrázku č.31 objem vzduchu v okolí sání, ve kterém dochází k pohybu vzduchu o rychlostech 0,1-0,2 m/s, což je dostačující hodnota pro strhávání cigaretového kouře do sání. Z obrázku tedy vyplývá, že je sání s ohledem na možnost nasávání nečistot ne zcela

vhodně umístěn. Na obrázku č. 32 je poté uvedeno schématické znázornění proudnic vzduchu a jejich rychlostí při sání o vzduchovém výkonu zařízení taktéž 4500 m<sup>3</sup>/h.

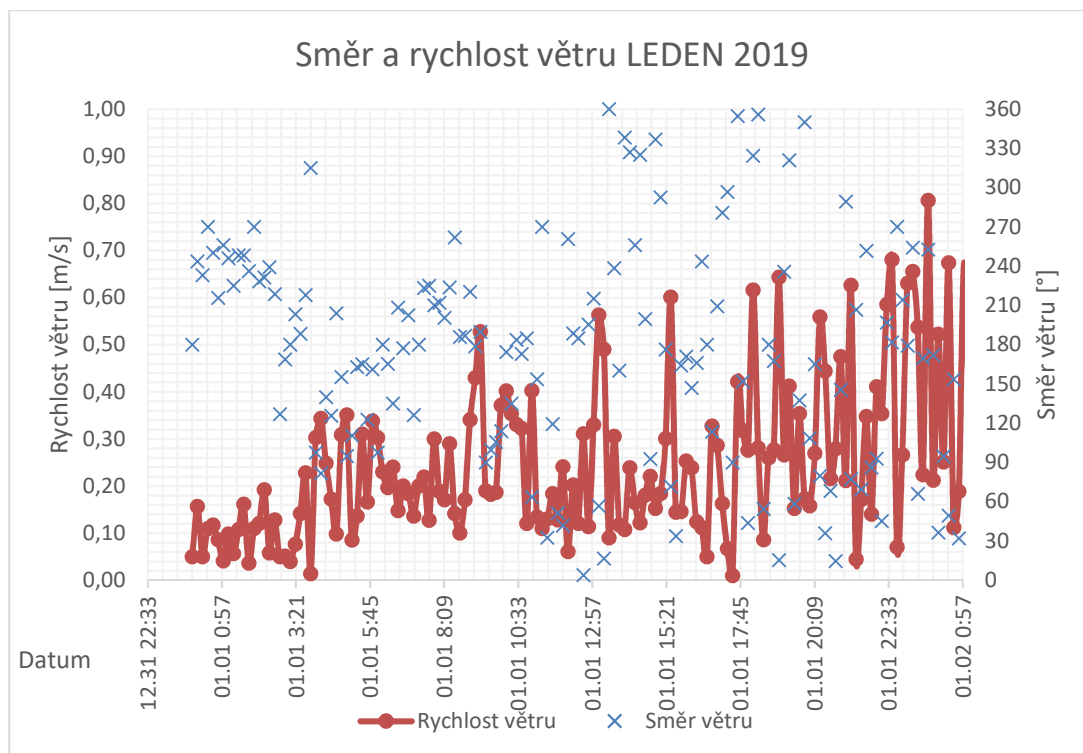


Obrázek 32 – CFD simulace znázornění proudnic vzduchu

### 1.3.3.2 Sání – ovlivnění větrem

Byla provedena analýza ovlivnění sání pod tlakem díky směru převládajícího větru. Data o směru a rychlosti větru byly získány z meteorologické stanice EMS Brno umístěné na střeše objektu. A byly analyzovány za pomoci četnosti měření z celkového počtu měření pro zjištění převažujícího směru větru a jeho rychlosti. Dle této četnostní analýzy se nejčastěji vyskytuje vítr směrem z východu o průměrné rychlosti 0,35 m/s. Tato data jsou uvedena v grafech níže. Pro složitost znázornění směru a rychlosti větru v průběhu celého roku je uveden jako příklad pouze měsíc leden. Z charakteru proudění vzduchu a jeho průměrné rychlosti tedy vyplývá, že ovlivnění sání pod tlakem bude takřka minimální, a to právě díky nízké průměrné rychlosti větru. Pro ověření této domněnky byla vytvořena jednoduchá CFD simulace okolí, tato simulace i s návrhovými podmínkami jsou zobrazeny v grafech, tabulkách a na obrázcích níže.

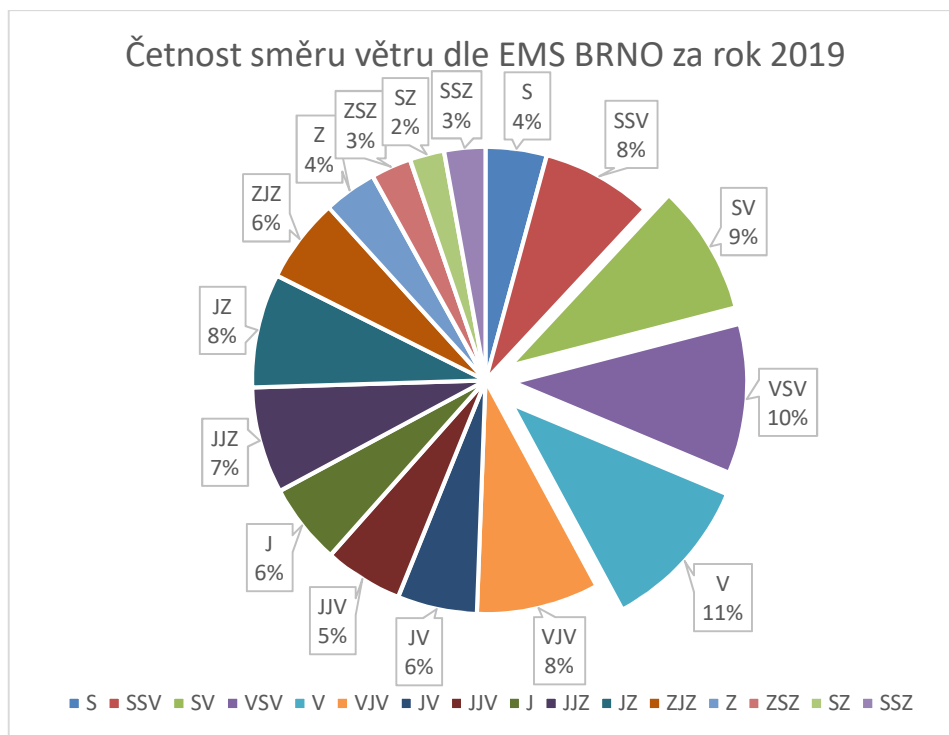




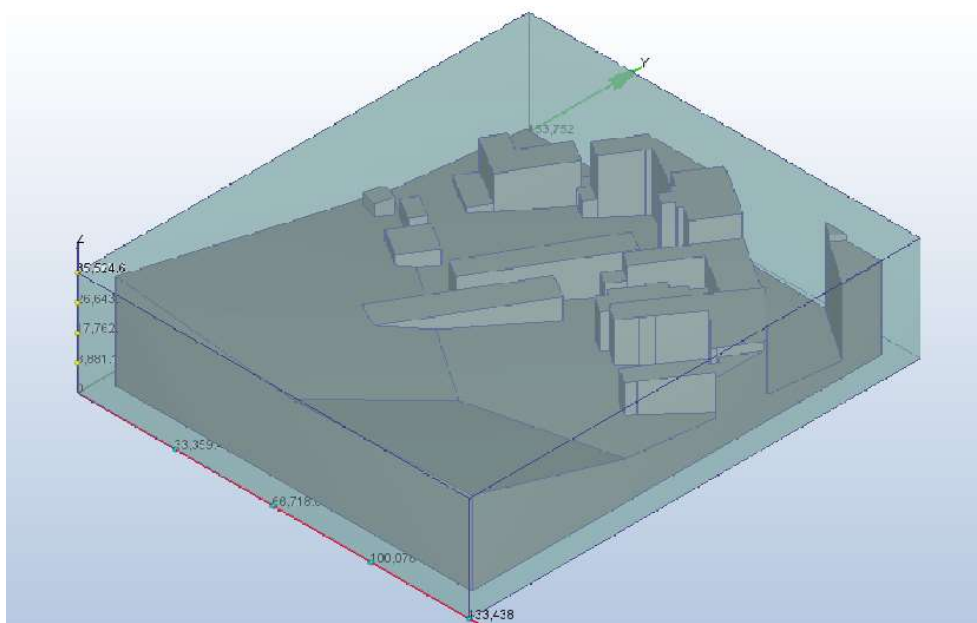
Graf 19 – Rychlost a směr větru z EMS Brno leden 2019

Četnost směru větru za rok 2019	S	SSV	SV	VSV	V	VJV	JV	JJV	J	JJZ	JZ	ZJZ	Z	ZSZ	SZ	SSZ
<i>mi-nimum</i>	349	11	34	56	79	101	124	146	169	191	214	236	259	281	304	326
<i>střed</i>	0	23	45	68	90	113	135	158	180	203	225	248	270	293	315	338
<i>ma-ximum</i>	11	34	56	79	101	124	146	169	191	214	236	259	281	304	326	349
<b>Četnost</b>	<b>1925</b>	<b>3497</b>	<b>4110</b>	<b>4708</b>	<b>4916</b>	<b>3849</b>	<b>2510</b>	<b>2476</b>	<b>2546</b>	<b>3353</b>	<b>3585</b>	<b>2667</b>	<b>1677</b>	<b>1267</b>	<b>1085</b>	<b>1301</b>
<b>Procent výskytu</b>	4	8	9	10	11	8	6	5	6	7	8	6	4	3	2	3

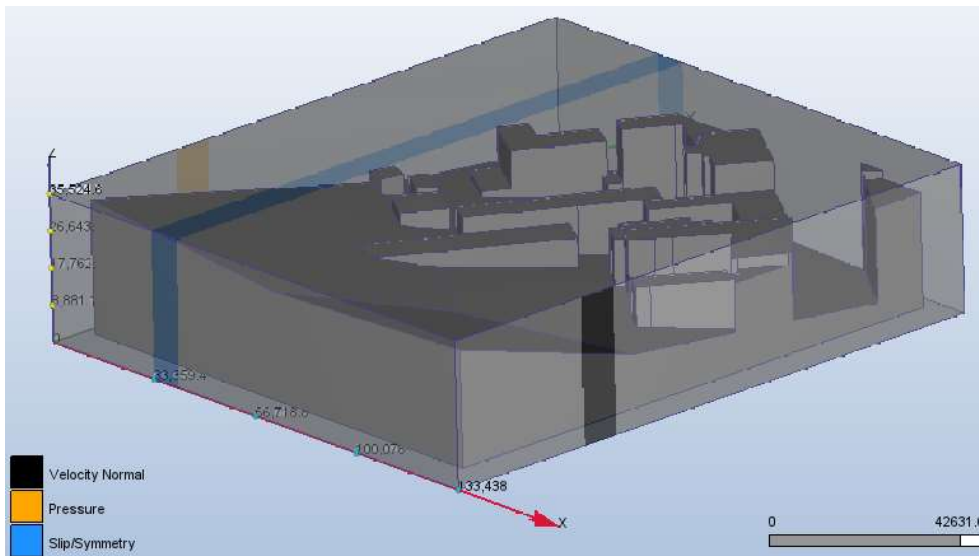
Tabulka 27 – Četnostní analýza směru a rychlosti větru v roce 2019



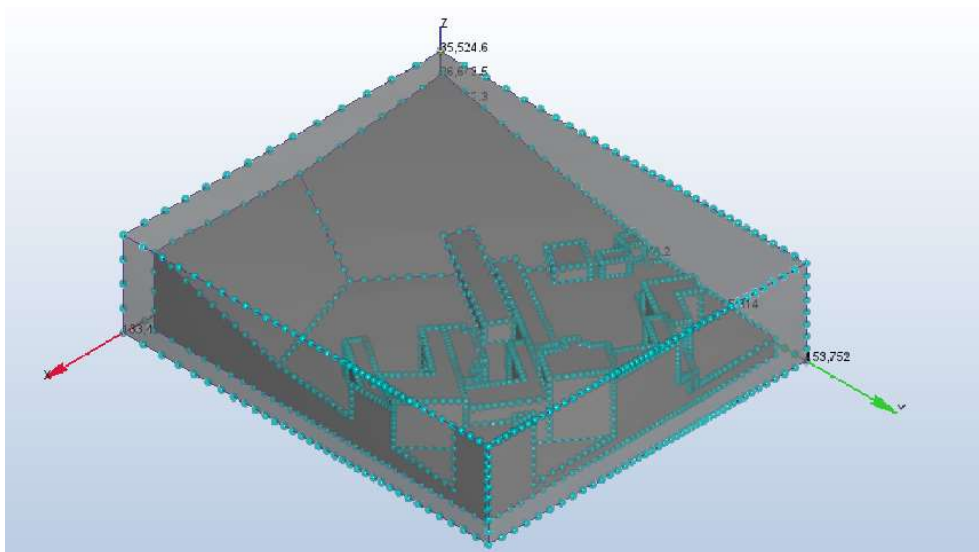
Graf 20 – Znázornění četnosti větru v roce 2019 dle světových stran



Obrázek 33 – Model pro proudění větru

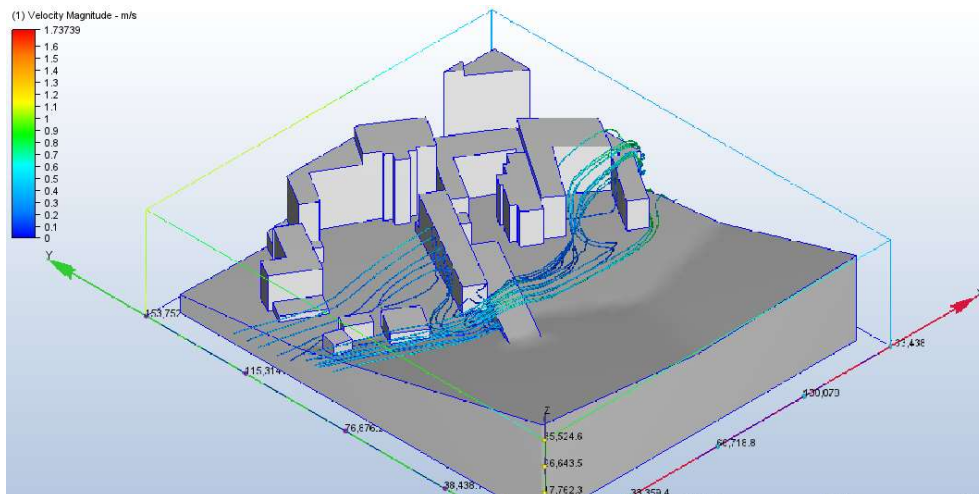


Obrázek 34 – Okrajové podmínky návrhu pro simulaci proudění vzduchu

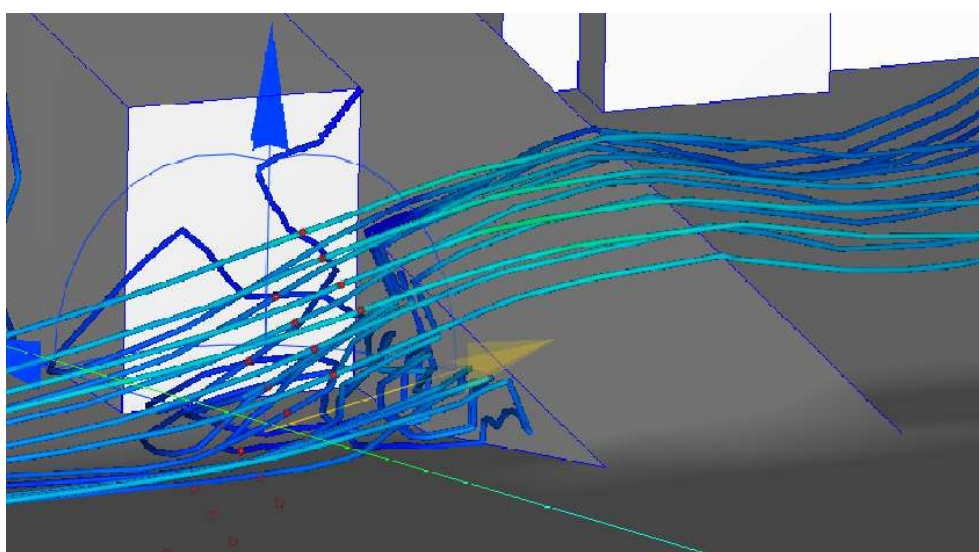


Obrázek 35 – Zjednodušená MESH modelu



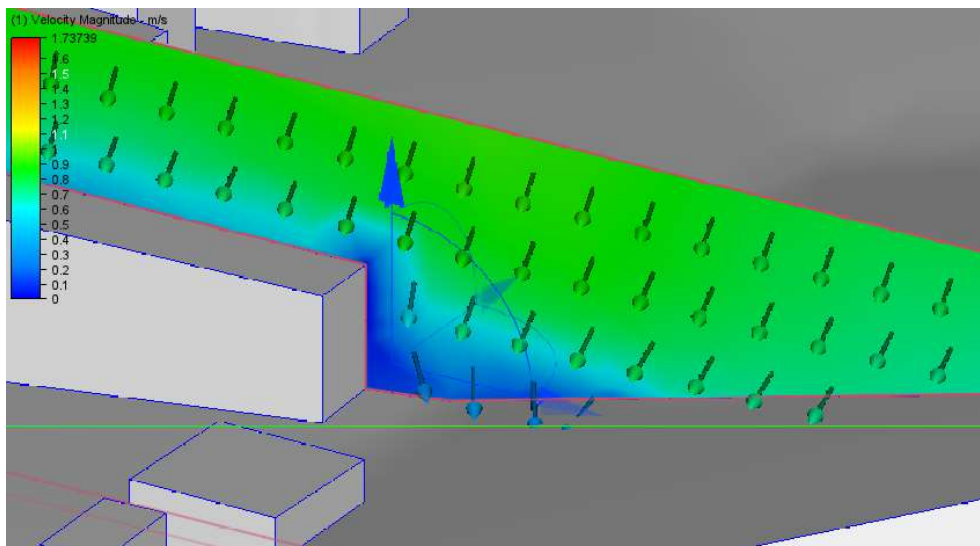


Obrázek 36 – Směrnice proudění vzduchu procházející okolím sání



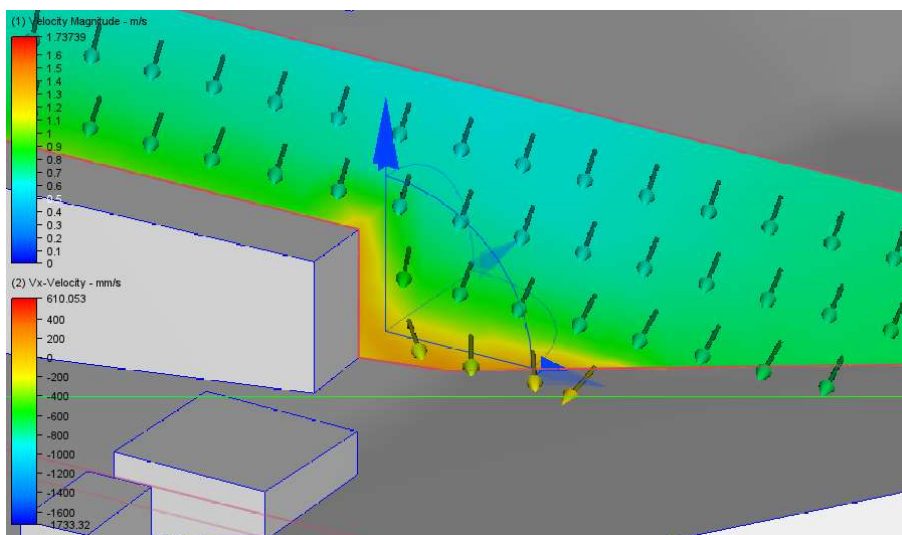
Obrázek 37 – Detail směrníc proudu vzduchu v okolí sání VZT

Z obrázků č. 36 a 37 tedy vyplývá, že dochází ke vzniku vzduchového víru, který má tendenci rotovat a tím vytvářet podtlak. A je zároveň důkazem toho, že sání vzduchotechnického zařízení je převládajícím směrem větru z východu o rychlosti 0,35 m/s ovlivňováno. Na následujících obrázcích jsou znázorněny rychlosti vzduchu ve vodorovné a svislé rovině.

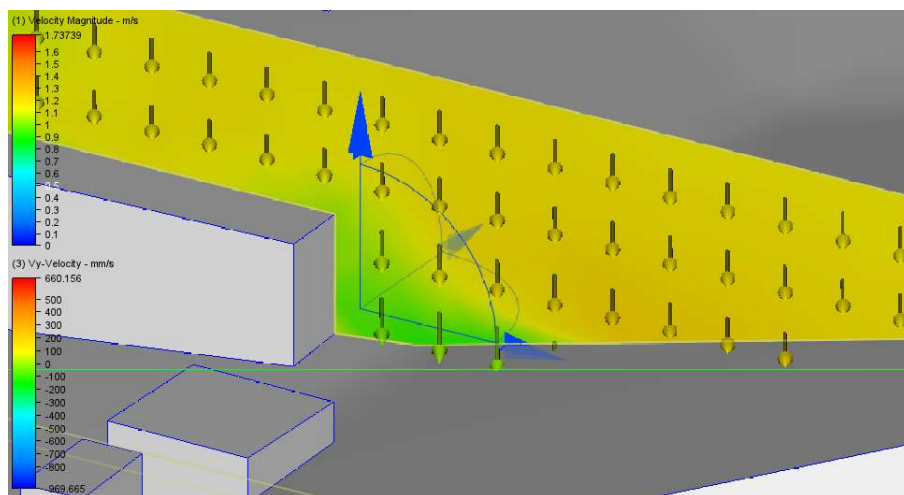


Obrázek 38 – Celková rychlost větru a její směrnice u sání

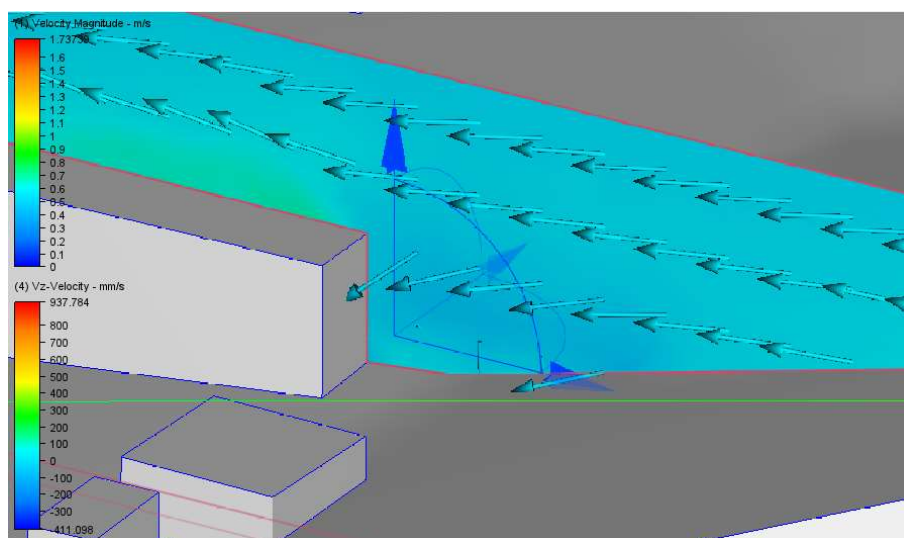
Z obrázku č. 38 vyplývá, že výsledná rychlost u sání kanálu se pohybuje kolem 0,2-0,7 m/s bez zohlednění sání samotného, které by tuto rychlost svým vzduchovým výkonem mírně snížilo. Na následujících obrázcích č. 39 až 41 byla tato rychlost rozdělena do jednotlivých složek ve směru X,Y a Z. Z těchto obrázků vyplývá že sání je nejvíce ovlivněno složkami X a Y díky nimž vzniká vzduchový vír. Složka Z je rušivým elementem tohoto víru.



Obrázek 39 – Rychlost vzduchu ve směru X

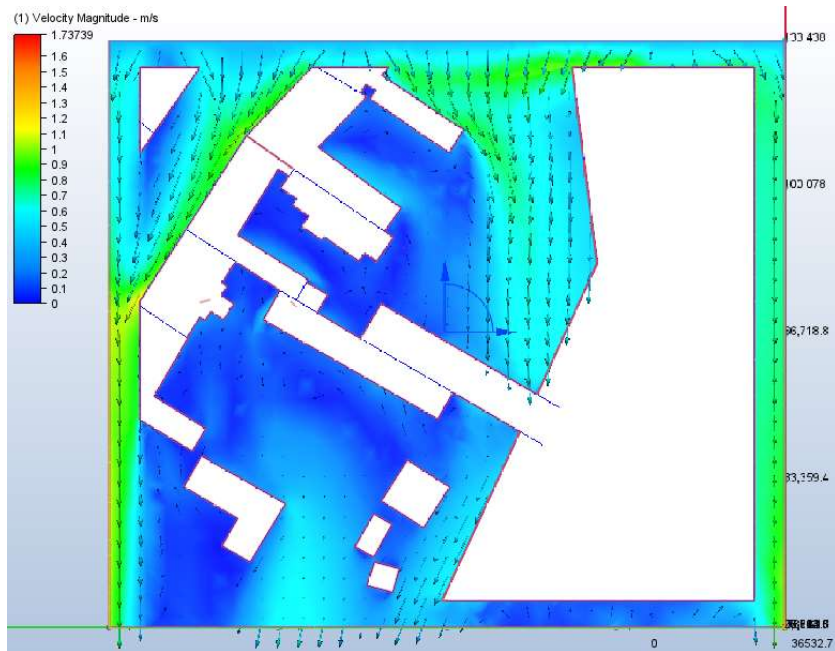


Obrázek 40 – Rychlost vzduchu ve směru Y

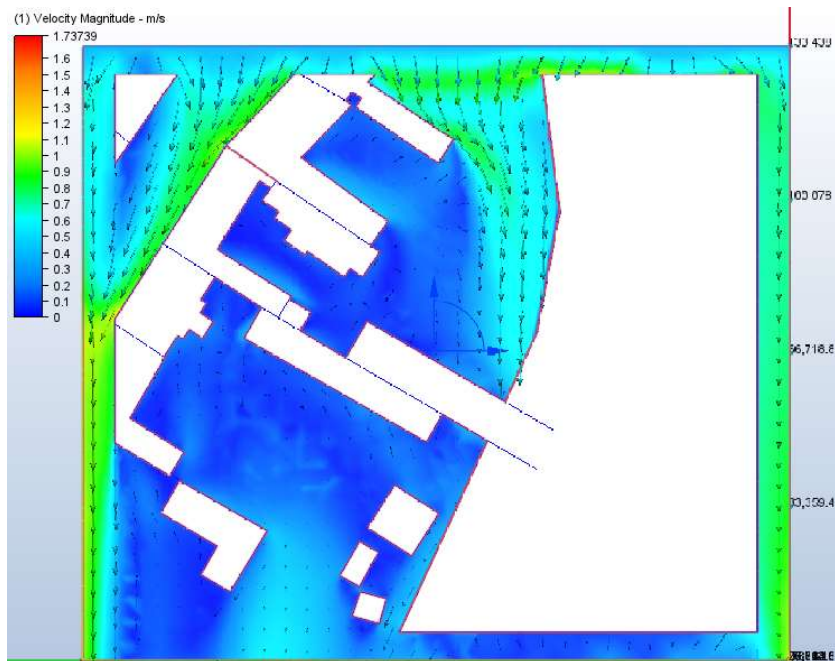


Obrázek 41 – Rychlost vzduchu ve směru Z

Dále byla vyhodnocena rychlost vzduchu ve vodorovné rovině v úrovni 0,5 m nad sáním, 2 m nad sáním a v úrovni zelené střechy. Maximální rychlosti v úrovni 0,5 m nad sáním se pohybují od 0,3 do 0,7 m/s, 2 m nad terénem se rychlost mírně zvyšuje a dosahuje hodnot 0,5 až 0,7 m/s. Rychlost vzduchu v úrovni zelené střechy dle umístění se pohybuje v intervalu 0,5 až 1,0 m/s. Tyto hodnoty jsou znázorněny na obrázcích č. 42 až 44 níže.

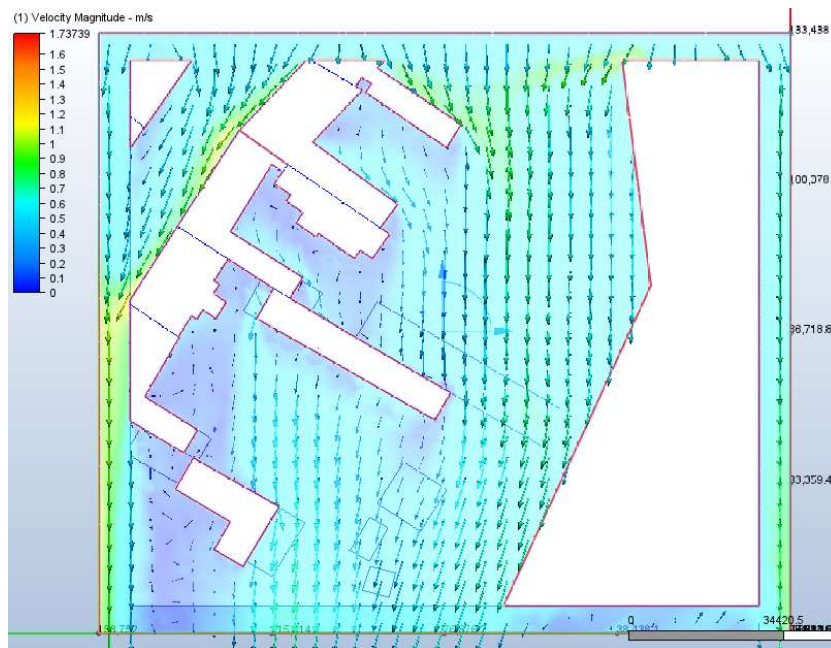


Obrázek 42 – Vodorovná rychlost vzduchu 2 m nad sáním

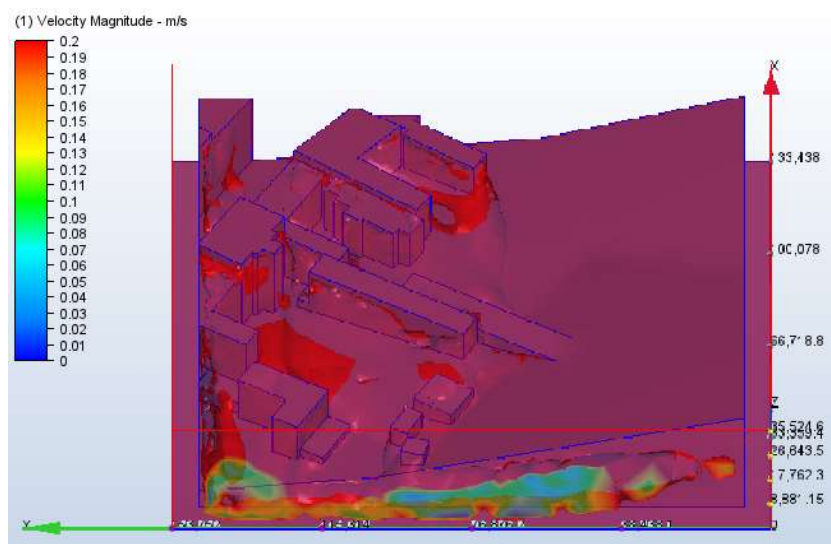


Obrázek 43 – Vodorovná rychlost 0,5 m nad sáním





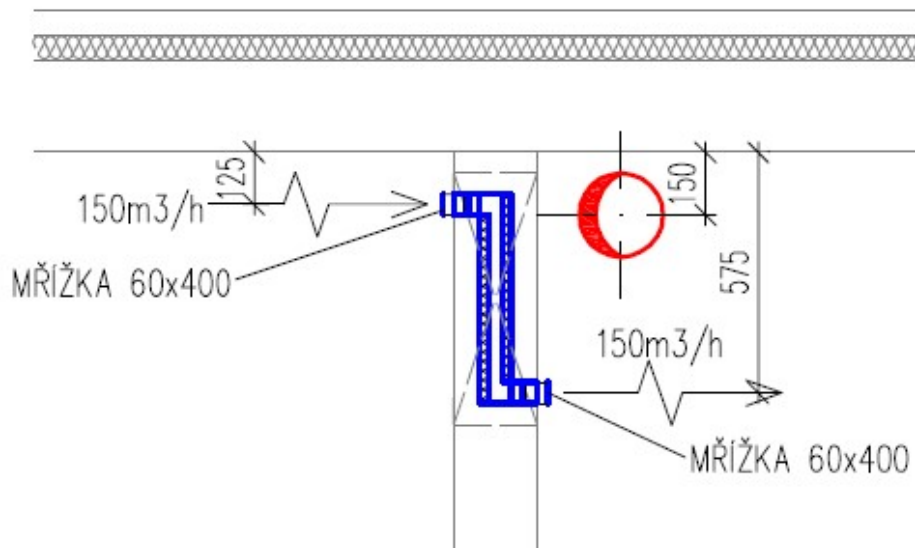
Obrázek 44 – Vodohorvná rychlost vzduchu v úrovni zelené střešy



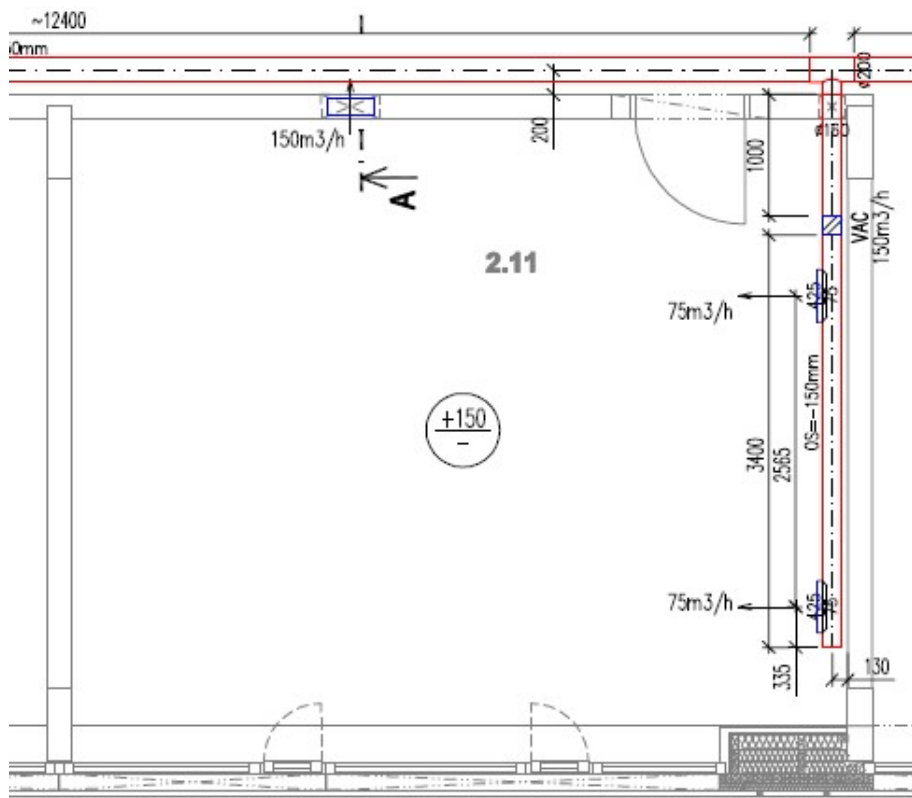
Obrázek 45 – Znázornění objemů vzduchů pohybujících se rychlostí do 0,2 m/s

### 1.3.3.3 Distribuční elementy

Dále bylo jednoduchou CFD simulací posouzen přívod vzduchu v kancelářských prostorách s přefukem do prostor komunikačních. Konkrétně byla posuzována místnost 2.11, situovaná v druhém patře. Jedná se o úctárnu, ve které se vyskytuje 6 osob. Dávka čerstvého vzduchu je 150 m<sup>3</sup>/h zajišťovaná pomocí mřížek ve spiro potrubí. Odvod vzduchu je pak zajištěn přepouštěcí mřížkou umístěné ve stěně sousedící s komunikačním koridorem. Na obrázcích č. 46 a 47 je zobrazena geometrie místnosti a detail přefuku.

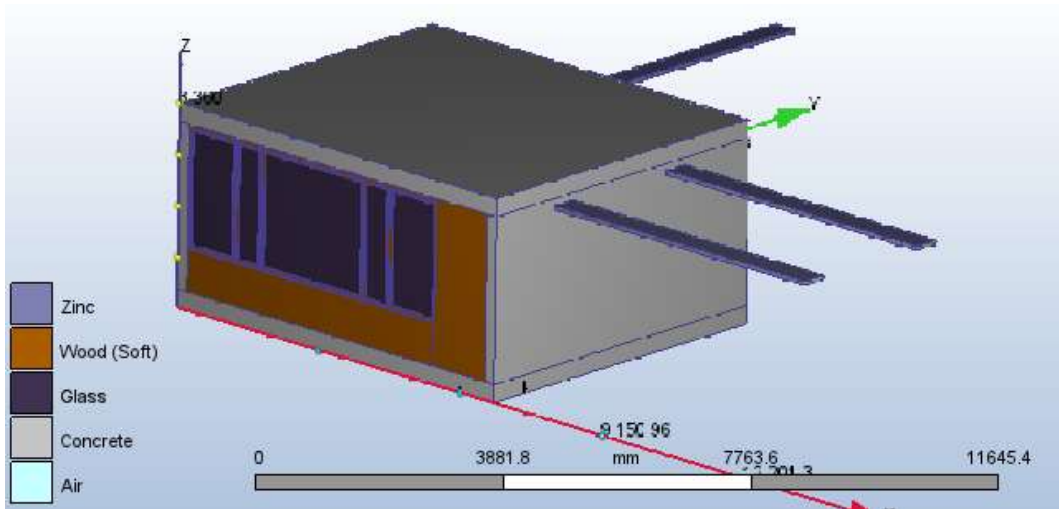


Obrázek 46 – Znáornění přefuku vzduchu na chodbu

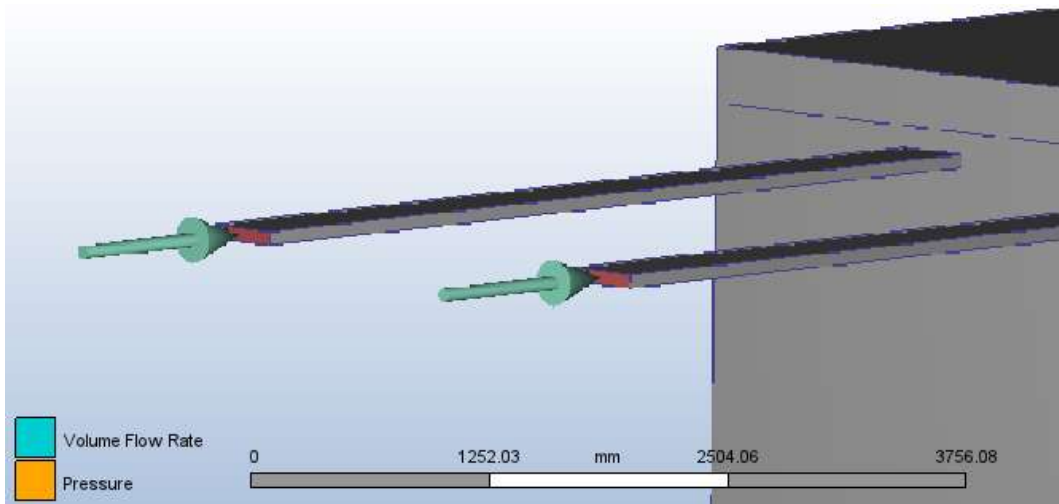


Obrázek 47 – Půdorys místnosti a vzduchotechnický rozvod m. č. 2.11

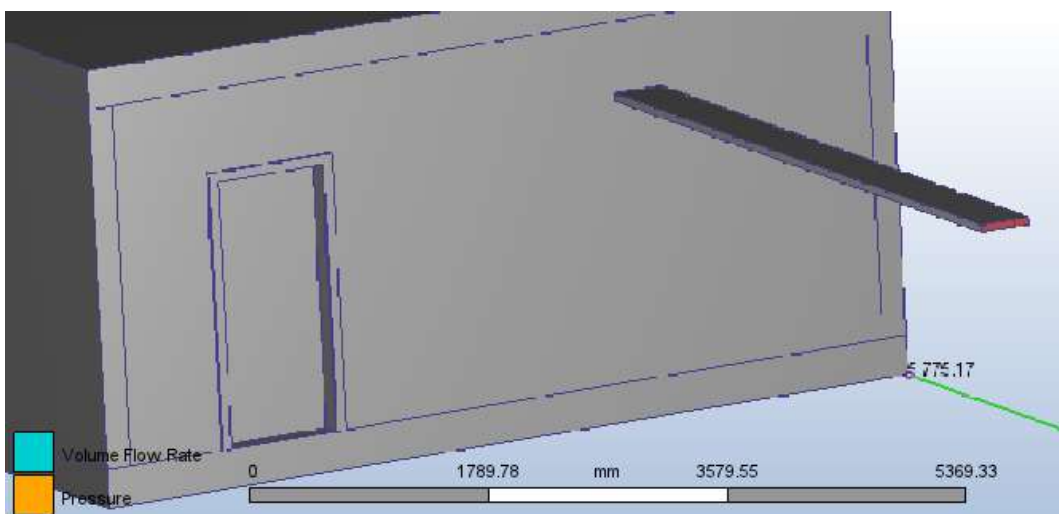
Následně byl vytvořen zjednodušený model pro CFD simulaci, ve kterém bylo z důvodu idealizace distribuce vzduchu geometricky upraveno přívodní potrubí jako dvě přívodní potrubí o vzduchovém výkonu  $75\text{ m}^3/\text{h}$ . Detaily modelu jsou znázorněny na obrázcích č. 48 až 51 níže.



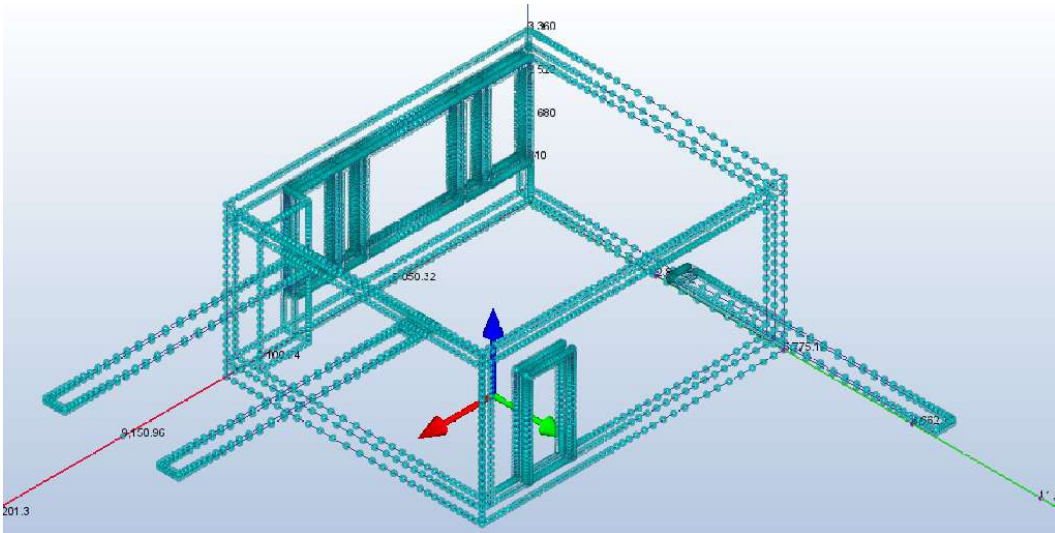
Obrázek 48 – Model místnosti



Obrázek 49 -Vstupní okrajové podmínky (objemový průtok)

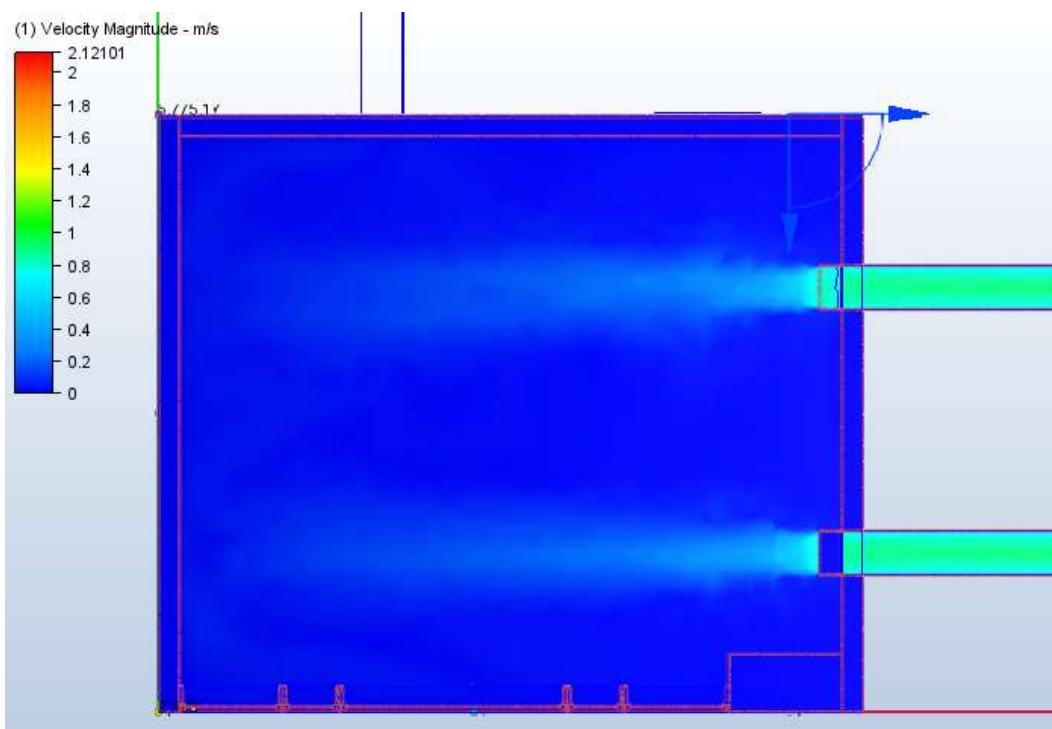


Obrázek 50 – Výstupní okrajové podmínky (nulový tlak)



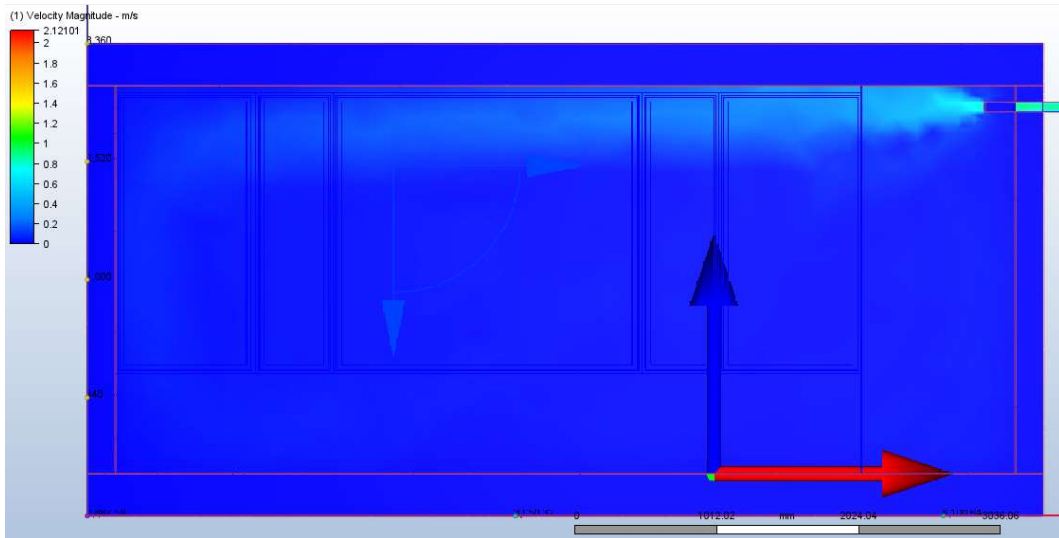
Obrázek 51 – Zjednodušená MESH místnosti

Poté byla provedena CFD analýza do doby konvergence. Výsledky o rychlosti vzduchu v místnosti č. 2.11 jsou znázorněny na obrázcích níže. Z těchto obrázků vyplívá že rychlost v pobytové oblasti nepřesahuje 0,2 m/s, což je vyhovující stav.

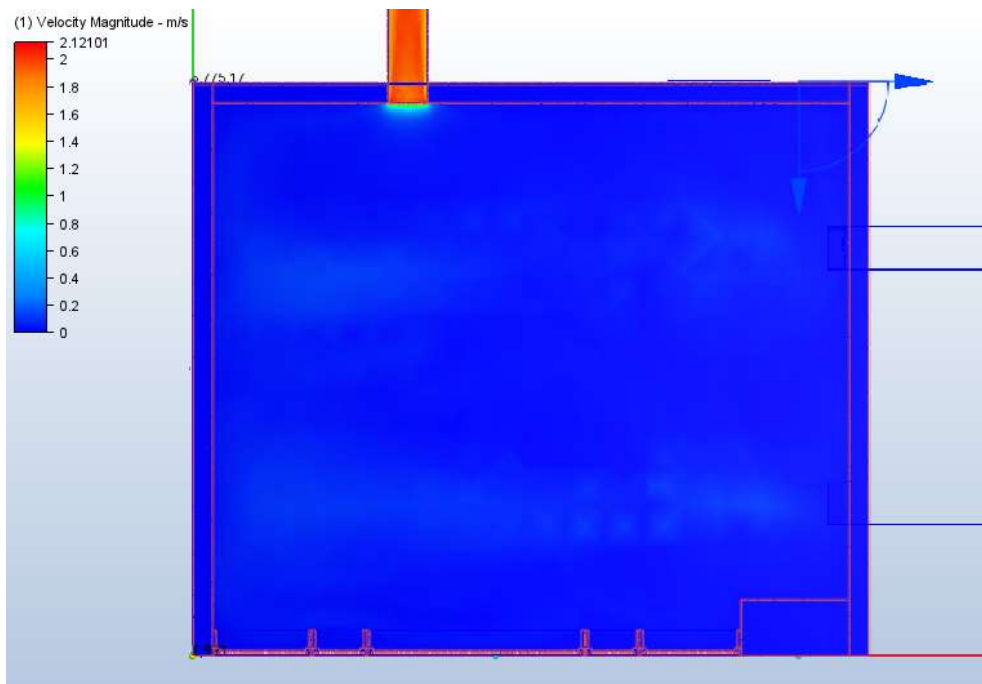


Obrázek 52 – Rychlost vzduchu v úrovni přívodu vzduchu do int. (vodorovný řez)





Obrázek 53 - Rychlost vzduchu v úrovni přívodu vzduchu do int. (svislý řez)

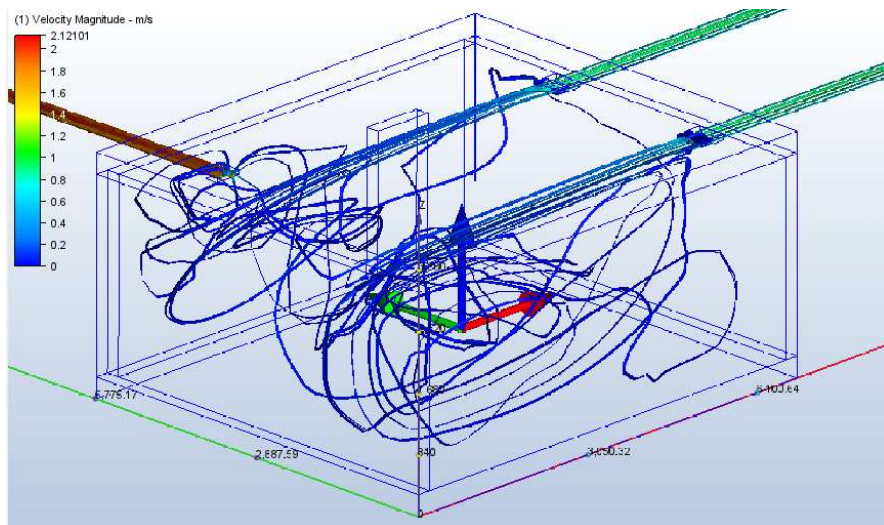


Obrázek 54 - Rychlost vzduchu v úrovni přefuku do komunikačních prostor (vodorovný řez)

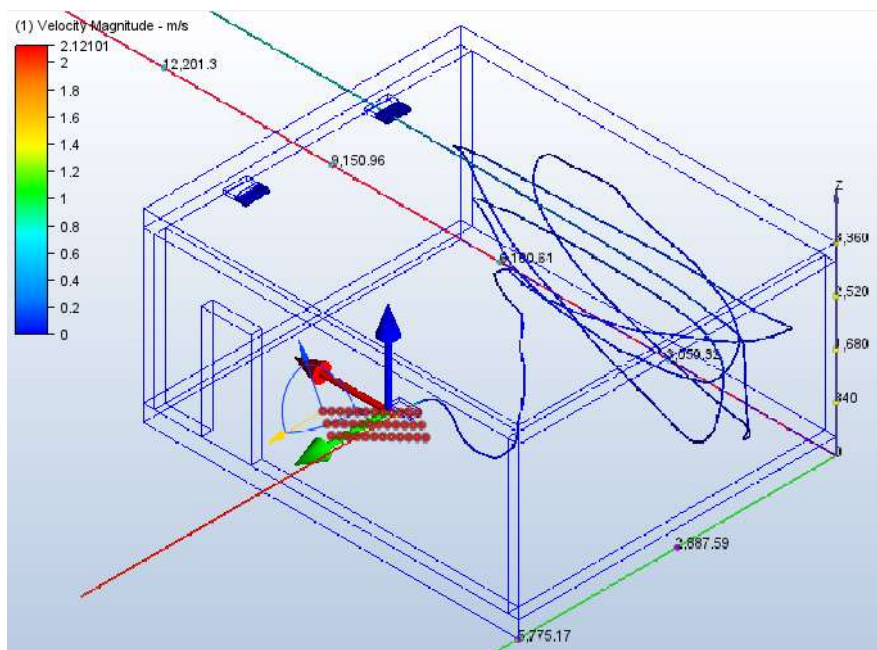


Obrázek 55 - Rychlost vzduchu v úrovni přefuku do komunikačních prostor (svislý řez)

Z těchto obrázků vyplívá, že vstupní rychlost vzduchu do interiéru 0,8 m/s. Odtah přefukem dosahuje rychlosti v místnosti taktéž kolem 0,8 m/s a rychlosti v průřezu až 2,2 m/s. Dále jsou znázorněny proudnice vzduchu pro přívod i přefuk na následujících obrázcích č. 56 a 57.



Obrázek 56 – Směrnice a jejich rychlosti proudění vzduchu v int. (přívod)



Obrázek 57 – Směrnice a jejich rychlosti proudění vzduchu v int. (přefuk)

#### 1.4 Závěr ke stávajícímu řešení

Stávající řešení je z několika hledisek provedeno správně. Rychlosti proudění vzduchu v interiéru se pohybují na optimálních hodnotách. Vzduchotechnická jednotka je provedena v souladu s Ekodesignem a není předimenzována. Vzduchovod je řešen jednoduše, ekonomicky a čistitelně. Zdroje pro ohřev a chlazení vzduchu jsou získávány pomocí tepelných čerpadel. Zemní kanál taktéž mírně přispívá pro snížení energetické náročnosti akumulací tepla.

#### 1.5 Průkaz energetické náročnosti budovy

Energetický průkaz budovy byl vypracován v softwaru Deksoft, za účelem znázornění toho, jak může budova ve standardu NZEB vypadat. Tento průkaz je doložkou k tab. č. 9 teoretické části této práce, pro znázornění definice standardu

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **Údolí 33, k.ú. 610003, p.č. 730/4**

PSČ, místo: **60200, Brno**

Typ budovy: **Administrativní budova**

Plocha obálky budovy: **2655.28** m<sup>2</sup>

Objemový faktor tvaru A/V: **0.52** m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

Celková energeticky vztázná plocha: **1420.75** m<sup>2</sup>

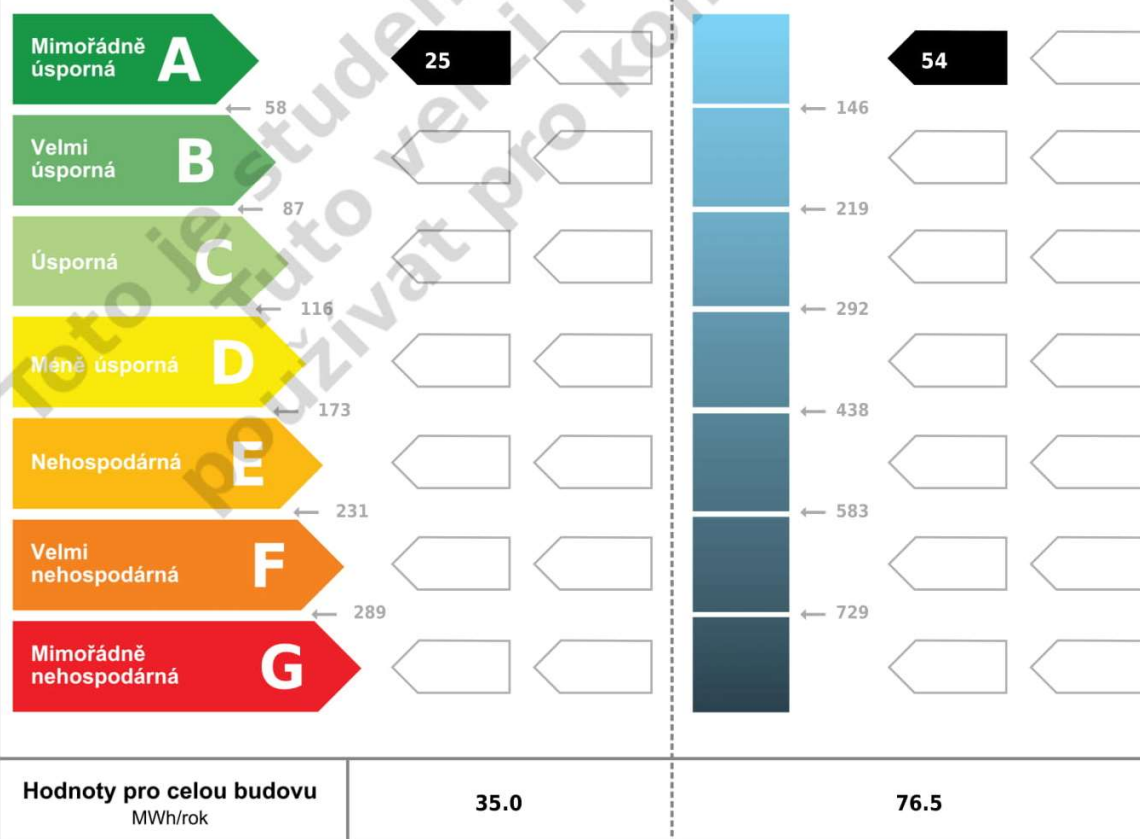


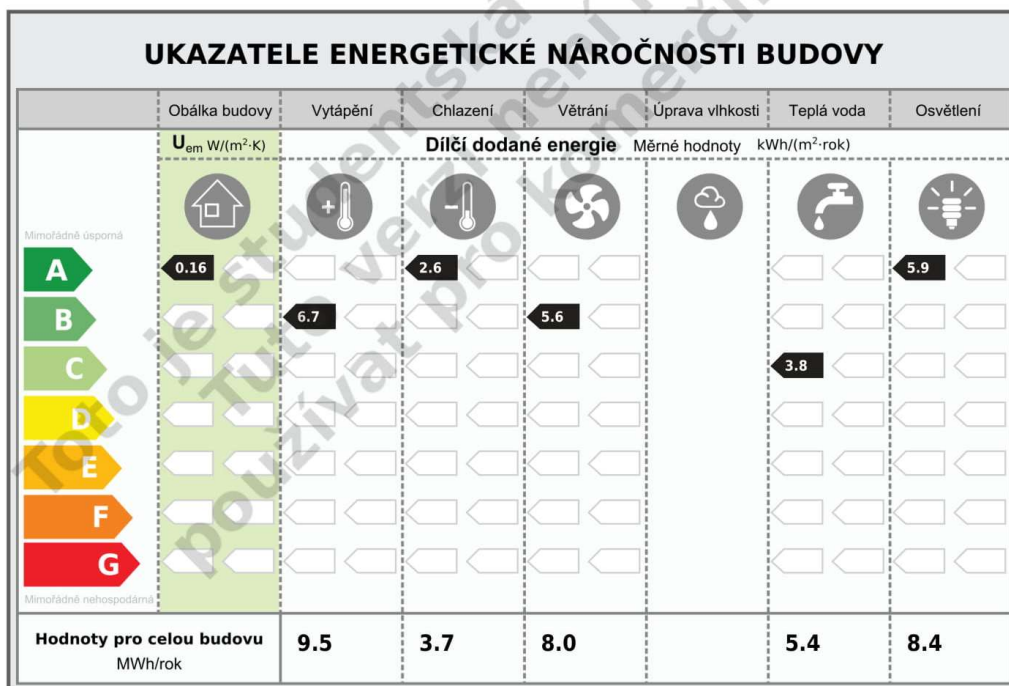
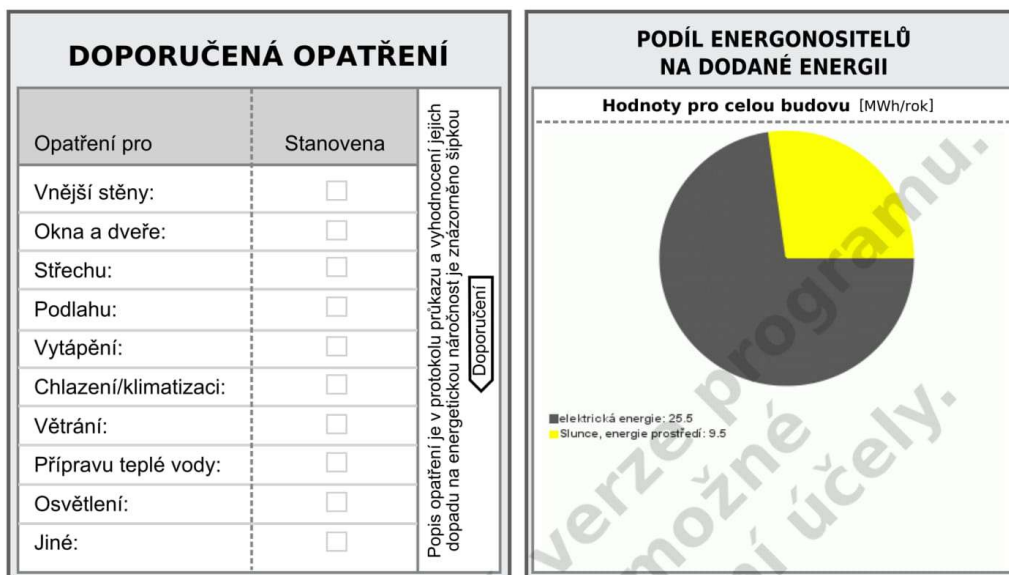
## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)





Zpracovatel: **Bc. Lukáš Frčka** - Osvědčení č.: -  
 Kontakt: **Barákova 29/3, 59101, Žďár nad Sázavou** Vyhотовeno dne: **21.11.2019**  
**+420737055XYZ / 166936@vutbr.cz** Podpis: \_\_\_\_\_



**PROTOKOL PRŮKAZU**

Identifikační číslo dokumentu:

1-2019

Evidenční číslo z databáze ENEX:

-

**Účel zpracování průkazu**

<input checked="" type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input checked="" type="checkbox"/> Jiný účel zpracování: Diplomová práce	

**Základní informace o hodnocené budově**

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brno, Údolí 33, 60200
Katastrální území:	610003
Parcelní číslo:	730/4
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	2012
Vlastník nebo stavebník:	Nadace Partnerství
Adresa:	Údolí 33 60200 Brno
IČ:	457 73 521
Tel./e-mail:	Ing., Vlastimil Rieger 515 903 141 / vlastimil.rieger@nap.cz

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input checked="" type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	5 070,0
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	2 655,3
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,52
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>c</sub>	[m <sup>2</sup> ]	1 420,8

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo): <i>podíl OZE:</i> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input checked="" type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie) <i>účel:</i> <input checked="" type="checkbox"/> na vytápění, <input checked="" type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

## Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

### A) stavební prvky a konstrukce

#### a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha $A_j$	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce $b_j$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
		[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]		
VYP-1 1-EXT OKNO 1	2,3	0,70	-	-	1,00	1,60
VYP-2 1-EXT OKNO 2	27,8	0,70	-	-	1,00	19,47
VYP-3 1-EXT OKNO 3	56,9	0,70	-	-	1,00	39,83
VYP-4 1-EXT OKNO 4	21,0	0,70	-	-	1,00	14,67
VYP-5 1-EXT OKNO 5	35,0	0,70	-	-	1,00	24,53
VYP-6 1-EXT OKNO 6	6,7	0,70	-	-	1,00	4,69
VYP-7 1-EXT OKNO 7	6,6	0,70	-	-	1,00	4,64
VYP-8 1-EXT OKNO 8	6,6	0,70	-	-	1,00	4,64
VYP-9 1-EXT OKNO 9	30,6	0,70	-	-	1,00	21,42
VYP-10 1-EXT OKNO 10	19,4	0,70	-	-	1,00	13,58
VYP-11 1-EXT OKNO 11	21,0	0,70	-	-	1,00	14,67
VYP-12 1-EXT OKNO 12	28,1	0,70	-	-	1,00	19,66
STN-13 1-EXT SO1	471,4	0,14	-	-	1,00	66,00
STR-17 1-EXT ZELENÁ STŘECHA	672,5	0,08	-	-	1,00	53,80



Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	28,12
STN(z)-14 1-ZEM SPZ3	217,9	0,11	-	-	0,43	10,27
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	1,87
STN(z)-15 1-ZEM PS	102,8	0,11	-	-	0,43	4,85
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	0,88
PDL(z)-16 1-ZEM PDL	684,0	0,11	-	-	0,43	32,24
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	5,86
STN-18 1-S SN2	0,0	0,09	-	-	-	-
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02 [W/(m^2K)]$	-	-	-	-	-	-
<b>Celkem</b>	<b>2 410,6</b>	-	-	-	-	<b>387,28</b>

**Poznámka:** Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

### a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny $V_j$	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m³]	[W/(m².K)]
zóna 1 - Budova C - administrativa a vzdělávání	20,0	5070	0,27

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em}$ ( $U_{em} = H_T/A$ )	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ( $U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$ )	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,16	0,27	ANO

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

## B) technické systémy

### b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla <sup>2)</sup> $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x <sup>1)</sup>	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	TČ 1	elektrická energie Slunce, energie prostředí	100	36.00	- / 4,53	89	86

Poznámka: <sup>1)</sup> symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1	TČ 1 - TEPELNÉ ČERPADLO 1	4,36	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{c,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{c,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{c,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	2,7	85	85
Z1	CHL 1	elektrická energie	100	39	2,62	100	100

### b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{c,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{c,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)
Z1	CHL 1 - TEPELNÉ ČERPADLO 1	2,76	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání $SFP_{ahu}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m <sup>3</sup> /h]	[Ws/m <sup>3</sup> ]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750
Z1	VZT 1 - přírodně odvodní	elektrina	12,30	14,00	100	1,20	4 500	960

#### b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-

#### b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH-,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-

#### b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztážená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztážená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(lden)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x <sup>1)</sup>	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV 1 (Z1)	TV <sub>sys1</sub>	elektrická energie Slunce, energie prostředí	100	TČ-1 [36,00]	300.00	TČ-1 [-/2,35]	0.0020	0.1287

Poznámka: <sup>1)</sup> symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

<sup>2)</sup> v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

### b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
		(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]
TV 1 (Z1)	TČ 1 - TEPELNÉ ČERPADLO 1	4,36	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

### b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztahovaný k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m <sup>2</sup> lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,10
Zóna 1	OSVĚTLENÍ	100,0	$P_n = 10,000$	0,018

### Energetická náročnost hodnocené budovy

#### a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápění $EP_H$	Chlazení $EP_C$	Nucené větrání $EP_F$		Příprava teplé vody $EP_W$	Osvětlení $EP_L$	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**b) dílčí dodané energie**

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	6 575,4	7 001,2	25 633	9 588,3	-	-	0,00	0,00	3 504,9	3 504,9	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	12 087	9 147,2	13 140	3 661,0	13 448	7 377,1	0,00	0,00	5 669,3	4 193,7	114 067	8 376,0
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	239,71	372,62	8,25	1,76	721,00	649,75	0,00	0,00	1 258,1	1 244,1	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	12 327	9 519,8	13 148	3 662,8	14 169	8 026,8	0,00	0,00	6 927,4	5 437,8	114 067	8 376,0
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	8,68	6,70	9,25	2,58	9,97	5,65	0,00	0,00	4,88	3,83	80,29	5,90

**c) výroba energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech**

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP <sub>CHP</sub> elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP <sub>PV</sub> elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q <sub>H,sc,sys</sub> teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu	-	-	-	-	-
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

**d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů**

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	25 490,42	3,2	3,0	81 569,33	76 471,25
Slunce, energie prostředí	9 532,82	1,0	0,0	9 532,82	0,00
<b>Celkem</b>	<b>35 023,23</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>91 102,15</b>	<b>76 471,25</b>

**e) požadavek na celkovou dodanou energii**

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	160 638,20	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		35 023,23		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	113,07		
(9)	Hodnocená budova		24,65		



**f) požadavek na neobnovitelnou primární energii**

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	403 359,72	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		76 471,25		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m <sup>2</sup> )	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	283,91		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m <sup>2</sup> )		53,82		

**g) primární energie hodnocené budovy**

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	91 102,15
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	14 630,90
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	16,06

**Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov**

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	-	-	-	-
Ekonomická proveditelnost	-	-	-	-
Ekologická proveditelnost	-	-	-	-
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>				
<b>Datum zpracování analýzy</b>				
<b>Zpracovatel analýzy</b>				
<b>Energetický posudek</b>	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-



### Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
<b>Celkově</b>	<b>35,02</b>	-	-

### Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	-	-	-	-
Funkční vhodnost	-	-	-	-
Ekonomická vhodnost	-	-	-	-
<b>Doporučení k realizaci a zdůvodnění</b>				
<b>Datum vypracování doporučených opatření</b>				
<b>Zpracovatel navržených doporučených opatření</b>				
<b>Energetický posudek</b>	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			-
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

### Závěrečné hodnocení energetického specialisty

<b>Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie</b>	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	ANO
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	A
<b>Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy</b>	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	-
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	-
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	ANO
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Budova užívaná orgánem veřejné moci</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Prodej nebo pronájem budovy nebo její části</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
<b>Jiný účel zpracování průkazu</b>	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	A

### Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Bc. Lukáš Frčka -
Číslo oprávnění MPO	-
Podpis energetického specialisty	

### Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	21.11.2019
---------------------------	------------

### Zdroj informací

Zdroj informací	<a href="https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/">https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/</a>
-----------------	---

## PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

### Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brno, Údolí 33, 60200
Katastrální území:	610003
Parcelní číslo:	730/4
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	2012
Vlastník nebo stavebník:	Nadace Partnerství
Adresa:	Údolí 33 60200 Brno
IČ:	457 73 521
Tel./e-mail:	Ing., Vlastimil Rieger 515 903 141 / vlastimil.rieger@nap.cz

Návrhové teploty		
Parametr	jednotky	hodnota
Venkovní návrhová teplota v zimním období v místě stavby $\theta_e$	[°C]	-15
Převažující vnitřní návrhová teplota v budově v topném období $\theta_{im}$	[°C]	20

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m <sup>3</sup> ]	5 070,0
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m <sup>2</sup> ]	2 655,3
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> ]	0,52
Celková energeticky vztázná plocha budovy A <sub>e</sub>	[m <sup>2</sup> ]	1 420,8

### Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZONA Z1) $\theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$ [W/K]	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Redukční činitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$ [W/K]
VYP-1 1-EXT OKNO 1	2,3	1,50	1,00	3,44	2,3	0,70	1,00	1,60
VYP-2 1-EXT OKNO 2	27,8	1,50	1,00	41,73	27,8	0,70	1,00	19,47
VYP-3 1-EXT OKNO 3	56,9	1,50	1,00	85,35	56,9	0,70	1,00	39,83
VYP-4 1-EXT OKNO 4	21,0	1,50	1,00	31,43	21,0	0,70	1,00	14,67
VYP-5 1-EXT OKNO 5	35,0	1,50	1,00	52,56	35,0	0,70	1,00	24,53
VYP-6 1-EXT OKNO 6	6,7	1,50	1,00	10,05	6,7	0,70	1,00	4,69
VYP-7 1-EXT OKNO 7	6,6	1,50	1,00	9,95	6,6	0,70	1,00	4,64
VYP-8 1-EXT OKNO 8	6,6	1,50	1,00	9,95	6,6	0,70	1,00	4,64
VYP-9 1-EXT OKNO 9	30,6	1,50	1,00	45,90	30,6	0,70	1,00	21,42
VYP-10 1-EXT OKNO 10	19,4	1,50	1,00	29,10	19,4	0,70	1,00	13,58
VYP-11 1-EXT OKNO 11	21,0	1,50	1,00	31,43	21,0	0,70	1,00	14,67
VYP-12 1-EXT OKNO 12	28,1	1,50	1,00	42,12	28,1	0,70	1,00	19,66
STN-13 1-EXT SO1	471,4	0,30	1,00	141,43	471,4	0,14	1,00	66,00
STR-17 1-EXT ZELENÁ STŘECHA	672,5	0,24	1,00	161,39	672,5	0,08	1,00	53,80
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{em} = 0,02 * 1$ 405,9		1,00	28,12	$\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{em} = 0,02 * 1$ 405,9		1,00	28,12
STN(z)-14 1-ZEM SPZ3	217,9	0,45	0,43	42,02	217,9	0,11	0,43	10,27

### Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{em} = 0,02 * 217,9$	0,43	1,87	$\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{em} = 0,02 * 217,9$	0,43	1,87		
STN(z)-15 1-ZEM PS	102,8	0,45	0,43	19,83	102,8	0,11	0,43	4,85
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{em} = 0,02 * 102,8$	0,43	0,88	$\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{em} = 0,02 * 102,8$	0,43	0,88		
PDL(z)-16 1-ZEM PDL	684,0	0,45	0,43	131,91	684,0	0,11	0,43	32,24
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{em} = 0,02 * 684,0$	0,43	5,86	$\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{em} = 0,02 * 684,0$	0,43	5,86		
STN-18 1-S SN2	0,0	1,05	-	-	0,0	0,09	-	-
Přirážky na tepelné vazby	$\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{em} = 0,02 * 244,7$	-	-	$\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m <sup>2</sup> K)] $\Delta U_{em} = 0,02 * 244,7$	-	-		
<b>Celkem bez vlivu <math>\Delta U_{em}</math></b>	<b>2 410,6</b>	-	-	889,56	<b>2 410,6</b>	-	-	350,55
tepelné vazby <sup>2)</sup>	$\Sigma \Delta U_{em}$			36,73	$\Sigma \Delta U_{em}$			36,73
<b>celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla</b>	-	-	-	<b>926,29</b>	-	-	-	<b>387,28</b>
průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$ podle ČSN 73 0540-2 čl. 5.3.4 tabulky 5	$U_{em,N,20} = \frac{\Sigma(U_{N,20,j} * A_j * b_j + \Delta U_{em,j} * A_j)}{\Sigma A_j}$ $U_{em,N,20} \text{ nejvýše však: } 0,62 \text{ [W/(m}^2\text{K)]} * e$ $U_{em,N}^{3)} = U_{em,N,20}$			požadovaná hodnota 0,38	$U_{em} = \frac{\Sigma(U * A_j * b_j + \Delta U_{em,j} * A_j)}{\Sigma A_j}$			vypočtená hodnota 0,16
				doporučená hodnota 0,29				-
klasifikační třída obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 přílohy C	0,16 / 0,38 = 0,42			třída A - velmi úsporná				

### Měrná tepelná ztráta a součinitel prostupu tepla

<sup>1)</sup> Započitatelnost velkých ploch výplní otvorů podle ČSN 73 0540-2 čl. 5.3.3

<sup>2)</sup> V případě referenční budovy je vliv tepelných vazeb podle ČSN 73 0540-2 čl. 5.3.4 stanoven konstantní přírážkou 0,02 [W/(m²K)]. V případě hodnocené budovy se stanoví vliv tepelných vazeb co nejlepším dostupným výpočtem v souladu s ČSN 73 0540-4.

<sup>3)</sup> V případě, že vnitřní návrhová teplota zóny  $\Theta_{im}$  je mimo interval  $18^{\circ}\text{C} \leq \Theta_{im} \leq 22^{\circ}\text{C}$ , přenásobí se součinitel prostupu tepla  $U_{em,N,20}$  zóny činitelem  $e=16/(\Theta_{im} - 4)$  dle čl. 5.2.1 ČSN 73 0540-2. V případě, že vnitřní návrhová teplota zóny  $\Theta_{im}$  je v intervalu  $18^{\circ}\text{C} \leq \Theta_{im} \leq 22^{\circ}\text{C}$  je činitel  $e=1,00$ . Maximální hodnota činitele „e“ je omezena na hodnotu 3,50 z důvodu vykazování vysokých hodnot nebo záporných hodnot činitele „e“ v případě návrhových teplot v zóně  $\Theta_{im} < 8^{\circ}\text{C}$ . V případě, že alespoň u jedné konstrukce v zóně byl zvolen normový požadavek na součinitel prostupu tepla na konstrukci  $U_{N,20}$  „z temperovaného prostoru do exteriéru“ nebo „z temperovaného prostoru k nevytápěnému prostoru“, přenásobení průměrného požadovaného součinitele prostupu tepla  $U_{em,N,20}$  činitelem „e“ se neprovádí, resp.  $e=1,00$ . V tomto případě je ve zvoleném požadavku na konstrukci  $U_{N,20}$  již zahrnuta nižší teplota v temperovaném prostoru. Pokud máme „temperovanou“ zónu, je nutné volit u všech konstrukcí normový požadavek  $U_{N,20}$  na temperované prostory nebo u všech konstrukcí volit normový požadavek  $U_{N,20}$  pro základní teplotní rozdíl, který následně bude přepočítán činitelem „e“. Požadavky nelze vzájemně kombinovat v rámci jedné zóny. Stejně tak se požadavek nepřepočítává, pokud alespoň u jedné konstrukce v zóně byl zvolen normový požadavek na součinitel prostupu tepla na konstrukci  $U_{N,20}$  „stěna/strop mezi prostory s rozdílem do  $10^{\circ}\text{C}$ , resp. do  $5^{\circ}\text{C}$ “. Tento požadavek také není závislý na výši teploty v posuzované zóně, pouze na rozdílu teplot mezi prostory.

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (zóny)	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{em} < 0,50 * U_{em,N}$	velmi úsporná
B	$0,50 * U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 * U_{em,N}$	úsporná
C	$0,75 * U_{em,N} < U_{em} \leq 1,00 * U_{em,N}$	vyhovující
D	$1,00 * U_{em,N} < U_{em} \leq 1,50 * U_{em,N}$	nevyhovující
E	$1,50 * U_{em,N} < U_{em} \leq 2,00 * U_{em,N}$	nehospodárná
F	$2,00 * U_{em,N} < U_{em} \leq 2,50 * U_{em,N}$	velmi nehospodárná
G	$U_{em} > 2,50 * U_{em,N}$	mimořádně nehospodárná

### Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\Theta_{im,j}$	Objem zóny $V_j$	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,N,j}$
	[°C]	[m³]	[W/(m²K)]
zóna 1 - Budova C - administrativa a vzdělávání	20,0	5 070	0,38

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em}$ ( $U_{em} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,j}) / \Sigma V_j$ )	Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ ( $U_{em,N} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,N,j}) / \Sigma V_j$ )	klasifikační třída obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 přílohy C
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	splňuje doporučení
Budova celkem	0,16	0,38	třída A - velmi úsporná

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (zóny)	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{em} < 0,50 * U_{em,N}$	velmi úsporná
B	$0,50 * U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 * U_{em,N}$	úsporná
C	$0,75 * U_{em,N} < U_{em} \leq 1,00 * U_{em,N}$	vyhovující
D	$1,00 * U_{em,N} < U_{em} \leq 1,50 * U_{em,N}$	nevyhovující
E	$1,50 * U_{em,N} < U_{em} \leq 2,00 * U_{em,N}$	nehospodárná
F	$2,00 * U_{em,N} < U_{em} \leq 2,50 * U_{em,N}$	velmi nehospodárná
G	$U_{em} > 2,50 * U_{em,N}$	mimořádně nehospodárná








#### **Identifikační údaje osoby, která protokol vypracovala**

Jméno a příjmení	Bc. Lukáš Frčka -
Adresa zpracovatele (ulice, popisné číslo, PSČ):	Bc. Lukáš Frčka Barákova 29 59101 Žďár nad Sázavou
Podpis zpracovatele protokolu	

#### **Datum vypracování protokolu energetického štítku obálky budovy**

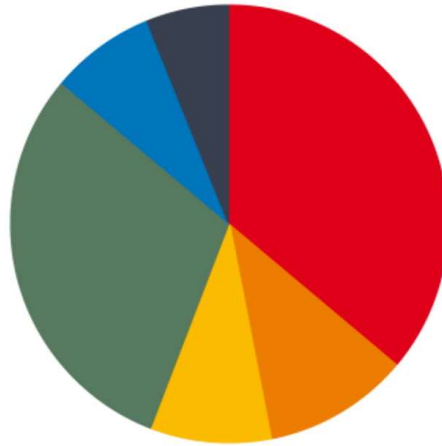
Datum vypracování protokolu	21.11.2019
-----------------------------	------------



ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY							
Typ budovy:		Administrativní budova			Hodnocení obálky budovy		
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):		Údolí 33 60200, Brno					
Katastrální území:		610003					
Parcelní číslo:		730/4					
Celková podlahová plocha $A_c = 1420,75 \text{ [m}^2\text{]}$					stávající	doporučení	
CI	velmi úsporná					0,42	
							
0,50							
0,75							
1,00							
1,50							
2,00							
2,50							
mimořádně ne hospodárná							
KLASIFIKACE					A	-	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{em} = H_T/A$					0,16	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N} \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$					0,38	-	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$							
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	
$U_{em}$	0,19	0,29	0,38	0,58	0,77	0,96	
Platnost štítku do (datum):				21.11.2029 (nebo do změny obálky budovy)			
Jméno a příjmení:				Bc. Lukáš Frčka -			



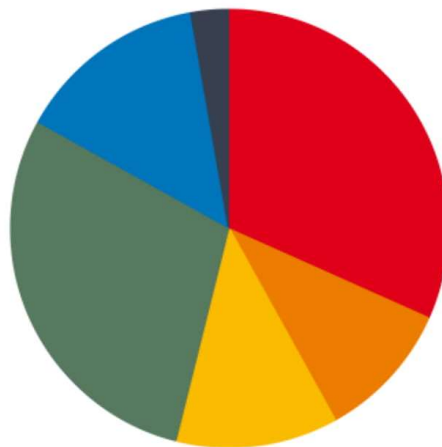
tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 1 pro hodnocenou budovu



- ztráty - větrání  $\phi_v = 7.69$  kW (36.21 %)
- ztráty - stěny  $\phi_t, STN = 2.31$  kW (10.87 %)
- ztráty - stropy, střechy  $\phi_t, STR = 1.88$  kW (8.86 %)
- ztráty - výplně  $\phi_t, VYP = 6.42$  kW (30.21 %)
- ztráty - konstrukce k zemině  $\phi_g = 1.66$  kW (7.80 %)
- ztráty - tepelné mosty  $\phi_t, \Delta U_{em} = 1.29$  kW (6.05 %)

cílová teplota na vytápění v provozní dobu  $\theta_i = 20$  °C,  
extrémní zimní návrhová teplota  $\theta_e = -15$  °C,  
orientační celkové tepelné ztráty zóny 1  $\phi_{H,nd} = 21,25$  kW

tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 1 pro referenční budovu



- ztráty - větrání  $\phi_v = 14.99$  kW (31.62 %)
- ztráty - stěny  $\phi_t, STN = 4.95$  kW (10.44 %)
- ztráty - stropy, střechy  $\phi_t, STR = 5.65$  kW (11.91 %)
- ztráty - výplně  $\phi_t, VYP = 13.75$  kW (29.01 %)
- ztráty - konstrukce k zemině  $\phi_g = 6.78$  kW (14.30 %)
- ztráty - tepelné mosty  $\phi_t, \Delta U_{em} = 1.29$  kW (2.71 %)

cílová teplota na vytápění v provozní dobu  $\theta_i = 20$  °C,  
extrémní zimní návrhová teplota  $\theta_e = -15$  °C,  
orientační celkové tepelné ztráty zóny 1  $\phi_{H,nd} = 47,41$  kW

**Posouzení součinitele prostupu tepla konstrukcí**

Konstrukce ( ZÓNA Z1) Návrhová teplota v zóně $\theta_{im}=20^{\circ}\text{C}$	vypočtená hodnota	požadovaná hodnota		doporučená hodnota	
	Vypočtený součinitel prostupu tepla $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_N$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Splněno ANO / NE	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{rec}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Splněno ANO / NE
VYP-1 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 1					
VYP-2 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 2					
VYP-3 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 3					
VYP-4 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 4					
VYP-5 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 5					
VYP-6 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 6					
VYP-7 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 7					
VYP-8 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 8					
VYP-9 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 9					
VYP-10 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 10					
VYP-11 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 11					
VYP-12 Z1-EXT	0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
OKNO 12					
STN-13 Z1-EXT	0,14	0,30	ANO	0,25	ANO
SO1					
STN(z)-14 Z1-ZEM	0,11	0,45	ANO	0,30	ANO
SPZ3					
STN(z)-15 Z1-ZEM	0,11	0,45	ANO	0,30	ANO
PS					
PDL(z)-16 Z1-ZEM	0,11	0,45	ANO	0,30	ANO
PDL					
STR-17 Z1-EXT	0,08	0,24	ANO	0,16	ANO
ZELENÁ STŘECHA					
STN-18 Z1-S	0,09	1,05	ANO	0,70	ANO
SN2					

### **Informace o použitém výpočetním nástroji**

výpočetní nástroj	DEKSOFT Energetika
verze	4.4.2
bližší informace	<a href="http://www.deksoft.eu">www.deksoft.eu</a>

### **Identifikační označení protokolu**

Identifikační označení protokolu	1-2019
----------------------------------	--------

### ANALÝZA ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ

#### Místní systémy dodávky energie využívající energii z OZE

-

#### Kombinovaná výroba elektřiny a tepla

-

#### Soustava zásobování teplem nebo chladem

-

#### Tepelné čerpadlo

-

Toto je studentská verze programu.  
Tuto verzi není možné  
používat pro komerční účely.

## Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech pro referenční budovu

### A) stavební prvky a konstrukce

#### a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha $A_{R,j}$	Součinitel prostupu tepla			Číselník teplotní redukce $b_{R,j}$	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,R,j}$
		Vypočtená hodnota $U_j$	Referenční hodnota $U_{N,20,j}$	Splněno		
		[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]		
VYP-1 OKNO 1	1-EXT 2,3	-	1,50	-	1,00	3,44
VYP-2 OKNO 2	1-EXT 27,8	-	1,50	-	1,00	41,73
VYP-3 OKNO 3	1-EXT 56,9	-	1,50	-	1,00	85,35
VYP-4 OKNO 4	1-EXT 21,0	-	1,50	-	1,00	31,43
VYP-5 OKNO 5	1-EXT 35,0	-	1,50	-	1,00	52,56
VYP-6 OKNO 6	1-EXT 6,7	-	1,50	-	1,00	10,05
VYP-7 OKNO 7	1-EXT 6,6	-	1,50	-	1,00	9,95
VYP-8 OKNO 8	1-EXT 6,6	-	1,50	-	1,00	9,95
VYP-9 OKNO 9	1-EXT 30,6	-	1,50	-	1,00	45,90
VYP-10 OKNO 10	1-EXT 19,4	-	1,50	-	1,00	29,10
VYP-11 OKNO 11	1-EXT 21,0	-	1,50	-	1,00	31,43
VYP-12 OKNO 12	1-EXT 28,1	-	1,50	-	1,00	42,12
STN-13 SO1	1-EXT 471,4	-	0,30	-	1,00	141,43
STR-17 ZELENÁ STŘECHA	1-EXT 672,5	-	0,24	-	1,00	161,39

Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,02[W/m^2K]$	-	-	-	-	-	28,12
STN(z)-14 1-ZEM SPZ3	217,9	-	0,45	-	0,43	42,02
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,02[W/m^2K]$	-	-	-	-	-	1,87
STN(z)-15 1-ZEM PS	102,8	-	0,45	-	0,43	19,83
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,02[W/m^2K]$	-	-	-	-	-	0,88
PDL(z)-16 1-ZEM PDL	684,0	-	0,45	-	0,43	131,91
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,02[W/m^2K]$	-	-	-	-	-	5,86
STN-18 1-S SN2	0,0	-	1,05	-	-	-
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,02[W/m^2K]$	-	-	-	-	-	-
<b>Celkem</b>	<b>2 410,6</b>	-	-	-	-	<b>926,29</b>

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla referenční budovy

Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla - posouzení každé zóny na splnění požadavku v protokolu				
Zóna	Hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em} = \Sigma H_T / \Sigma A$	Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $f_R$	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R} = \Sigma H_{T,R} / \Sigma A_R$	Splněno
	[W/(m²K)]	[-]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání	0,16	0,7	0,27	ANO

Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla - z hlediska stanovení hranic pro zařazení v grafickém vyjádření průkazu			
Zóna	Hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em} = \Sigma H_T / \Sigma A$	Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $f_R$	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R} = \Sigma H_{T,R} / \Sigma A_R$
	[W/(m²K)]	[-]	[W/(m²K)]
Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání	0,16	0,8	0,31

	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{m,j}$	Objem zóny $V_j$	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m³]	[W/(m²K)]
Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání	20,0	5070	0,31

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_T/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m²K)]	[W/(m²K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,16	0,31	ANO

tř.	Hranice tříd energetické náročnosti dílčích ukazatelů	Průměrný součinitel prostupu tepla
A	$0,65 \times E_R$	0,20
B	$0,8 \times E_R$	0,25
C	$E_R$	0,31
D	$1,5 \times E_R$	0,46
E	$2 \times E_R$	0,61
F	$2,5 \times E_R$	0,77
G	$> 2.50 \times E_R$	-

**Posouzení součinitele prostupu tepla konstrukcí**

Konstrukce (ZÓNA Z1) Návrhová teplota v zóně $\theta_{im}=20^{\circ}\text{C}$	vypočtená hodnota	požadovaná hodnota		doporučená hodnota	
	Vypočtený součinitel prostupu tepla $U$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_n$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Splněno ANO / NE	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{rec}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	Splněno ANO / NE
VYP-1 OKNO 1	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-2 OKNO 2	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-3 OKNO 3	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-4 OKNO 4	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-5 OKNO 5	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-6 OKNO 6	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-7 OKNO 7	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-8 OKNO 8	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-9 OKNO 9	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-10 OKNO 10	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-11 OKNO 11	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
VYP-12 OKNO 12	Z1-EXT 0,70	1,50	ANO	1,20	ANO
STN-13 SO1	Z1-EXT 0,14	0,30	ANO	0,25	ANO
STN(z)-14 SPZ3	Z1-ZEM 0,11	0,45	ANO	0,30	ANO
STN(z)-15 PS	Z1-ZEM 0,11	0,45	ANO	0,30	ANO
PDL(z)-16 PDL	Z1-ZEM 0,11	0,45	ANO	0,30	ANO
STR-17 ZELENÁ STŘECHA	Z1-EXT 0,08	0,24	ANO	0,16	ANO
STN-18 SN2	Z1-S 0,09	1,05	ANO	0,70	ANO



**B) technické systémy**

Řízené větrání - posouzení požadavku na účinnost rekuperace (doplnění k b.3.)				
Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Účinnost rekuperace $\eta_{V,H,hr}$	Referenční účinnost rekuperace s 50% hodnotou $V_{ahu,max}$ do (nad) 7 500 [m <sup>3</sup> /h] $\eta_{V,H,hr,rq}$	Splněno
		[%]	[%]	(ANO/NE)
VZT 1	přívodně odvodní	80	60	ANO

## Energetická náročnost hodnocené budovy

### b) dílčí dodané energie

Požadavek na dílčí dodané energie - z hlediska stanovení hranic tříd pro zařazení dílčích dodaných energií v grafickém vyjádření průkazu								
ř.			Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti vzduchu	Příprava teplé vody	Osvětlení
			Ref. Budova	Ref. Budova	Ref. Budova	Ref. Budova	Ref. Budova	Ref. Budova
(1)	Potřeba energie		9 000,3	23 629	-	-	3 504,9	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	16 545	12 113	13 448	-	5 669,3	114 067
(3)	Pomocná energie		430,96	7,41	718,30	-	1 241,6	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)		16 976	12 120	14 166	-	6 910,9	114 067
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup>	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	11,95	8,53	9,97	-	4,86	80,29

tř.	Hranice tříd energetické náročnosti dílčích ukazatelů		Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti vzduchu	Příprava teplé vody	Osvětlení
A	$0,5 \times E_R$	[kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)]	5,97	4,27	4,99	-	2,43	40,14
B	$0,75 \times E_R$		8,96	6,40	7,48	-	3,65	60,21
C	$E_R$		11,95	8,53	9,97	-	4,86	80,29
D	$1,5 \times E_R$		17,92	12,80	14,96	-	7,30	120,43
E	$2 \times E_R$		23,90	17,06	19,94	-	9,73	160,57
F	$2,5 \times E_R$		29,87	21,33	24,93	-	12,16	200,72
G	$> 2.50 \times E_R$		-	-	-	-	-	-

#### Orientační tepelná ztráta objektu

Měrná tepelná ztráta objektu prostupem	$H_T$	387,28	W/K
Měrná tepelná ztráta objektu větráním	$H_V$	219,81	W/K
Vnější zimní extrémní návrhová teplota dle ČSN 73 0540-3	$\Theta_e$	-15	°C
Orientační tepelná ztráta budovy	$\Phi_{H,nd}$	21,25	kW

#### Orientační provozní náklady objektu

Orientační provozní náklady objektu (pro zajištění vnitřního prostředí)*		22,9	tis. Kč
--	--	------	---------

\*Poznámka: Zde jsou uvedeny pouze provozní náklady na energii, které slouží k úpravě vnitřního prostředí v budově (teplota, větrání, úprava vlhkosti, osvětlenost) a přípravě TV. Náklady neobsahují platby za energii pro elektronické spotřebiče, kuchyňské spotřebiče apod.

#### Informace o použitém výpočetním nástroji

výpočetní nástroj	DEKSOFT Energetika
verze	4.4.2
blíže informace	<a href="http://www.deksoft.eu">www.deksoft.eu</a>

EXTERIÉROVÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY

2018

měsíce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	průměr
$\theta_e$ (°C)	2,0	-1,9	2,4	15,0	18,5	20,4	22,3	23,9	17,3	12,4	5,9	1,5	11,6
$H_{sol,hor}$ (kWh/m <sup>2</sup> )	16,00	34,10	62,40	172,10	193,40	129,50	151,10	182,20	124,30	86,50	45,50	14,90	101,00
$\phi_e$ (%)	83,1	80,1	73,4	66,2	66,6	68,4	67,1	67,4	73,5	79,4	85,0	85,3	74,6

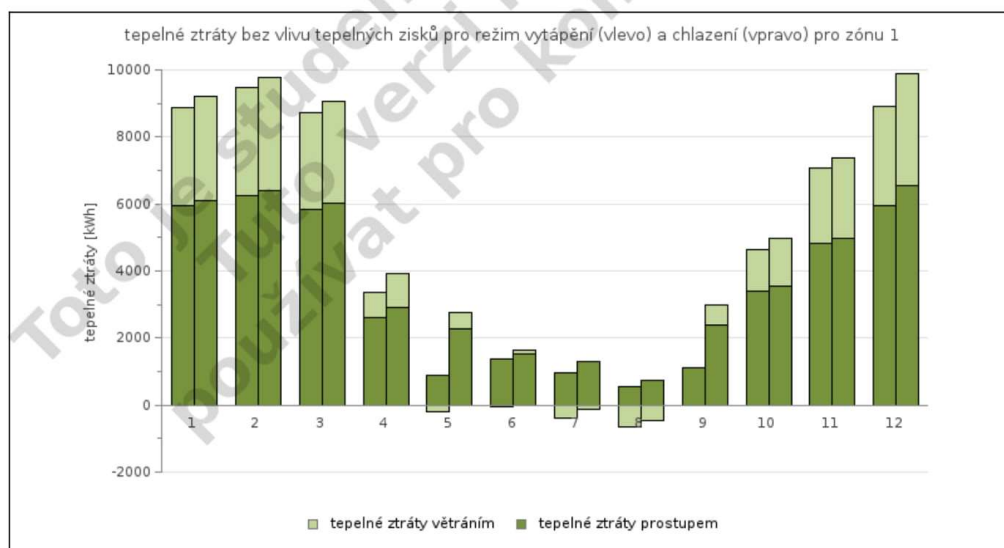
ZÓNY A NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

mezivýsledky a grafy pro zónu Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání

měsíce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem
<b>DEFINOVÁNÍ PROVOZNÍCH DOB POTŘEBY TEPLA A CHLADU</b>													
<b>vytápění</b>													
$f_{H,hr}$ (-)	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	-
$f_{H,nocc}$ (-)	0,032	0,000	0,000	0,033	0,065	0,000	0,065	0,000	0,033	0,000	0,000	0,097	-
<b>chlazení</b>													
$f_{C,day}$ (-)	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	-
$f_{C,nocc}$ (-)	0,032	0,000	0,000	0,033	0,065	0,000	0,065	0,000	0,033	0,000	0,000	0,097	-
<b>DEFINOVÁNÍ TYPŮ VÝPOČTŮ, VÝPOČTOVÝCH TEPLŮT A ČASOVÝCH KONSTANT ZÓNY</b>													
<b>vytápění</b>													
typ výpočtu <sup>1)</sup>	B3	B3	B3	B4+C	B2	B3	B3	B3	B2	B4	B3	B4+C	-
$a_{H,red}$ (-)	-	-	-	0,327	-	-	-	-	-	0,430	-	0,887	-
$\tau_H$ (h) : $\theta_{int,H,avg}$	197,9	204,5	197,0	102,3	-180,4	<sup>3</sup> 570,1	540,6	426,7	-11,9	148,1	187,6	199,0	-
$\theta_{int,H,výp}$ (°C)	20,00	20,00	20,00	20,00	17,24	20,00	20,00	20,00	17,16	20,00	20,00	20,00	-
$\theta_{int,H,výp,II}$ (°C)	-	-	-	16,00	-	-	-	-	-	-	-	16,00	-
$\theta_{int,H,avg}$ (°C)	17,30	17,31	17,30	17,22	17,24	17,28	17,18	17,36	17,16	17,36	17,34	17,06	-
$\tau_H$ (h) : $\theta_{int,H,výp}$	195,5	201,6	194,8	135,5	-180,4	-28,7	-389,1	4 249,0	-11,9	158,7	186,8	196,3	-
$\tau_H$ (h) : $\theta_{int,H,výp,II}$	-	-	-	66,4	-	-	-	-	-	-	-	200,3	-
<b>chlazení</b>													
typ výpočtu <sup>1)</sup>	B3	B3	B3	B4+C	B4+C	B4	B4+C	B4	B4+C	B4	B3	B4+C	-
$a_{C,red}$ (-)	-	-	-	0,861	0,714	0,714	1,000	1,000	0,796	0,915	-	0,968	-
$\tau_C$ (h) : $\theta_{int,C,avg}$	194,9	199,6	194,4	164,7	146,8	132,3	114,9	86,9	154,4	173,5	188,9	195,5	-
$\theta_{int,C,výp}$ (°C)	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	-
$\theta_{int,C,výp,II}$ (°C)	-	-	-	30,00	30,00	-	30,00	-	30,00	-	-	30,00	-
$\theta_{int,C,avg}$ (°C)	27,07	27,05	27,07	27,25	27,21	27,11	27,34	26,94	27,39	26,94	26,98	27,60	-
$\tau_C$ (h) : $\theta_{int,C,výp}$	199,0	204,4	198,3	149,0	98,3	34,5	-140,3	-1 135,4	121,4	167,4	191,2	200,0	-
$\tau_C$ (h) : $\theta_{int,C,výp,II}$	-	-	-	167,8	154,3	-	131,9	-	159,5	-	-	194,4	-
<b>MĚRNÉ TEPELNÉ ZTRÁTY</b>													
<b>Vytápění</b>													
Ht [W/K] : $\theta_{int,H,avg}$	436,3	415,0	439,1	<sup>1</sup> 049,6	-939,6	-183,4	20,4	84,5	<sup>-11</sup> 104,7	656,8	472,2	432,5	-

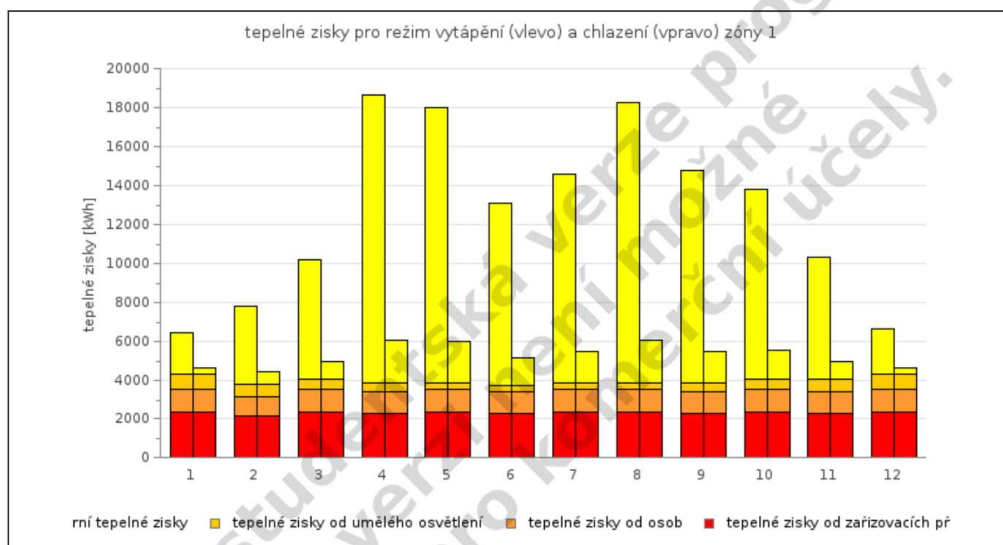
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,H,vyp}}$	444,2	424,1	446,7	738,1	-939,6	-4 749,3	-553,5	-189,2	-11 104,7	598,4	475,3	441,5	-
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,H,vyp,II}}$	-	-	-	1 735,1	-	-	-	-	-	-	-	428,4	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,H,avg}}$	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,H,vyp}}$	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,H,vyp,II}}$	-	-	-	219,8	-	-	-	-	-	-	-	219,8	-
<b>Chlazení</b>													
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,C,avg}}$	446,3	430,8	448,2	568,5	664,5	761,6	910,3	1 274,0	621,2	528,4	467,5	444,4	-
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,C,vyp}}$	432,7	415,4	434,9	651,6	1 100,4	3 539,9	-1 144,9	-334,1	849,6	555,7	459,0	429,4	-
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,C,vyp,II}}$	-	-	-	553,9	621,8	-	764,7	-	593,9	-	-	448,1	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,C,avg}}$	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,C,vyp}}$	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	219,8	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,C,vyp,II}}$	-	-	-	219,8	219,8	-	219,8	-	219,8	-	-	219,8	-

TEPELNÉ ZTRÁTY ZÓNY BEZ TEPELNÝCH ZISKŮ													
$Q_{T,H}$ (kWh)	5 949	6 241	5 850	2 610	879	1 368	947	549	1 110	3 384	4 825	5 936	39 648
$Q_{V,H}$ (kWh)	2 944	3 235	2 878	770	-206	-63	-376	-638	-22	1 243	2 231	2 962	14 958
$Q_{T+V,H}$ (kWh)	8 892	9 476	8 728	3 380	674	1 304	571	-89	-1 088	4 627	7 057	8 898	54 607
$Q_{T,C}$ (kWh)	6 116	6 393	6 018	2 920	2 258	1 529	1 319	721	2 369	3 556	4 991	6 546	44 736
$Q_{V,C}$ (kWh)	3 107	3 383	3 042	997	504	95	-118	-474	633	1 406	2 390	3 331	18 296
$Q_{T+V,C}$ (kWh)	9 224	9 776	9 060	3 917	2 762	1 624	1 201	247	3 002	4 962	7 380	9 877	63 032



TEPELNÉ ZISKY													
tepelné zisky pro režim vytápění													
$Q_{H,int,soL}$ (kWh)	2 137	3 986	6 110	14 791	14 091	9 368	10 712	14 373	10 925	9 760	6 286	2 362	104 902
$Q_{H,int,L}$ (kWh)	796	654	544	445	366	340	340	366	455	539	649	785	6 282

$Q_{H,int,oc}$ (kWh)	1 175	1 061	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	13 832
$Q_{H,int,A}$ (kWh)	2 350	2 122	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	27 664
$\Sigma Q_{H,int}$ (kWh)	6 457	7 824	10 178	18 646	17 982	13 119	14 576	18 264	14 791	13 824	10 346	6 672	152 680
<b>tepelné zisky pro režim chlazení</b>													
$Q_{C,int,sol}$ (kWh)	315	593	911	2 213	2 108	1 400	1 601	2 151	1 634	1 459	938	349	15 672
$Q_{C,int,L}$ (kWh)	796	654	544	445	366	340	340	366	455	539	649	785	6 282
$Q_{C,int,oc}$ (kWh)	1 175	1 061	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	13 832
$Q_{C,int,A}$ (kWh)	2 350	2 122	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	27 664
$\Sigma Q_{C,int}$ (kWh)	4 635	4 431	4 980	6 069	5 999	5 151	5 466	6 041	5 500	5 522	4 998	4 659	63 451

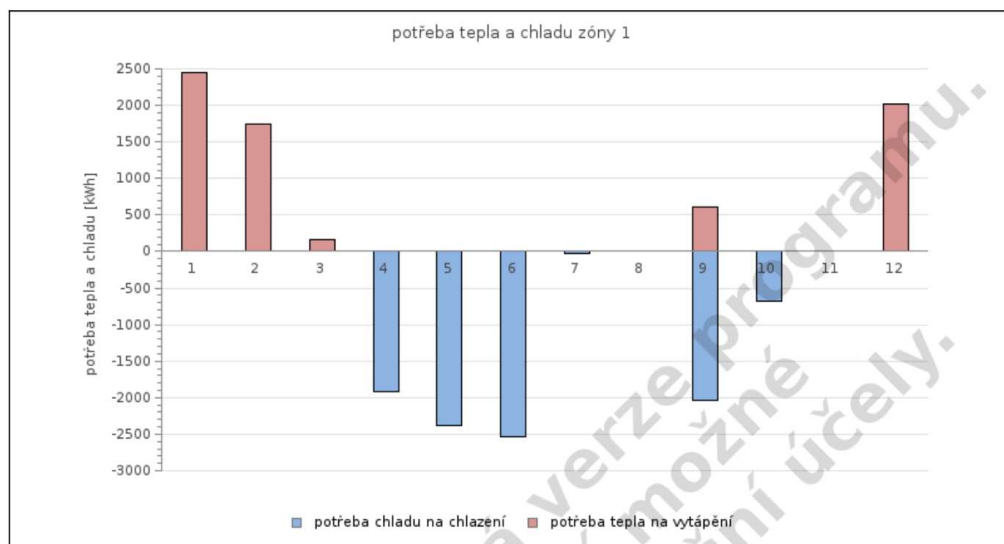


<b>STUPEŇ VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ / TEPELNÝCH ZTRÁT, DEFINOVÁNÍ DÉLKY OTOPNÉHO A CHLADÍČHO OBDOBÍ</b>													
<b>vytápění</b>													
$\gamma_{H,I}$ (-)	0,726	0,826	1,166	5,407	26,691	10,057	25,530	-205,998	13,588	2,988	1,466	0,733	-
$\gamma_{H,II}$ (-)	-	-	-	13,248	-	-	-	-	-	-	-	0,954	-
$\eta_{H,gn,I}$ (-)	0,997	0,988	0,842	0,185	1,000	-3,843	1,000	-0,005	0,032	0,335	0,681	0,997	-
$\eta_{H,gn,II}$ (-)	-	-	-	0,075	-	-	-	-	-	-	-	0,955	-
$f_{H,I}$ (-)	1,000	1,000	0,222	0,000	0,000	0,000	0,394	0,000	0,465	0,000	0,000	0,961	-
$f_{H,II}$ (-)	-	-	-	0,000	-	-	-	-	-	-	-	0,726	-
<b>chlazení</b>													
$\gamma_{C,I}$ (-)	1,990	2,206	1,819	0,620	0,409	0,315	0,164	0,041	0,518	0,899	1,477	2,022	-
$\gamma_{C,II}$ (-)	-	-	-	1,377	1,200	-	1,032	-	1,353	-	-	3,040	-
$\eta_{C,gn,I}$ (-)	0,503	0,453	0,550	0,998	0,999	0,985	6,109	24,488	0,999	0,963	0,676	0,495	-
$\eta_{C,gn,II}$ (-)	-	-	-	0,722	0,813	-	0,892	-	0,733	-	-	0,329	-
$f_{C,I}$ (-)	0,000	0,000	0,000	0,893	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,818	0,000	0,000	-
$f_{C,II}$ (-)	-	-	-	0,000	0,374	-	1,000	-	0,296	-	-	0,000	-

<b>POTŘEBA TEPLA A CHLADU PO ZAHRNUTÍ TEPELNÝCH ZISKŮ [kWh]</b>
---

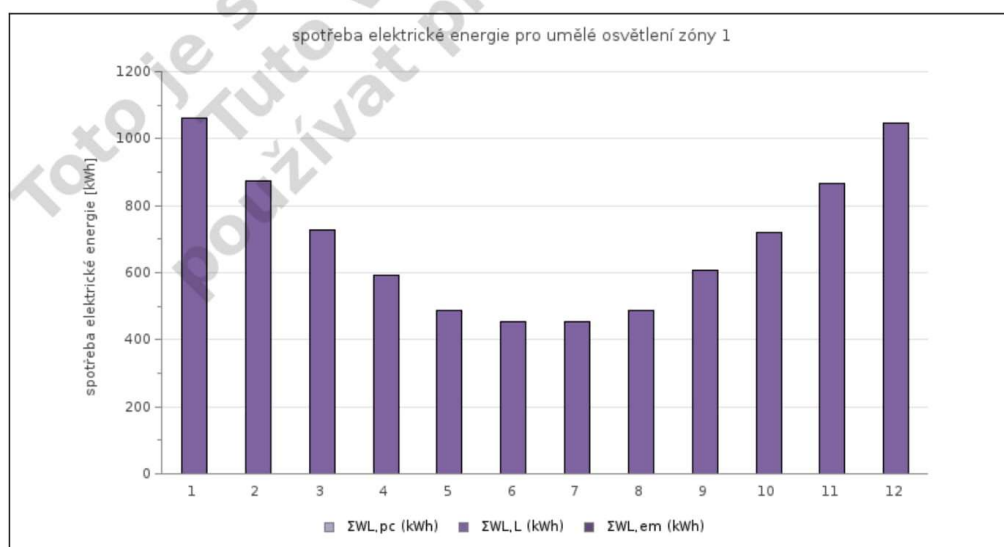


Q <sub>H,nd</sub> (kWh)	2 455	1 742	161	0	0	0	0	0	618	0	0	2 026	7 001
Q <sub>C,nd</sub> (kWh)	0	0	0	1 924	2 378	2 537	28	0	2 043	678	0	0	9 588



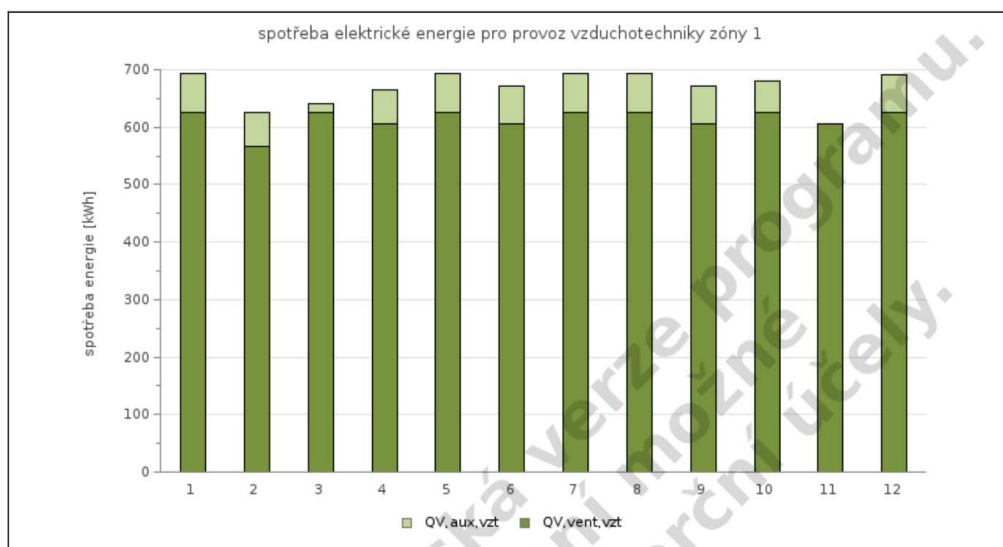
**UMĚLÉ OSVĚTLENÍ**

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMA
W <sub>L,L,1</sub> (kWh)	1 061	873	726	593	489	454	454	489	607	719	866	1 047	<b>8 376</b>
W <sub>L,pc,1</sub> (kWh)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0</b>
W <sub>L,em,1</sub> (kWh)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0</b>
ΣW <sub>L,i</sub> (kWh)	1 061	873	726	593	489	454	454	489	607	719	866	1 047	<b>8 376</b>



**VZDUCHOTECHNIKA**

$Q_{\text{vent,VZT1,Z1}}$ (kWh)	627	566	627	606	627	606	627	627	606	627	606	627	7 377
$Q_{\text{aux,VZT1,Z1}}$ (kWh)	67,0	60,5	14,9	57,9	67,0	64,8	67,0	67,0	64,8	54,7	0,0	64,4	650
$\Sigma Q_{\text{VZT1,Z1}}$ (kWh)	694	626	641	664	694	671	694	694	671	681	606	691	8 027



#### poznámky

##### 1) typ výpočtu (dle ČSN EN ISO 13 790)

A - nepřerušované vytápění nebo chlazení. Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje dle zadání buď pro celou provozní dobu nebo celou mimoprovazní dobu. Záleží, jestli zóna obsahuje pouze provozní dobu nebo pouze mimoprovazní dobu.

B1 - (není případ A) přerušované vytápění nebo chlazení uvažované jako nepřerušované s upravenou hodnotou požadované teploty. Platí pro případy, kdy kolísání požadovaných teplot je  $< 3K$ . Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje průměrná podle času ze zadaných teplot pro provozní a mimoprovazní dobu.

B2 - (není případ A, B1) přerušované vytápění nebo chlazení uvažované jako nepřerušované s upravenou hodnotou požadované teploty. Platí pro případy, kdy je časová konstanta zóny  $\tau < 0,2 \times t_{\text{min}}$  (nejkratší období sníženého vytápění nebo chlazení). Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje průměrná podle času ze zadaných teplot pro provozní a mimoprovazní dobu.

B3 - (není případ A, B1, B2) přerušované vytápění nebo chlazení uvažované jako nepřerušované s upravenou hodnotou požadované teploty. Platí pro případy, kdy je časová konstanta zóny  $\tau > 3,0 \times t_{\text{max}}$  (nejdelší období sníženého vytápění nebo chlazení). Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje jako požadovaná pro provozní dobu.

B4 - (není případ A, B1, B2, B3) pro ostatní případy přerušovaného vytápění nebo chlazení. Ve výpočtu se použijí empirické redukční konstanty dle kapitoly 13.2.2.1 a 13.2.2.2 normy ČSN EN ISO 13 790 a činitelů na základě celkové doby trvání mimoprovazní doby.

B4+C - případ samostatného výpočtu pro vytápění nebo chlazení typu C není, neb se v takovém případě jedná o typ výpočtu A. Typ výpočtu C se vyskytuje pouze v kombinaci s typem výpočtu B4 a to současně ještě pouze v případě, kdy činitel neobsazeného období (mimoprovazní doby) u vytápění  $f_{\text{H,noCC}} > 0$  resp. u chlazení  $f_{\text{C,noCC}} > 0$ .

##### 2) referenční konstanty pro stanovení faktoru využitelnosti tepelných zisků

Referenční časová konstanta zóny  $\tau_{\text{H,C}} = 15$  [h], referenční parametr  $a_{\text{H,C}} = 1,0$ .



EXTERIÉROVÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY

2018

měsíce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	průměr
$\theta_e$ (°C)	2,0	-1,9	2,4	15,0	18,5	20,4	22,3	23,9	17,3	12,4	5,9	1,5	11,6
$H_{sol,hor}$ (kWh/m <sup>2</sup> )	16,00	34,10	62,40	172,10	193,40	129,50	151,10	182,20	124,30	86,50	45,50	14,90	101,00
$\phi_e$ (%)	83,1	80,1	73,4	66,2	66,6	68,4	67,1	67,4	73,5	79,4	85,0	85,3	74,6

ZÓNY A NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY

mezivýsledky a grafy pro zónu Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání

měsíce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	--------

DEFINOVÁNÍ PROVOZNÍCH DOB POTŘEBY TEPLA A CHLADU

vytápění

$f_{H,hr}$ (-)	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	-
$f_{H,nocc}$ (-)	0,032	0,000	0,000	0,033	0,065	0,000	0,065	0,000	0,033	0,000	0,000	0,097	-

chlazení

$f_{C,day}$ (-)	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	-
$f_{C,nocc}$ (-)	0,032	0,000	0,000	0,033	0,065	0,000	0,065	0,000	0,033	0,000	0,000	0,097	-

DEFINOVÁNÍ TYPŮ VÝPOČTŮ, VÝPOČTOVÝCH TEPLŮT A ČASOVÝCH KONSTANT ZÓNY

vytápění

typ výpočtu <sup>1)</sup>	B4+C	B4	B4	B4+C	B2	B2	B3	B3	B2	B4	B4	B4+C	-
$a_{H,red}$ (-)	0,377	0,465	0,381	0,327	-	-	-	-	-	0,327	0,327	0,393	-
$\tau_H$ (h) : $\theta_{int,H,avg}$	48,2	50,5	47,9	21,0	-25,4	-157,4	391,1	186,6	-2,1	32,9	44,8	48,6	-
$\theta_{int,H,výp}$ (°C)	20,00	20,00	20,00	20,00	17,24	17,28	20,00	20,00	17,16	20,00	20,00	20,00	-
$\theta_{int,H,výp,II}$ (°C)	16,00	-	-	16,00	-	-	-	-	-	-	-	16,00	-
$\theta_{int,H,avg}$ (°C)	17,30	17,31	17,30	17,22	17,24	17,28	17,18	17,36	17,16	17,36	17,34	17,06	-
$\tau_H$ (h) : $\theta_{int,H,výp}$	46,8	48,9	46,5	28,5	-25,4	-157,4	-40,1	-125,8	-2,1	35,1	43,8	47,0	-
$\tau_H$ (h) : $\theta_{int,H,výp,II}$	49,2	-	-	13,3	-	-	-	-	-	-	-	49,4	-

chlazení

typ výpočtu <sup>1)</sup>	B4+C	B4	B4	B4+C	B4+C	B4	B4+C	B4	B4+C	B4	B4	B4+C	-
$a_{C,red}$ (-)	0,770	0,817	0,810	0,714	0,714	0,714	1,000	1,000	0,714	0,714	0,731	0,777	-
$\tau_C$ (h) : $\theta_{int,C,avg}$	47,2	48,8	47,0	37,7	32,6	28,6	24,1	17,4	34,7	40,4	45,2	47,4	-
$\theta_{int,C,výp}$ (°C)	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	-
$\theta_{int,C,výp,II}$ (°C)	30,00	-	-	30,00	30,00	-	30,00	-	30,00	-	-	30,00	-
$\theta_{int,C,avg}$ (°C)	27,07	27,05	27,07	27,25	27,21	27,11	27,34	26,94	27,39	26,94	26,98	27,60	-
$\tau_C$ (h) : $\theta_{int,C,výp}$	50,1	51,8	49,9	35,6	22,3	7,3	-25,9	-112,8	28,3	40,7	47,7	50,6	-
$\tau_C$ (h) : $\theta_{int,C,výp,II}$	46,3	-	-	38,1	34,1	-	27,9	-	35,7	-	-	46,7	-

MĚRNÉ TEPELNÉ ZTRÁTY

Vytápění

$H_t$ [W/K] : $\theta_{int,H,avg}$	772,5	718,6	779,6	2 324,7	-2 709,6	-796,0	-280,2	-118,0	-28 435,1	1 330,4	863,3	763,0	-
------------------------------------	-------	-------	-------	------------	-------------	--------	--------	--------	--------------	------------	-------	-------	---

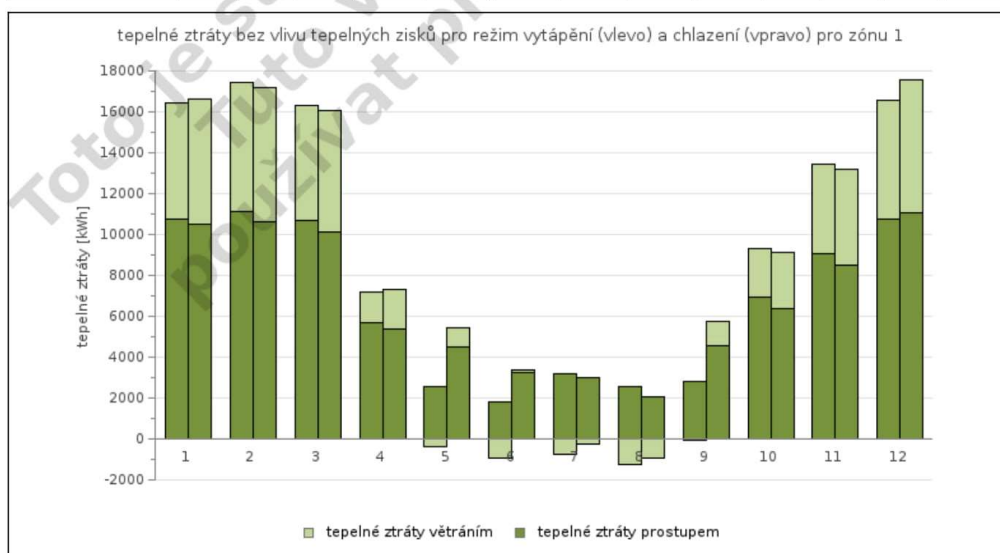
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,H,výp}}$	809,7	755,7	816,6	1 600,2	-2 709,6	-796,0	-1 873,5	-888,6	-28 435,1	1 222,8	892,9	803,8	-
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,H,výp,II}}$	749,4	-	-	3 918,6	-	-	-	-	-	-	-	744,0	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,H,avg}}$	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,H,výp}}$	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,H,výp,II}}$	428,2	-	-	428,2	-	-	-	-	-	-	-	428,2	-

**Chlazení**

Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,C,avg}}$	797,7	758,5	802,5	1 107,1	1 349,9	1 595,6	1 972,2	2 892,6	1 240,3	1 005,5	851,4	793,0	-
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,C,výp}}$	726,5	689,2	731,2	1 197,2	2 167,2	7 453,7	-2 667,6	-941,5	1 619,6	995,1	784,5	715,9	-
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,C,výp,II}}$	821,0	-	-	1 091,2	1 269,8	-	1 643,3	-	1 195,1	-	-	812,1	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,C,avg}}$	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,C,výp}}$	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,C,výp,II}}$	428,2	-	-	428,2	428,2	-	428,2	-	428,2	-	-	428,2	-

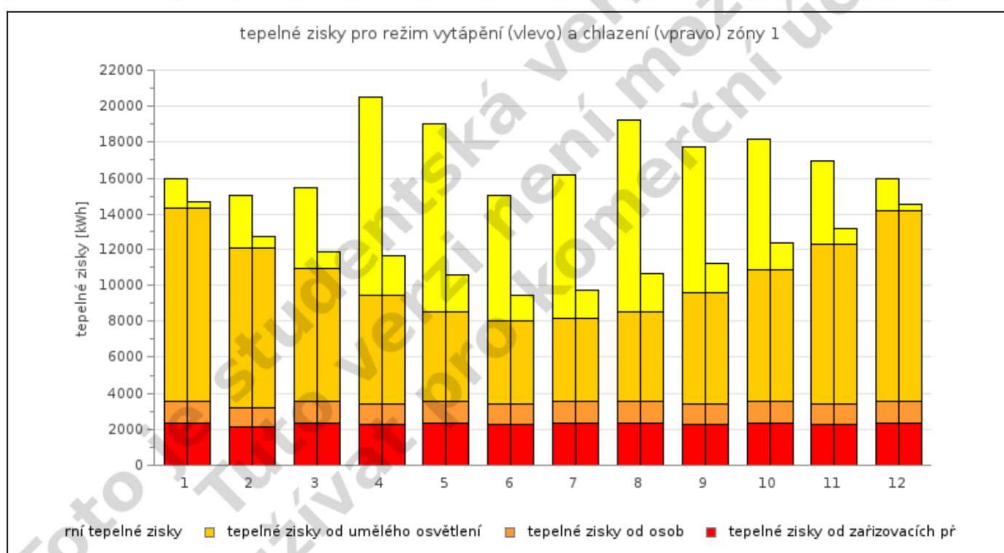
**TEPELNÉ ZTRÁTY ZÓNY BEZ TEPELNÝCH ZISKŮ**

$Q_{T,H}$ (kWh)	10 745	11 121	10 692	5 663	2 536	1 786	3 206	2 578	2 844	6 914	9 065	10 770	77 920
$Q_{V,H}$ (kWh)	5 694	6 302	5 607	1 501	-401	-961	-733	-1 243	-43	2 421	4 347	5 771	28 264
$Q_{T+V,H}$ (kWh)	16 439	17 423	16 300	7 163	2 135	825	2 473	1 336	2 801	9 336	13 412	16 541	106 184
$Q_{T,C}$ (kWh)	10 490	10 606	10 119	5 393	4 472	3 220	3 021	2 031	4 535	6 367	8 529	11 047	79 831
$Q_{V,C}$ (kWh)	6 146	6 590	5 926	1 942	982	185	-229	-924	1 233	2 740	4 656	6 490	35 737
$Q_{T+V,C}$ (kWh)	16 636	17 196	16 045	7 335	5 453	3 405	2 792	1 107	5 769	9 107	13 184	17 537	115 568



**TEPELNÉ ZISKY**

tepelné zisky pro režim vytápění													
$Q_{H,int,sol}$ (kWh)	1 590	2 971	4 555	11 033	10 511	6 987	7 989	10 721	8 148	7 279	4 687	1 758	78 229
$Q_{H,int,L}$ (kWh)	10 836	8 911	7 414	6 060	4 990	4 634	4 634	4 990	6 202	7 343	8 840	10 694	85 550
$Q_{H,int,oc}$ (kWh)	1 175	1 061	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	13 832
$Q_{H,int,A}$ (kWh)	2 350	2 122	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	27 664
$\Sigma Q_{H,int}$ (kWh)	15 951	15 065	15 493	20 504	19 026	15 031	16 147	19 236	17 761	18 147	16 938	15 976	205 275
tepelné zisky pro režim chlazení													
$Q_{C,int,sol}$ (kWh)	311	587	903	2 199	2 095	1 390	1 590	2 137	1 622	1 448	930	344	15 557
$Q_{C,int,L}$ (kWh)	10 836	8 911	7 414	6 060	4 990	4 634	4 634	4 990	6 202	7 343	8 840	10 694	85 550
$Q_{C,int,oc}$ (kWh)	1 175	1 061	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	13 832
$Q_{C,int,A}$ (kWh)	2 350	2 122	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	27 664
$\Sigma Q_{C,int}$ (kWh)	14 671	12 682	11 842	11 670	10 609	9 435	9 749	10 651	11 235	12 316	13 181	14 562	142 603



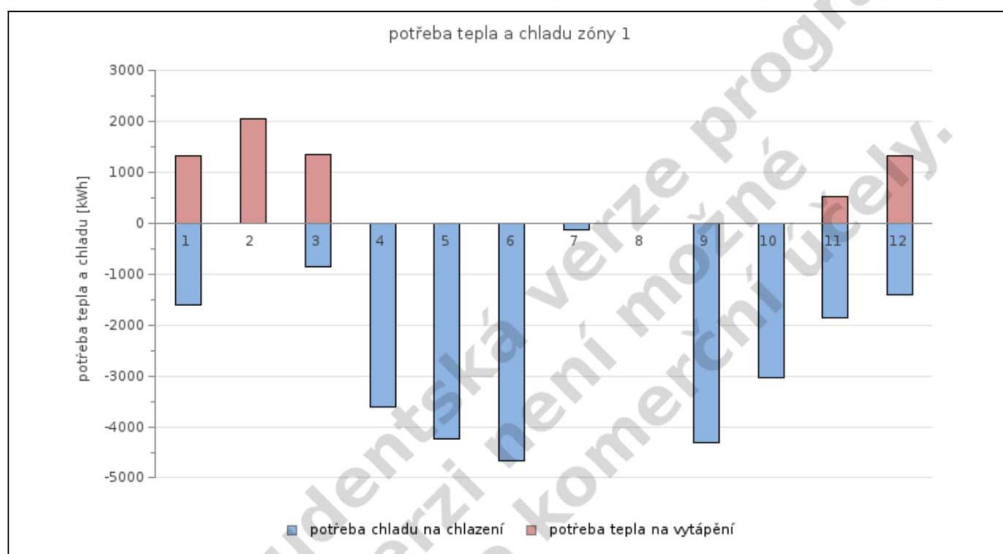
STUPEŇ VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ / TEPELNÝCH ZTRÁT, DEFINOVÁNÍ DÉLKY OTOPNÉHO A CHLADÍCIHO OBDOBÍ

vytápění													
$\gamma_{H,i}$ (-)	0,962	0,865	0,951	2,808	8,910	18,216	6,529	14,400	6,342	1,944	1,263	0,942	-
$\gamma_{H,II}$ (-)	1,300	-	-	6,551	-	-	-	-	-	-	-	1,263	-
$\eta_{H,gn,I}$ (-)	0,820	0,864	0,824	0,344	-0,811	1,000	1,336	1,000	0,130	0,486	0,695	0,828	-
$\eta_{H,gn,II}$ (-)	0,692	-	-	0,149	-	-	-	-	-	-	-	0,706	-
$f_{H,i}$ (-)	1,000	1,000	0,658	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,476	1,000	-
$f_{H,II}$ (-)	0,347	-	-	0,000	-	-	-	-	-	-	-	0,000	-
chlazení													
$\gamma_{C,i}$ (-)	1,113	1,356	1,355	0,602	0,455	0,361	0,222	0,104	0,486	0,739	1,000	1,140	-
$\gamma_{C,II}$ (-)	1,774	-	-	1,406	1,369	-	1,217	-	1,321	-	-	1,806	-

$\eta_{C,gn,I} (-)$	0,767	0,676	0,673	0,920	0,918	0,848	-5,790	9,619	0,932	0,888	0,807	0,757	-
$\eta_{C,gn,II} (-)$	0,539	-	-	0,633	0,635	-	0,665	-	0,655	-	-	0,531	-
$f_{C,I} (-)$	0,984	0,000	0,335	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-
$f_{C,II} (-)$	0,000	-	-	0,000	0,437	-	1,000	-	1,000	-	-	0,000	-

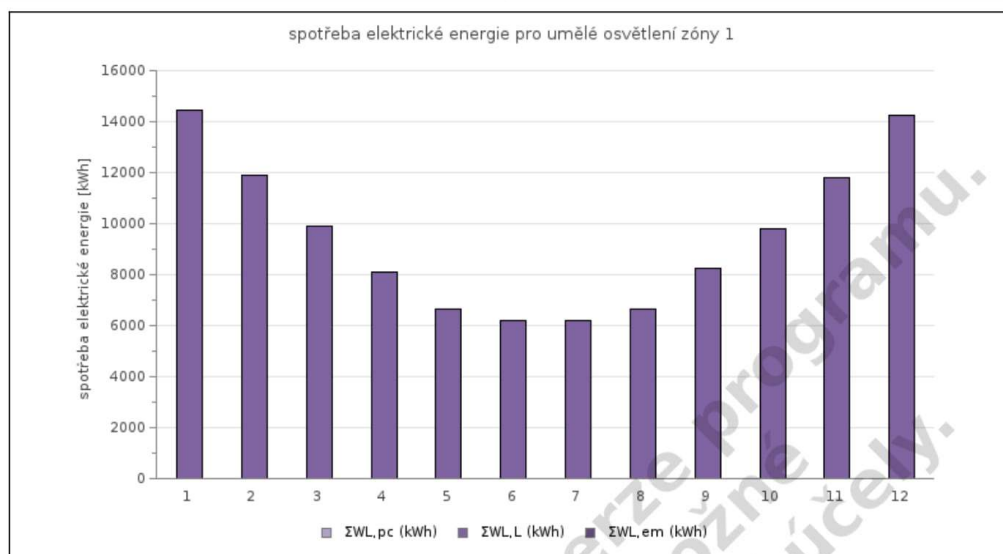
**POTŘEBA TEPLA A CHLADU PO ZAHRNUTÍ TEPELNÝCH ZISKŮ [kWh]**

$Q_{H,nd}$ (kWh)	1 318	2 050	1 349	0	0	0	0	0	0	0	536	1 322	6 575
$Q_{C,nd}$ (kWh)	1 601	0	841	3 599	4 218	4 677	120	0	4 298	3 020	1 857	1 401	25 633



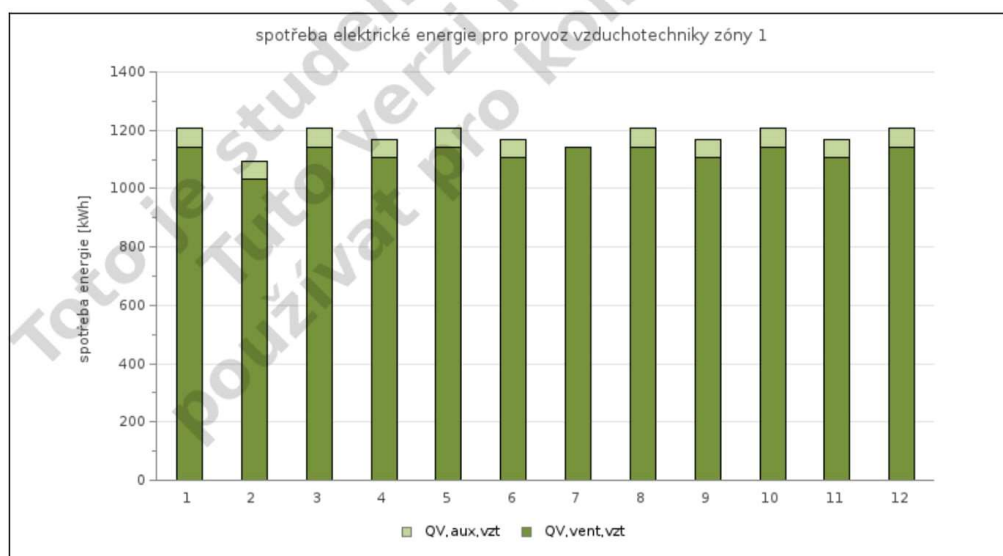
**UMĚLÉ OSVĚTLENÍ**

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMA
$W_{L,L,1}$ (kWh)	14 448	11 882	9 886	8 080	6 654	6 179	6 179	6 654	8 270	9 791	11 787	14 258	<b>114 067</b>
$W_{L,pc,1}$ (kWh)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0</b>
$W_{L,em,1}$ (kWh)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0</b>
$\Sigma W_{L,1}$ (kWh)	14 448	11 882	9 886	8 080	6 654	6 179	6 179	6 654	8 270	9 791	11 787	14 258	<b>114 067</b>



VZDUCHOTECHNIKA

$Q_{\text{vent,VZT1,Z1}}$ (kWh)	1 142	1 032	1 142	1 105	1 142	1 105	1 142	1 142	1 105	1 142	1 105	1 142	13 448
$Q_{\text{aux,VZT1,Z1}}$ (kWh)	67,0	60,5	66,5	64,8	67,0	64,8	0,0	67,0	64,8	67,0	64,8	67,0	721
$\Sigma Q_{\text{VZT1,Z1}}$ (kWh)	1 209	1 092	1 209	1 170	1 209	1 170	1 142	1 209	1 170	1 209	1 170	1 209	14 169



poznámky

1) typ výpočtu (dle ČSN EN ISO 13 790)

A - nepřerušované vytápění nebo chlazení. Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje dle zadání buď pro celou provozní dobu nebo celou mimoprovazní dobu. Záleží, jestli zóna obsahuje pouze provozní dobu nebo pouze mimoprovazní dobu.



B1 - (není případ A) přerušované vytápění nebo chlazení uvažované jako nepřerušované s upravenou hodnotou požadované teploty. Platí pro případy, kdy kolísání požadovaných teplot je  $< 3K$ . Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje průměrná podle času ze zadaných teplot pro provozní a mimoprovozní dobu.

B2 - (není případ A, B1) přerušované vytápění nebo chlazení uvažované jako nepřerušované s upravenou hodnotou požadované teploty. Platí pro případy, kdy je časová konstanta zóny  $\tau < 0,2 \times t_{\min}$  (nejkratší období sníženého vytápění nebo chlazení). Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje průměrná podle času ze zadaných teplot pro provozní a mimoprovozní dobu.

B3 - (není případ A, B1, B2) přerušované vytápění nebo chlazení uvažované jako nepřerušované s upravenou hodnotou požadované teploty. Platí pro případy, kdy je časová konstanta zóny  $\tau > 3,0 \times t_{\max}$  (nejdelší období sníženého vytápění nebo chlazení). Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje jako požadovaná pro provozní dobu.

B4 - (není případ A, B1, B2, B3) pro ostatní případy přerušovaného vytápění nebo chlazení. Ve výpočtu se použijí empirické redukční konstanty dle kapitoly 13.2.2.1 a 13.2.2.2 normy ČSN EN ISO 13 790 a činitelů na základě celkové doby trvání mimoprovazní doby.

B4+C - případ samostatného výpočtu pro vytápění nebo chlazení typu C není, neb se v takovém případě jedná o typ výpočtu A. Typ výpočtu C se vyskytuje pouze v kombinaci s typem výpočtu B4 a to současně ještě pouze v případě, kdy činitel neobsazeného období (mimoprovazní doby) u vytápění  $f_{H,NOCC} > 0$  resp. u chlazení  $f_{C,NOCC} > 0$ .

## 2) referenční konstanty pro stanovení faktoru využitelnosti tepelných zisků

Referenční časová konstanta zóny  $\tau_{H,C} = 15$  [h], referenční parametr  $a_{H,C} = 1,0$ .

**EXTERIÉROVÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY**

2018

měsíce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	průměr
$\theta_e$ (°C)	2,0	-1,9	2,4	15,0	18,5	20,4	22,3	23,9	17,3	12,4	5,9	1,5	11,6
$H_{sol,hor}$ (kWh/m <sup>2</sup> )	16,00	34,10	62,40	172,10	193,40	129,50	151,10	182,20	124,30	86,50	45,50	14,90	101,00
$\varphi_e$ (%)	83,1	80,1	73,4	66,2	66,6	68,4	67,1	67,4	73,5	79,4	85,0	85,3	74,6

**ZÓNY A NEVYTÁPĚNÉ PROSTORY**

**mezivýsledky a grafy pro zónu Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání**

měsíce	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	celkem
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	--------

**DEFINOVÁNÍ PROVOZNÍCH DOB POTŘEBY TEPLA A CHLADU**

**vytápění**

$f_{H,hr}$ (-)	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	0,327	-
$f_{H,nocc}$ (-)	0,032	0,000	0,000	0,033	0,065	0,000	0,065	0,000	0,033	0,000	0,000	0,097	-

**chlazení**

$f_{C,day}$ (-)	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	0,714	-
$f_{C,nocc}$ (-)	0,032	0,000	0,000	0,033	0,065	0,000	0,065	0,000	0,033	0,000	0,000	0,097	-

**DEFINOVÁNÍ TYPŮ VÝPOČTŮ, VÝPOČTOVÝCH TEPLŮ A ČASOVÝCH KONSTANT ZÓNY**

**vytápění**

typ výpočtu <sup>1)</sup>	B4+C	B4	B4	B4+C	B2	B2	B3	B3	B2	B4	B4	B4+C	-
$a_{H,red}$ (-)	0,377	0,465	0,381	0,327	-	-	-	-	-	0,327	0,327	0,393	-
$\tau_H$ (h) : $\theta_{int,H,avg}$	44,2	46,3	43,9	18,8	-21,7	-120,3	536,0	197,3	-1,8	29,7	40,9	44,5	-
$\theta_{int,H,vyp}$ (°C)	20,00	20,00	20,00	20,00	17,24	17,28	20,00	20,00	17,16	20,00	20,00	20,00	-
$\theta_{int,H,vyp,II}$ (°C)	16,00	-	-	16,00	-	-	-	-	-	-	-	16,00	-
$\theta_{int,H,avg}$ (°C)	17,30	17,31	17,30	17,22	17,24	17,28	17,18	17,36	17,16	17,36	17,34	17,06	-
$\tau_H$ (h) : $\theta_{int,H,vyp}$	42,8	44,8	42,5	25,7	-21,7	-120,3	-33,8	-98,6	-1,8	31,7	40,0	43,0	-
$\tau_H$ (h) : $\theta_{int,H,vyp,II}$	45,1	-	-	11,8	-	-	-	-	-	-	-	45,3	-

**chlazení**

typ výpočtu <sup>1)</sup>	B4+C	B4	B4	B4+C	B4+C	B4	B4+C	B4	B4+C	B4	B4	B4+C	-
$a_{C,red}$ (-)	0,770	0,817	0,810	0,714	0,714	0,714	1,000	1,000	0,714	0,714	0,731	0,777	-
$\tau_C$ (h) : $\theta_{int,C,avg}$	43,2	44,7	43,0	34,2	29,4	25,7	21,6	15,5	31,4	36,7	41,3	43,4	-
$\theta_{int,C,vyp}$ (°C)	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	-
$\theta_{int,C,vyp,II}$ (°C)	30,00	-	-	30,00	30,00	-	30,00	-	30,00	-	-	30,00	-
$\theta_{int,C,avg}$ (°C)	27,07	27,05	27,07	27,25	27,21	27,11	27,34	26,94	27,39	26,94	26,98	27,60	-
$\tau_C$ (h) : $\theta_{int,C,vyp}$	46,0	47,6	45,8	32,2	19,9	6,5	-22,1	-89,4	25,4	37,0	43,7	46,5	-
$\tau_C$ (h) : $\theta_{int,C,vyp,II}$	42,4	-	-	34,6	30,8	-	25,1	-	32,3	-	-	42,7	-

**MĚRNÉ TEPELNÉ ZTRÁTY**

**Vytápění**

Ht [W/K] : $\theta_{int,H,avg}$	882,8	821,2	891,0	2 656,8	-3 096,7	-909,7	-320,2	-134,8	-32 497,2	1 520,5	986,6	871,9	-
---------------------------------	-------	-------	-------	---------	----------	--------	--------	--------	-----------	---------	-------	-------	---

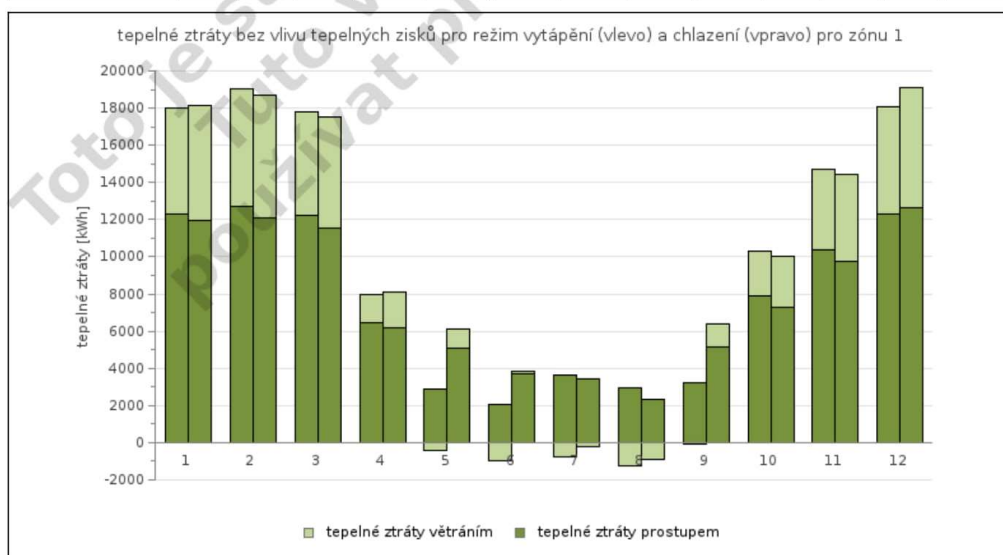
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,H,vjvp}}$	925,3	863,6	933,2	1 828,8	-3 096,7	-909,7	-2 141,1	-1 015,6	-32 497,2	1 397,5	1 020,5	918,7	-
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,H,vjpp,II}}$	856,5	-	-	4 478,4	-	-	-	-	-	-	-	850,3	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,H,avg}}$	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,H,vjvp}}$	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,H,vjpp,II}}$	428,2	-	-	428,2	-	-	-	-	-	-	-	428,2	-

#### Chlazení

Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,C,avg}}$	911,7	866,9	917,1	1 265,3	1 542,7	1 823,6	2 253,9	3 305,8	1 417,5	1 149,2	973,0	906,2	-
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,C,vjvp}}$	830,3	787,7	835,7	1 368,3	2 476,8	8 518,5	-3 048,7	-1 076,0	1 851,0	1 137,3	896,5	818,1	-
Ht [W/K] : $\theta_{\text{int,C,vjpp,II}}$	938,3	-	-	1 247,1	1 451,3	-	1 878,0	-	1 365,8	-	-	928,1	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,C,avg}}$	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,C,vjvp}}$	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	428,2	-
Hv [W/K] : $\theta_{\text{int,C,vjpp,II}}$	428,2	-	-	428,2	428,2	-	428,2	-	428,2	-	-	428,2	-

#### TEPELNÉ ZTRÁTY ZÓNY BEZ TEPELNÝCH ZISKŮ

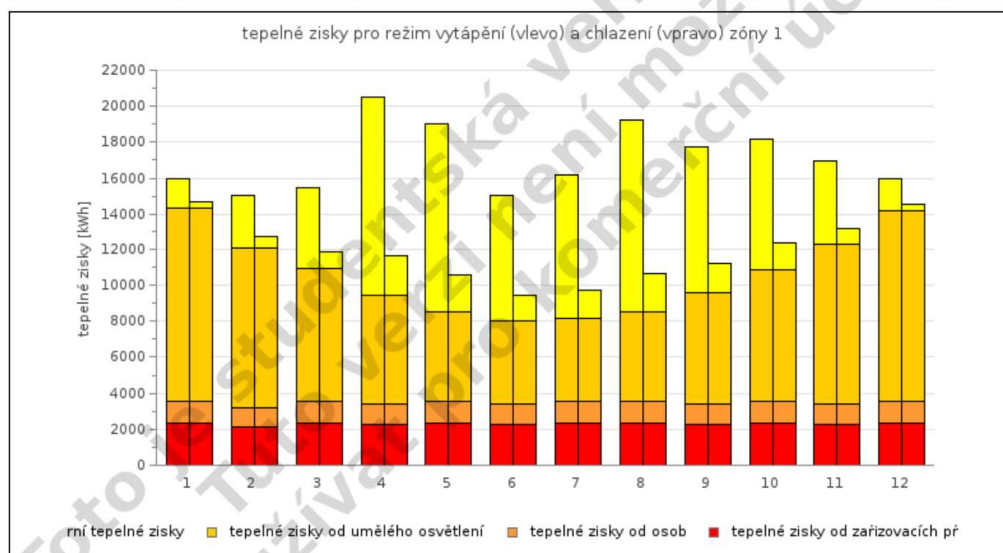
$Q_{T,H}$ (kWh)	12 280	12 710	12 220	6 472	2 899	2 041	3 664	2 947	3 250	7 902	10 360	12 309	89 052
$Q_{V,H}$ (kWh)	5 694	6 302	5 607	1 501	-401	-961	-733	-1 243	-43	2 421	4 347	5 771	28 264
$Q_{T+V,H}$ (kWh)	17 974	19 012	17 827	7 972	2 498	1 080	2 931	1 704	3 207	10 323	14 707	18 079	117 316
$Q_{T,C}$ (kWh)	11 989	12 122	11 565	6 163	5 111	3 680	3 453	2 322	5 183	7 277	9 747	12 625	91 235
$Q_{V,C}$ (kWh)	6 146	6 590	5 926	1 942	982	185	-229	-924	1 233	2 740	4 656	6 490	35 737
$Q_{T+V,C}$ (kWh)	18 135	18 712	17 491	8 105	6 092	3 865	3 223	1 398	6 416	10 017	14 403	19 116	126 972



#### TEPELNÉ ZISKY



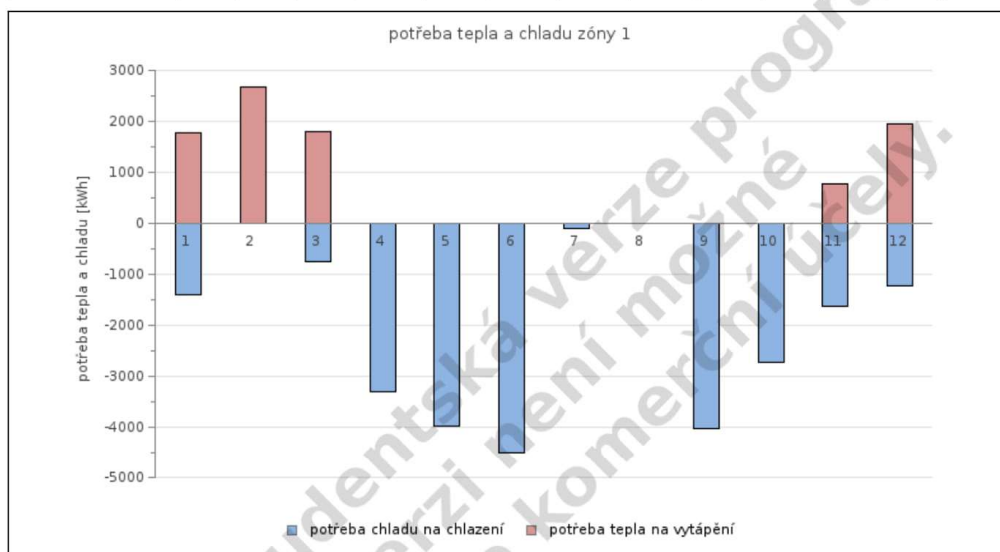
tepelné zisky pro režim vytápění													
$Q_{H, \text{int}, \text{sol}}$ (kWh)	1 590	2 971	4 555	11 033	10 511	6 987	7 989	10 721	8 148	7 279	4 687	1 758	78 229
$Q_{H, \text{int}, \text{L}}$ (kWh)	10 836	8 911	7 414	6 060	4 990	4 634	4 634	4 990	6 202	7 343	8 840	10 694	85 550
$Q_{H, \text{int}, \text{Oc}}$ (kWh)	1 175	1 061	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	13 832
$Q_{H, \text{int}, \text{A}}$ (kWh)	2 350	2 122	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	27 664
$\Sigma Q_{H, \text{int}}$ (kWh)	15 951	15 065	15 493	20 504	19 026	15 031	16 147	19 236	17 761	18 147	16 938	15 976	205 275
tepelné zisky pro režim chlazení													
$Q_{C, \text{int}, \text{sol}}$ (kWh)	311	587	903	2 199	2 095	1 390	1 590	2 137	1 622	1 448	930	344	15 557
$Q_{C, \text{int}, \text{L}}$ (kWh)	10 836	8 911	7 414	6 060	4 990	4 634	4 634	4 990	6 202	7 343	8 840	10 694	85 550
$Q_{C, \text{int}, \text{Oc}}$ (kWh)	1 175	1 061	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	1 175	1 137	1 175	1 137	1 175	13 832
$Q_{C, \text{int}, \text{A}}$ (kWh)	2 350	2 122	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	2 350	2 274	2 350	2 274	2 350	27 664
$\Sigma Q_{C, \text{int}}$ (kWh)	14 671	12 682	11 842	11 670	10 609	9 435	9 749	10 651	11 235	12 316	13 181	14 562	142 603



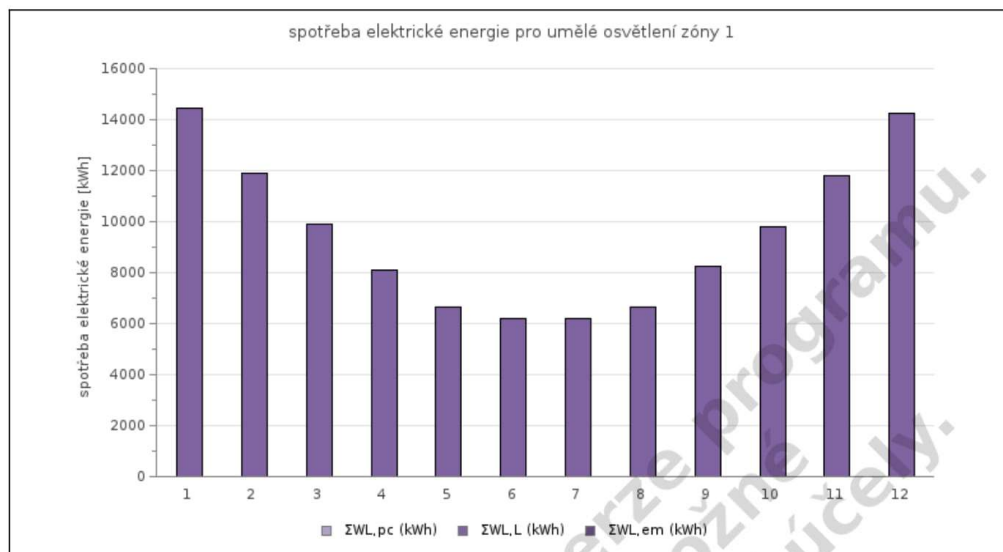
STUPĚŇ VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ / TEPELNÝCH ZTRÁT, DEFINOVÁNÍ DÉLKY OTOPNÉHO A CHLADÍČÍHO OBDOBÍ													
vytápění													
$\gamma_{H, I}$ (-)	0,880	0,792	0,869	2,523	7,617	13,914	5,509	11,287	5,538	1,758	1,152	0,862	-
$\gamma_{H, II}$ (-)	1,192	-	-	5,804	-	-	-	-	-	-	-	1,158	-
$\eta_{H, \text{gn}, I}$ (-)	0,841	0,880	0,845	0,376	-0,287	1,000	2,513	1,000	0,146	0,522	0,727	0,849	-
$\eta_{H, \text{gn}, II}$ (-)	0,725	-	-	0,166	-	-	-	-	-	-	-	0,738	-
$f_{H, I}$ (-)	1,000	1,000	0,737	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,700	1,000	-
$f_{H, II}$ (-)	1,000	-	-	0,000	-	-	-	-	-	-	-	1,000	-
chlazení													
$\gamma_{C, I}$ (-)	1,213	1,475	1,477	0,665	0,509	0,410	0,260	0,131	0,540	0,813	1,093	1,242	-
$\gamma_{C, II}$ (-)	1,940	-	-	1,550	1,516	-	1,355	-	1,460	-	-	1,975	-

$\eta_{C,gn,I} (-)$	0,719	0,628	0,625	0,886	0,886	0,814	-1,753	7,624	0,902	0,849	0,760	0,709	-
$\eta_{C,gn,II} (-)$	0,495	-	-	0,582	0,582	-	0,610	-	0,602	-	-	0,487	-
$f_{C,I} (-)$	0,627	0,000	0,216	1,000	1,000	1,000	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-
$f_{C,II} (-)$	0,000	-	-	0,000	0,330	-	1,000	-	1,000	-	-	0,000	-

POTŘEBA TEPLA A CHLADU PO ZAHRNUTÍ TEPELNÝCH ZISKŮ [kWh]													
$Q_{H,nd}$ (kWh)	1 778	2 672	1 807	0	0	0	0	0	0	0	783	1 960	9 000
$Q_{C,nd}$ (kWh)	1 403	0	741	3 308	3 971	4 491	109	0	4 020	2 725	1 636	1 226	23 629

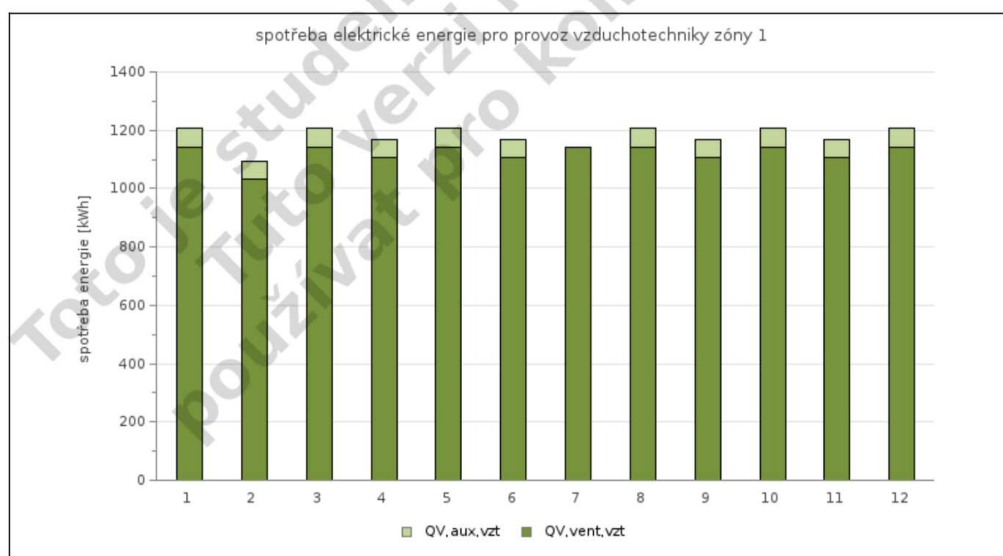


UMĚLÉ OSVĚTLENÍ													
měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	SUMA
$W_{L,L,1}$ (kWh)	14 448	11 882	9 886	8 080	6 654	6 179	6 179	6 654	8 270	9 791	11 787	14 258	<b>114 067</b>
$W_{L,pc,1}$ (kWh)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0</b>
$W_{L,em,1}$ (kWh)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<b>0</b>
$\Sigma W_{L,1}$ (kWh)	14 448	11 882	9 886	8 080	6 654	6 179	6 179	6 654	8 270	9 791	11 787	14 258	<b>114 067</b>



VZDUCHOTECHNIKA

$Q_{vent,VZT1,Z1}$ (kWh)	1 142	1 032	1 142	1 105	1 142	1 105	1 142	1 142	1 105	1 142	1 105	1 142	13 448
$Q_{aux,VZT1,Z1}$ (kWh)	67,0	60,5	63,8	64,8	67,0	64,8	0,0	67,0	64,8	67,0	64,8	67,0	718
$\Sigma Q_{VZT1,Z1}$ (kWh)	1 209	1 092	1 206	1 170	1 209	1 170	1 142	1 209	1 170	1 209	1 170	1 209	14 166



poznámky

1) typ výpočtu (dle ČSN EN ISO 13 790)

A - nepřerušované vytápění nebo chlazení. Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje dle zadání buď pro celou provozní dobu nebo celou mimoprovazní dobu. Záleží, jestli zóna obsahuje pouze provozní dobu nebo pouze mimoprovazní dobu.

B1 - (není případ A) přerušované vytápění nebo chlazení uvažované jako nepřerušované s upravenou hodnotou požadované teploty. Platí pro případy, kdy kolísání požadovaných teplot je  $< 3K$ . Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje průměrná podle času ze zadaných teplot pro provozní a mimoprovazní dobu.

B2 - (není případ A, B1) přerušované vytápění nebo chlazení uvažované jako nepřerušované s upravenou hodnotou požadované teploty. Platí pro případy, kdy je časová konstanta zóny  $\tau < 0,2 \times t_{\min}$  (nejkratší období sníženého vytápění nebo chlazení). Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje průměrná podle času ze zadaných teplot pro provozní a mimoprovazní dobu.

B3 - (není případ A, B1, B2) přerušované vytápění nebo chlazení uvažované jako nepřerušované s upravenou hodnotou požadované teploty. Platí pro případy, kdy je časová konstanta zóny  $\tau > 3,0 \times t_{\max}$  (nejdelší období sníženého vytápění nebo chlazení). Výpočtová vnitřní teplota se uvažuje jako požadovaná pro provozní dobu.

B4 - (není případ A, B1, B2, B3) pro ostatní případy přerušovaného vytápění nebo chlazení. Ve výpočtu se použijí empirické redukční konstanty dle kapitoly 13.2.2.1 a 13.2.2.2 normy ČSN EN ISO 13 790 a činitelů na základě celkové doby trvání mimoprovazní doby.

B4+C - případ samostatného výpočtu pro vytápění nebo chlazení typu C není, neb se v takovém případě jedná o typ výpočtu A. Typ výpočtu C se vyskytuje pouze v kombinaci s typem výpočtu B4 a to současně ještě pouze v případě, kdy činitel neobsazeného období (mimoprovazní doby) u vytápění  $f_{H,NOCC} > 0$  resp. u chlazení  $f_{C,NOCC} > 0$ .

## 2) referenční konstanty pro stanovení faktoru využitelnosti tepelných zisků

Referenční časová konstanta zóny  $\tau_{H,C} = 15$  [h], referenční parametr  $a_{H,C} = 1,0$ .

## **Průkaz energetické náročnosti budovy**

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií  
vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění  
pozdějších předpisů

---

Otevřená Zahrada - budova C  
Údolí 33  
60200, Brno  
katastrální území Město Brno  
[610003]  
parc. č. 730/4



### **Energetický specialista**

Bc. Lukáš Frčka -  
Číslo oprávnění: -

### **Evidenční číslo**

-

### **Datum vydání**

21.11.2019

### **Verze dokumentu**

**Studijní** verze vypracovaná pro účely diplomové práce na FAST VUT v Brně.

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu zhotovitele kopírován jinak než celý.



## 1. SEZNAM PODKLADŮ

Projektová dokumentace poskytnuta Nadací Partnerství.

## 2. STRUČNÝ POPIS BUDOVY

Do domu se vstupuje průchodem ze dvora, umístěným v jeho koncové části. V průchodu, otevřeném skrz objekt stávající i navrhovaný až do zahrady, je umístěna vstupní hala s recepcí. Zde návštěvníci získávají přehled o domě a informace o areálu. V těsné blízkosti vstupu je hygienické zázemí pro potřeby domu i zahrady. Vstupní halou prochází příčné při štítové zdi stávajícího objektu komunikační osa, která ji spojuje v jedné úrovni s blokem kancelářských prostor a výtahem. Schodištěm je spojena s hlavní úrovní domu, na které je umístěn další blok kancelářských prostor s hygienickým zázemím, centralizované jednací místnosti napojené na zahradu a v koncové pozici seminární sál přes dvě podlaží, v horní části opět spojen se zahradou. Ve třetím nadzemním podlaží je umístěn blok kanceláří s hygienickým zázemím a propojení se střešní terasou. Dispozičně je objekt rozčleněn na dva trakty, obslužný při stávajícím objektu Údolní 33a a obsluhovaný při fasádě orientované do zahrady. Komunikační prostor spojující vertikálně vstupní halu přes všechna podlaží se střešní zahradou je koncipován zároveň jako prostor výstavní a odpočinkový s vizuálním kontaktem s okolní zahradou. Přes komunikační trakt je také zprostředkováno spojení se stávající administrativní budovou ve druhém nadzemním podlaží. Seminární sál je díky napojení jak z administrativní části tak z veřejně přístupné zahrady dispozičním uzlem, kde se prolíná plně veřejný provoz s poradenskou činností z části administrativní. Sál je také díky samostatnému hygienickému zázemí možné využívat autonomně s přístupem ze zahrady. Technické prostory jsou umístěny na spodním podlaží v části zapuštěné do svahu. Jejich integrovanost tak umožňuje lépe využívat odpadní teplo z technologií ve prospěch vnitřního prostředí domu.

## 3. STRUČNÝ POPIS TECHNICKÉHO ZAŘÍZENÍ BUDOVY

Objekt je konstruován jako třípodlažní dvojtakt, v seminárním sále jednotrakt, železobetonový skelet, založený na betonovém plošném základu, který v jednotlivých podlažích kopíruje svažité terén. Výška podlahy v přízemí je stanovena tak, aby byl umožněn bezbariérový průchod stávajícím administrativním objektem. Vlastní skelet je ztužován v podélném směru štítovou stěnou sousedící s objektem Údolní 33B a podzemními štítovými stěnami, v příčném směru severní štítovou stěnou a příčnými suterénními podzemními a nadzemními stěnami. Svislé nosné prvky jsou převážně železobetonové monolitické sloupy (v menší míře stěny). Stropní a střešní konstrukce jsou železobetonové monolitické desky s integrovaným systémem BKT (aktivované betonové jádro). Nosná konstrukce je tak optimalizována na hospodárné prvky a zároveň poskytuje potřebnou akumulaci hmoty pro udržení optimálního vnitřního prostředí budovy s minimem energetických vstupů. Tepelné izolace jsou použity ve střeších, v suterénních stěnách a v podlahách na terénu. Preferovanými materiály jsou konopné rohože nebo dřevěná vlákna. V nutných případech je použit EPS či XPS. Vodotěsné izolace jsou použity na střeších, fasádách, suterénních stěnách a podlaze na terénu. Podzemní opěrné stěny jsou izolovány asfaltovými pásy nebo fóliemi. Střešní plášť je nad celým objektem navržen jako zelená pochozí střeška. Izolována je krytinou na bázi kaučuku EPDM. Při výběru materiálů bylo dbáno na minimální energetickou náročnost při výrobě a možnost bezproblémové likvidace při ukončení životnosti budovy. Nepálené cihly vyzdívek a hliněné omítky jsou použity na dělicí stěny a povrchovou úpravu stěn. Konopné pazdeří a vlákna jsou použity pro tepelnou izolaci lehkého obvodového pláště. V hygienických prostorách je použito omyvatelných nátěrů. Na fasádách je použita vodotěsná prodyšná membrána a vodorovný dřevěný obklad a dřevěná okna s izolačními skly. Zpevněné plochy v zahradě budou vodopropustné z přírodního kamene ve šterkopískovém loži. Terénní úpravy budou vykonávány maximálně šetrně s ohledem na ponechávané dřeviny. Rovné plochy stanovišť budou vytvořeny pomocí pohledově provedeného pažení z hloubkově impregnovaných dřevěných trámů kotvených na skryté monolitické záporny. Objekt je napojen na vodovod, kanalizaci, elektrickou energii NN a datovou síť optickým kabelem. Veškeré sítě jsou v komunikaci v blízkosti pozemku.

## 4. DOPLŇJÍCÍ ÚDAJE

-

## 5. NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ

### 5.1 Stavební prvky a konstrukce:

---

Průkaz energetické náročnosti budovy

Otevřená Zahrada - budova C Údolní 33/, 60200 Brno katastrální území Město Brno, parc.č. 730/4

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

**5.2 Technické systémy budovy:**

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

**5.3 Obsluha a provoz systémů:**

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

**5.4 Ostatní:**

*V této kategorii není navrhováno žádné opatření.*

**5.5 Doporučení k realizaci a zdůvodnění**

*Toto je studentská verze programu.  
Tuto verzi není možné  
používat pro komerční účely.*

<b>VÝPIS ZADANÝCH TEPELNÝCH VAZEB V HODNOCENÉ BUDOVĚ</b>	
Způsob stanovení přírážky na tepelné vazby	paušální přírážkou ve (W/m <sup>2</sup> .K)
Přírážka pro zónu	
Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání	0,02 W/(m <sup>2</sup> .K)

<b>VÝPIS ZADANÝCH TEPELNÝCH VAZEB U REFERENČNÍ BUDOVY</b>	
Způsob stanovení přírážky na tepelné vazby	paušální přírážkou ve (W/m <sup>2</sup> .K)
Přírážka pro zónu	
Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání	$f_R * 0,02$ W/(m <sup>2</sup> .K)

<b>VÝPIS ZADANÝCH TEPELNÝCH VAZEB U NOVÉ REFERENČNÍ BUDOVY</b>	
Způsob stanovení přírážky na tepelné vazby	paušální přírážkou ve (W/m <sup>2</sup> .K)
Přírážka pro zónu	
Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání	$0,8 * 0,02$ W/(m <sup>2</sup> .K)



Pro níže uvedené koeficienty zastínění pevnými překážkami platí:  $F_{sh,0} = F_{sh,0,hor I} \cdot F_{sh,0,hor II} \cdot F_{sh,0,ver}$   
Pro níže uvedené koeficienty zastínění pohyblivými překážkami platí:  $F_{sh,gl} = (1,00 \cdot (100 - sh) + F_{sh,gl,type} \cdot sh) / 100$

Pro výsledný koeficient zastínění výplně platí:  $F_{sh} = F_{sh,gl} \cdot F_{sh,0}$

Dolní index "H" značí uvažované zastínění pro režim vytápění, dolní index "C" značí uvažované zastínění pro režim chlazení

$F_{sh,0}$  - průměrný roční podíl zastínění výplně pevnými překážkami pro cca 50° s.š., hodnota 1,00 = bez zastínění, 0,00 = plně stíněná

$F_{sh,0,hor I}$  - průměrný roční podíl zastínění výplně pevnou průběžnou horizontální překážkou pro cca 50° s.š. na základě úhlu  $\alpha$

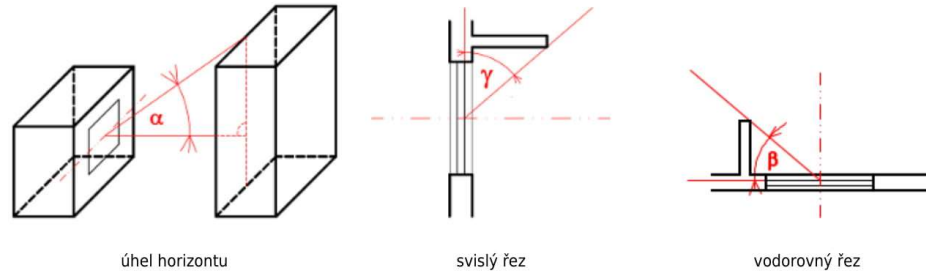
$F_{sh,0,hor II}$  - průměrný roční podíl zastínění výplně pevnou průběžnou horizontální překážkou pro cca 50° s.š. na základě úhlu  $\gamma$

$F_{sh,0,ver}$  - průměrný roční podíl zastínění výplně pevnou průběžnou vertikální překážkou pro cca 50° s.š. na základě úhlu  $\beta$

$F_{sh,gl}$  - průměrný podíl zastínění výplně pohyblivými překážkami pro daný měsíc, hodnota 1,00 = bez zastínění, 0,00 = plně stíněná

$F_{sh,gl,type}$  - podíl solární tepelné propustnosti použitého stínícího prvku, hodnota 1,00 = bez stínění (plně propustná), 0,00 = plně nepropustná

sh - průměrný procentální podíl (%) pokrytí výplně pohyblivým stínícím prvkem pro daný měsíc



VÝPIS ZASTÍNĚNÍ VÝPLNĚ - měsíce												
-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

VÝPIS ZASTÍNĚNÍ VÝPLNĚ HODNOCENÉ BUDOVY												
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Zóna Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání												
Označení - název výplně, orientace výplně, sklon výplně	pevné objekty:			F <sub>sh,0,hor I</sub>			F <sub>sh,0,hor II</sub>			F <sub>sh,0,ver</sub>		
	α° => (-)			γ° => (-)			β° => (-)			F <sub>sh,0</sub> (-)		
pohyblivé stínění:			název stínícího prvku			F <sub>sh,gl,type</sub> (-)						

VYP 1 - OKNO 1, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							0° => 1	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 2 - OKNO 2, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 3 - OKNO 3, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							10° => 0,96	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 4 - OKNO 4, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							10° => 0,96	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 5 - OKNO 5, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							10° => 0,96	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 6 - OKNO 6, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 7 - OKNO 7, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 8 - OKNO 8, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 9 - OKNO 9, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 10 - OKNO 10, orientace: severozápad, sklon: 90°							20° => 0,97	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 11 - OKNO 11, orientace: severozápad, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 12 - OKNO 12, orientace: severozápad, sklon: 90°							20° => 0,97	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VÝPIS ZASTÍNĚNÍ VÝPLŇÍ U REFERENČNÍ BUDOVY							dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD		
Referenční výplň, orientace: dtto HOD, sklon: dtto HOD							referenční clona			$F_{sh,gl,type,R} = 0,500$		
shC,R (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$F_{sh,gl,C,R} (-)$	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
$F_{sh,C,R} (-)$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$
sh <sub>H,R</sub> (%)	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD
$F_{sh,gl,H,R} (-)$	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD
$F_{sh,H,R} (-)$	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD

VÝPIS ZASTÍNĚNÍ VÝPLŇÍ U NOVÉ REFERENČNÍ BUDOVY							dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD		
Referenční výplň, orientace: dtto HOD, sklon: dtto HOD							referenční clona			$F_{sh,gl,type,R} = 0,500$		
shC,R (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
$F_{sh,gl,C,R} (-)$	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
$F_{sh,C,R} (-)$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$	$F_{sh,gl,C,R} \cdot F_{sh,O}$
sh <sub>H,R</sub> (%)	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD
$F_{sh,gl,H,R} (-)$	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD
$F_{sh,H,R} (-)$	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD

## PROTOKOL MĚRNÉ ROČNÍ POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

-

### Způsob výpočtu

MPO ČR 78/2013 Sb. - měsíční výpočet
--------------------------------------

### Identifikační údaje budovy

Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brno, Údolí 33, 60200
Katastrální území:	610003
Parcelní číslo:	730/4
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	2012
Vlastník nebo stavebník:	Nadace Partnerství
Adresa:	Údolí 33 60200 Brno
IČ:	457 73 521
Tel./e-mail:	Ing., Vlastimil Rieger 515 903 141 / vlastimil.rieger@nap.cz

### Typ budovy

<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input checked="" type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

### 1) Výčet norem použitých při výpočtu:

<p>ČSN EN ISO 13 789:2009 - Tepelné chování budov - Měrné tepelné toky prostupem tepla a větráním - Výpočtová metoda</p> <p>ČSN EN ISO 13 790:2009 - Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení</p> <p>TNI 73 0331:2013 - Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet</p> <p>ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin</p> <p>ČSN 73 0540-4:2005 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody</p> <p>ČSN EN ISO 13 370:2009 - Tepelné chování budov - Přenos tepla zeminou - Výpočtová metoda</p>
--

**2) Jméno zpracovatele protokolu měrné roční potřeby tepla na vytápění a měrné neobnovitelné primární energie, protokolu průměrného součinitele prostupu tepla Uem:**

název zpracovatele:	Bc. Lukáš Frčka
ulice zpracovatele:	Barákova
město zpracovatele:	Žďár nad Sázavou
jméno oprávněné osoby:	Bc. Lukáš Frčka -
kontakt - telefon:	+420737055XYZ
kontakt - email:	166936@vutbr.cz

**Identifikační označení protokolu**

Identifikační označení protokolu	1-2019
----------------------------------	--------

**3) Datum zpracování výpočtu:**

21.11.2019
------------

**4) Okrajové klimatické podmínky:**

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
počet dnů	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
teplota v exteriéru [°C]	-1,30	-0,10	3,70	8,10	13,30	16,10	18,00	17,90	13,50	8,30	3,20	0,50	
intenzita slunečního záření $I_{sgl}$ [kWh/m <sup>2</sup> měsíc] dopadajícího kolmo na plochu výplně	Hodnoty intenzity slunečního záření podle orientace ke světovým stranám, úhlu sklonu plochy a měsíce v roce použité při výpočtu jsou převzaty z přílohy C.1.1 v TNI 73 0331:2013 - Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet												
	VYP-1, VYP-2, VYP-3, VYP-4, VYP-5, VYP-6, VYP-7, VYP-8, VYP-9												
	azimut normály výplně			$a_{vyp} =$	$\pm 45$	°			sklon výplně			90	°
	36,0	61,0	87,0	120,0	124,1	121,9	115,1	127,0	96,0	81,0	46,9	31,0	
	VYP-10, VYP-11, VYP-12												
	azimut normály výplně			$a_{vyp} =$	$\pm 135$	°			sklon výplně			90	°
11,0	22,0	40,1	70,0	88,0	98,1	89,0	75,9	49,0	29,0	13,1	8,1		

Poznámka: Azimut výplně je odklon normály na plochu výplně od jižního směru ( $J=0^\circ$ ,  $JZ=+45^\circ$ ,  $JV=-45^\circ$ ,  $Z=+90^\circ$ ,  $V=-90^\circ$ ,  $SZ=+135^\circ$ ,  $SV=-135^\circ$ ,  $S=\pm 180^\circ$ ). Hodnoty solárního záření pro JZ a JV, pro Z a V, pro SZ a SV jsou shodné.

Poznámka: Sklon výplně je odklon plochy výplně od vodorovné roviny.  $0^\circ$  = vodorovná výplň,  $90^\circ$  = svislá výplň.

Poznámka: \*Tyto výplně náleží nevytápěným prostorům, u nichž není v tepelné bilanci uvažováno se solárními tepelnými zisky.

**5) Počet zón v budově:**

1
---



**6) Celková energeticky vztažná podlahová plocha  $A_c$ :**

1 420,8
---------

**7) Celková podlahová plocha  $A_{f,int}$  z vnitřních rozměrů pro potřeby výpočtu dodané energie ve vztahu k měrným parametrům vyjádřeným k podlahové ploše:**

1 263,2
---------

**8) Vnitřní návrhové teploty:**

Profil užívání přiřazený k zóně 1

název profilu	(m) Administrativní budovy - kancelářské prostory (oddělené kanceláře)		
<b>teplotní parametry</b>			
požadovaná teplota pro režim vytápění v provozní době	$\theta_{int,H,set,I}$	20	°C
požadovaná teplota pro režim vytápění mimo provozní dobu	$\theta_{int,H,set,II}$	16	°C
požadovaná teplota pro režim chlazení v provozní době	$\theta_{int,C,set,I}$	21	°C
požadovaná teplota pro režim chlazení mimo provozní dobu	$\theta_{int,C,set,II}$	30	°C

**9) Vnitřní tepelná kapacita:**

Tepelná kapacita zóny 1

tepelná kapacita	velmi těžká		
vnitřní tepelná kapacita zóny (vztaženo k $A_{f,ext}$ )	$C_m$	370	kJ/m <sup>2</sup> K
účinná plocha akumulární hmoty zóny (vztaženo k $A_{f,ext}$ )	$A_m$	3,5	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>

**10) Vnitřní tepelné zisky:**

Vnitřní tepelné zisky zóny 1

<b>vnitřní tepelné zisky (osoby, spotřebiče)</b>			
vnitřní tepelné zisky od osob	$\Phi_{int,Oc}$	5,00	W/m <sup>2</sup>
časový podíl přítomnosti osob	$F_{Oc}$	0,25	-
vnitřní tepelné zisky od zařizovacích předmětů	$\Phi_{int,A}$	10	W/m <sup>2</sup>
časový podíl provozu zařizovacích předmětů	$f_A$	0,25	-

vnitřní tepelné zisky (umělé osvětlení)			
<b>OSVĚTLENÍ</b>			
podlahová plocha pro tuto osvětlovací soustavu v rámci celkové vnitřní podlahové plochy zóny	$A_{f,int,i}$	1263,2	m <sup>2</sup>
podíl podlahové plochy pro tuto osvětlovací soustavu z celkové vnitřní podlahové plochy zóny	$A_{f,int,i} / A_{f,int}$	100	%
požadavek na udržovanou osvětlenost / průměrný požadavek na udržovanou osvětlenost	$E_m / E'_m$	500 / 420	lx
účinnost světelných zdrojů umělého osvětlení	$\eta_L$	25	%
měrný příkon umělého osvětlení	$P_{L,lx}$	0,018264 1260303 01	W/m <sup>2</sup> lx
doba provozu umělého osvětlení při denním světle	$t_D$	2000	h
doba provozu umělého osvětlení bez denního světla	$t_N$	150	h
činitel závislosti umělého osvětlení na denním světle	$F_D$	0,34	-
činitel závislosti na obsazení	$F_O$	1,00	-
činitel konstantní osvětlenosti	$F_C$	1,00	-
přímé zadání měrné spotřeby elektřiny na umělé osvětlení		NE	
ztrátová energie pro řídicí systém		NE	
energie na nouzové osvětlení		NE	

#### 11) Počet osob:

Počet osob v zóně 1

provozní parametry			
podíl připadající čisté podlahové plochy $A_{f,int}$ [m <sup>2</sup> ] na jednu osobu	$f_{osoba}$	14	m <sup>2</sup> /os
podíl připadající čisté podlahové plochy $A_{f,int}$ [m <sup>2</sup> ] na jednu osobu		90,2	os

#### 12) Objem vzduchu v zóně $V_{int}$ :

Objem vzduchu v zóně 1

Objem vzduchu v zóně	$V_{int}$	4 309,5	m <sup>3</sup>
----------------------	-----------	---------	----------------



### 13) Typ větrání:

Typ větrání zóny 1

zóna řízeně větrána	ANO		
objemový tok větraného vzduchu (vztaženo k $V_{int}$ ) v provozní dobu VZT	$V_{nd,I}$	0,3	1/h
objemový tok větraného vzduchu (vztaženo k $V_{int}$ ) v neprovozní dobu VZT	$V_{nd,II}$	0,1	1/h
násobnost výměny vzduchu v zóně při tlakovém rozdílu 50 Pa mezi interiérem a exteriérem	$n_{50}$	0,40	1/h
činitel infiltrace pro zónu	$e$	0,02	-
činitel větrné expozice	$f$	20	-

VZT	1	VZT 1 - ADMINISTRATIVA		
procento časového úseku s nuceným větráním	-	70,83	%	
podíl větrání této VZT jednotky z požadovaného objemu větrání zóny	-	0	%	
měrný příkon ventilátorů VZT jednotky	$SFP_{ahu}$	960	Ws/m <sup>3</sup>	
elektrický příkon ostatních prvků systému nuceného větrání	$P_{el,V,aux}$	90,00	W	
váhový činitel regulace ventilátorů systému nuceného větrání	$f_{v,vent,ctrl}$	1,00	-	
účinnost zpětného získávání tepla	$\eta_{V,H,hr}$	80	%	
Popis VZT jednotky:				

#### 14) Neprůsvitné konstrukce:

Neprůsvitné konstrukce zóny 1

STN	13	SO1		
plocha konstrukce			<b>A</b>	471,43 m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce			<b>U</b>	0,140 W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			<b>U<sub>N</sub></b>	0,300 W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			ANO	
redukční činitel konstrukce			<b>b</b>	1,00 -
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí			<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	66,00 W/K
STN(z)	14	SPZ3		
plocha konstrukce			<b>A</b>	217,88 m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce			<b>U</b>	0,110 W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			<b>U<sub>N</sub></b>	0,450 W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			ANO	
redukční činitel konstrukce			<b>b</b>	viz 16) -
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí			<b>H<sub>tr,ig</sub></b>	viz 16) W/K
STN(z)	15	PS		
plocha konstrukce			<b>A</b>	102,83 m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce			<b>U</b>	0,110 W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			<b>U<sub>N</sub></b>	0,450 W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			ANO	
redukční činitel konstrukce			<b>b</b>	viz 16) -
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí			<b>H<sub>tr,ig</sub></b>	viz 16) W/K
PDL(z)	16	PDL		
plocha konstrukce			<b>A</b>	683,96 m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce			<b>U</b>	0,110 W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			<b>U<sub>N</sub></b>	0,450 W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			ANO	
redukční činitel konstrukce			<b>b</b>	viz 16) -
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí			<b>H<sub>tr,ig</sub></b>	viz 16) W/K
STR	17	ZELENÁ STŘECHA		
plocha konstrukce			<b>A</b>	672,46 m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce			<b>U</b>	0,080 W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			<b>U<sub>N</sub></b>	0,240 W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			ANO	

**14) Neprůsvitné konstrukce:**

redukční činitel konstrukce			<b>b</b>	1,00	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí			<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	53,80	W/K
<b>STN</b>	<b>18</b>	<b>SN2</b>			
plocha konstrukce			<b>A</b>	244,73	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce			<b>U</b>	0,090	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			<b>U<sub>N</sub></b>	1,050	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2			ANO		
redukční činitel konstrukce			<b>b</b>	0,00	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí			<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	0,00	W/K

**15) Nevytápěné prostory:**

**16) Výpis konstrukcí ve styku se zeminou:**

Výpis konstrukcí ve styku se zeminou zóny 1

Zóna nemá konstrukce ve styku se zeminou.

**17) Průsvitné konstrukce:**

Průsvitné konstrukce zóny 1

VYP	1	OKNO 1		
orientace konstrukce ke světovým stranám		jihovýchod		
plocha konstrukce		<b>A</b>	2,29	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce		<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		ANO		
redukční činitel tepelných ztrát konstrukce		<b>b</b>	1,00	-
celkový činitel prostupu solární energie		<b>g<sub>gl, kolmá</sub></b>	0,67	-
korekční činitel neprůsvitných částí výplně (rámu)		<b>f<sub>F</sub></b>	0,08	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí		<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	1,60	W/K
VYP	2	OKNO 2		
orientace konstrukce ke světovým stranám		jihovýchod		
plocha konstrukce		<b>A</b>	27,82	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce		<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		ANO		
redukční činitel tepelných ztrát konstrukce		<b>b</b>	1,00	-
celkový činitel prostupu solární energie		<b>g<sub>gl, kolmá</sub></b>	0,67	-
korekční činitel neprůsvitných částí výplně (rámu)		<b>f<sub>F</sub></b>	0,19	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí		<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	19,47	W/K
VYP	3	OKNO 3		
orientace konstrukce ke světovým stranám		jihovýchod		
plocha konstrukce		<b>A</b>	56,90	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce		<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		ANO		
redukční činitel tepelných ztrát konstrukce		<b>b</b>	1,00	-
celkový činitel prostupu solární energie		<b>g<sub>gl, kolmá</sub></b>	0,67	-
korekční činitel neprůsvitných částí výplně (rámu)		<b>f<sub>F</sub></b>	0,19	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí		<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	39,83	W/K
VYP	4	OKNO 4		
orientace konstrukce ke světovým stranám		jihovýchod		
plocha konstrukce		<b>A</b>	20,95	m <sup>2</sup>

**17) Průsvitné konstrukce:**

součinitel prostupu tepla konstrukce		<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		ANO		
redukční čísel tepelných ztrát konstrukce		<b>b</b>	1,00	-
celkový čísel prostupu solární energie		<b>g<sub>gl, kolmá</sub></b>	0,67	-
korekční čísel neprůsvitných částí výplně (rámu)		<b>f<sub>F</sub></b>	0,22	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí		<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	14,67	W/K
<b>VYP</b>	<b>5</b>	<b>OKNO 5</b>		
orientace konstrukce ke světovým stranám		jihovýchod		
plocha konstrukce		<b>A</b>	35,04	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce		<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		ANO		
redukční čísel tepelných ztrát konstrukce		<b>b</b>	1,00	-
celkový čísel prostupu solární energie		<b>g<sub>gl, kolmá</sub></b>	0,67	-
korekční čísel neprůsvitných částí výplně (rámu)		<b>f<sub>F</sub></b>	0,21	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí		<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	24,53	W/K
<b>VYP</b>	<b>6</b>	<b>OKNO 6</b>		
orientace konstrukce ke světovým stranám		jihovýchod		
plocha konstrukce		<b>A</b>	6,70	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce		<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		ANO		
redukční čísel tepelných ztrát konstrukce		<b>b</b>	1,00	-
celkový čísel prostupu solární energie		<b>g<sub>gl, kolmá</sub></b>	0,67	-
korekční čísel neprůsvitných částí výplně (rámu)		<b>f<sub>F</sub></b>	0,20	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí		<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	4,69	W/K
<b>VYP</b>	<b>7</b>	<b>OKNO 7</b>		
orientace konstrukce ke světovým stranám		jihovýchod		
plocha konstrukce		<b>A</b>	6,63	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce		<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2		ANO		
redukční čísel tepelných ztrát konstrukce		<b>b</b>	1,00	-

**17) Průsvitné konstrukce:**

celkový činitel prostupu solární energie				$g_{gl, kolmá}$	0,67	-
korekční činitel neprůsvitných částí výplně (rámu)				$f_F$	0,14	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí				$H_{tr,ie}$	4,64	W/K
<b>VYP</b>	<b>8</b>	<b>OKNO 8</b>				
orientace konstrukce ke světovým stranám				jihovýchod		
plocha konstrukce				<b>A</b>	6,63	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce				<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2				<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2				ANO		
redukční činitel tepelných ztrát konstrukce				<b>b</b>	1,00	-
celkový činitel prostupu solární energie				$g_{gl, kolmá}$	0,67	-
korekční činitel neprůsvitných částí výplně (rámu)				$f_F$	0,14	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí				$H_{tr,ie}$	4,64	W/K
<b>VYP</b>	<b>9</b>	<b>OKNO 9</b>				
orientace konstrukce ke světovým stranám				jihovýchod		
plocha konstrukce				<b>A</b>	30,60	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce				<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2				<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2				ANO		
redukční činitel tepelných ztrát konstrukce				<b>b</b>	1,00	-
celkový činitel prostupu solární energie				$g_{gl, kolmá}$	0,67	-
korekční činitel neprůsvitných částí výplně (rámu)				$f_F$	0,21	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí				$H_{tr,ie}$	21,42	W/K
<b>VYP</b>	<b>10</b>	<b>OKNO 10</b>				
orientace konstrukce ke světovým stranám				severozápad		
plocha konstrukce				<b>A</b>	19,40	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce				<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2				<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2				ANO		
redukční činitel tepelných ztrát konstrukce				<b>b</b>	1,00	-
celkový činitel prostupu solární energie				$g_{gl, kolmá}$	0,67	-
korekční činitel neprůsvitných částí výplně (rámu)				$f_F$	0,17	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí				$H_{tr,ie}$	13,58	W/K
<b>VYP</b>	<b>11</b>	<b>OKNO 11</b>				



**17) Průsvitné konstrukce:**

orientace konstrukce ke světovým stranám		severozápad	
plocha konstrukce	<b>A</b>	20,95	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce	<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2	<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2	ANO		
redukční činitel tepelných ztrát konstrukce	<b>b</b>	1,00	-
celkový činitel prostupu solární energie	<b>g<sub>gl, kolmá</sub></b>	0,67	-
korekční činitel neprůsvitných částí výplně (rámu)	<b>f<sub>F</sub></b>	0,22	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí	<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	14,67	W/K
<b>VYP</b>	<b>12</b>	<b>OKNO 12</b>	
orientace konstrukce ke světovým stranám		severozápad	
plocha konstrukce	<b>A</b>	28,08	m <sup>2</sup>
součinitel prostupu tepla konstrukce	<b>U</b>	0,700	W/m <sup>2</sup> K
požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2	<b>U<sub>N</sub></b>	1,500	W/m <sup>2</sup> K
splněn požadovaný součinitel prostupu tepla konstrukce dle ČSN 73 0540-2	ANO		
redukční činitel tepelných ztrát konstrukce	<b>b</b>	1,00	-
celkový činitel prostupu solární energie	<b>g<sub>gl, kolmá</sub></b>	0,67	-
korekční činitel neprůsvitných částí výplně (rámu)	<b>f<sub>F</sub></b>	0,19	-
měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí	<b>H<sub>tr,ie</sub></b>	19,66	W/K

Pro níže uvedené koeficienty zastínění pevnými překážkami platí:  $F_{sh,0} = F_{sh,0,hor I} \cdot F_{sh,0,hor II} \cdot F_{sh,0,ver}$

Pro níže uvedené koeficienty zastínění pohyblivými překážkami platí:  $F_{sh,gl} = (1,00 \cdot (100 - Sh) + F_{sh,gl,type} \cdot Sh) / 100$

Pro výsledný koeficient zastínění výplně platí:  $F_{sh} = F_{sh,gl} \cdot F_{sh,0}$

Dolní index "H" značí uvažované zastínění pro režim vytápění, dolní index "C" značí uvažované zastínění pro režim chlazení

$F_{sh,0}$  - průměrný roční podíl zastínění výplně pevnými překážkami pro cca 50° s.š., hodnota 1.00 = bez zastínění, 0.00 = plně stíněná

$F_{sh,0,hor I}$  - průměrný roční podíl zastínění výplně pevnou průběžnou horizontální překážkou pro cca 50° s.š. na základě úhlu  $\alpha$

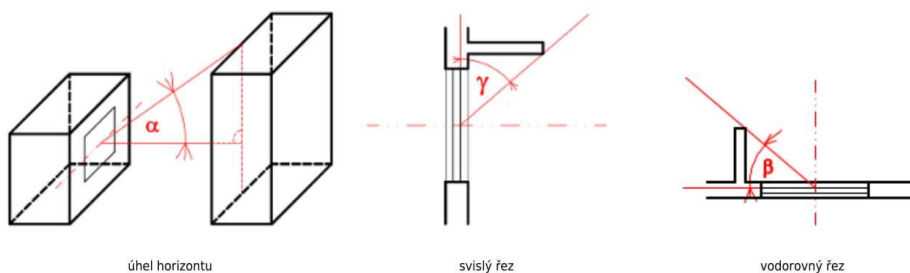
$F_{sh,0,hor II}$  - průměrný roční podíl zastínění výplně pevnou průběžnou horizontální překážkou pro cca 50° s.š. na základě úhlu  $\gamma$

$F_{sh,0,ver}$  - průměrný roční podíl zastínění výplně pevnou průběžnou vertikální překážkou pro cca 50° s.š. na základě úhlu  $\beta$

$F_{sh,gl}$  - průměrný podíl zastínění výplně pohyblivými překážkami pro daný měsíc, hodnota 1.00 = bez zastínění, 0.00 = plně stíněná

$F_{sh,gl,type}$  - podíl solární tepelné propustnosti použitého stínícího prvku, hodnota 1.00 = bez stínění (plně propustná), 0.00 = plně nepropustná

sh - průměrný procentní podíl (%) pokrytí výplně pohyblivým stínícím prvkem pro daný měsíc



VÝPIS ZASTÍNĚNÍ VÝPLNÍ - měsíce												
-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

VÝPIS ZASTÍNĚNÍ VÝPLNÍ HODNOCENÉ BUDOVY
---

Zóna Z1 - Budova C - administrativa a vzdělávání													
Označení - název výplně, orientace výplně, sklon výplně	pevné objekty:			F <sub>sh,O,hor I</sub> α° => (-)			F <sub>sh,O,hor II</sub> γ° => (-)			F <sub>sh,O,ver</sub> β° => (-)			F <sub>sh,O</sub> (-)
	pohyblivé stínění:			název stínícího prvku									F <sub>sh,O,type</sub> (-)

VYP 1 - OKNO 1, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							0° => 1	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 2 - OKNO 2, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 3 - OKNO 3, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							10° => 0,96	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 4 - OKNO 4, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							10° => 0,96	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000



VYP 5 - OKNO 5, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							10° => 0,96	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>c</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,c</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,c</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 6 - OKNO 6, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>c</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,c</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,c</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 7 - OKNO 7, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>c</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,c</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,c</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 8 - OKNO 8, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>c</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,c</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,c</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 9 - OKNO 9, orientace: jihovýchod, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>c</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,c</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,c</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 10 - OKNO 10, orientace: severozápad, sklon: 90°							20° => 0,97	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 11 - OKNO 11, orientace: severozápad, sklon: 90°							-	-	-	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VYP 12 - OKNO 12, orientace: severozápad, sklon: 90°							20° => 0,97	0° => 1	0° => 1	1,000		
							VENKOVNÍ ŽALUZIE			0,150		
sh <sub>C</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
F <sub>sh,C</sub> (-)	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
sh <sub>H</sub> (%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
F <sub>sh,gl,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
F <sub>sh,H</sub> (-)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

VÝPIS ZASTÍNĚNÍ VÝPLŇÍ U REFERENČNÍ BUDOVOVY												
Referenční výplň, orientace: dtto HOD, sklon: dtto HOD							dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD		
							referenční clona			F <sub>sh,gl,type,R</sub> = 0,500		
sh <sub>C,R</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C,R</sub> (-)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
F <sub>sh,C,R</sub> (-)	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$
sh <sub>H,R</sub> (%)	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD
F <sub>sh,gl,H,R</sub> (-)	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD
F <sub>sh,H,R</sub> (-)	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD

VÝPIS ZASTÍNĚNÍ VÝPLŇÍ U NOVÉ REFERENČNÍ BUDOVOVY												
Referenční výplň, orientace: dtto HOD, sklon: dtto HOD							dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD		
							referenční clona			F <sub>sh,gl,type,R</sub> = 0,500		
sh <sub>C,R</sub> (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
F <sub>sh,gl,C,R</sub> (-)	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
F <sub>sh,C,R</sub> (-)	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$	$\frac{F_{sh,gl,C,R}}{F_{sh,O}}$
sh <sub>H,R</sub> (%)	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD
F <sub>sh,gl,H,R</sub> (-)	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD
F <sub>sh,H,R</sub> (-)	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD	dtto HOD

**18) Linerární a bodové tepelné vazby**

Přirážka na tepelné vazby zóny 1

paušální přirážka absolutní hodnotou na tepelné vazby	$\Delta U_{em}$	0,02	W/m <sup>2</sup> K
---	-----------------	------	--------------------

**19) Celkové tepelné ztráty po měsících**

zóna 1

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
tepelné ztráty (bez tepelných zisků) po měsících [kWh/měsíc]	8 892	9 476	8 728	3 380	0	0	0	0	1 088	4 627	7 057	8 898
tepelné ztráty (bez tepelných zisků) po měsících [Gj/měsíc]	32,01	34,11	31,42	12,17	0,00	0,00	0,00	0,00	3,92	16,66	25,40	32,03

**20) Celkové solární tepelné zisky po měsících**

zóna 1

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
solární tepelné zisky po měsících [kWh/měsíc]	2 137	3 986	6 110	14 791	14 091	9 368	10 712	14 373	10 925	9 760	6 286	2 362
solární tepelné zisky po měsících [Gj/měsíc]	7,69	14,35	21,99	53,25	50,73	33,73	38,56	51,74	39,33	35,14	22,63	8,50

**21) Celkové vnitřní tepelné zisky po měsících**

zóna 1

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
celkové vnitřní tepelné zisky po měsících [kWh/měsíc]	4 320	3 838	4 069	3 856	3 891	3 751	3 865	3 891	3 866	4 064	4 060	4 310
celkové vnitřní tepelné zisky po měsících [Gj/měsíc]	15,55	13,82	14,65	13,88	14,01	13,50	13,91	14,01	13,92	14,63	14,62	15,51

## 22) Celkové tepelné zisky po měsících

zóna 1

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
celkové tepelné zisky po měsících [kWh/měsíc]	6 457	7 824	10 178	18 646	17 982	13 119	14 576	18 264	14 791	13 824	10 346	6 672
celkové vnitřní tepelné zisky po měsících [G]/měsíc]	23,25	28,17	36,64	67,13	64,74	47,23	52,47	65,75	53,25	49,77	37,25	24,02

## 23) Stupeň využití tepelných zisků

zóna 1

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
stupeň využití celkových tepelných zisků po měsících [-]	0,997	0,988	0,842	0,185	1,000	- 3,843	1,000	- 0,005	0,032	0,335	0,681	0,997

## 24) Celkové tepelné ztráty po měsících

zóna 1

měsíc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
potřeba tepla na vytápění po měsících [kWh/měsíc]	2 455	1 742	161	0	0	0	0	0	618	0	0	2 026
potřeba tepla na vytápění po měsících [G]/měsíc]	8,84	6,27	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	0,00	7,29

## 25) Měrná roční potřeba tepla na vytápění

roční potřeba tepla na vytápění	$Q_{H,nd}$	7001	kWh/rok
roční potřeba tepla na vytápění	$Q_{H,nd}$	25,20	GJ/rok
měrná roční potřeba tepla na vytápění	$E_A$	5	kWh/m <sup>2</sup> rok
měrná roční potřeba tepla na vytápění	$E_A$	0,02	GJ/m <sup>2</sup> rok

## 26a) Celkový tepelný tok prostupem obálky budovy

celkový tepelný tok prostupem obálky budovy	$H_T$	387,28	W/K
---	-------	--------	-----

## 26b) Celkový tepelný tok větráním

celkový tepelný tok větráním	$H_V$	219,81	W/K
------------------------------	-------	--------	-----

**27a) Celková plocha obálky budovy**

celková plocha obálky budovy	<b>A</b>	2 655,28	m <sup>2</sup>
------------------------------	----------	----------	----------------

**27b) Objem budovy**

objem budovy	<b>V</b>	5 070,00	m <sup>3</sup>
--------------	----------	----------	----------------

**27c) Objemový faktor tvaru budovy**

objemový faktor tvaru budovy	<b>A/V</b>	0,52	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
------------------------------	------------	------	--------------------------------

**28) Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy**

průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	<b>U<sub>em</sub></b>	0,16	W/m <sup>2</sup> K
--	-----------------------	------	--------------------

**29) Referenční průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb.**

referenční průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy	<b>U<sub>em,R</sub></b>	0,27	W/m <sup>2</sup> K
---	-------------------------	------	--------------------

**29b) Referenční měrná potřeba tepla na vytápění**

referenční měrná roční potřeba tepla na vytápění	<b>E<sub>A,R</sub></b>	5	kWh/m <sup>2</sup> rok
--	------------------------	---	---------------------------

**PROTOKOL VÝPOČTU MĚRNÉ NEOBNOVITELNÉ PRIMÁRNÍ ENERGIE**

-

**HODNOCENÁ BUDOVA**

**30) Dodaná a pomocná energie na vytápění, chlazení, úpravu vlhkosti, nucené větrání, osvětlení, přípravu teplé vody**

výčet dodaných energií	vytápění	chlazení	nucené větrání	úprava vlhkosti vzduchu	příprava teplé vody	osvětlení
	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
dodaná energie pro spotřebu	9 147,2	3 661,0	7 377,1	0,00	4 193,7	8 376,0
dodaná energie pro pomocné systémy	372,62	1,76	649,75	0,00	1 244,1	-
dodaná energie celkem pro místo spotřeby	9 519,8	3 662,8	8 026,8	0,00	5 437,8	8 376,0
dodaná energie celkem pro objekt	35 023					

výčet dodaných měrných energií	vytápění	chlazení	nucené větrání	úprava vlhkosti vzduchu	příprava teplé vody	osvětlení
	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	[kWh/m <sup>2</sup> rok]
měrná dodaná energie pro spotřebu	6,44	2,58	5,19	0,00	2,95	5,90
měrná dodaná energie pro pomocné systémy	0,26	0,00	0,46	0,00	0,88	-
měrná dodaná energie celkem pro místo spotřeby	6,70	2,58	5,65	0,00	3,83	5,90
měrná dodaná energie celkem pro objekt	24,65					

**31) Rozdělení dodané energie na vytápění, chlazení, úpravu vlhkosti, nucené větrání, přípravu teplé vody a pomocné energie podle energonositelů, k nim přiřazené faktory primární energie a výsledné hodnoty neobnovitelné primární energie**

účel spotřeby energie	rozdělení dodané energie pro spotřebu a pomocnou energii	energonositel	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]					
vytápění	7 125,8	Slunce, energie prostředí	1,00	0,00	7 125,8	0,00
	2 021,4	elektrická energie	3,20	3,00	6 468,4	6 064,1
pomocná energie	372,62	elektrická energie	3,20	3,00	1 192,4	1 117,9
chlazení	3 661,0	elektrická energie	3,20	3,00	11 715	10 983
pomocná energie	1,76	elektrická energie	3,20	3,00	5,64	5,29
nucené větrání	7 377,1	elektrická energie	3,20	3,00	23 607	22 131
pomocná energie	649,75	elektrická energie	3,20	3,00	2 079,2	1 949,3
úprava vlhkosti	-	-	-	-	-	-
pomocná energie	-	-	-	-	-	-
příprava teplé vody	2 407,0	Slunce, energie prostředí	1,00	0,00	2 407,0	0,00
	1 786,7	elektrická energie	3,20	3,00	5 717,3	5 360,0
pomocná energie	1 244,1	elektrická energie	3,20	3,00	3 981,2	3 732,3
osvětlení	8 376,0	elektrická energie	3,20	3,00	26 803	25 128
pomocná energie	-	-	-	-	-	-
<b>celkem</b>	<b>35 023</b>	-	-	-	<b>91 102</b>	<b>76 471</b>



Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	25 490,42	3,2	3,0	81 569,33	76 471,25
Slunce, energie prostředí	9 532,82	1,0	0,0	9 532,82	0,00
<b>Celkem</b>	<b>35 023,23</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>91 102,15</b>	<b>76 471,25</b>

Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie	[%]	16,06
--	-----	-------

### 32) Měrná neobnovitelná primární energie za rok

Měrná neobnovitelná primární energie	$E_{D,NA}$	54	kWh/m <sup>2</sup> rok
--------------------------------------	------------	----	------------------------

Poznámka: Energeticky vztažná podlahová plocha  $A_c$  hodnocené budovy - viz bod 6) Protokolu měrné potřeby tepla na vytápění



REFERENČNÍ BUDOVA

**33) Dodaná a pomocná energie na vytápění, chlazení, úpravu vlhkosti, nucené větrání, osvětlení, přípravu teplé vody**

výčet dodaných energií	vytápění	chlazení	nucené větrání	úprava vlhkosti vzduchu	příprava teplé vody	osvětlení
	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
dodaná energie pro spotřebu	12 087	13 140	13 448	0,00	5 669,3	114 067
dodaná energie pro pomocné systémy	239,71	8,25	721,00	0,00	1 258,1	-
dodaná energie celkem pro místo spotřeby	12 327	13 148	14 169	0,00	6 927,4	114 067
dodaná energie celkem pro objekt	160 638					

výčet dodaných měrných energií	vytápění	chlazení	nucené větrání	úprava vlhkosti vzduchu	příprava teplé vody	osvětlení
	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	[kWh/m <sup>2</sup> rok]	[kWh/m <sup>2</sup> rok]
měrná dodaná energie pro spotřebu	8,51	9,25	9,47	0,00	3,99	80,29
měrná dodaná energie pro pomocné systémy	0,17	0,01	0,51	0,00	0,89	-
měrná dodaná energie celkem pro místo spotřeby	8,68	9,25	9,97	0,00	4,88	80,29
měrná dodaná energie celkem pro objekt	113,07					

**34) Rozdělení dodané energie na vytápění, chlazení, úpravu vlhkosti, nucené větrání, přípravu teplé vody a pomocné energie podle energonositelů, k nim přiřazené faktory primární energie a výsledné hodnoty neobnovitelné primární energie**

účel spotřeby energie	rozdělení dodané energie pro spotřebu a pomocnou energii	energonositel	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]					
vytápění	12 087	referenční energonositel	-	1,10	-	13 296
pomocná energie	239,71	referenční energonositel	-	3,00	-	719,13
chlazení	13 140	referenční energonositel	-	3,00	-	39 420
pomocná energie	8,25	referenční energonositel	-	3,00	-	24,75
nucené větrání	13 448	referenční energonositel	-	3,00	-	40 343
pomocná energie	721,00	referenční energonositel	-	3,00	-	2 163,0
úprava vlhkosti	-	-	-	-	-	-
pomocná energie	-	-	-	-	-	-
příprava teplé vody	5 669,3	referenční energonositel	-	1,10	-	6 236,3
pomocná energie	1 258,1	referenční energonositel	-	3,00	-	3 774,4
osvětlení	114 067	referenční energonositel	-	3,00	-	342 201
pomocná energie	-	-	-	-	-	-
<b>celkem</b>	<b>160 638</b>	-	-	-	-	<b>403 360<sup>1)</sup></b>

Energonositel	Díličí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]				
referenční energonositel	142 881,82	-	3,0	-	385 780,90 <sup>1)</sup>
referenční energonositel	17 756,38	-	1,1	-	17 578,82 <sup>1)</sup>
<b>Celkem</b>	<b>160 638,20</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	-	<b>403 359,72<sup>1)</sup></b>

<sup>1)</sup> Tyto hodnoty jsou uvedeny včetně zahrnutí redukce neobnovitelné primární energie dle druhu budovy a typu referenční budovy dle tab. 5 v příloze 1 vyhlášky o ENB.

### 35) Měrná neobnovitelná primární energie za rok

Měrná neobnovitelná primární energie	$E_{pN,A}$	284	kWh/m <sup>2</sup> rok
--------------------------------------	------------	-----	------------------------

Poznámka: Energeticky vztažná podlahová plocha  $A_c$  hodnocené budovy - viz bod 6) Protokolu měrné potřeby tepla na vytápění

### 36) Hodnocení a klasifikace budovy dle vyhlášky 78/2013Sb.

#### požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em} (U_{em} = H_i/A)$	Referenční hodnota $U_{em,R} (U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$	Splněno
	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,16	0,27	ANO

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b).

klasifikace průměrného součinitele prostupu tepla	A
---	---

#### požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	160 638,20	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		35 023,23		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	113,07		
(9)	Hodnocená budova		24,65		

klasifikace celkové dodané energie	A
------------------------------------	---

#### požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	403 359,72	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		76 471,25		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m <sup>2</sup> )	[kWh/(m <sup>2</sup> rok)]	283,91		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m <sup>2</sup> )		53,82		

klasifikace neobnovitelné primární energie	A
--	---

## 2 VARIANTA A – ZMĚNA DISTRIBUČNÍCH ELEMENTŮ A VZT JEDNOTKY

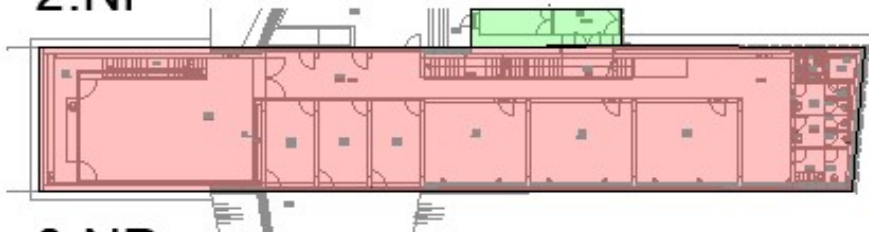
Ve variantě A je na stávající znovu naddimenzovaný rozvod provedena úprava distribučních elementů dle prvního požadavku architekta. Požadavkem bylo použití textilních vyústek pro přívod i odvod vzduchu z kancelářských prostor. Dále je v projektu změněna jednotka na rekuperační jednotku společnosti REMAK. V sociálním zázemí přednáškového sálu se nachází malá podstropní rekuperační jednotka s deskovým výměníkem obsluhující tyto prostory. V této části tato jednotka není měněna a je ponechána ve stávajícím stavu.

### 2.1 Řešená část objektu

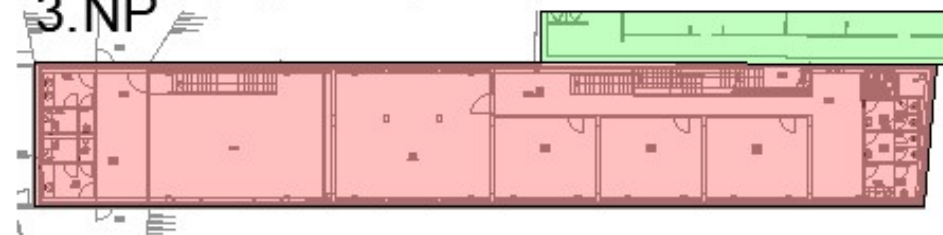
1.NP



2.NP



3.NP



LEGENDA:

- Řešená část objektu budovy C
- Vstup do budovy C přes budovu B
- Retrofitovaná budova B

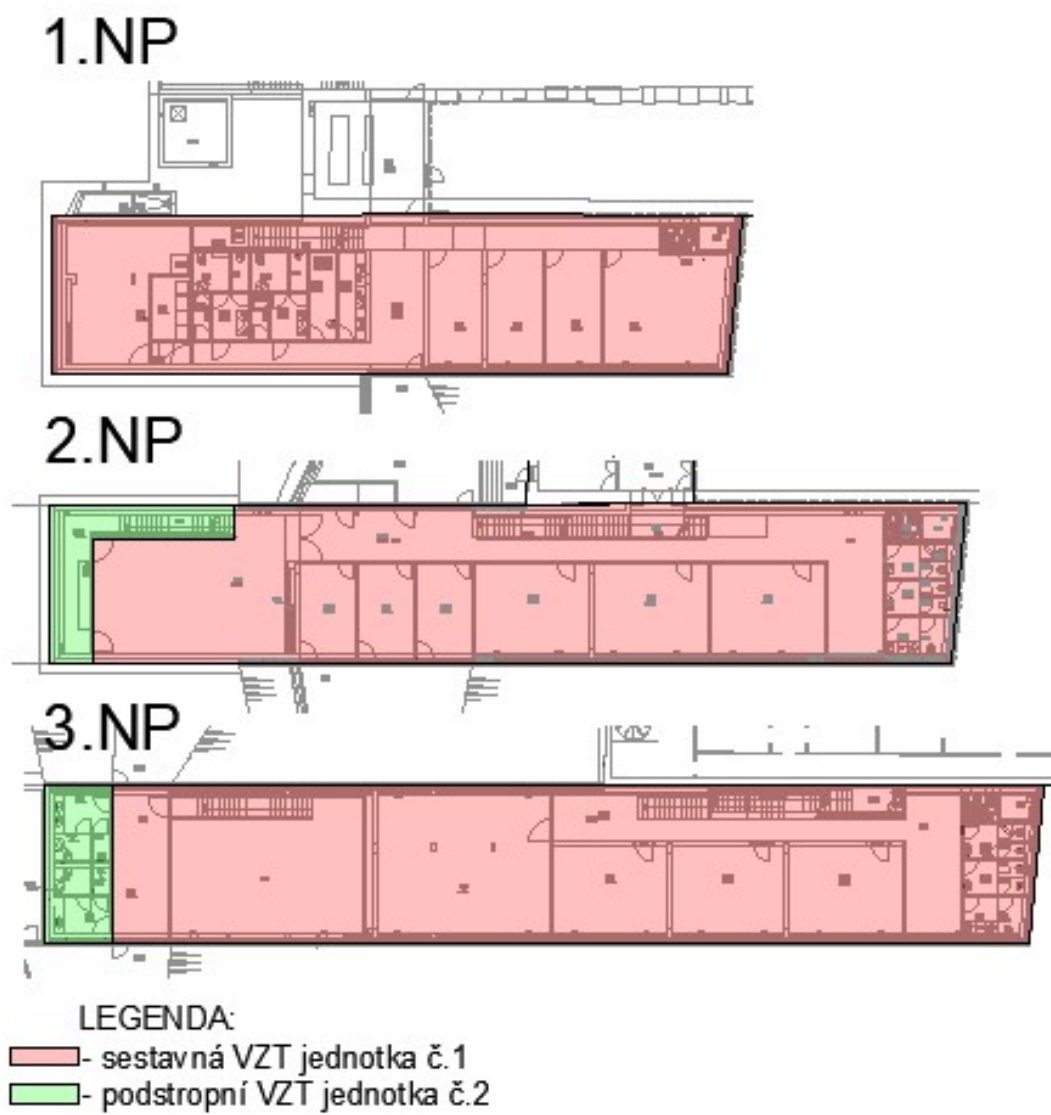
## 2.2 Tabulka místností a průtoky vzduchu, zátěže

NP	Č. MÍSTNOSTI	Č. ZARÍZENÍ	NÁZEV	PLOCHA (m²)	SV. VÝŠKA (m)	Zima		Léto		Zadávací parametry vzduchu						Návrh průtoků vzduchu			Tepebné zátěže		Návrh průtoků vzduchu se zahrnutím tlakových poměrů		Chlad VZT		VTP			
						t <sub>i</sub> (°C)	t <sub>pr</sub> (°C)	φ (%)	t <sub>i</sub> (°C)	t <sub>pr</sub> (°C)	φ (%)	Δt léto	Výleška	Umyvadlo/pisoár	WC	Sprcha	Vana	Vyměna vzduchu	možství vzduchu/osobu	Počet osob	minimální množství	návrhové množství pro zařízení přívod	návrhové množství pro zařízení odvod	vysledná výměna vzduchu		Tepebné ztráty	Tepebné zisky	m³/hod
1.NP	1.01		Vstup v budově B	33,30	2,76	20	20	40-60	28	20	40-60	8	1					100	100	100	175	2	660	1380	200	539	0	0
	1.02		Komunikace	20,15	2,76									25	3		75	75	0	1	233	910	75	0	175	0	1380	660
	1.05		Kancelář	20,15	2,76									25	3		75	75	0	1	220	910	75	0	175	0	708	233
	1.06		Kancelář	20,15	2,76									25	3		75	75	0	1	233	910	75	0	175	0	708	220
	1.07		Kancelář	42,33	2,76									25	6		150	150	0	1	780	2210	150	0	404	1806	708	233
	1.08		WC	3,86	2,76								1	1			80	0	50	5	10	60	0	50	0	60	10	10
	1.09		WC	1,84	2,76												50	0	50	10	10	30	0	50	0	30	10	10
	1.11		WC	3,86	2,76									1	1		80	0	50	5	10	60	0	50	0	60	10	10
	1.12		WC	1,84	2,76												50	0	50	10	10	30	0	50	0	30	10	10
	1.13		Uklídková komora	7,75	2,76												30	50	50	2	20	120	50	50	135	135	-15	20
	1.14		Kuchyně	7,75	2,76												110	0	150	19	10	50	0	150	0	50	10	10
	1.15		Koupelna	2,90	2,76												60	0	60	4	20	100	0	60	0	100	20	20
	1.16		Umývána	6,10	2,76												110	0	150	19	10	50	0	150	0	50	10	10
	1.17		Koupelna	2,90	2,76												60	0	60	4	20	100	0	60	0	100	20	20
	1.18		Umývána	6,10	2,76												162	0	200	1	310	1190	0	200	0	1190	310	310
	1.20		TZB-záření	58,80	2,76																							

Zařízení č.1. - Větrání 1.-3.NP se zpětným získáváním tepla



## 2.3 Rozdělení na funkční celky



## 2.4 Shrnutí součinitelů prostupu tepla konstrukcí a výplní otvorů

Součinitele prostupu tepla byly stanoveny dle ČSN 73 0540-2:2011. V této části diplomové práce je uvedeno pouze jejich shrnutí. Kompletní výpočet je uveden v příloze P4 této diplomové práce.

OKNA						
Orientace a azimut:	Jiho-východ			119,85°		
Název:	Typ	Plocha zasklení (m <sup>2</sup> )	Plocha rámu (m <sup>2</sup> )	Plocha (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	fr (-)
OKNO 1	Dřevěné okno - dvojsklo	2,10	0,19	2,29	0,7	0,08
OKNO 2	Dřevěné okno - dvojsklo	22,57	5,25	27,82	0,7	0,19
OKNO 3	Dřevěné okno - dvojsklo	46,20	10,70	56,90	0,7	0,19
OKNO 4	Dřevěné okno - dvojsklo	16,24	4,71	20,95	0,7	0,22
OKNO 5	Dřevěné okno - dvojsklo	27,61	7,43	35,04	0,7	0,21
OKNO 6	Dřevěné okno - dvojsklo	5,33	1,37	6,70	0,7	0,20
OKNO 7	Dřevěné okno - dvojsklo	5,69	0,94	6,63	0,7	0,14
OKNO 8	Dřevěné okno - dvojsklo	5,69	0,94	6,63	0,7	0,14
OKNO 9	Dřevěné okno - dvojsklo	24,10	6,50	30,60	0,7	0,21
Orientace a azimut:	Severo-západ			299,85°		fr (-)
OKNO 10	Dřevěné okno - dvojsklo	16,13	3,28	19,40	0,7	0,17
OKNO 11	Dřevěné okno - dvojsklo	16,37	4,58	20,95	0,7	0,22
OKNO 12	Dřevěné okno - dvojsklo	22,65	5,43	28,08	0,7	0,19
STAVEBNÍ KONSTRUKCE						
OZN.	NÁZEV			U (W/m <sup>2</sup> K)		
PdI-Z	Podlaha na terénu - kaučukový nášlap s pdl. Vytápěním			0,13		
PdI-P	Podlaha mezi podlažími			0,76		
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem			0,16		
SN2	Stěna neochlazovaná přiléhající k objektu B			0,11		
SPZ3	Obvodová stěna těžká ve styku s terénem			0,13		
PS	Paníží stěna			0,13		
Str	Zelená střecha			0,11		
SN3	Nepálená cihla tl. 200 mm			1,66		
SN4	Cihla plná pálená tl. 110 mm			2,15		
SN5	Cihla plná pálená tl. 145mm			1,97		
SN6	Cihla plná pálená tl. 200 mm			1,73		
SN7	Cihla plná pálená tl. 330 mm			1,35		
SN8	Železobetonová stěna výtahu tl. 200 mm			3,56		



## 2.5 Tepelné ztráty objektu

Místnost:	1.02-3.01 - Chodba a schodiště		tep. míst.-t <sub>i</sub>	20	°C		
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·e <sub>k</sub>
PDL1	Podlaha na terénu - kaučukový nášlap s pdl. Vytápěním	76,50	0,13	0,02	0,15	0,45	5,22
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	6,70	0,70	0,02	0,72	1,00	4,82
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	27,60	0,16	0,02	0,18	1,00	4,97
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	12,07	0,16	0,02	0,18	1,00	2,17
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	20,95	0,70	0,02	0,72	1,00	15,08
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	2,06	0,16	0,02	0,18	1,00	0,37
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	6,00	0,70	0,02	0,72	1,00	4,32
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	8,42	0,16	0,02	0,18	1,00	1,52
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	2,83	0,16	0,02	0,18	1,00	0,51
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	6,00	0,70	0,02	0,72	1,00	4,32
STR	Zelená střecha	98,80	0,11	0,02	0,13	1,00	12,84
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> =							<b>56,14</b>
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·b <sub>u</sub>
SN8	Železobetonová stěna výtahu tl. 200 mm	1,788	3,56	0,02	3,58	0,06	0,39
D	Dveře výtahu	1,8	1,20	0,00	1,20	0,06	0,13
SN8	Železobetonová stěna výtahu tl. 200 mm	1,788	3,56	0,02	3,58	0,06	0,39
D	Dveře výtahu	1,8	1,20	0,00	1,20	0,06	0,13
SN8	Železobetonová stěna výtahu tl. 200 mm	1,788	3,56	0,02	3,58	0,06	0,39
D	Dveře výtahu	1,8	1,20	0,00	1,20	0,06	0,13
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H <sub>T,iue</sub> =							<b>1,56</b>
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·f <sub>ij</sub>		
SN6	Cihla plná pálená tl. 200 mm	4,128	1,73	0,15	1,08		
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	3,600	0,7	0,15	0,38		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl.					H <sub>T,ij</sub> =	<b>1,46</b>	
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem H<sub>T,i</sub> = H<sub>T,ie</sub> + H<sub>T,iue</sub> + H<sub>T,ij</sub> + H<sub>T,ig</sub></b>						<b>59,16</b>	
θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)			
20,00	-13,00	33,00	59,2	<b>1952,44</b>			
<b>Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost</b>			<b>240</b>	<b>1960 W</b>			
Φ <sub>HL,i</sub> = Φ <sub>T,i</sub> + Φ <sub>V,i</sub> + Φ <sub>RH</sub> =				<b>660 W/NP</b>			

Místnost:	1.06	tep. míst.-t <sub>i</sub>	20	°C			
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·e <sub>k</sub>
PDL1	Podlaha na terénu - kaučukový nášlap s pdl. Vytápěním	23,30	0,13	0,02	0,15	0,45	1,59
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	6,00	0,70	0,02	0,72	1,00	4,32
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	3,66	0,16	0,02	0,18	1,00	0,66
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> =							<b>6,57</b>
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·b <sub>u</sub>
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H <sub>T,iue</sub> =							-
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·f <sub>ij</sub>		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H <sub>T,ij</sub> =							-
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem H<sub>T,i</sub> = H<sub>T,ie</sub> + H<sub>T,iue</sub> + H<sub>T,ij</sub> + H<sub>T,ig</sub></b>						<b>6,57</b>	
θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)			
20,00	-13,00	33,00	6,6	<b>216,73</b>			
<b>Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost</b>			<b>240</b>	220 W			
Φ <sub>HL,i</sub> = Φ <sub>T,i</sub> + Φ <sub>V,i</sub> + Φ <sub>RH</sub> =							

<b>Stanvení tepelných ztrát místností podle referenční místnosti 1.06</b>				
Referenční místnost:	č. 1.06	660 W / 23,3 m <sup>2</sup> =	9,44	W/m <sup>2</sup>
Číslo místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Tepelná ztráta (W)		
1.05	24,65	233		
1.07	24,65	233		
2.06	20,3	192		
2.07	20,3	192		
2.08	20,3	192		

Místnost:	1.08			tep. míst.-t <sub>i</sub>	20	°C	
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·e <sub>k</sub>
PDL1	Podlaha na terénu - kaučukový nášlap s pdl. Vytápěním	51,52	0,13	0,02	0,15	0,45	3,51
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	26,63	0,16	0,02	0,18	1,00	4,79
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	12,70	0,70	0,02	0,72	1,00	9,14
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> =						<b>17,45</b>	
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·b <sub>u</sub>
SN8	Železobetonová stěna výtahu tl. 200 mm	11,04	3,56	0,02	3,58	0,15	5,99
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H <sub>T,iue</sub> =						<b>5,99</b>	
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·f <sub>ij</sub>		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H <sub>T,ij</sub> =						-	
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem H<sub>T,i</sub> = H<sub>T,ie</sub> + H<sub>T,iue</sub> + H<sub>T,ij</sub> + H<sub>T,ig</sub></b>						<b>23,44</b>	
θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)			
20,00	-13,00	33,00	23,4	<b>773,47</b>			
<b>Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost</b>			<b>240</b>	<b>780 W</b>			
Φ <sub>HL,i</sub> = Φ <sub>T,i</sub> + Φ <sub>V,i</sub> + Φ <sub>RH</sub> =							

Místnost:	1.20	tep. míst.-t <sub>i</sub>	18	°C			
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·e <sub>k</sub>
PDL1	Podlaha na terénu - kaučukový nášlap s pdl. Vytápěním	55,30	0,13	0,02	0,15	0,45	3,77
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	36,98	0,16	0,02	0,18	0,45	3,03
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	16,56	0,16	0,02	0,18	1,00	2,98
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> =							<b>9,78</b>
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·b <sub>u</sub>
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H <sub>T,iue</sub> =							-
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·f <sub>ij</sub>		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H <sub>T,ij</sub> =							-
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem H<sub>T,i</sub> = H<sub>T,ie</sub> + H<sub>T,iue</sub> + H<sub>T,ij</sub> + H<sub>T,ig</sub></b>						<b>9,78</b>	
θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)			
18,00	-13,00	31,00	9,8	<b>303,09</b>			
<b>Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost</b>			<b>240</b>	<b>310 W</b>			
Φ <sub>HL,i</sub> = Φ <sub>T,i</sub> + Φ <sub>V,i</sub> + Φ <sub>RH</sub> =							

<b>Stanovení tepelných ztrát místností podle referenční místnosti 1.20</b>				
Referenční místnost:	č. 1.20	310 W / 55,3 m <sup>2</sup> =	5,61	W/m <sup>2</sup>
Číslo místnosti	Plocha (m <sup>2</sup> )	Tepelná ztráta (W)		
1.20a	17,4	98		

**Stanovení tepelných ztrát místností za využití okrajových podmínek**

Místnosti ve středu budovy (WC, kuchyňka, atd.) ztrácejí teplo znatelně pouze směrem do terénu. Proto tento výpočet zahrnuje pouze tento typ ztráty.

## Stanovení celkové ztráty podlahové plochy všech místností

Celková plocha:	63	m <sup>2</sup>
Teplota v interiéru	20	°C
Teplota zeminy	5	°C
Celkový součinitel prostupu tepla	0,15	W/m <sup>2</sup> K
Prostup tepla:	4,30	W/K
Celková tepelná ztráta podlahou	133	W

**ZÁVĚR:** Tepelná ztráta místnosti je takřka zanedbatelná a k jejímu vyhřátí stačí osvětlení nebo nadměrná teplota okolních konstrukcí. **Průměrná ztráta je 2W/m<sup>2</sup>.**

Místnost:		2.05		tep. míst.-t <sub>i</sub>	20	°C	
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·e <sub>k</sub>
STR	Zelená střecha	125,00	0,11	0,02	0,13	1,00	16,25
PDL1	Podlaha na terénu - kaučukový nášlap s pdl. Vytápěním	100,83	0,13	0,02	0,15	0,45	6,87
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	15,76	0,16	0,02	0,18	1,00	2,84
SPZ3	Obvodová stěna těžká ve styku s terémem	42,30	0,13	0,02	0,15	0,45	2,88
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	28,08	0,70	0,02	0,72	1,00	20,22
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	21,71	0,16	0,02	0,18	1,00	3,91
SPZ3	Obvodová stěna těžká ve styku s terémem	36,61	0,13	0,02	0,15	0,45	2,50
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	27,82	0,70	0,02	0,72	1,00	20,03
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> =							<b>75,50</b>
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·b <sub>u</sub>
SN4	Cihla plná pálená tl. 110 mm	74	2,15	0,02	2,17	0,15	24,33
D	Dveře výtahu	1,8	1,20	0,00	1,20	0,15	0,33
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H <sub>T,iue</sub> =							<b>24,66</b>
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·f <sub>ij</sub>		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H <sub>T,ij</sub> =							-
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem H<sub>T,i</sub> = H<sub>T,ie</sub> + H<sub>T,iue</sub> + H<sub>T,ij</sub> + H<sub>T,ig</sub></b>						<b>100,15</b>	
θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)			
20,00	-13,00	33,00	100,2	<b>3305,07</b>			
<b>Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost</b>			<b>240</b>	<b>3310 W</b>			
Φ <sub>HL,i</sub> = Φ <sub>T,i</sub> + Φ <sub>V,i</sub> + Φ <sub>RH</sub> =							

<b>Místnost:</b>		<b>2.09, 2.10, 2.11</b>			<b>tep. míst.-t<sub>i</sub></b>	<b>20</b>	<b>°C</b>
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·e <sub>k</sub>
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	6,17	0,16	0,02	0,18	1,00	1,11
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	12,60	0,70	0,02	0,72	1,00	9,07
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> =							<b>10,18</b>
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·b <sub>u</sub>
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H <sub>T,iue</sub> =							-
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·f <sub>ij</sub>		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H <sub>T,ij</sub> =							-
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem H<sub>T,i</sub> = H<sub>T,ie</sub> + H<sub>T,iue</sub> + H<sub>T,ij</sub> + H<sub>T,ig</sub></b>						<b>10,18</b>	
θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)			
20,00	-13,00	33,00	10,2	<b>336,01</b>			
<b>Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost</b>						<b>240</b>	
Φ <sub>HL,i</sub> = Φ <sub>T,i</sub> + Φ <sub>V,i</sub> + Φ <sub>RH</sub> =						<b>340 W</b>	
<b>POZNÁMKA:</b> Stejná tepelná ztráta platí i pro místnosti <b>3.12, 3.13, 3.14</b>							

Místnost:	03.XI		tep. míst.-t <sub>i</sub>	20	°C		
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	e <sub>k</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·e <sub>k</sub>
STR	Zelená střecha	91,80	0,11	0,02	0,13	1,00	11,93
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	8,68	0,16	0,02	0,18	1,00	1,56
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	19,20	0,70	0,02	0,72	1,00	13,82
SO1	Obvodová stěna těžká ve styku se vzduchem	8,68	0,16	0,02	0,18	1,00	1,56
O	Výplň otvoru (okno/dveře)	19,20	0,70	0,02	0,72	1,00	13,82
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí H <sub>T,ie</sub> =							<b>42,71</b>
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	ΔU	U <sub>kc</sub>	b <sub>u</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·b <sub>u</sub>
SN6	Cihla plná pálená tl. 200 mm	23,184	1,73	0,02	1,75	0,15	6,15
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor H <sub>T,iue</sub> =							<b>6,15</b>
<b>Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty</b>							
Stavební konstrukce a výplně otvorů							
Č.k.	Popis	A <sub>k</sub>	U <sub>k</sub>	f <sub>ij</sub>	A <sub>k</sub> ·U <sub>kc</sub> ·f <sub>ij</sub>		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. H <sub>T,ij</sub> =							-
<b>Celková měrná tepelná ztráta prostupem H<sub>T,i</sub> = H<sub>T,ie</sub> + H<sub>T,iue</sub> + H<sub>T,ij</sub> + H<sub>T,ig</sub></b>						<b>48,85</b>	
θ <sub>int,i</sub>	θ <sub>e</sub>	θ <sub>int,i</sub> - θ <sub>e</sub>	H <sub>T,i</sub>	Návrhová ztráta prostupem Φ <sub>T,i</sub> (W)			
20,00	-13,00	33,00	48,9	<b>1612,14</b>			
<b>Celkový návrhový tepelný výkon pro místnost</b>					<b>240</b>	<b>1620 W</b>	
Φ <sub>HL,i</sub> = Φ <sub>T,i</sub> + Φ <sub>V,i</sub> + Φ <sub>RH</sub> =							



**Stanovení tepelných ztrát místností za využití okrajových podmínek**

Místnosti na kraji budovy (WC, kuchyňka, atd.) ztrácejí teplo znatelně pouze směrem na stře-  
chu a exteriérovou stěnou. Proto tento výpočet zahrnuje pouze tento typ ztrát.

Stanovení celkové ztráty podlahové plochy všech místností		
Celková plocha podlahy:	27,9	m <sup>2</sup>
Celková plocha stěny:	27,0	m <sup>2</sup>
Teplota v interiéru	20	°C
Teplota exteriéru	-13	°C
Celkový součinitel prostupu tepla střechy	0,13	W/m <sup>2</sup> K
Celkový součinitel prostupu tepla stěny	0,18	W/m <sup>2</sup> K
Prostup tepla:	8,50	W/K
Celková tepelná ztráta	280	W

**ZÁVĚR:** Tepelná ztráta místnosti je takřka zanedbatelná a k jejímu vyhřátí stačí osvětlení  
nebo nadměrná teplota okolních konstrukcí. **Průměrná ztráta je 10 W/m<sup>2</sup>.**

**Stanovení tepelných ztrát místností za využití okrajových podmínek**

Sociální zázemí sálu (WC, umývárna, atd.) ztrácejí teplo znatelně pouze směrem na stře-  
chu a exteriérovou stěnou přiléhající k zemině a nevytápěnému prostoru. Proto tento výpočet za-  
hrnuje pouze tento typ ztrát.

Stanovení celkové ztráty podlahové plochy všech místností		
Celková plocha stěny přilehlé ke ext.:	21,3	m <sup>2</sup>
Celková plocha střechy:	34,1	m <sup>2</sup>
Celková plocha stěny přilehlé ke skladu:	24,4	m <sup>2</sup>
Teplota v interiéru	20	°C
Teplota exteriéru	-13	°C
Teplota ve skladu	5	°C
Celkový součinitel prostupu tepla střechy	0,13	W/m <sup>2</sup> K
Celkový součinitel prostupu tepla stěny	0,18	W/m <sup>2</sup> K
Celkový součinitel prostupu tepla pažící stěny	0,13	W/m <sup>2</sup> K
Prostup tepla:	12,08	W/K
Celková tepelná ztráta	399	W

**ZÁVĚR:** Tepelná ztráta místnosti je takřka zanedbatelná a k jejímu vyhřátí stačí osvětlení  
nebo nadměrná teplota okolních konstrukcí. **Průměrná ztráta je 12 W/m<sup>2</sup>.**

## 2.6 Tepelné zisky objektu

Stanovení tepelných zisků místností			
Všeobecné stanovení tepelných zisků sluneční radiací			
čas výpočtu (největší $l_0$ )		9	h
výška slunce $h$		46	°
sluneční azimut $\alpha$		110	°
sluneční deklinace $\delta$		23,5	°
sluneční radiace $I_0$	JV	511	W/m <sup>2</sup>
	SZ	117	W/m <sup>2</sup>
intenzita difúzní radiace $I_{0,dif}$		117	W/m <sup>2</sup>
azimut stěny $\gamma$	JV	135	°
	SV	45	°
	SZ	315	°
hloubka okna $c=d$		0,14	m
vodorovný stín $e_1$	JV	0,065	m
	SZ	celé okno ve stínu	
svislý stín $e_2$	JV	0,160	m
	SZ	celé okno ve stínu	
šířka rámu $g=f$		0,1	m
stínící součinitel		0,15	žaluzie
součinitel prostupu tepla oken	U	0,7	W/m <sup>2</sup> K
teplota interiéru $t_i$		28	°C
teplota exteriéru $t_e$	JV	47,4	°C
	SV	36	°C
	SZ	28,5	°C
průměrná teplota exteriéru $t_{rm}$	JV	30,2	°C
	SV	27,8	°C
	SZ	27,8	°C
výkon svítidel		15	W/m <sup>2</sup>
součinitel současnosti používání svítidel $c_1$		1	-
zbytkový součinitel $c_2$		1	-

Stanovení tepelných zisků pro jednotlivé místnosti											
Míst- nost	Plocha okna (m <sup>2</sup> ) SZ		Plocha okna (m <sup>2</sup> ) JV		Plocha st. (m <sup>2</sup> ) SZ	Plocha st. (m <sup>2</sup> ) SV	Plocha st. (m <sup>2</sup> ) JV	Plocha pdl (m <sup>2</sup> )	Počet osob 62W/ks	Techno- log. zátěž (W)	Osvět- lení 15 W/m <sup>2</sup>
	S	SoS	S	SoS							
1.02	0	0	6	5	0	0	30	39	5	0	590
1.05	0	0	4	3	0	0	5	20	3	150	302
1.06	0	0	4	3	0	0	5	20	3	150	302
1.07	0	0	4	3	0	0	5	20	3	150	302
1.08	0	0	13	11	0	18	6	42	6	300	635
1.09	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	58
1.10	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	28
1.11	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	58
1.12	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	28
1.13	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	116
1.14	0	0	0	0	0	0	0	8	2	150	116
1.15	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	44
1.16	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	92
1.17	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	44
1.18	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	92
1.19	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1500	92
1.20	0	0	0	0	0	0	0	59	0	300	882
2.01	19	17	6	5	46	0	3	88	0	0	1314
2.05	26	23	26	23	63	0	35	77	50	100	1155
2.06	0	0	6	5	0	0	3	17	8	200	258
2.07	0	0	6	5	0	0	3	17	8	200	258
2.08	0	0	6	5	0	0	3	17	8	200	258
2.09	0	0	11	9	0	0	8	33	6	300	490
2.10	0	0	13	11	0	0	6	33	6	300	490
2.11	0	0	11	9	0	0	8	33	6	300	489
2.12	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	51
2.13	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	23
2.14	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	22
2.15	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	51
2.16	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	21
2.17	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	20
2.18	0	0	0	0	0	0	6	4	2	150	57
2.19	0	0	0	0	0	8	5	3	0	0	41
3.01	0	0	6	5	9	0	3	57	0	0	848
3.11	19	17	19	17	11	0	11	76	12	400	1135
3.12	0	0	13	11	0	0	6	33	6	300	490
3.13	0	0	13	11	0	0	6	33	6	300	490
3.14	0	0	11	9	0	0	8	33	6	300	490
3.15	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	51
3.16	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	23
3.17	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	22
3.18	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	51
3.19	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	21
3.20	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	20
3.21	0	0	0	0	0	0	6	4	2	150	57
3.22	0	0	0	0	0	8	5	3	0	0	41
3.04	0	0	0	0	10	0	0	7	0	0	100
3.05	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	49
3.06	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	21
3.07	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	49
3.08	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	21
3.09	0	0	0	0	0	0	10	7	0	0	100

		Vyhodnocení tepelných zisků									
Míst-nost	OSV.	Te-pelné zisky od osob (W)	Tepelné zisky od technolo-gií (W)	Radi-ace okny SZ (W)	Radi-ace okny JV (W)	Kon-vekce okny SZ (W)	Kon-vekce okny JV (W)	Kon-vekce stěnou SZ (W)	Konvekce stěnou SV (W)	Kon-vekce stěnou JV (W)	Tep. Zátěž (W)
	15 W/m <sup>2</sup>										
1.02	590	248	0	0	357	0	84	0	0	92	1380
1.05	302	149	150	0	234	0	57	0	0	17	910
1.06	302	149	150	0	234	0	57	0	0	17	910
1.07	302	149	150	0	234	0	57	0	0	17	910
1.08	635	298	300	0	755	0	172	0	23	19	2210
1.09	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
1.10	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
1.11	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
1.12	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
1.13	116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120
1.14	116	99	150	0	0	0	0	0	0	0	370
1.15	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
1.16	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
1.17	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
1.18	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
1.19	92	0	1500	0	0	0	0	0	0	0	1600
1.20	882	0	300	0	0	0	0	0	0	0	1190
2.01	1314	0	0	292	357	7	84	4	0	11	2070
2.05	1155	2480	100	395	1569	9	353	5	0	109	6180
2.06	258	397	200	0	357	0	84	0	0	11	1310
2.07	258	397	200	0	357	0	84	0	0	11	1310
2.08	258	397	200	0	357	0	84	0	0	11	1310
2.09	490	298	300	0	638	0	147	0	0	25	1900
2.10	490	298	300	0	761	0	174	0	0	19	2050
2.11	489	298	300	0	638	0	147	0	0	25	1900
2.12	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
2.13	23	0	0	0	0	0	0	0	4	0	30
2.14	22	0	0	0	0	0	0	0	4	0	30
2.15	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
2.16	21	0	0	0	0	0	0	0	4	0	30
2.17	20	0	0	0	0	0	0	0	4	0	30
2.18	57	99	150	0	0	0	0	0	7	18	340
2.19	41	0	0	0	0	0	0	0	10	15	70
3.01	848	0	0	0	357	0	84	1	0	11	1300
3.11	1135	595	400	289	1140	7	258	1	0	34	3860
3.12	490	298	300	0	749	0	171	0	0	19	2030
3.13	490	298	300	0	749	0	171	0	0	19	2030
3.14	490	298	300	0	626	0	144	0	0	25	1890
3.15	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
3.16	23	0	0	0	0	0	0	0	4	0	30
3.17	22	0	0	0	0	0	0	0	4	0	30
3.18	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
3.19	21	0	0	0	0	0	0	0	4	0	30
3.20	20	0	0	0	0	0	0	0	4	0	30
3.21	57	99	150	0	0	0	0	0	0	18	330
3.22	41	0	0	0	0	0	0	0	10	15	70
3.04	100	0	0	0	0	0	0	1	0	0	110
3.05	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
3.06	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
3.07	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
3.08	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
3.09	100	0	0	0	0	0	0	0	0	30	140

## 2.7 Distribuční elementy

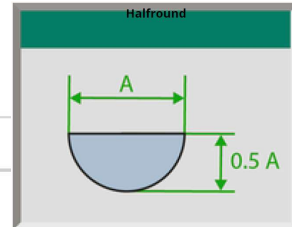
NP	Č. MÍSTNOSTI	Č. ZARÍZENÍ	NÁZEV	návrhové množství pro zařízení přívod	návrhové množství pro zařízení odvod	Přívodní element	Odvodní element
				m <sup>3</sup> /hod	m <sup>3</sup> /hod		
<b>Zařízení č.1 - Větrání 1.-3.NP se zpětným získáváním tepla</b>							
1.NP	1.01	1	Vstup v budově B	100	100	Talířový ventil ULA-A125R	Talířový ventil ULA-A125€
	1.02		Komunikace	180	175	Textilní výustka, Circular $\varnothing$ 100 mm	Textilní výustka, Square (100x100mm)
	1.05		Kancelář	75	0	Textilní výustka, Halfround $\varnothing$ 100 mm	-
	1.06		Kancelář	75	0	Textilní výustka, Halfround $\varnothing$ 100 mm	-
	1.07		Kancelář	75	0	Textilní výustka, Halfround $\varnothing$ 100 mm	-
	1.08		Kancelář	150	0	2 x Textilní výustka, Halfround $\varnothing$ 100 mm	-
	1.09		WC imob.	0	50	-	Talířový ventil ULA-A100€
	1.10		WC	0	50	-	Talířový ventil ULA-A100€
	1.11		WC imob.	0	50	-	Talířový ventil ULA-A100€
	1.12		WC	0	50	-	Talířový ventil ULA-A100€
	1.13		Úklidová komora	50	50	Talířový ventil HALTON BOS-100 $\varnothing$ 100 mm	Talířový ventil ULA-A100€
	1.14		Kuchyňka	50	50	Talířový ventil HALTON BOS-100 $\varnothing$ 100 mm	Talířový ventil ULA-A100€
1.15	Koupelna	0	150	-	Talířový ventil ULA-A200€		
1.16	Umývárna	0	60	-	Talířový ventil ULA-A100€		
1.17	Koupelna	0	150	-	Talířový ventil ULA-A200€		
1.18	Umývárna	0	60	-	Talířový ventil ULA-A100€		
1.20	TZB zázemí	0	200	-	Talířový ventil ULA-A200€		
2.NP	2.01	1	Komunikace	180	200	Textilní výustka, circular $\varnothing$ 100 mm	Textilní výustka, Square (100x100mm)
	2.05		Seminární sál	1500	1400	2x Textilní výustka, Square (170x170mm) (3,5+7m)	2x Textilní výustka, Square (170x170mm) (7+7m)
	2.06		Jednací místnost	200	200	Textilní výustka, Square (100x100mm)	Textilní výustka, Square (100x100mm)
	2.07		Jednací místnost	200	200	Textilní výustka, Square (100x100mm)	Textilní výustka, Square (100x100mm)
	2.08		Jednací místnost	200	200	Textilní výustka, Square (100x100mm)	Textilní výustka, Square (100x100mm)
	2.09		Kancelář	150	0	2 x Textilní výustka, Halfround $\varnothing$ 100 mm	-
	2.10		Kancelář	150	0	2 x Textilní výustka, Halfround $\varnothing$ 100 mm	-
	2.11		Kancelář	150	0	2 x Textilní výustka, Halfround $\varnothing$ 100 mm	-
	2.12		Umývárna	0	0	-	-
	2.13		WC	0	50	-	Talířový ventil ULA-A100€
	2.14		WC	0	80	-	Talířový ventil ULA-A100€
	2.15		Umývárna	0	0	-	-
2.16	WC	0	50	-	Talířový ventil ULA-A100€		
2.17	WC	0	80	-	Talířový ventil ULA-A100€		
2.18	Kuchyňka	50	0	Talířový ventil HALTON BOS-100 $\varnothing$ 100 mm	-		
2.19	Úklidová komora	0	50	-	Talířový ventil ULA-A100€		
3.NP	3.01	1	Komunikace	180	200	Textilní výustka, circular $\varnothing$ 100 mm	Textilní výustka, Square (100x100mm)
	3.11		Kancelář	300	300	Textilní výustka, Square (110x110mm)	Textilní výustka, Square (110x110mm)
	3.12		Kancelář	150	0	2 x Textilní výustka, Halfround $\varnothing$ 100 mm	-
	3.13		Kancelář	150	0	2 x Textilní výustka, Halfround $\varnothing$ 100 mm	-
	3.14		Kancelář	150	0	2 x Textilní výustka, Halfround $\varnothing$ 100 mm	-
	3.15		Umývárna	0	0	-	-
	3.16		WC	0	50	-	Talířový ventil ULA-A100€
	3.17		WC	0	80	-	Talířový ventil ULA-A100€
	3.18		Umývárna	0	0	-	-
	3.19		WC	0	50	-	Talířový ventil ULA-A100€
	3.20		WC	0	80	-	Talířový ventil ULA-A100€
	3.21		Kuchyňka	50	0	Talířový ventil HALTON BOS-100 $\varnothing$ 100 mm	-
3.22	Úklidová komora	0	50	-	Talířový ventil ULA-A100€		

## 2.7.1 Ukázka návrhu distribučních elementů a přefuků

Jako přívodní distribuční elementy byly voleny především textilní výustě značky Příhoda. Jako odvodní elementy byly také voleny textilní výustě čtvercového, či obdélníkového tvaru s výztuhami proti podtlaku. Dále byly jako odvodní elementy voleny především talířové ventily. Jako přefuky byly umísťovány mřížky do stěn či dveřních výplň otvorů.

### Přívodní elementy – textilní výustě

Airflow [m<sup>3</sup>/h]:

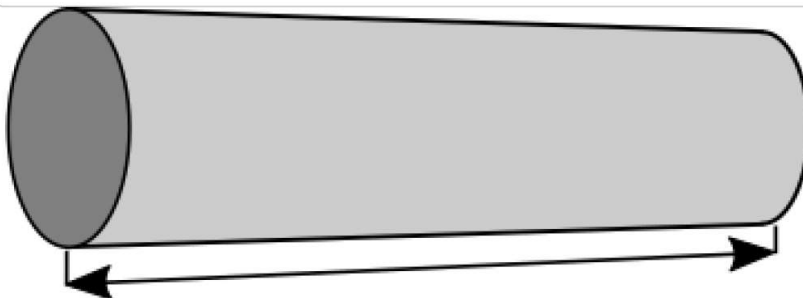
Size A [mm]:

Velocity [m/s]:

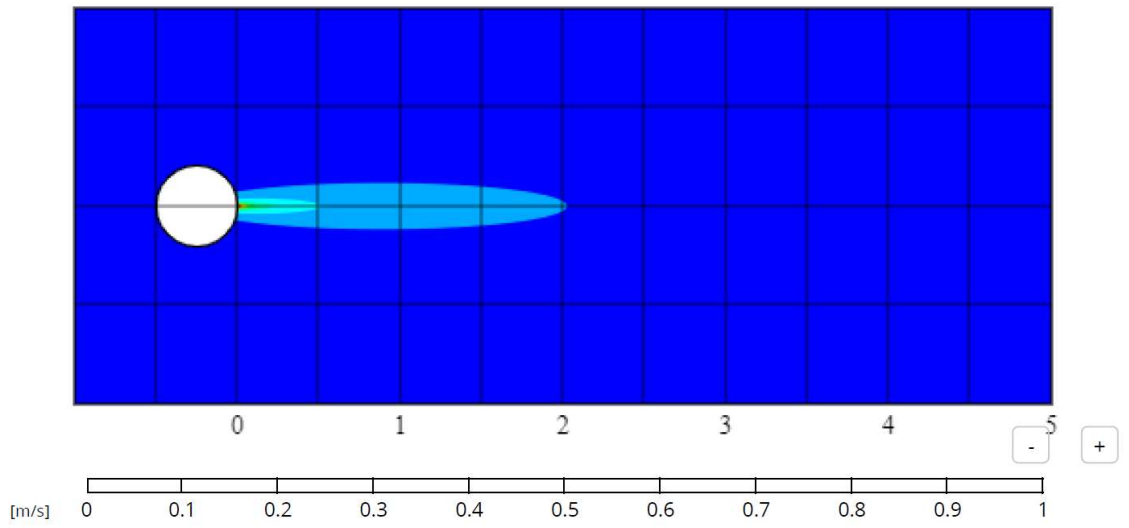
Pressure [Pa]:



Length [m]:

Angle [°]:

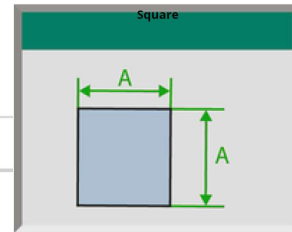
  
 



## Odvodní elementy – textilní výustě

Airflow [m<sup>3</sup>/h]:

100 500 1000 5k 10k 50k 100k



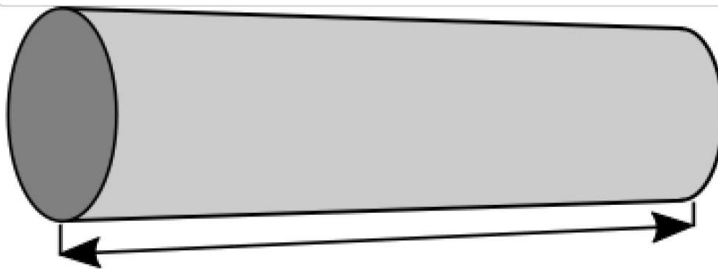
Size A [mm]:

100 250 500 700 1000 2.4k

Velocity [m/s]:

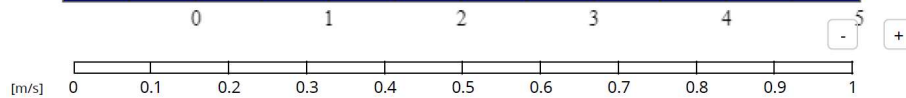
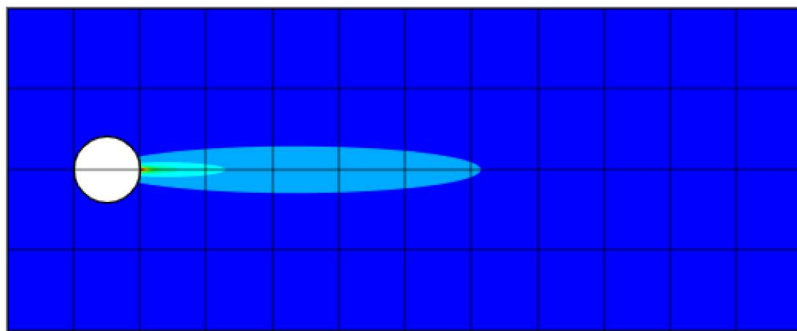
0.3 0.5 1 2.5 5 10 25 50

Pressure [Pa]:



Length [m]:

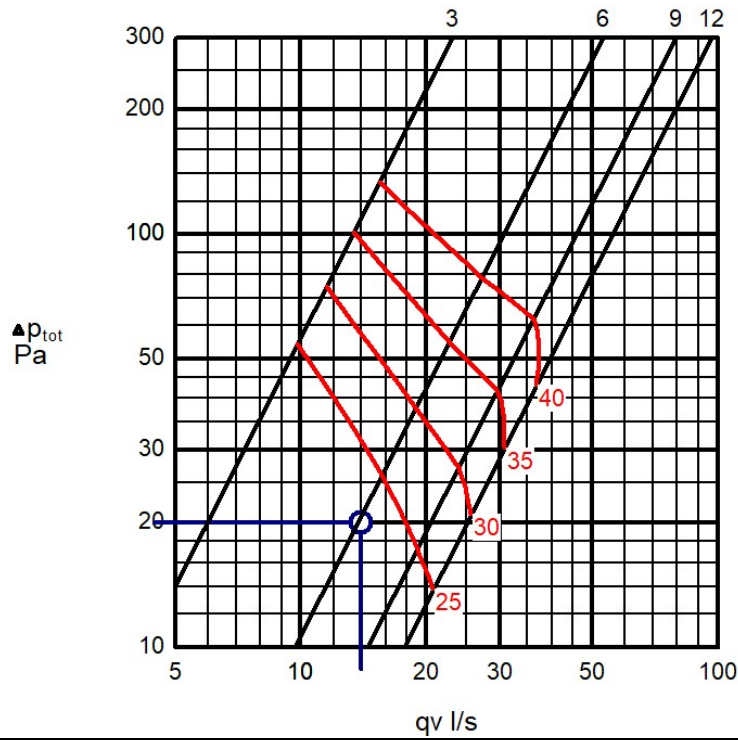
Angle [°]:





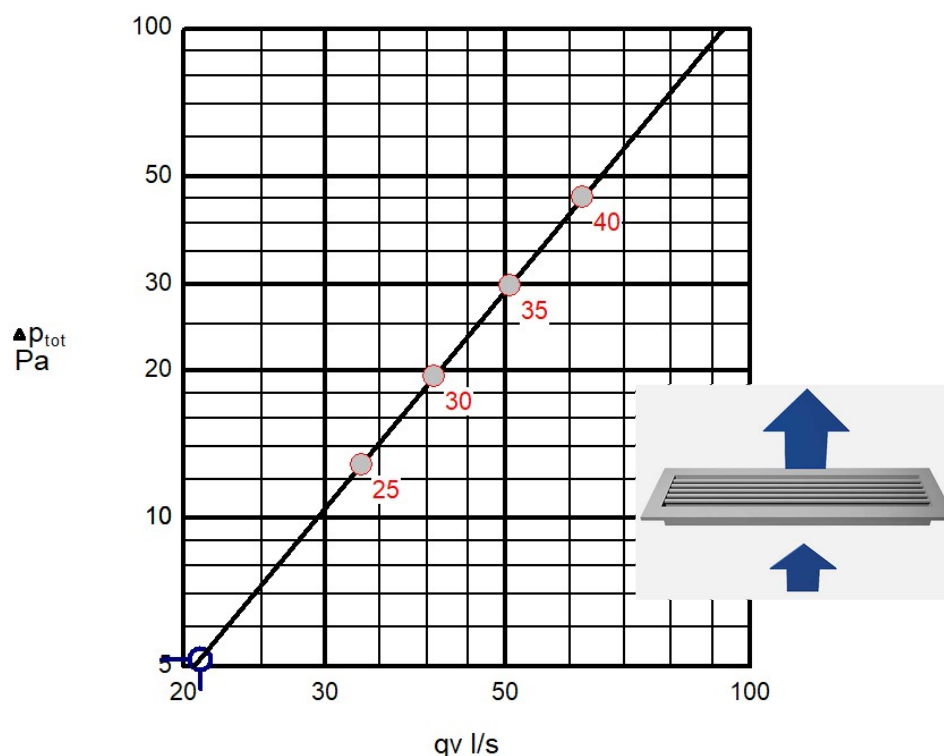
Odvodní elementy - Talířové ventily

ULA/A-100(E)							
Odvod						2005.10	
qv=14 l/s		Δp <sub>tot</sub> =20 Pa			a=6.2		
L <sub>p</sub> Are 10m <sup>2</sup> sab=22 dB(A)		L <sub>w</sub> =26 dB(A)		NR/NC=17/15			
L <sub>w</sub> dB							
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz
37	29	28	25	19	10	3	3



## Přefuky – přefukové mřížky

FLE/A-200-100							
Přívod						2009.04	
qv=21 l/s				Δp <sub>tot</sub> =5 Pa			
L <sub>p</sub> Are 10m <sup>2</sup> sab=14 dB(A)				L <sub>w</sub> =18 dB(A)		NR/NC=8/6	
L <sub>w</sub> dB							
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz
29	25	21	15	12	4	3	3



Ostatní návrhy distribučních elementů jsou zjednodušeně uvedeny v tabulce distribučních elementů.

## 2.8 Návrh vzduchotechnického rozvodu a vzduchotechnických jednotek

Návrh rozměrů vzduchotechnického rozvodu probíhal za pomoci metody stanovení předběžných rychlostí vzduchu v potrubí. Vzduchotechnické jednotky byly navrženy ve výpočtovém softwaru od AeroCAD od společnosti Remak.

## 2.8.1 Dimenzování potrubí

Z VÝKRESU		HODNOTY							POZNÁMKA	
č.	V	PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ					
		v'	S	d'	AxB		d	v	–	
–	m <sup>3</sup> /h	m/s	m <sup>2</sup>	m	m		m	m/s	–	
<b>PŘÍVOD: Zařízení č.1 - odbočka pravá strana OZ</b>										
1	4550	2,0	0,6	0,897	<b>0,800</b>	X	<b>0,800</b>	0,903	2,0	Sání z kanálu
2	4550	5,0	0,3	0,567	<b>0,500</b>	X	<b>0,500</b>	0,564	5,1	Vstup do jednotky
3	4550	5,0	0,3	0,567	<b>0,500</b>	X	<b>0,500</b>	0,564	5,1	Výstup z jednotky
4	4350	4,7	0,3	0,572	<b>0,500</b>	X	<b>0,500</b>	0,564	4,8	Dělení (budova B)
5	1950	4,4	0,1	0,396	<b>0,350</b>	X	<b>0,350</b>	0,395	4,4	Dělení (kolektor)
6	1395	4,1	0,1	0,347	<b>0,315</b>	X	<b>0,315</b>	0,356	3,9	Odbočka kanceláře 1.NP
7	715	3,8	0,1	0,258	<b>0,250</b>	X	<b>0,250</b>	0,282	3,2	Odbočka kanceláře 2.NP
8	715	3,5	0,1	0,269	<b>0,250</b>	X	<b>0,250</b>	0,282	3,2	Odbočka kanceláře 3.NP
8a	715	3,5	0,1	0,269	<b>0,250</b>			0,250	4,0	Přechod na spiro
9	665	3,2	0,1	0,271	<b>0,250</b>			0,250	3,8	Odbočka kuchyňka
10	485	2,9	0,0	0,243	<b>0,250</b>			0,250	2,7	Výustka chodba 3.NP
11	335	2,6	0,0	0,214	<b>0,200</b>			0,200	3,0	kancelář 2.11
12	185	2,3	0,0	0,169	<b>0,160</b>			0,160	2,6	kancelář 2.10
13	150	2,0	0,0	0,163	<b>0,160</b>			0,160	2,1	kancelář 2.09 - Text. V.
<b>PŘÍVOD: Zařízení č.1 - odbočka do vstupu v objektu B</b>										
4	4350	4,7	0,3	0,572	<b>0,500</b>	X	<b>0,500</b>	0,564	4,8	Dělení (budova B)
4a	200	3,4	0,0	0,145	<b>0,160</b>			0,160	2,8	Odbočka kuchyňka, sklad
4b	100	2,0	0,0	0,133	<b>0,125</b>			0,125	2,3	Výustka B
<b>PŘÍVOD: Zařízení č.1 - kuchyňka a sklad</b>										
4a	200	3,4	0,0	0,144	<b>0,160</b>			0,160	2,8	Odbočka kuchyňka, sklad
4ab	100	2,7	0,0	0,114	<b>0,125</b>			0,125	2,3	vyustka kuchyňka
4ac	50	2,0	0,0	0,094	<b>0,100</b>			0,100	1,8	vyustka sklad
<b>PŘÍVOD: Zařízení č.1 - kanceláře 1.NP</b>										
6	1395	4,1	0,1	0,347	<b>0,315</b>	X	<b>0,315</b>	0,356	3,9	Odbočka kanceláře 1.NP
6a	555	3,8	0,0	0,229	<b>0,250</b>			0,250	3,1	Odbočení do patra
6b	480	3,4	0,0	0,224	<b>0,250</b>			0,250	2,7	Vyústka 75 m <sup>3</sup> /h
6c	405	3,1	0,0	0,217	<b>0,250</b>			0,250	2,3	Vyústka 75 m <sup>3</sup> /h
6d	330	2,7	0,0	0,208	<b>0,200</b>			0,200	2,9	Vyústka 75 m <sup>3</sup> /h
6e	255	2,4	0,0	0,196	<b>0,200</b>			0,200	2,3	Vyústka 75 m <sup>3</sup> /h
6f	180	2,0	0,0	0,178	<b>0,180</b>			0,180	2,0	vyústka chodba 1.NP
<b>PŘÍVOD: Zařízení č.1 - odbočka levá strana OZ - kanceláře 2.NP</b>										
5	1950	4,4	0,1	0,396	<b>0,350</b>	X	<b>0,350</b>	0,395	4,4	Dělení (kolektor)
5a	2400	3,9	0,2	0,465	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	4,2	Odbočka levá strana OZ
5b	2100	3,4	0,2	0,465	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	3,5	Odbočka do 3.NP
5c	600	3,0	0,1	0,268	<b>0,200</b>			0,200	3,4	Odbočka do sálu
5d	400	2,5	0,0	0,239	<b>0,200</b>			0,200	3,3	Kancelář 2.NP
5e	200	2,0	0,0	0,188	<b>0,180</b>			0,180	2,2	Kancelář 2.NP
<b>PŘÍVOD: Zařízení č.1 - přednáškový sál</b>										
6a	1500	3,0	0,1	0,421	<b>0,650</b>	X	<b>0,200</b>	0,407	3,2	Obě větve přívodu
6aa	750	2,0	0,1	0,364	<b>0,200</b>			0,200	6,6	jedna větev přívodu
<b>PŘÍVOD: Zařízení č.1 - odbočka levá strana kanceláře 3.NP</b>										
5b	2100	3,4	0,2	0,465	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	3,5	Odbočka do 3.NP
5bb	300	2,0	0,0	0,230	<b>0,250</b>			0,250	1,7	vyústka 3.NP

Z VÝKRESU		HODNOTY							POZNÁMKA	
č.	V	PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ					
		v'	S	d'	AxB		d	v		
–	m <sup>3</sup> /h	m/s	m <sup>2</sup>	m	m		m	m/s	–	
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - odbočka pravá strana OZ</b>										
1	4550	2,0	0,6	0,897	0,500		0,500	6,4	Výfuk nad střechu	
2	4550	5,0	0,3	0,567	<b>0,500</b>	X	<b>0,500</b>	0,564	5,1	Vstup do jednotky
3	4550	5,0	0,3	0,567	<b>0,500</b>	X	<b>0,500</b>	0,564	5,1	Výstup z jednotky
4	3750	4,5	0,2	0,543	<b>0,500</b>	X	<b>0,450</b>	0,535	4,6	Odbočka do B a k soc. záz.
5	1250	3,9	0,1	0,337	<b>0,300</b>	X	<b>0,300</b>	0,339	3,9	Odbočka levá část OZ
6k	1250	3,9	0,1	0,337	<b>0,300</b>	X	<b>0,300</b>	0,339	3,9	Kanál a S.1.
7	1075	3,4	0,1	0,334	<b>0,300</b>	X	<b>0,300</b>	0,339	3,3	Odbočka chodba 1.NP
8	565	2,9	0,1	0,263	<b>0,300</b>	X	<b>0,200</b>	0,276	2,6	Odbočka 2.NP
9	200	2,0	0,0	0,188	<b>0,200</b>		0,200	1,8	1,8	Odbočka soc. zázemí 3.NP
9v	200	2,0	0,0	0,188	<b>0,100</b>	X	<b>0,100</b>	0,113	1,6	textilní vyústka
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - odbočka pravá strana OZ - Sociální zázemí 3.NP</b>										
9	310	2,9	0,0	0,188	<b>0,180</b>		0,180	3,4	3,4	Odbočka soc. zázemí 3.NP
9a	260	2,7	0,0	0,185	<b>0,180</b>		0,180	2,8	2,8	Odbočka WC 3.13
9b	180	2,5	0,0	0,161	<b>0,160</b>		0,160	2,5	2,5	Odbočka WC 3.14
9c	130	2,2	0,0	0,144	<b>0,160</b>		0,160	1,8	1,8	Odbočka WC 3.16
9d	50	2,0	0,0	0,094	<b>0,100</b>		0,100	1,8	1,8	Odbočka WC 3.17
9v	50	2,0	0,0	0,094	<b>0,100</b>		0,100	1,8	1,8	vyústka 3.19
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - odbočka pravá strana OZ - chodba 1.NP</b>										
6k	175	3,9	0,1	0,337	<b>0,125</b>		0,125	4,0	4,0	Kanál a S.1.
6kv	175	2,0	0,0	0,176	<b>0,100</b>	X	<b>0,100</b>	0,113	1,4	textilní vyústka
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - sociální zázemí 1.NP</b>										
10	700	4,5	0,0	0,235	<b>0,250</b>		0,250	4,0	4,0	První odbočka k soc. záz.
11	500	4,0	0,0	0,210	<b>0,250</b>		0,250	2,8	2,8	Odbočka ke sprše a inv. WC
12	390	3,5	0,0	0,199	<b>0,200</b>		0,200	3,5	3,5	Odbočka k WC a umyvadlu
13	240	3,0	0,0	0,168	<b>0,160</b>		0,160	3,3	3,3	Odbočka ke sprše a inv. WC
14	100	2,5	0,0	0,119	<b>0,125</b>		0,125	2,3	2,3	Odbočka k WC a umyvadlu
15	50	2,0	0,0	0,094	<b>0,100</b>		0,100	1,8	1,8	Talířový ventil sklad
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - sociální zázemí 1.NP - odbočka sprcha a invalidní WC</b>										
16	200	4,0	0,0	0,133	<b>0,150</b>		0,150	3,1	3,1	Odbočení od úseku 10
17	150	2,0	0,0	0,163	<b>0,150</b>		0,150	2,4	2,4	Vyústka místnost 1.15
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - sociální zázemí 1.NP - WC a umývárna</b>										
18	110	2,8	0,0	0,118	<b>0,125</b>		0,125	2,5	2,5	Odbočka od úseku 11
19	60	2,0	0,0	0,103	<b>0,100</b>		0,100	2,1	2,1	Vyústka místnost 1.18
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - levá strana otevřené zahrady - až po odvod seminárního sálu</b>										
20	2500	4,6	0,2	0,439	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	4,3	Odbočka z úseku č.4
21	2300	4,0	0,2	0,454	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	4,0	Odbočka větrání strojovny
22	1700	3,3	0,1	0,427	<b>0,400</b>	X	<b>0,300</b>	0,391	3,9	Odbočka pro 2.NP (kanceláře)
23	1400	2,7	0,1	0,432	<b>0,600</b>	X	<b>0,200</b>	0,391	3,2	Odbočka pro 3.NP kancelář
24	700	2,0	0,1	0,352	<b>0,300</b>		0,300	2,8	2,8	Dělení vyústek
25	700	2,0	0,1	0,352	<b>0,170</b>		0,170	1,4	1,4	textilní vyústka
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - levá strana otevřené zahrady - kanceláře 3.NP</b>										
27	300	4,0	0,0	0,163	<b>0,160</b>		0,160	4,1	4,1	Odbočka od hlavní větve
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - levá strana otevřené zahrady - kanceláře 3.NP (2.06-2.08)</b>										
29	600	3,9	0,0	0,233	<b>0,200</b>		0,200	4,5	4,5	Odbočka od hlavní větve
30	400	3,0	0,0	0,219	<b>0,200</b>		0,200	3,5	3,5	Odbočka k vyústce
31	200	2,0	0,0	0,188	<b>0,200</b>		0,200	1,8	1,8	Odbočka k vyústce

## 2.8.2 Návrh jednotky

ID nabídky	
Projekt	[1] VZT-1A
Číslo / Název zařízení	01 / VZT-1
Určení jednotky	Standardní prostředí



### STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

#### Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 13	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+/-10%)	1 244 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Lakovaný plech (RAL 9002)	
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	4550 m³/h	4550 m³/h
Externí tlaková rezerva	180 Pa	180 Pa
Rychlost v průřezu	1.44 m/s	1.44 m/s
Výkon motoru nominální	1.50 kW	1.50 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano	Ano
1. stupeň filtrace	G3 / ISO Coarse 50 %	G3 / ISO Coarse 50 %
2. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	-
SFP <sub>v</sub>	579 W.m³.s	497 W.m³.s

#### Model box AMXP3



		Parametry pláště dle EN1886
		Mechanická stabilita D2(M)
		Netěsnost skříně L2(M)
		Termická izolace T3(M)
		Faktor tepelných mostů TB3(M)
SFP <sub>vAHU</sub>	1076 W.m³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

#### Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-12.0 → 13.9 °C	81 %, 51.3 kW	180 W, frekvenční měnič je součástí dodávky
Ohřev	13.9 → 21.0 °C	11.0 kW	90/70 °C, Voda, 0.2 kPa, 0.48 m³/h, 1 1/2 "
Chlazení	28.2 → 24.0 °C	6.2 kW	6/12 °C, Voda, 0.9 kPa, 0.86 m³/h, 1 1/2 "

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

#### Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	LwA <sub>okt</sub> [dB]								ΣLwA [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	37	51	52	52	48	46	40	29	57
Přívod - výtlak	42	57	60	65	64	61	55	50	70
Přívod - okolí	36	42	42	40	38	36	32	23	48
Odvod - sání	40	54	55	55	53	52	51	42	61
Odvod - výtlak	39	54	56	63	62	60	54	45	68
Odvod - okolí	35	41	41	39	36	35	31	22	47

#### KOMENTÁŘ K TECHNICKÉ SPECIFIKACI ZAŘÍZENÍ

- Zkontrolujte prosím reálnost osazení pantů servisních dvířek! Některé komponenty mají pravděpodobně panty na nepřístupných místech!
- Poloha ventilátorů vzhledem k rotačnímu rekuperátoru je nevhodná. Přívodní ventilátor je umístěn ve směru proudění vzduchu za rotačním rekuperátorem a odvodní ventilátor před tímto rekuperátorem. Při takovéto konfiguraci může docházet k nežádoucím nasávání znečištěného vzduchu do přívodní větve.

ID nabídky  
Projekt  
Číslo / Název zařízení  
Určení jednotky

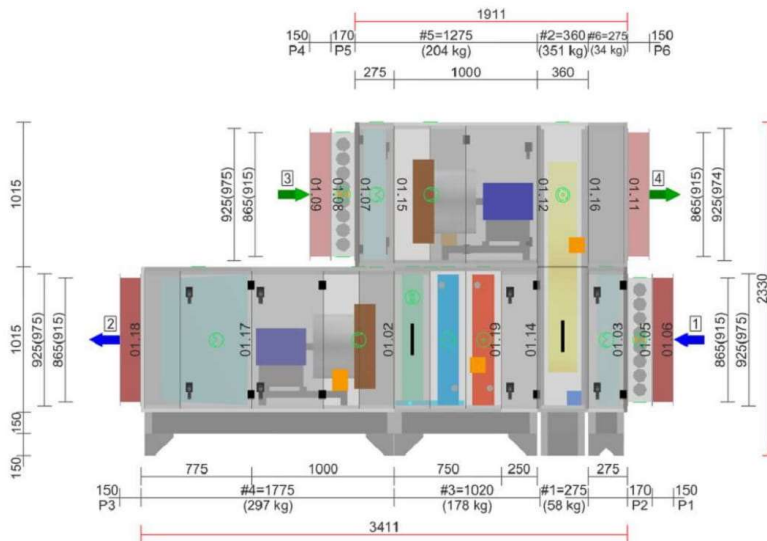
[1] VZT-1A  
01 / VZT-1  
Standardní prostředí



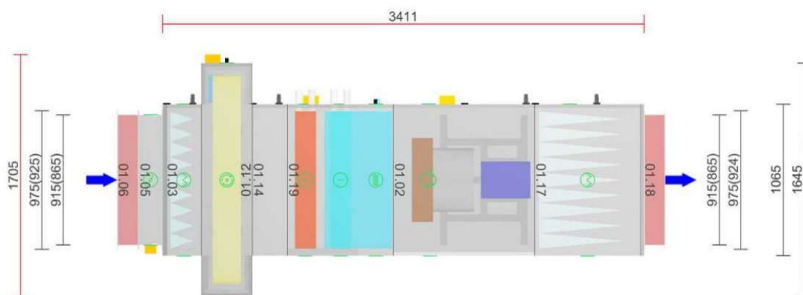
**GRAFICKÉ POHLEDY**

**Bokorys servisní strany**

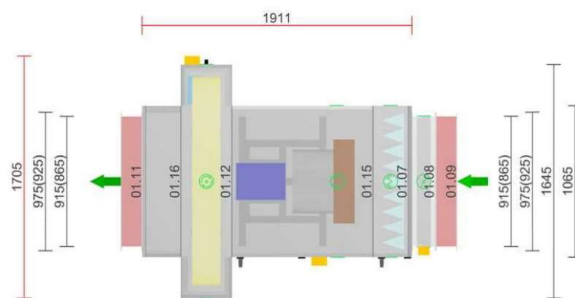
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



**Půdorys přívodní větve**



**Půdorys odtahové větve**



ID nabídky  
 Projekt [1] VZT-1A  
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT-1  
 Určení jednotky Standardní prostředí



#### DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

##### 01.06 Tlumič vložka **Přívod DV 915-865**

Kód VDV019186  
 Nominální průtok vzduchu 4550 m³/h

##### 01.05 Klapka **Přívod LK 915-865**

Kód VLK019186  
 Nominální průtok vzduchu 4550 m³/h  
 Plocha klapek 0.79 m²  
 Třída těsnosti 2  
 Počet servopohonů 1 ks  
 Kroutící moment serva 10 Nm

##### Příslušenství vestavěné

- Servopohon NM 230A, Kód: XPSESN23-, Počet: 1

##### 01.03 Filtr **Přívod XPNV 13/3**

Kód XPNV013-S003  
 Servisní přístup Zleva  
 Materiál vnitřního pláště Pozinkovaný plech  
 Nominální průtok vzduchu 4550 m³/h  
 Tlaková ztráta 20 Pa  
 Třída filtrace dle EN 779 G3  
 Třída filtrace dle ISO 16890-1 ISO Coarse 50 %  
 Typ filtru Vložkový  
 Počáteční / Koncová tlaková ztráta 20 / 150 Pa  
 Koncová tlaková ztráta podle výrobce 250 Pa

##### Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - vstup XPK 13/P, Kód: XPKO013RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 13/P (MSP), Kód: MPKO013RS-P, Počet: 1

##### 01.12 Rotační rekuperátor **Přívod/Odvod XPXR 13/4**

Kód	XPXR013RS0L42T10FRA		Zima		Léto	
			Teplota / Vlhkost - Přívod		Teplota / Vlhkost - Odvod	
Nominální průtok vzduchu	4550 / 4550 m³/h					
Tlaková ztráta	58 / 65 Pa	Vstup	-12.0 °C / 95 %		29.0 °C / 37 %	
Tlaková ztráta při standardní hustotě	64 / 64 Pa	Výstup	13.9 °C / 43 %		28.2 °C / 38 %	
Rychlost v průřezu	1.5 / 1.5 m/s					
Typ výměníku	Teplotní T	Vstup	20.0 °C / 45 %		28.0 °C / 60 %	
Výška vlny / šířka rotoru	1,9 / 200 mm	Výstup	-1.6 °C / 100 %		28.8 °C / 56 %	
Průměr vnější	1470 mm					
Motor		Teplotní účinnost	81 %		77 %	
Napájecí napětí	3NPE 230 V, 50 Hz	Suchá teplotní účinnost	79 %		79 %	
Výkon	180 W	Výkon				
Proud max.	6.10 A	Celkový výkon	51.3 kW		1.9 kW	
Napájecí napětí regulátoru	1NPE 230 V, 50 Hz	Citelný výkon	39.6 kW		1.2 kW	
		Vázaný výkon	11.7 kW		0.8 kW	

##### Příslušenství nenamontované

- Regulátor otáček XPFM 0.37 (IP21, FC051, 1x230V, 85 Hz), Kód: XPFMIM031A20, Počet: 1

##### 01.14 Sekce servisní **Přívod XPJS 13/K**

Kód XPJS013RS0L-K0  
 Nominální průtok vzduchu 4550 m³/h



ID nabídky  
 Projekt [1] VZT-1A  
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT-1  
 Určení jednotky Standardní prostředí



01.19 Vodní ohřivač		Přívod	XPNC 13/1R	
Kód	XPNC013-S01		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	4550 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	13 Pa	Vstup	13.9 °C / 43 %	28.2 °C / 38 %
Rychlost v průřezu	2.0 m/s	Výstup	21.0 °C / 27 %	28.2 °C / 38 %
Teplonosné médium	Voda			
Počet řad	1	Teplotní spád	90 / 70 °C	
Počet okruhů	1			
Rozteč lamel	2.1 mm	Výkon	11.0 kW	
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné médium		
Materiál lamel	Al	Průtok	0.48 m <sup>3</sup> /h	
Připojení		Tlaková ztráta	0.2 kPa	
Průměr připojení	1 1/2 "			
Vnitřní objem	4.71 l			
Typ	8.35.CU.11.AL.22.01.0815.21.W.X.X.006.022.R 1 1/2" L			

#### Příslušenství vestavěné

- Protimrazové čidlo NS 130 R, Kód: XPNS130R, Počet: 1

#### Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel SUMX 1/EU (1), Kód: VSU0410B-, Počet: 1

01.19 Vodní chladič		Přívod	XPND 13/1R	
Kód	XPND013-S01		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	4550 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	14 Pa	Vstup	21.0 °C / 27 %	28.2 °C / 38 %
Suchá tlaková ztráta	14 Pa	Výstup	21.0 °C / 27 %	24.0 °C / 49 %
Rychlost v průřezu	2.0 m/s			
Teplonosné médium	Voda	Teplotní spád	6 / 12 °C	
Počet řad	1			
Počet okruhů	1	Výkon	6.2 kW	
Rozteč lamel	2.1 mm	Množství kondenzátu	0.0 kg/h	
Materiál		Teplonosné médium		
Materiál trubek	Cu	Průtok teplonos. média	0.86 m <sup>3</sup> /h	
Materiál lamel	Al	Tlaková ztráta	0.9 kPa	
Připojení				
Průměr připojení	1 1/2 "			
Vnitřní objem	4.71 l			
Typ	8.35.CU.11.AL.22.01.0815.21.W.X.X.006.022.R 1 1/2" L			

**Poznámka:** Ventilátor je navržen na základě mokré tlakové ztráty výměníku.

#### Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel chladiče SUMX 1/EU (4), Kód: VSU0410B-, Počet: 1
- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 301, Kód: XPOOS31, Počet: 1

01.19 Eliminátor kapek		Přívod	XPNU 13
Kód	XPNU013-S0		
Nominální průtok vzduchu	4550 m <sup>3</sup> /h		
Tlaková ztráta	4 Pa		



ID nabídky  
 Projekt [1] VZT-1A  
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT-1  
 Určení jednotky Standardní prostředí



01.02 Ventilátor	Přívod	XPVP 500-1,5/J4 (IE2)
Kód	XPVP013RS050OPAS4B15A1	
Nominální průtok vzduchu	4550 m³/h	
Statický tlak	312 Pa	
Celkový tlak	328 Pa	
Externí tlaková ztráta	180 Pa	
Proud v pracovním bodě	2.74 A	
Výkon na hřídeli	553 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	1040/1460 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	71 %	
Účinnost – $\eta_{F,L}$	75 %	
Účinnost – $\eta_{F,sys}$	57 %	
Účinnost – $\eta_{st,sys}$	54 %	
Elektrický příkon	0.73 kW	
Specifický výkon ventilátoru SFP <sub>v</sub>	579 W.m <sup>-3</sup> .s	
Rychlost v průřezu	1.43 m/s	
Pracovní frekvence	36 Hz	
Pracovní frekvence max.	51 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	ER50C-4DN.D7.1R	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
K-faktor	252	
Diference tlaku na dýze	326 Pa	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	5635 m³/h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	
Výkon motoru nom.	1500 W	
Jmenovitý proud	5.80 A	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Počet pólů	4	
Jištění	Termistory	

**Poznámka:** Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

#### Příslušenství vestavěné

- Regulace na konstantní průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

#### Příslušenství nenamontované

- Regulátor výkonu XPFM 1.5 (1x230V) V, Kód: XPFMID151A20, Počet: 1

01.17 Filtr	Přívod	XPNH 13/5
Kód	XPNH013-S005S	
Servisní přístup	Zleva	
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech	
Nominální průtok vzduchu	4550 m³/h	
Tlaková ztráta	22 Pa	
Třída filtrace dle EN 779	M5	
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO Coarse 80 %	
Typ filtru	Kapsový	
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	22 / 200 Pa	
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	450 Pa	

#### Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - výstup XPK 13/P, Kód: XPKO013RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 13/P (MSP), Kód: MPKO013RS-P, Počet: 1

#### Skladba filtru

- Kód AX **11Z50041860**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 287x287x550 mm
- Třída filtrace M5

ID nabídky  
 Projekt [1] VZT-1A  
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT-1  
 Určení jednotky Standardní prostředí



- Počet kapes v jedné vložce 3 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě 1 ks
  
- Kód AX 11Z50041861
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 287x592x550 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 3 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě 1 ks
  
- Kód AX 11Z50041865
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 592x287x550 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 6 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě 1 ks
  
- Kód AX 11Z50041866
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 592x592x550 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 6 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě 1 ks

**01.18 Tlumicí vložka Přívod DV 915-865**

Kód	VDV019186
Nominální průtok vzduchu	4550 m³/h

**01.09 Tlumicí vložka Odvod DV 915-865**

Kód	VDV019186
Nominální průtok vzduchu	4550 m³/h

**01.08 Klapka Odvod LK 915-865**

Kód	VLK019186
Nominální průtok vzduchu	4550 m³/h
Plocha klapek	0.79 m²
Třída těsnosti	2
Počet servopohonů	1 ks
Kroutící moment serva	10 Nm

**Příslušenství vestavěné**

- Servopohon NM 230A, Kód: XPSESN23-, Počet: 1

**01.07 Filtr Odvod XPNV 13/3**

Kód	XPNV013-S003
Servisní přístup	Zleva
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech
Nominální průtok vzduchu	4550 m³/h
Tlaková ztráta	20 Pa
Třída filtrace dle EN 779	G3
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO Coarse 50 %
Typ filtru	Vložkový
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	20 / 150 Pa
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	250 Pa

**Příslušenství vestavěné**

- Panel čelní - vstup XPK 13/P, Kód: XPKO013RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 13/P (MSP), Kód: MPKO013RS-P, Počet: 1

ID nabídky  
 Projekt [1] VZT-1A  
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT-1  
 Určení jednotky Standardní prostředí



01.15 Ventilátor	Odvod	XPVP 500-1,5/J4 (IE2)
Kód	XPVP013RS050OPAS4B15A1	
Nominální průtok vzduchu	4550 m³/h	
Statický tlak	266 Pa	
Celkový tlak	282 Pa	
Externí tlaková ztráta	180 Pa	
Proud v pracovním bodě	2.48 A	
Výkon na hřídeli	468 W	
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	986/1460 1/min	
Požadované otáčky v prac. bodě	68 %	
Účinnost – $\eta_{F,L}$	76 %	
Účinnost – $\eta_{F,sys}$	57 %	
Účinnost – $\eta_{st,sys}$	53 %	
Elektrický příkon	0.63 kW	
Specifický výkon ventilátoru SFP <sub>v</sub>	497 W.m <sup>-3</sup> .s	
Rychlost v průřezu	1.43 m/s	
Pracovní frekvence	34 Hz	
Pracovní frekvence max.	51 Hz	
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem	
Typ	ER50C-4DN.D7.1R	
Zapojení ventilátoru	Samostatně	
Převod	Přímý	
K-faktor	252	
Diference tlaku na dýze	326 Pa	
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	5635 m³/h	
Motor		
Třída účinnosti motoru	IE2	
Výkon motoru nom.	1500 W	
Jmenovitý proud	5.80 A	
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz	
Počet pólů	4	
Jištění	Termistory	

**Poznámka:** Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

**Příslušenství vestavěné**

- Regulace na konstantní průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

**Příslušenství nenamontované**

- Regulátor výkonu XPFM 1.5 (1x230V) V, Kód: XPFMID151A20, Počet: 1

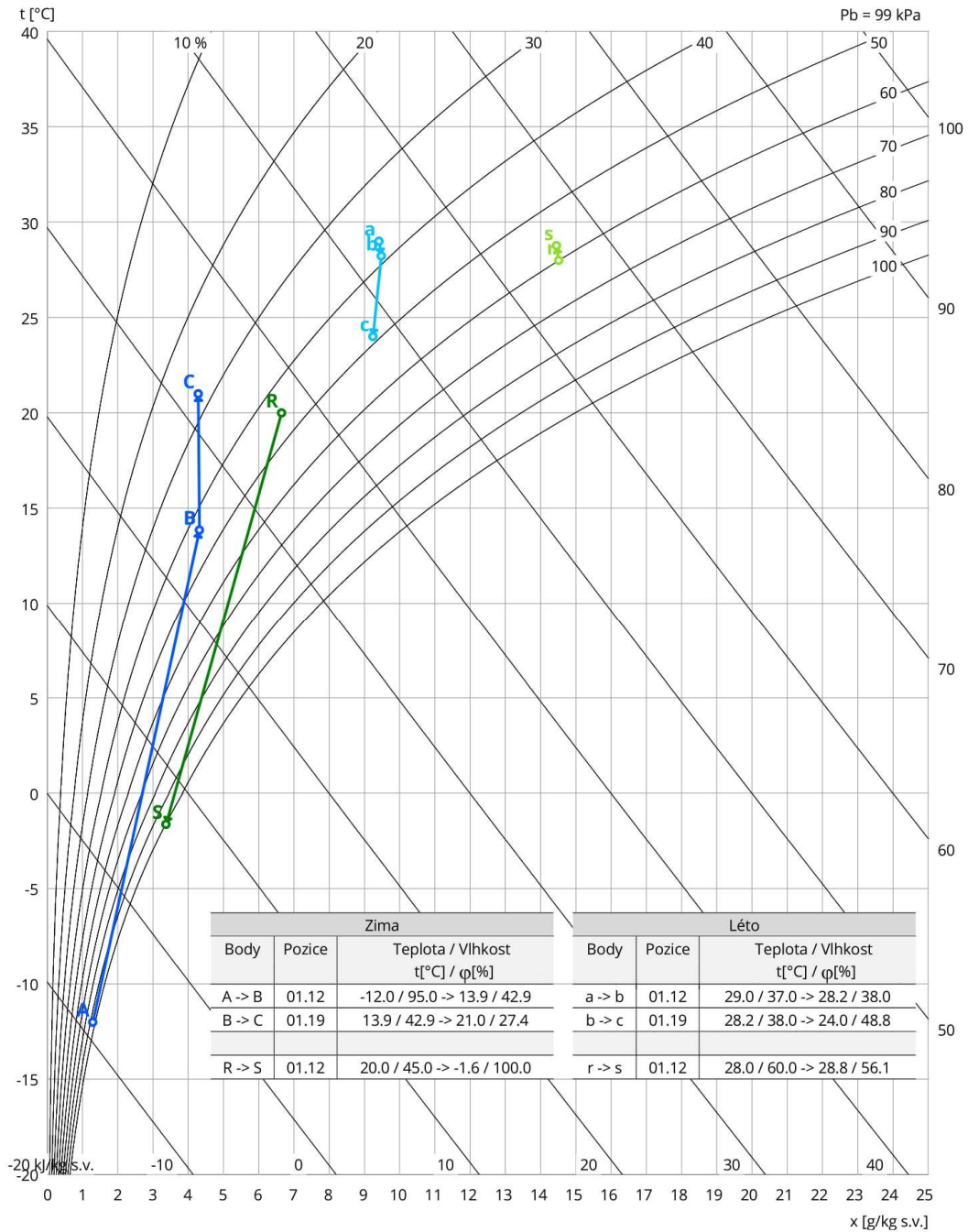
01.16 Sekce prázdná	Odvod	XPJP 13/K
Kód	XPJP013RS0-K	
Nominální průtok vzduchu	4550 m³/h	

**Příslušenství vestavěné**

- Panel čelní - výstup XPK 13/P, Kód: XPKO013RS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 13/P (MSP), Kód: MPKO013RS-P, Počet: 1

01.11 Tlumič vložka	Odvod	DV 915-865
Kód	VDV019186	
Nominální průtok vzduchu	4550 m³/h	

Psychrometrický diagram



ID nabídky  
 Projekt  
 Číslo / Název zařízení  
 Určení jednotky

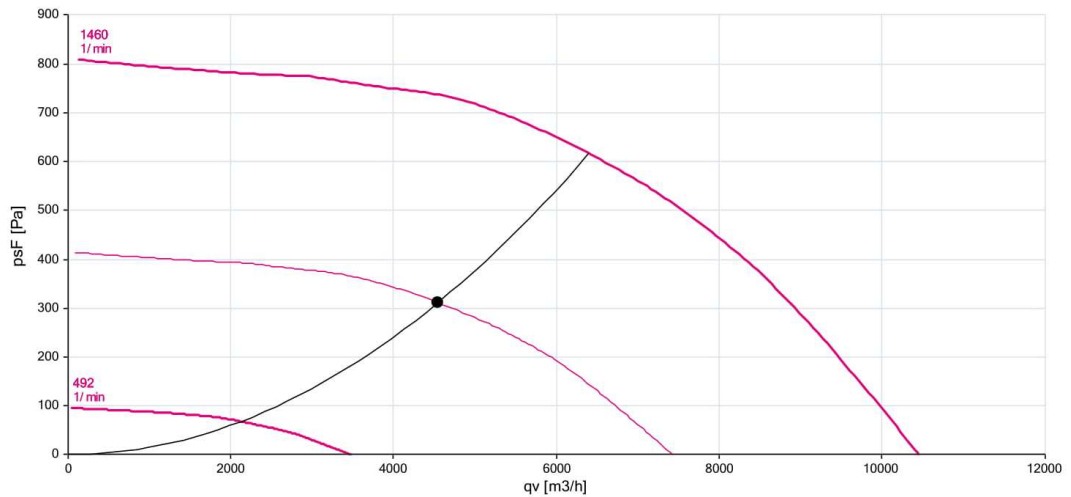
[1] VZT-1A  
 01 / VZT-1  
 Standardní prostředí



### Charakteristika ventilátorů

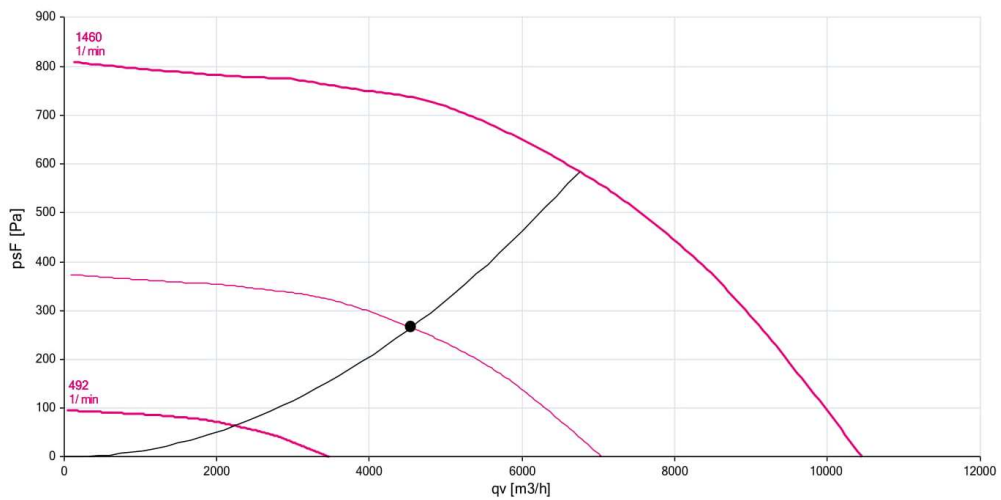
#### Přívodní větev

Typ	$V_n$ [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	$n$ [1/min]	U [V]	P [kW]	$\eta$ [%]
XPVP 500-1,5/J4 (IE2)	4550	312	328	1040	3NPE 400 V, 50 Hz	1.50	54



#### Odvodní větev

Typ	$V_n$ [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	$n$ [1/min]	U [V]	P [kW]	$\eta$ [%]
XPVP 500-1,5/J4 (IE2)	4550	266	282	986	3NPE 400 V, 50 Hz	1.50	53



## 2.9 Technická zpráva

### 2.9.1 Úvod do technické zprávy

Předmětem projektové dokumentace pro stupeň v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení je návrh vzduchotechnického zařízení v administrativní budově a přilehlém zázemí. Objekt se nachází v obci Brno. Návrhem je zajištěno větrání kanceláří, skladů, skladů a hygienického zázemí.

### 2.9.2 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování projektové dokumentace byly výkresy půdorysů a řezů. Součástí jsou také příslušné zákony, prováděcí vyhlášky, technické normy a podklady výrobců.

- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb
- ČSN 73 0872 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení
- Flakt woods a.s. – podklady výrobce
- Remak s.r.o. – podklady výrobce

### 2.9.3 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

- Místo: Brno
- Nadmožská výška: 226,000 m.n.m. (b.p.v.)
- Normální tlak vzduchu: 98,0 kPa
- Výpočtové teploty vzduchu: Léto 28°C - 35%, Zima -12°C – 90%

### 2.9.4 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Vzduchotechnika zajišťuje přívod čerstvého vzduchu a odvod znehodnoceného vzduchu.

Zařízení	Teplota (°C)		Relativní vlhkost (%)		Hladina akustického tlaku (dB)
	Zima	Léto	Zima	Léto	
1	20	28	30	50	40
2	22	28	30	50	50

### 2.9.5 Základní koncepční řešení

V návrhu je vyhotoven nový návrh VZT 1, Tato jednotka je umístěna uvnitř budovy ve strojovně. Obsluhuje administrativní a shromažďovací prostory, komunikační koridory a sociální zázemí. Jednotka byla navržena pro nucené větrání s ohřevem vzduchu. Regulace je řešena nadřazeným systémem MaR obsaženým v budově.

### 2.9.6 Hygienické větrání a klimatizace

Obě vzduchotechnické jednotky jsou navrženy jako rovnotlaké, stávající o vzduchovém výkonu 380 m<sup>3</sup>/h, upravená o vzduchovém výkonu 4550 m<sup>3</sup>/h.

- Dávka venkovního vzduchu na sportující osobu je 90 m<sup>3</sup>/h, na nespoutující osobu 30 m<sup>3</sup>/h
- Dávka vzduchu na šatní místo je 25 m<sup>3</sup>/h
- Dávka vzduchu na umyvadlo je 30 m<sup>3</sup>/h, na WC 50 m<sup>3</sup>/h, na pisoár 25 m<sup>3</sup>/h, na sprchu 150 m<sup>3</sup>/h, na výlevku 30 m<sup>3</sup>/h
- Rovnotlaké větrání je zajištěno v kuchyňce, skladech, přednáškových místnostech a na komunikačních koridorech
- Podtlakové větrání je zajištěno v hygienických místnostech, vzduch je přiváděn z okolních prostor
- Přetlakové větrání je v přednáškovém sále 2.05
- V kancelářských prostorech v přetlaku dochází k odvodu vzduchu přefukem za pomoci mřížek
- U stávající jednotky je použita jednostupňová filtrace, u jednotky nové dvoustupňová filtrace na přívodu a jednostupňová na odvodu.

### 2.9.7 Energetické zdroje

Elektrická energie: Tato energie je uvažována pro pohon EC ventilátorů a napájení digitálních ovladačů systému měření a regulace.

Tepelná energie: Tepelná energie je zprostředkována za pomoci tepelných čerpadel topnou vodou o teplotním spádu 35/30°C

### 2.9.8 Koncepce větracích zařízení

Vzduchotechnická zařízení zajišťují nucené větrání a rekuperaci tepla. Vzduchotechnická jednotka pro část administrativy je umístěna v centrální strojovně. Vzduchotechnická jednotka obsluhující sociální zázemí přednáškového sálu je v podstropním umístění a je přímo pod stropem v jednom z obsluhovaných prostor. Pro distribuci vzduchu slouží v celém objektu kombinace pozinkovaného kruhového a čtyřhranného potrubí. Přívodní potrubí je tepelně izolováno, stejně jako potrubí

vedoucí vedoucí v technických kolektorech či šachtách. Jako koncové prvky jsou převážně použity textilní výustě, talířové ventily a přefukové mřížky. Tyto distribuční elementy, až na přefukové mřížky jsou na potrubí napojeny přímo pomocí tvarovek.

### **Zařízení 1 – Větrání administrativního objektu**

Zařízení 1 slouží k nucenému větrání administrativní budovy s dohřevem vzduchu a rekuperačním systémem. Jedná se o sestavnou vzduchotechnickou jednotku společnosti Remak. Tato jednotka přivádí a odvádí vzduch do všech jmenovaných místností, až na sociální zázemí přednáškového sálu a sklad pod ním. Jednotka je umístěna ve stávající strojovně.

Jednotka je složena na přívodní větvi z pružné tlumící vložky, regulační klapky, kazetového filtru, ZZT, ohříváče a chladiče vzduchu, eliminátoru kapiček, ventilátoru a sekundárního kapesového filtru. Odvodní část je složena z pružné tlumící vložky, regulační klapky, kazetového filtru, ventilátoru, ZZT.

### **Zařízení 2 – Větrání sociálního zázemí sálu**

Zařízení 2 slouží k nucenému větrání s rekuperací tepla pro sociální zázemí sálu. Jedná se o kompaktní vzduchotechnický rekuperátor vzduchu od společnosti Fläkt Woods. Tato jednotka přivádí a odvádí vzduch do všech jmenovaných místností.

Jednotka je složena na přívodní větvi z pružné tlumící vložky, regulační klapky, kazetového filtru, ZZT, ventilátoru. Odvodní část je složena z pružné tlumící vložky, regulační klapky, ventilátoru a ZZT.

## **2.9.9 Nároky na energii**

K zajištění chodu větracích zařízení je potřeba zajistit elektrickou energii pro pohon elektromotorů ventilátorů, uzavíracích a regulačních klapek.

- Ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- Regulace teploty vzduchu v zimním období řízením výkonu elektrického ohříváče
- Umístění teplotních a vlhkostních čidel dle požadavku
- Protimrazová ochrana deskového/regeneračního výměníku nastavením obtokové klapky
- Protimrazová ochrana teplovodního výměníku
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku



- Plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení
- Snímání a signalizace zanesení filtrů
- Poruchová signalizace
- Snímání signalizace chodu, poruchy

## **2.10 Nároky na související profese**

### **Stavební úpravy**

- Zřízení soklu pro zařízení 1
- Zřízení prostupů pro vzduchotechnické potrubí
- Obložení a dotěsnění prostupů potrubí izolačními hmotami

### **Silnoproud**

- Připojení a spínání vzduchotechnických jednotek a regulace
- Uzemnění zařízení a zajištění ochrany před zásahem elektrickým proudem

### **Vytápění**

- Připojení ohřivačů vzduchotechnických jednotek na topnou vodu

### **Zdravotní technika**

- Odvedení kondenzátu z deskového výměníku vzduchotechnické jednotky

### **Protihluková a protitřesová opatření**

- Do rozvodů jsou uloženy kulisové tlumiče hluku co nejbliž vzduchotechnickým jednotkám. Vzduchotechnické zařízení 1 je připojeno přes pružně manžety. Základový rám zařízení 2 je zavěšen na pružném závěsu.

### **Izolace a nátěry**

- Přívodní potrubí a všechny venkovní části potrubí jsou izolovány deskami z minerální vlny tloušťky 50 mm.

### **Protipožární opatření**

- Do rozvodů procházejících požárně dělícími konstrukcemi jsou vsazeny protipožární klapky. Ke klapkám je zajištěn přístup z důvodu údržby.

### Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Montáž vzduchotechnických zařízení musí být provedena odbornou firmou podle návodu výrobce. Zařízení musí být po montáži odzkoušena a zregulována a musí být pravidelně kontrolována a čištěna.

### Závěr technické zprávy

- Navržená vzduchotechnická zařízení splňují požadavky kladené na provoz budovy. Zabezpečují hospodárnost provozu.

## **3 VARIANTA B – SAMOSTATNÁ VZT JEDNOTKA PRO SÁL**

Tato návrhová varianta byla zahrnuta především díky osobním zkušenostem s návštěvami sálu a nespočetnými stížnostmi na pociťování tepelné nepohody. Tento fakt je ovlivněn velice nízkou využívaností sálu a jeho pomalým náběhem, díky tomu, že vzduchotechnická jednotka v originálním provedení slouží pouze jako větrací element celé budovy s rekuperační funkcí. A druhá vzduchotechnická jednotka přiléhající k sociálnímu zázemí sálu, slouží taktéž pouze pro ventilaci a rekuperaci tepla. Je jasně znát, že vytápění a chlazení místnosti aktivovaným betonovým jádrem není při četnosti jejího využití zcela dostačující. Proto byla v této návrhové variantě navržena nová vzduchotechnická jednotka od společnosti Remak o vzduchovém výkonu 3050 m<sup>3</sup>/h. byla umístěna decentralizovaně s možností vedení rozvodů tepla a chladu v podlaze sálu až do decentralizované strojovny. Tato vzduchotechnická jednotka dokáže jak chladit tak topit. Celý návrh tedy spočívá ve snížení komfortu uživatelů těchto prostor a k rychlejšímu náběhu topného, nebo chladícího režimu.

Řešenou částí objektu je tedy prioritně místnost č. 2.05, strojovna byla umístěna místo skladu nábytku pro sál, který byl následně přesunut pod schodiště k sociálnímu zázemí. Tepelné zisky, ztráty a ostatní potřebné údaje k výpočtu byly přebrány z varianty A.

### 3.1 Tabulka místností a průtoky vzduchu, zátěže

Č. ZARÍZENÍ	Č. MÍSTNOSTI	NÁZEV	MÍSTNOST							LÉTO				ZIMA				PŘÍVOD				ODVOD		POZNÁMKA					
			PLOCHA (m <sup>2</sup> )	OBJEM (m <sup>3</sup> )	POČET ZAR.P.	VYMĚNA	VZDUCHU (h <sup>-1</sup> )	POČET OSOB	PRŮTOK VZD. (m <sup>3</sup> /h)	t (°C)	t <sub>pr</sub> (°C)	φ (%)	t (°C)	t <sub>pr</sub> (°C)	φ (%)	TEP. ZISKY	TEP. ZTRÁTY	VZD. NA KRYTÍ T. (m <sup>3</sup> /h)	Δt=8K	ZISKŮ (m <sup>3</sup> /h)	Δt=8K	VZD. NA KRYTÍ T. (m <sup>3</sup> /h)	Δt=8K		Δt <sub>lto</sub> (°C)	Δt <sub>zima</sub> (°C)	PRŮTOK (m <sup>3</sup> /h)	SKUT. VYMĚNA (h <sup>-1</sup> )	PRŮTOK (m <sup>3</sup> /h)
<b>1</b>	2.04	Sklad seminárního sálu	5,20	14,35	1											40	40	20	20	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	50	
	2.04a	Strojovna VZT	22,62	62,43		1										160	150	70	60	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	100	
	2.05	Seminární sál	76,98	431,09			50									6180	3310	2340	1250	7,8	4,2	2400	6	2250	6	2400	2250		
	3.04	Umyvárna	6,66	18,38	2											110	80	50	40	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	
	3.05	WC imob.	3,26	9,00	2											50	40	20	20	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	100	
	3.06	WC	1,40	3,86	1											30	20	20	10	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	100	
	3.07	WC imob.	3,26	9,00	2											50	40	20	20	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	100	
	3.08	WC	1,40	3,86	1											30	20	20	10	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	100	
	3.09	Umyvárna	6,67	18,41	2											110	80	50	40	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	
	3.10	Komunikace	26,80	73,97		1										480	330	190	130	3,6	2,5	400	5	400	5	400	0	0	
Suma ploch a objemů místností:			<b>154</b>	<b>644</b>											<b>7240</b>	<b>4110</b>													
Pot. vzduchu:																													
mikroklimatických zátěží:																													
PŘÍVOD:																													
DVOD:																													
Přívod: 2800																													
Dvod: 2800																													

Vzduchotechnické zařízení č.1 - větrací jednotka s ohřivačem, chladičem a ZVT pro přednáškový sál a jeho zátěží

## 3.2 Distribuční elementy

NP	Č. MÍSTNOSTI	Č. ZAŘÍZENÍ	NÁZEV	návrhové množství pro zařízení přívod	návrhové množství pro zařízení odvod	Přívodní element	návrhové množství pro zařízení přívod	Odvodní element	návrhové množství pro zařízení odvod
				m <sup>3</sup> /hod	m <sup>3</sup> /hod		m <sup>3</sup> /hod		m <sup>3</sup> /hod
<b>Zařízení č.1 - Větrání 1.-3.NP se zpětným získáváním tepla</b>									
2.NP	2.04	1	Sklad seminárního sálu	0	50	-	-	Talířový ventil ULA/N 100 €	50
	2.04a		Strojovna VZT	0	100	-	-	Talířový ventil ULA/N 100 €	50
	2.05		Seminární sál	2400	2250	Textilní výust, 380/10000 mm (90°) - půl kruhová	1200	2 x Textilní výust, 220/6500 mm (110°) - čtvercová	2 x 1125
			Textilní výust, 280/6500 mm (100°) - půl kruhová	780					
			Textilní výust, 380/10000 mm (110°) - půl kruhová	420					
3.NP	3.04	Umývárna	0	0	-	-	-	-	
	3.05	WC imob.	0	100	-	-	Talířový ventil ULA/N 100 €	100	
	3.06	WC	0	100	-	-	Talířový ventil ULA/N 100 €	100	
	3.07	WC imob.	0	100	-	-	Talířový ventil ULA/N 100 €	100	
	3.08	WC	0	100	-	-	Talířový ventil ULA/N 100 €	100	
	3.09	Umývárna	0	0	-	-	-	-	
	3.10	Komunikace	400	0	Textilní výust, 140/5000 mm (100°) - kruhová	400	-	-	
P	3.10	X	Komunikace - přepouštěcí mřížka		200	-	-	TVC-600/300-PN Halton	200

## 3.3 Návrh vzduchotechnického rozvodu a vzduchotechnických jednotek

### 3.3.1 Dimenzování potrubí

Z VÝKRESU		HODNOTY							POZNÁMKA	
		PŘEDBĚŽNÉ				SKUTEČNÉ				
č.	V	v'	S	d'	AxB		d	v	-	
-	m <sup>3</sup> /h	m/s	m <sup>2</sup>	m	m		m	m/s	-	
<b>PŘÍVOD: Zařízení č.1</b>										
1	2800	2,0	0,4	0,704	<b>0,600</b>	X	<b>0,650</b>	0,705	2,0	Sání z exteriéru
2	2800	5,0	0,2	0,445	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	4,9	Vstup do jednotky
3	2800	5,0	0,2	0,445	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	4,9	Výstup z jednotky
4	2800	4,0	0,2	0,498	<b>0,800</b>	X	<b>0,250</b>	0,505	3,9	Křížení o odtahem
5	2800	3,0	0,3	0,575	<b>0,450</b>	X	<b>0,500</b>	0,535	3,5	Odbočení do sálu
6	400	2,0	0,1	0,266	<b>0,250</b>		0,250	2,3		Stoupací potrubí do 3.NP
7	400	2,0	0,1	0,266	<b>0,170</b>		0,170	0,8		Textilní výust ve 3.NP
<b>PŘÍVOD: Zařízení č.1 - přednáškový sál</b>										
5	2800	3,0	0,3	0,575	<b>0,450</b>	X	<b>0,500</b>	0,535	3,5	Odbočení do sálu
5a	2400	2,7	0,3	0,564	<b>0,380</b>		0,190	3,4		Textilní výust ve 2.NP
5b	1200	2,3	0,1	0,427	<b>0,280</b>		0,140	3,1		Textilní výust ve 2.NP
5c	420	2,0	0,1	0,273	<b>0,220</b>		0,110	2,5		Textilní výust ve 2.NP
<b>PŘÍVOD: Zařízení č.1 - sociální zázemí</b>										
6	400	2,0	0,1	0,266	<b>0,250</b>		0,250	2,3		Stoupací potrubí do 3.NP
7	400	2,0	0,1	0,266	<b>0,170</b>		0,170	0,8		Textilní výust ve 3.NP

Z VÝKRESU		HODNOTY								POZNÁMKA
		PŘEDBĚŽNÉ			SKUTEČNÉ					
č.	V	v'	S	d'	AxB		d	v	–	
–	m <sup>3</sup> /h	m/s	m <sup>2</sup>	m	m		m	m/s	–	
<b>ODVOD: Zařízení č.1</b>										
1	2800	2,0	0,4	0,704	<b>0,600</b>	X	<b>0,650</b>	0,705	2,0	Sání z exteriéru
2	2800	5,0	0,2	0,445	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	4,9	Vstup do jednotky
3	2800	5,0	0,2	0,445	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	4,9	Výstup z jednotky
4	2250	4,0	0,2	0,446	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	3,9	Odbočka k sociálnímu zázemí
5	2250	4,0	0,2	0,446	<b>0,650</b>	X	<b>0,250</b>	0,455	3,8	Křížení potrubí
6	2250	3,0	0,2	0,515	<b>0,650</b>	X	<b>0,350</b>	0,538	2,7	Vstup do sálu
7	1125	2,0	0,2	0,446	<b>0,220</b>	X	<b>0,220</b>	0,248	1,1	Textilní výust'
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - strojovna a sklad</b>										
4	2250	4,0	0,2	0,446	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	3,9	Odbočka k sociálnímu zázemí
4a	150	3,0	0,0	0,133	<b>125</b>			0,120	3,7	Talířový ventil strojovna
4aa	50	2,0	0,0	0,094	<b>125</b>			0,120	1,2	Talířový ventil sklad
<b>ODVOD: Zařízení č.1 - sociální zázemí</b>										
4	2250	4,0	0,2	0,446	<b>0,400</b>	X	<b>0,400</b>	0,451	3,9	Odbočka k sociálnímu zázemí
4b	400	4,0	0,0	0,188	<b>0,180</b>			0,180	4,4	Potrubí v podlaze
4c	200	3,0	0,0	0,154	<b>0,150</b>			0,150	3,1	Talířový ventil m.č. 3.06
4d	100	2,0	0,0	0,133	<b>0,125</b>			0,125	2,3	Talířový ventil m.č. 3.05

## 3.3.2 Vzduchotechnická jednotka

ID nabídky	
Projekt	[VZT-2B] VZT-2B
Číslo / Název zařízení	01 / VZT-2
Určení jednotky	Standardní prostředí



### STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

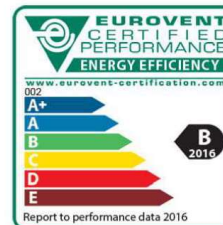
#### Základní parametry zařízení

Druh, rozměr	AeroMaster XP 06
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne

Hmotnost (+/-10%)	1 199 kg
Umístění VZT jednotky	Vnitřní
Materiálové provedení	
Vnější plášť	Pozinkovaný plech
Vnitřní plášť	Pozinkovaný plech

	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	2800 m³/h	2800 m³/h
Externí tlaková rezerva	200 Pa	200 Pa
Rychlost v průřezu	1.71 m/s	1.71 m/s
Výkon motoru nominální	1.10 kW	1.10 kW
Typ motoru ventilátoru	AC motor	AC motor
Frekv. měnič součást dodávky	Ano	Ano
1. stupeň filtrace	G4 / ISO Coarse 60 %	-
2. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	-
SFP <sub>va</sub>	1127 W.m³.s	985 W.m³.s

#### Model box AMXP3



		Parametry pláště dle EN1886
		Mechanická stabilita D2(M)
		Netěsnost skříně L2(M)
		Termická izolace T3(M)
		Faktor tepelných mostů TB3(M)
SFP <sub>vahu</sub>	2111 W.m³.s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

#### Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-13,0 → 14,5 °C	83 %, 25,2 kW	
Ohřev	14,5 → 21,0 °C	6,1 kW	90/31 °C, Voda, 0,3 kPa, 0,09 m³/h, 1 "
Chlazení	32,0 → 24,0 °C	7,5 kW	6/16 °C, Voda, 3,1 kPa, 0,62 m³/h, 1 "

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

#### Hlukové parametry zařízení

	LwAokt [dB]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	33	37	52	53	50	44	37	29	57
Přívod - výtlak	36	43	54	48	39	31	38	37	55
Přívod - okolí	34	34	48	45	50	46	42	30	54
Odvod - sání	28	32	41	34	16	11	19	19	42
Odvod - výtlak	38	48	66	70	79	74	69	61	81
Odvod - okolí	31	32	47	43	49	43	39	28	53

#### KOMENTÁŘ K TECHNICKÉ SPECIFIKACI ZAŘÍZENÍ

- Vzduch v zařízení není správně filtrován! Bude docházet k nežádoucímu zanášení teplosměnné plochy výměníků, ke snížení jejich účinnosti a poruchám zařízení. Je doporučeno, osadit na vstup do větve filtr.
- Zkontrolujte prosím realnost osazení pantů servisních dvířek! Některé komponenty mají pravděpodobně panty na nepřístupných místech!
- Některá ze zvolených souprav odvodu kondenzátu ve spodním patře je vyšší než zvolený základový rám! Pokud nepředpokládáte zaseknání soupravy do podlahy, změňte prosím výšku rámu!
- Za deskový rekuperátor je doporučeno osadit v odvodní větvi eliminátor kapek! Při neosazení bude docházet k unášení vodních kapek vznikajících při kondenzaci na teplosměnné ploše rekuperátoru do následujících komponent.

ID nabídky  
Projekt  
Číslo / Název zařízení  
Určení jednotky

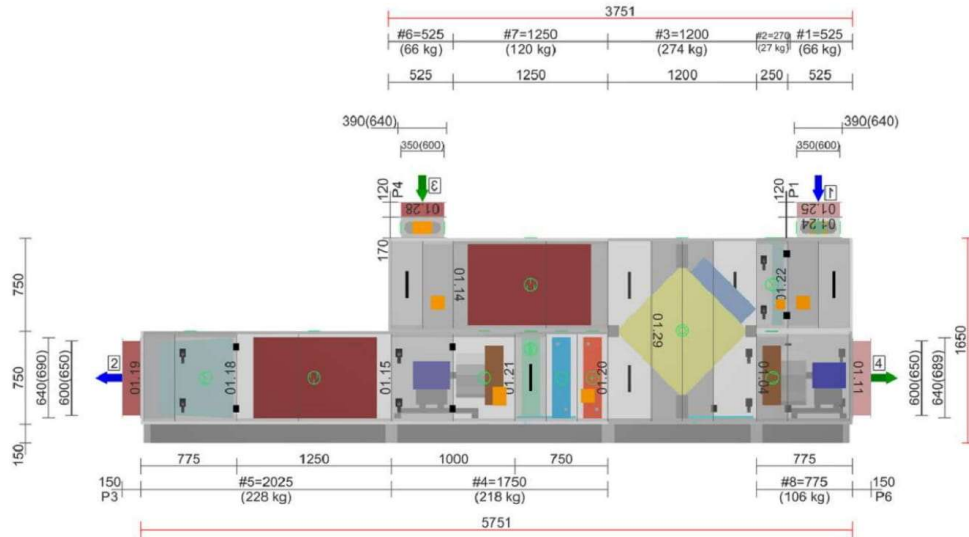
[VZT-2B] VZT-2B  
01 / VZT-2  
Standardní prostředí



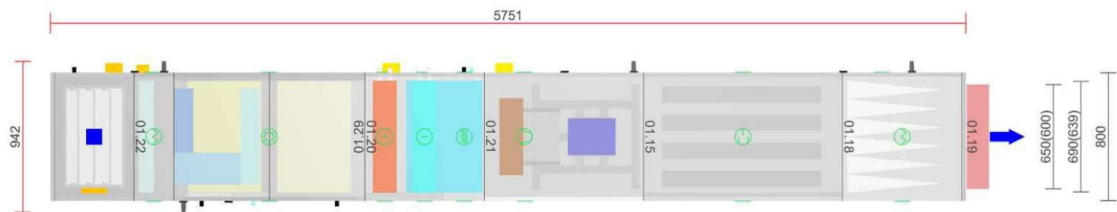
**GRAFICKÉ POHLEDY**

**Bokorys servisní strany**

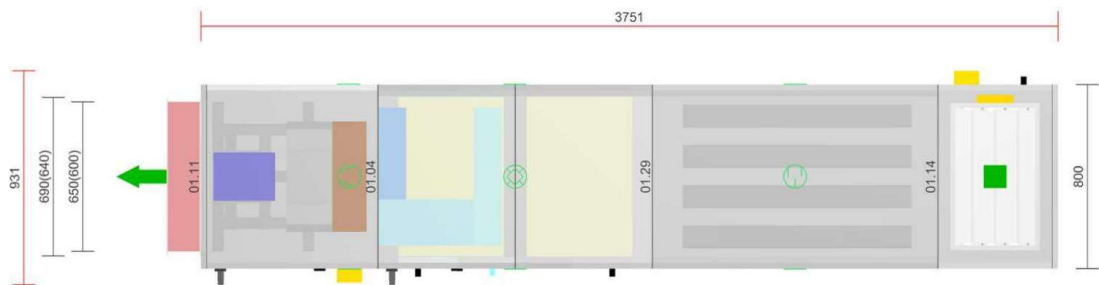
Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přírodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



**Půdorys přírodní větvě**



**Půdorys odtahové větvě**



ID nabídky  
 Projekt [VZT-2B] VZT-2B  
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT-2  
 Určení jednotky Standardní prostředí



#### DETAILNÍ PARAMETRY ZAŘÍZENÍ

##### 01.25 Tlumič vložka Přívod DV 60-35

Kód	VDV006035Z
Nominální průtok vzduchu	2800 m <sup>3</sup> /h

##### 01.24 Klapka Přívod LKSF 60-35/230

Kód	VLK006035FFZ
Nominální průtok vzduchu	2800 m <sup>3</sup> /h
Tlaková ztráta	3 Pa
Plocha klapek	0.21 m <sup>2</sup>
Třída těsnosti	2
Počet servopohonů	1 ks
Krouticí moment serva	4 Nm
Typ servopohonu	LF 230
Napájecí napětí	230 V / 50 Hz
Příkon	6.5 W
Krouticí moment min.	4 Nm

##### 01.23 Sekce rohová Přívod XPJR 06/5

Kód	XPJR006ZS0LELS0
Nominální průtok vzduchu	2800 m <sup>3</sup> /h
Tlaková ztráta	4 Pa

#### Příslušenství vestavěné

- Panel čelní - plný XPK 06/L, Kód: XPKO006ZS-L, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/L (MSP), Kód: MPKO006ZS-L, Počet: 1

##### 01.22 Filtr Přívod XPNR 06/4P

Kód	XPNR006-S004C
Servisní přístup	Zleva
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech
Nominální průtok vzduchu	2800 m <sup>3</sup> /h
Tlaková ztráta	89 Pa
Třída filtrace dle EN 779	G4
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO Coarse 60 %
Typ filtru	Rámečkový
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	28 / 150 Pa
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	300 Pa

#### Příslušenství vestavěné

- Snímač tlakové difference P33 N (30 - 500 Pa), Kód: XPP33N, Počet: 1

#### Skladba filtru

- Kód AX **11Z50902992**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 347x642x96 mm
- Třída filtrace G4
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **2 ks**



ID nabídky  
Projekt  
Číslo / Název zařízení  
Určení jednotky

[VZT-2B] VZT-2B  
01 / VZT-2  
Standardní prostředí



01.29 Deskový rekuperátor	Přívod/Odvod	XPMQ 06/BP (SV - 70/A - 69,5 - Optim)	Zima	Léto
Kód	XPMQ106Z50-L11P200SVDA0I			
Nominální průtok vzduchu	2800 / 2800 m³/h	Teplota / Vlhkost - Přívod		
Tlaková ztráta	322 / 330 Pa	Vstup	-13.0 °C / 95 %	32.0 °C / 37 %
Tlaková ztráta při standardní hustotě	334 / 334 Pa	Výstup	14.5 °C / 11 %	32.0 °C / 37 %
Rychlost v průřezu	2.1 / 2.1 m/s	Teplota / Vlhkost - Odvod		
Materiálové provedení kostky	V - Standard	Vstup	20.0 °C / 45 %	28.0 °C / 60 %
Typ	-	Výstup	-0.2 °C / 100 %	28.0 °C / 60 %
Rozeč lamel	2.0 mm	Účinnost	83 %	
Třída účinnosti / Účinnost (EN 13053)	H2 / 71 %	Suchá teplotní účinnost	75 %	
		Výkon	25.2 kW	

#### Příslušenství vestavěné

- Obtoková klapka LK (PMO), Kód: , Počet: 1

#### Příslušenství nenamontované

- Souprava pro odvod kondenzátu XPOK 300, Kód: XPOK030----L-1P20, Počet: 1

01.20 Vodní ohřivač	Přívod	XPNC 06/1R	Zima	Léto
Kód	XPNC006-S01			
Nominální průtok vzduchu	2800 m³/h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	16 Pa	Vstup	14.5 °C / 11 %	32.0 °C / 37 %
Rychlost v průřezu	2.4 m/s	Výstup	21.0 °C / 8 %	32.0 °C / 37 %
Teplonosné medium	Voda			
Počet řad	1	Teplotní spád		90 / 31 °C
Počet okruhů	1			
Rozeč lamel	2.1 mm	Výkon	6.1 kW	
Materiál				
Materiál trubek	Cu	Teplonosné medium		
Materiál lamel	Al	Průtok	0.09 m³/h	
Připojení		Tlaková ztráta	0.3 kPa	
Průměr připojení	1 "			
Vnitřní objem	1.58 l			
Typ	6.35.CU.10.AL.23.01.0565.21.W.X.X.003.023.R 1" L			

#### Příslušenství vestavěné

- Protimrazové čidlo NS 130 R, Kód: XPNS130R, Počet: 1

#### Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel SUMX 1/EU (1), Kód: VSU0410B-, Počet: 1

ID nabídky  
 Projekt [VZT-2B] VZT-2B  
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT-2  
 Určení jednotky Standardní prostředí



01.20 Vodní chladič		Přívod	XPND 06/2R	
Kód	XPND006-S02		Zima	Léto
Nominální průtok vzduchu	2800 m <sup>3</sup> /h	Teplota / Vlhkost		
Tlaková ztráta	29 Pa	Vstup	21.0 °C / 8 %	32.0 °C / 37 %
Suchá tlaková ztráta	28 Pa	Výstup	21.0 °C / 8 %	24.0 °C / 58 %
Rychlost v průřezu	2.4 m/s			
Teplonosné médium	Voda	Teplotní spád	6 / 16 °C	
Počet řad	2			
Počet okruhů	1	Výkon		7.5 kW
Rozteč lamel	2.1 mm	Množství kondenzátu		0.5 kg/h
Materiál		Teplonosné médium		
Materiál trubek	Cu	Průtok teplonos. média		0.62 m <sup>3</sup> /h
Materiál lamel	Al	Tlaková ztráta		3.1 kPa
Připojení				
Průměr připojení	1 "			
Vnitřní objem	2.66 l			
Typ	6.35.CU.10.AL.23.02.0565.21.W.X.X.006.046.R 1" L			

**Poznámka:** Ventilátor je navržen na základě mokré tlakové ztráty výměníku.

#### Příslušenství nenamontované

- Směšovací uzel chladiče SUMX 1/EU (2), Kód: VSU0410B-, Počet: 1
- Souprava pro odvod kondenzátu XPOO 300, Kód: XPOOS30, Počet: 1

01.20 Eliminátor kapek		Přívod	XPNU 06
Kód	XPNU006-S0		
Nominální průtok vzduchu	2800 m <sup>3</sup> /h		
Tlaková ztráta	5 Pa		

01.21 Ventilátor		Přívod	XPVP 315-1,1/J2 (IE2)
Kód	XPVP006ZS031OPAD2B11A1		
Nominální průtok vzduchu	2800 m <sup>3</sup> /h		
Statický tlak	706 Pa		
Celkový tlak	746 Pa		
Externí tlaková ztráta	200 Pa		
Proud v pracovním bodě	1.97 A		
Výkon na hřídeli	761 W		
Otáčky ventilátoru (n)/(n <sub>max</sub> )	2559/2910 1/min		
Požadované otáčky v prac. bodě	88 %		
Účinnost – $\eta_{F,L}$	76 %		
Účinnost – $\eta_{F,sys}$	61 %		
Účinnost – $\eta_{SF,sys}$	58 %		
Elektrický příkon	0.95 kW		
Specifický výkon ventilátoru SFP <sub>v</sub>	1127 W.m <sup>-3</sup> .s		
Rychlost v průřezu	1.71 m/s		
Pracovní frekvence	44 Hz		
Pracovní frekvence max.	51 Hz		
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem		
Typ	ER31C-2DN.B7.CR		
Zapojení ventilátoru	Samostatně		
Převod	Přímý		
K-faktor	95		
Diference tlaku na dýze	869 Pa		
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	3004 m <sup>3</sup> /h		
Motor			
Třída účinnosti motoru	IE2		
Výkon motoru nom.	1100 W		
Jmenovitý proud	2.40 A		
Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz		

ID nabídky  
 Projekt [VZT-2B] VZT-2B  
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT-2  
 Určení jednotky Standardní prostředí



Počet pólů	2
Jištění	Termistory

**Poznámka:** Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

**Příslušenství vestavěné**

- Regulace na konstantní průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

**Příslušenství nenamontované**

- Regulátor výkonu XPFM 1.1 (1x230V) V, Kód: XPFMID111A20, Počet: 1

**01.15 Tlumič hluku Přívod XPPO 06/S**

Kód	XPPO006ZS0-S
Nominální průtok vzduchu	2800 m³/h
Tlaková ztráta	6 Pa

**Vložené útlumy hluku [dB]**

Oktávnové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Útlum	4	6	12	22	38	40	27	20

**01.18 Filtr Přívod XPNH 06/5**

Kód	XPNH006-S005S
Servisní přístup	Zleva
Materiál vnitřního pláště	Pozinkovaný plech
Nominální průtok vzduchu	2800 m³/h
Tlaková ztráta	28 Pa
Třída filtrace dle EN 779	M5
Třída filtrace dle ISO 16890-1	ISO Coarse 80 %
Typ filtru	Kapsový
Počáteční / Koncová tlaková ztráta	28 / 200 Pa
Koncová tlaková ztráta podle výrobce	450 Pa

**Příslušenství vestavěné**

- Panel čelní - výstup XPK 06/P, Kód: XPKO006ZS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006ZS-P, Počet: 1

**Skladba filtru**

- Kód AX **11Z50041862**
- Rozměr vložky (délka × výška × hloubka) 340x645x600 mm
- Třída filtrace M5
- Počet kapes v jedné vložce 3 ks
- Počet vložek v jedné filtrační vestavbě **2 ks**

**01.19 Tlumicí vložka Přívod DV 650-600**

Kód	VDV016560
Nominální průtok vzduchu	2800 m³/h

**01.28 Tlumicí vložka Odvod DV 60-35**

Kód	VDV006035Z
Nominální průtok vzduchu	2800 m³/h

ID nabídky  
 Projekt [VZT-2B] VZT-2B  
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT-2  
 Určení jednotky Standardní prostředí



**01.27 Klapka Odvod LKSF 60-35/230**

Kód	VLK006035FFZ
Nominální průtok vzduchu	2800 m³/h
Tlaková ztráta	3 Pa
Plocha klapek	0.21 m²
Třída těsnosti	2
Počet servopohonů	1 ks
Krouticí moment serva	4 Nm
Typ servopohonu	LF 230
Napájecí napětí	230 V / 50 Hz
Příkon	6.5 W
Krouticí moment min.	4 Nm

**01.26 Sekce rohová Odvod XPJR 06/S**

Kód	XPJR006ZS0PELS0
Nominální průtok vzduchu	2800 m³/h
Tlaková ztráta	4 Pa

**Příslušenství vestavěné**

- Panel čelní - plný XPK 06/L, Kód: XPKO006ZS-L, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/L (MSP), Kód: MPKO006ZS-L, Počet: 1

**01.14 Tlumič hluku Odvod XPPO 06/S**

Kód	XPPO006ZS0-S							
Nominální průtok vzduchu	2800 m³/h							
Tlaková ztráta	6 Pa							
<b>Vložené útlumy hluku [dB]</b>								
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Útlum	4	6	12	22	38	40	27	20

**01.04 Ventilátor Odvod XPVP 315-1,1/J2 (IE2)**

Kód	XPVP006ZS031OPAS2B11A1
Nominální průtok vzduchu	2800 m³/h
Statický tlak	546 Pa
Celkový tlak	586 Pa
Externí tlaková ztráta	200 Pa
Proud v pracovním bodě	2.54 A
Výkon na hřídeli	594 W
Otáčky ventilátoru (n)/(nmax)	2365/2910 1/min
Požadované otáčky v prac. bodě	81 %
Účinnost - $\eta_{F,L}$	77 %
Účinnost - $\eta_{F,sys}$	60 %
Účinnost - $\eta_{SF,sys}$	55 %
Elektrický příkon	0.77 kW
Specifický výkon ventilátoru SFPv	985 W.m³.s
Rychlost v průřezu	1.71 m/s
Pracovní frekvence	41 Hz
Pracovní frekvence max.	51 Hz
Typ ventilátoru	S volným oběžným kolem
Typ	ER31C-2DN.B7.CR
Zapojení ventilátoru	Samostatně
Převod	Přímý
K-faktor	95
Diference tlaku na dýze	869 Pa
Max. rozsah čidla průtoku vzduchu	3004 m³/h
Motor	
Třída účinnosti motoru	IE2
Výkon motoru nom.	1100 W
Jmenovitý proud	4.16 A

ID nabídky  
 Projekt [VZT-2B] VZT-2B  
 Číslo / Název zařízení 01 / VZT-2  
 Určení jednotky Standardní prostředí



Napájecí napětí motoru	3NPE 400 V, 50 Hz
Počet pólů	2
Jištění	Termistory

**Poznámka:** Ventilátor je navržen se zohledněním systémového efektu.

**Příslušenství vestavěné**

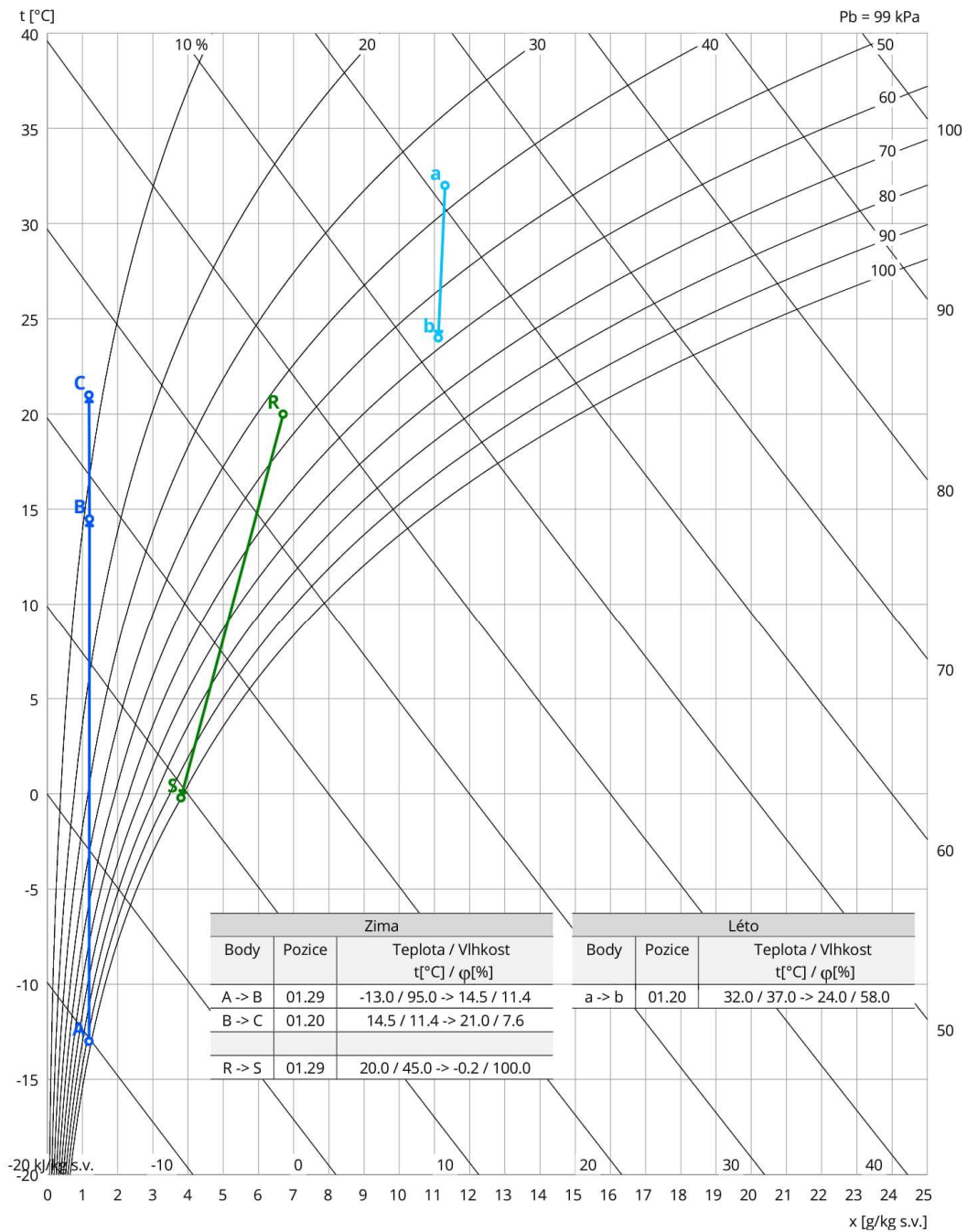
- Panel čelní - výtlač XPK 06/P, Kód: XPKO006ZS-P, Počet: 1
- Montážní sada panelu XPK 06/P (MSP), Kód: MPKO006ZS-P, Počet: 1
- Regulace na konstantní průtok CPG-P (příprava pro čidlo CPG), Kód: CPG03, Počet: 1

**Příslušenství nenamontované**

- Regulátor výkonu XPFM 1.1 (1x230V) V, Kód: XPFMID111A20, Počet: 1

01.11 Tlumič vložka	Odvod	DV 650-600
Kód	VDV016560	
Nominální průtok vzduchu	2800 m <sup>3</sup> /h	

Psychrometrický diagram



ID nabídky  
 Projekt  
 Číslo / Název zařízení  
 Určení jednotky

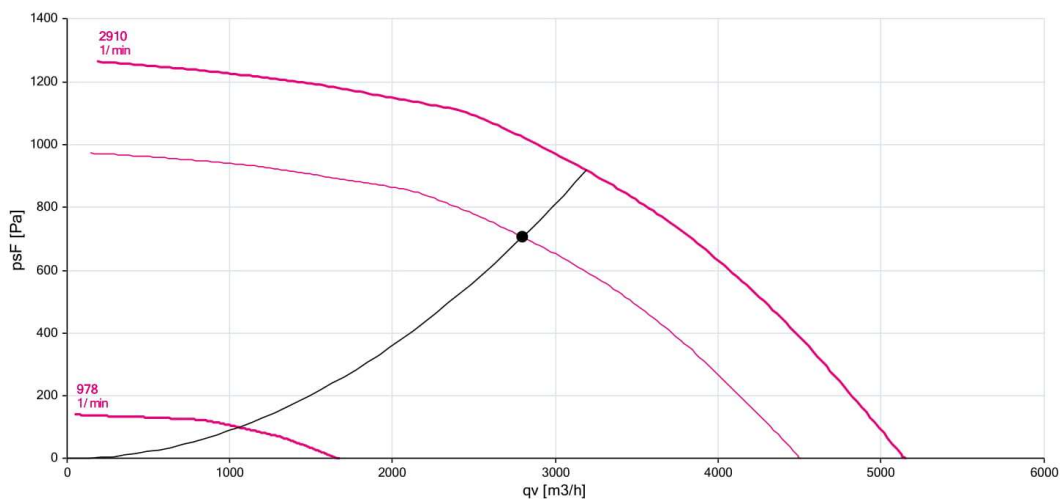
[VZT-2B] VZT-2B  
 01 / VZT-2  
 Standardní prostředí



### Charakteristika ventilátorů

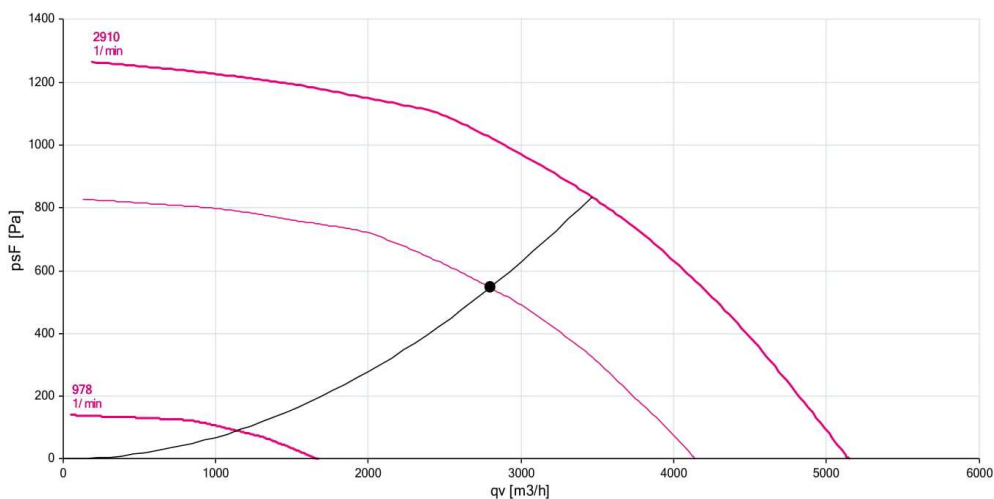
#### Přívodní větev

Typ	$V_n$ [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	$n$ [1/min]	$U$ [V]	$P$ [kW]	$\eta$ [%]
XPVP 315-1,1/J2 (IE2)	2800	706	746	2559	3NPE 400 V, 50 Hz	1.10	58



#### Odvodní větev

Typ	$V_n$ [m³/h]	$\Sigma \Delta p_s$ [Pa]	$\Sigma \Delta p_r$ [Pa]	$n$ [1/min]	$U$ [V]	$P$ [kW]	$\eta$ [%]
XPVP 315-1,1/J2 (IE2)	2800	546	586	2365	3NPE 400 V, 50 Hz	1.10	55





## 3.4 Technická zpráva

### 3.4.1 Úvod do technické zprávy

Předmětem projektové dokumentace pro stupeň v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení je návrh vzduchotechnického zařízení pro přednáškový sál administrativní budovy. Objekt se nachází v obci Brno. Návrhem je zajištěno větrání sálu, strojovny, skladu, komunikací a sociálního zázemí

### 3.4.2 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování projektové dokumentace byly výkresy půdorysů a řezů. Součástí jsou také příslušné zákony, prováděcí vyhlášky, technické normy a podklady výrobců.

- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Vyhláška č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých
- ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb
- ČSN 73 0872 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- Remak s.r.o. – podklady výrobce

### 3.4.3 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

- Místo: Brno
- Nadmořská výška: 226,000 m.n.m. (b.p.v.)
- Normální tlak vzduchu: 98,0 kPa
- Výpočtové teploty vzduchu: Léto 32°C - 35%, Zima -13°C – 90%

### 3.4.4 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Vzduchotechnika zajišťuje přívod čerstvého vzduchu a odvod znehodnoceného vzduchu.

Zařízení	Teplota (°C)		Relativní vlhkost (%)		Hladina akustického tlaku (dB)
	Zima	Léto	Zima	Léto	
1	20	24	30	50	40

### 3.4.5 Základní koncepční řešení

V návrhu je vyhotoven návrh VZT 1, Tato jednotka je umístěna uvnitř budovy ve strojovně, která je decentralizovaná od hlavní technické místnosti. Obsluhuje



shromažďovací prostory, komunikační koridory a sociální zázemí. Jednotka byla navržena pro nucené větrání s ohřevem a chlazením vzduchu, se zpětným získáváním tepla regenerací. Regulace je řešena nadřazeným systémem MaR obsaženým v budově.

### 3.4.6 Hygienické větrání a klimatizace

Vzduchotechnická jednotka je navržena jako rovnotlaká o vzduchovém výkonu 2800 m<sup>3</sup>/h. Tento průtok vyplývá z tepelných zátěží a dávek čerstvého vzduchu.

- Dávka venkovního vzduchu na sportující osobu je 90 m<sup>3</sup>/h, na nespportující osobu 30 m<sup>3</sup>/h
- Dávka vzduchu na šatní místo je 25 m<sup>3</sup>/h
- Dávka vzduchu na umyvadlo je 30 m<sup>3</sup>/h, na WC 50 m<sup>3</sup>/h, na pisoár 25 m<sup>3</sup>/h, na sprchu 150 m<sup>3</sup>/h, na výlevku 30 m<sup>3</sup>/h
- Rovnotlaké větrání je zajištěno v kuchyňce, skladech, přednáškových místnostech a na komunikačních koridorech
- Podtlakové větrání je zajištěno v hygienických místnostech, vzduch je přiváděn z okolních prostor
- Přetlakové větrání je v přednáškovém sále 2.05
- V kancelářských prostorech v přetlaku dochází k odvodu vzduchu přefukem za pomoci mřížek
- U jednotky je použita dvoustupňová filtrace na přívodu a jednostupňová na odvodu.

### 3.4.7 Energetické zdroje

Elektrická energie: Tato energie je uvažována pro pohon EC ventilátorů a napájení digitálních ovladačů systému měření a regulace.

Tepelná energie: Tepelná energie je zprostředkována za pomoci tepelných čerpadel topnou vodou o teplotním spádu 35/30 °C

### 3.4.8 Koncepce větracích zařízení

Vzduchotechnická zařízení zajišťují nucené větrání a rekuperaci tepla. Vzduchotechnická jednotka je umístěna místo skladu přiléhajícímu k seminárnímu sálu. Pro distribuci vzduchu slouží v celém objektu kombinace pozinkovaného kruhového a čtyřhranného potrubí. Přívodní potrubí je tepelně izolováno, stejně jako potrubí vedoucí v technických kolektorech či šachtách. Jako koncové prvky jsou převážně použity textilní výustě, talířové ventily a přefukové mřížky. Tyto distribuční elementy, až na přefukové mřížky jsou na potrubí napojeny přímo pomocí tvarovek.

## Zařízení 1 – Větrání administrativního objektu

Zařízení 1 slouží k nucenému větrání administrativní budovy s ohřevem/chlazením vzduchu a rekuperačním systémem. Jedná se o sestavnou vzduchotechnickou jednotku společnosti Remak. Tato jednotka přivádí a odvádí vzduch do všech jmenovaných místností.

Jednotka je složena na přívodní větvi z pružné vložky, regulační klapky, kasetového filtru, deskového výměníku ZZT, ohřivače, chladiče, eliminátoru kapiček, ventilátoru, kulisového tlumiče hluku a kapsového filtru. Odvodní část je složena z pružné tlumící vložky, regulační klapky, tlumiče hluku, deskového výměníku ZZT, ventilátoru a pružné tlumící vložky.

### **3.4.9 Nároky na energie**

K zajištění chodu větracích zařízení je potřeba zajistit elektrickou energii pro pohon elektromotorů ventilátorů, uzavíracích a regulačních klapek.

- Ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- Regule teploty vzduchu v zimním období řízením výkonu elektrického ohřivače
- Umístění teplotních a vlhkostních čidel a čidel CO<sub>2</sub> dle požadavku
- Protimrazová ochrana deskového/regeneračního výměníku nastavením obtokové klapky
- Protimrazová ochrana teplovodního výměníku
- Ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- Signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- Plynulá regulace výkonu ventilátorů frekvenčními měniči na přívodu i odvodu vzhledem k zanášení filtrů a možnosti nastavení vzduchového výkonu zařízení
- Snímání a signalizace zanesení filtrů
- Poruchová signalizace
- Snímání signalizace chodu, poruchy

## **3.5 Nároky na související profese**

### Stavební úpravy

- Zřízení prostupů pro vzduchotechnické potrubí
- Obložení a dotěsnění prostupů potrubí izolačními hmotami

### Silnoproud

- Připojení a spínání vzduchotechnických jednotek a regulace
- Uzemnění zařízení a zajištění ochrany před zásahem elektrickým proudem

### Vytápění

- Připojení ohřivačů vzduchotechnických jednotek na topnou vodu

### Zdravotní technika

- Odvedení kondenzátu z deskového výměníku vzduchotechnické jednotky

### Protihluková a protiotřesová opatření

- Do jednotky jsou uloženy kulisové tlumiče hluku. Vzduchotechnické zařízení 1 je připojeno přes pružně manžety. Dále je jednotka uložena na pryžových podložkách na základovém rámu.

### Izolace a nátěry

- Přívodní potrubí a všechny venkovní části potrubí jsou izolovány deskami z minerální vlny tloušťky 50 mm.

### Protipožární opatření

- Do rozvodů procházejících požárně dělícími konstrukcemi jsou vsazeny protipožární klapky. Ke klapkám je zajištěn přístup z důvodu údržby.

### Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Montáž vzduchotechnických zařízení musí být provedena odbornou firmou podle návodu výrobce. Zařízení musí být po montáži odzkoušena a zregulována a musí být pravidelně kontrolována a čištěna.

### Závěr technické zprávy

- Navržená vzduchotechnická zařízení splňují požadavky kladené na provoz budovy. Zabezpečují hospodárnost provozu.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ČÁST C – MĚŘENÍ

VZDUCHOTECHNIKA V BUDOVÁCH S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Lukáš Frčka

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.

BRNO 2019

# 1 POUŽITÁ MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ

## 1.1 DATALOGGERY COMMET

### 1.1.1 Dataloggery relativní vlhkosti a teploty

Pro měření relativní vlhkosti, teploty a rosného bodu byly použity dataloggery S3120 od firmy Commet určené pro výukové účely VUT FAST. Zařízení obsahuje čidlo teploty a vlhkosti.



Obrázek 58 - Datalogger Commet S3120

#### Technické parametry:

Rozměry: 93 x 64 x 35 mm  
Hmotnost: 115 g  
Paměť: 15 296 hodnot  
Celková kapacita: 32 000 hodnot teploty (v necyklickém záznamu)  
Interval záznamu: Nastavitelný – 10 vteřin až 24 hodin

**Teplota:**

- Typ čidla: odporový snímač Pt1000/3850
- Rozsah měření: -30 až +70 °C
- Rozlišení: 0,1 °C
- Přesnost: ± 0,4 °C
- Doba odezvy: <2 min (teplotní skok 20 °C)

#### Relativní vlhkost (Teplotně kompenzovaný údaj v celém teplotním rozsahu):

- Rozsah měření: 0 až 100% RV (Relativní vlhkosti)
- Rozlišení: 0,1% RV
- Přesnost: ± 2,5% RV v rozsahu 5-95% RV při 23 °C

#### Rosný bod (veličina vypočtené z relativní vlhkosti a teploty):

- Rozsah měření: -60 až +70 °C
- Rozlišení: 0,1 °C
- Přesnost: ±1,5 °C při T<25°C a RV>30%

## 1.1.2 Dataloggery CO<sub>2</sub>, relativní vlhkosti a teploty

Pro měření úrovně CO<sub>2</sub> relativní vlhkosti, teploty a rosného bodu byly použity dataloggery S3532 od firmy Comet určené pro výukové účely VUT FAST. Zařízení obsahuje čidlo teploty a vlhkosti a vyvedenou sondu měřící koncentraci CO<sub>2</sub>.



Obrázek 59 – Datalogger Comet S3532

### Technické parametry:

Rozměry: 93 x 64 x 35 mm  
Hmotnost: 115 g  
Paměť: 15 296 hodnot  
Celková kapacita: 32 000 hodnot teploty (v necyklickém záznamu)  
Interval záznamu: Nastavitelný – 10 vteřin až 24 hodin

**Teplota:**

- Typ čidla: odporový snímač Pt1000/3850
- Rozsah měření: -30 až +70 °C
- Rozlišení: 0,1 °C
- Přesnost: ± 0,4 °C
- Doba odezvy: <2 min (teplotní skok 20 °C)

### **Relativní vlhkost (Teplotně kompenzovaný údaj v celém teplotním rozsahu):**

- Rozsah měření: 0 až 100% RV (Relativní vlhkosti)
- Rozlišení: 0,1% RV
- Přesnost: ± 2,5% RV v rozsahu 5-95% RV při 23 °C

### **Rosný bod (veličina vypočtené z relativní vlhkosti a teploty):**

- Rozsah měření: -60 až +70 °C
- Rozlišení: 0,1 °C
- Přesnost: ±1,5 °C při T<25°C a RV>30%

### **Koncentrace CO<sub>2</sub>:**

- Rozsah: 0 PPM – 5 000 PPM

## 1.2 DATALOGERY ROTRONIC

### 1.2.1 Rotronic CL11 – CO<sub>2</sub>

Pro měření úrovně CO<sub>2</sub> relativní vlhkosti a teploty byly použity datalogery CL11 od firmy Rotronic. Zařízení obsahuje čidlo teploty a vlhkosti a anténovou sondu měřící koncentraci CO<sub>2</sub>.



Obrázek 60 – CO<sub>2</sub> datalogger Rotronic CL11

#### Technické parametry:

Rozměry:	157 x 120 x 45 mm
Hmotnost:	200 g
Paměť:	10 000 hodnot
Celková kapacita:	40 000 hodnot CO <sub>2</sub> (v necyklickém záznamu)
Interval záznamu:	Nastavitelný – 5 vteřin až 24 hodin

<b><u>Teplota:</u></b>	• Typ čidla:	ROTRONIC HYGROMER® IN-1+ termistor
	• Rozsah měření:	-20 až +60 °C
	• Rozlišení:	0,1 °C
	• Přesnost:	± 0,3 °C
	• Doba odezvy:	<1 min (teplotní skok 20 °C)

#### Relativní vlhkost:

• Rozsah měření:	0 až 100% RV (Relativní vlhkosti)
• Rozlišení:	0,1% RV
• Přesnost:	± 2,5% RV v rozsahu 10-90% RV při 20 °C

#### Koncentrace CO<sub>2</sub>:

• Rozsah:	0 PPM – 5 000 PPM
• Rozlišení:	1 PPM
• Přesnost:	± 30 PPM

### 1.3 EMS Brno

Dále byla využita data z instalované meteostanice na zelené střeše. Meteostanice byla vytvořena společností EMS BRNO. Tato společnost dále poskytuje zpracování naměřených dat za pomoci internetových stránek. Meteostanice otevřené zahrady sbírá tato konkrétní data:

- **Energetické toky:** Přímá radiace, difúzní radiace, PET, Evapotranspirace
- **Vzduch:** Teplota ve výšce 0,5 m a 2 m, relativní vlhkost ve výšce 0,5m a 2 m, tlak vzduchu, aktuální srážky, denní srážky, rychlost a směr větru
- **Půda:** Povrchová teplota, vlhkost půdy ve 3 hloubkách, teplotu půdy ve 2 hloubkách



Obrázek 61 – Meteorologická stanice EMS Brno

## 2 MĚŘENÍ ÚČINNOSTI ZZT

Měření účinnosti ZZT bylo prováděno na již zmíněné vzduchotechnické jednotce nacházející se v objektu otevřené zahrady Brno. Jednotka je vyrobena společností Fläkt Woods o vzduchovém výkonu 4500 m<sup>3</sup>/h. Jednotka se nachází v 1.NP objektu ve strojovně, číslo místnosti 1.20. Jednotka obsluhuje administrativní budovu sestávající se z kanceláří a jejich zázemí s komunikačními koridory a dále z přednáškového sálu se sociálním zázemím a skladem. Vzduchotechnická jednotka je sestavná a obsahuje ventilátory, regenerační rotační výměník tepla, chladič s funkcí ohříváče, dvoustupňovou filtraci na přívodu, jednostupňovou filtraci na odvodu a ostatní hybné funkční elementy, jako klapky. Detailnější popis jednotky je uveden v kapitole 1.3. části B této diplomové práce. Umístění jednotky je znázorněno na výkresech stávajícího řešení poskytnuté otevřenou zahradou č. 1 až 3 umístěné v přílohách na konci práce.



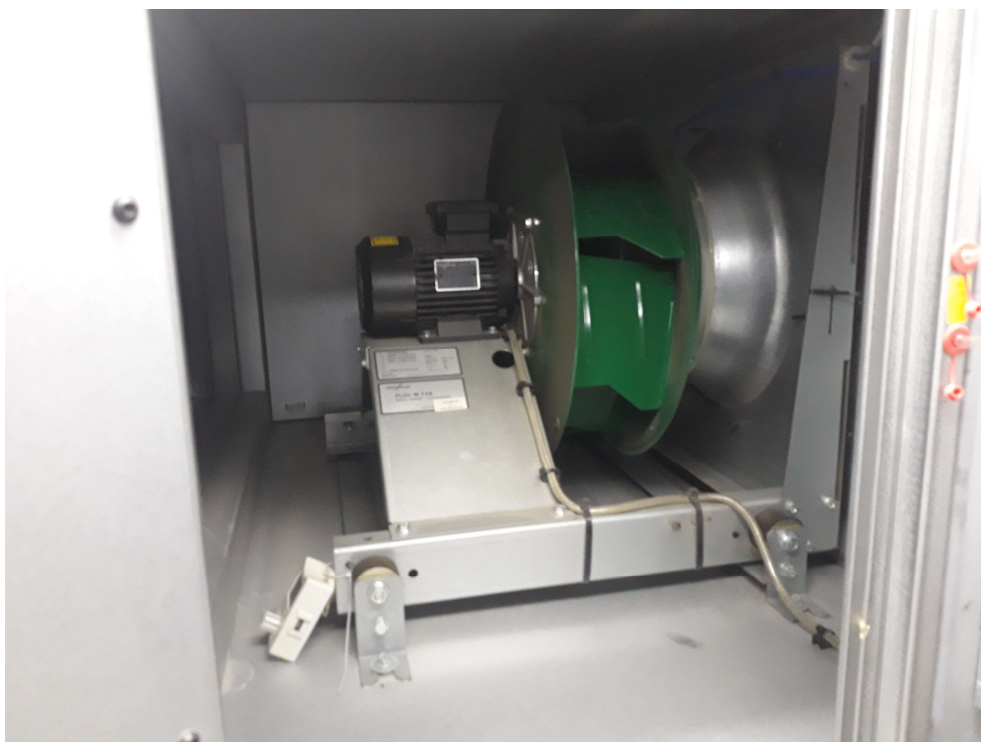
**FOTODOKUMENTACE JEDNOTKY A UMÍSTĚNÍ LOGGERŮ:**



Obrázek 62 – Vzduchotechnická jednotka Fläkt Woods



Obrázek 63 – Datalogger Comet umístěný na přívodu v ZZT



Obrázek 64 – Datalogger Comet v odvodním ventilátoru



Obrázek 65 – Datalogger Comet v přívodním ventilátoru





Obrázek 66 – Datalogger Comet se sondou CO2 v odvodním kapsovém filtru

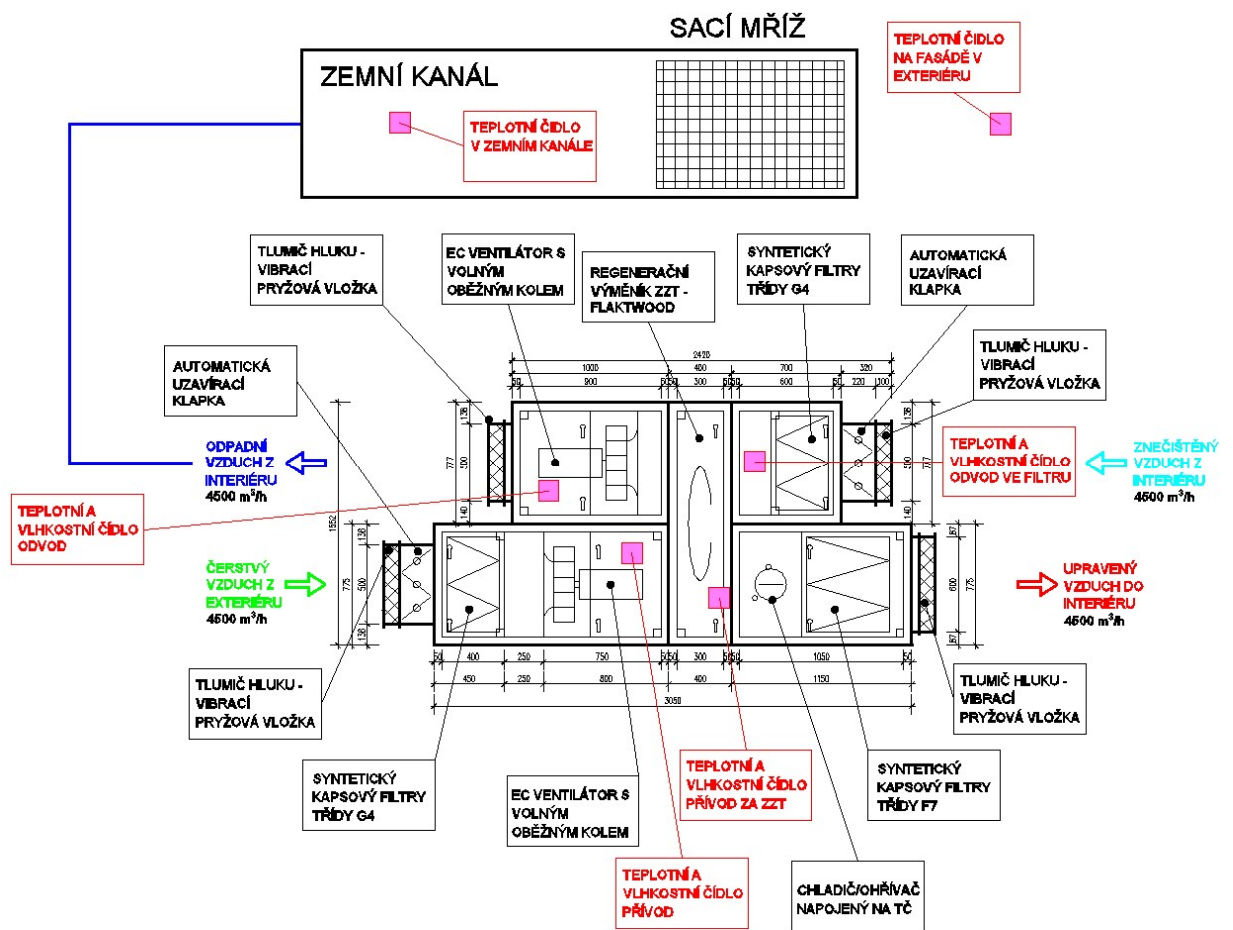


Obrázek 67 – Datalogger Comet umístěný na fasádě za zvonkem v exteriéru



Obrázek 68 – Datalogger Comet umístěný v zemním kanále sání

**SCHÉMA VZT JEDNOTKY S UMÍSTĚNÍM LOGERRŮ:**



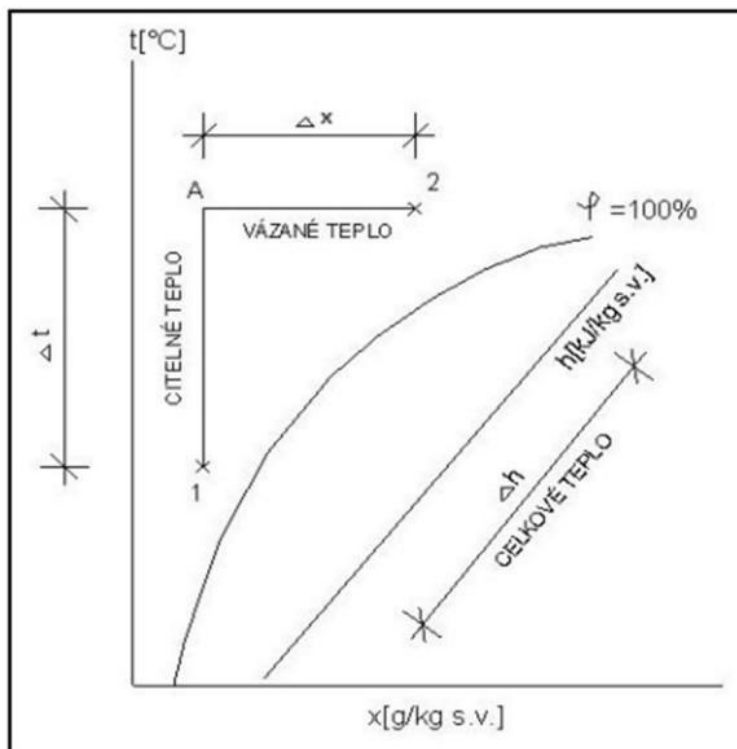
Obrázek 69 – Schéma VZT jednotky a umístění loggerů

## 2.1 Postup měření

Měření bylo prováděno již zmíněnými datalogery od společnosti Comet, jejich rozmístění a funkce jsou znázorněny na obrázku č. 69. Měření bylo prováděno v intervalech 5 minut. Dále byla data zpracovávána pomocí softwaru Comet a Excel. Tímto způsobem byly tedy vyhodnoceny teploty vzduchu v exteriéru a zemním kanále, teploty a relativní vlhkosti vzduchu v přívodním ventilátoru, odvodním ventilátoru a v ZZT. A v neposlední řadě teploty, relativní vlhkost a úroveň koncentrace CO<sub>2</sub> v odvodního vzduchu z interiéru, měřené v kapsovém filtru před ZZT na odtahu.

## 2.2 Obecný výpočet účinnosti ZZT

Účinnost zpětného získávání tepla je poměr rekuperovaného tepla k teplotě teoreticky získatelnému. Rozlišujeme účinnost teplotní (vycházející z tepla citelného), vlhkostní (vycházející z tepla vázaného) a entalpickou (vycházející z tepla celkového).



Obrázek 70 – Znázornění druhů tepla v hx-diagramu

Při výpočtu účinnosti zpětného získávání tepla je třeba brát v potaz, že hodnota je dynamicky proměnlivá v závislosti na konkrétní aplikaci výměníku i okolním prostředím. Výrobci udávané hodnoty účinností jsou pak často hodnoty, jež je možno dosáhnout za ideálních podmínek a při návrhu dalších komponentů VZT soustavy (jako např. ohřev vzduchu) je nutné tuto skutečnost neopomíjet.

Na účinnost výměníku má vliv kromě jeho samotné konstrukce (a její mecha-  
nicko-fyzikálních vlastností) také průtok vzduchu a případná kondenzace vlhkosti z  
odvodního vzduchu. Obecně platí, že se snižujícím se průtokem vzduchu na daném  
výměníku se zvyšuje účinnost a naopak. Stejně tak platí, že s měnícím se průtokem  
vzduchu klesají, resp. stoupají tlakové ztráty výměníku. Kondenzace vodní páry má  
na účinnost výměníku vliv pozitivní, jelikož do přiváděného vzduchu přispívá výpar-  
ným teplem.

Mezi další parametry ovlivňující velikost přeneseného tepelného toku patří  
údržba zařízení (především udržování výměníku v čistotě), těsnost jednotky, rovno-  
měrnost, s jakou proudy vzduchu dopadají na výměník a poměr hmotnostních prů-  
toků odváděného a přiváděného vzduchu.

- **Je-li poměr objemových průtoků vzduchu stejný**

- Teplotní účinnost

$$\eta_t = \frac{te - te'}{te - ti} (\%)$$

- Vlhkostní účinnost

$$\eta_x = \frac{xe - xe'}{xe - xi} (\%)$$

- Entalpická účinnost

$$\eta_h = \frac{he - he'}{he - hi} (\%)$$

- **Je-li poměr objemových průtoků vzduchu rozdílný**

- Teplotní účinnost

$$\eta_t = \frac{V_o/\rho_o * (ti' - ti)}{\frac{V_o}{\rho_o} * te - \frac{V_p}{\rho_p} * ti} (\%)$$

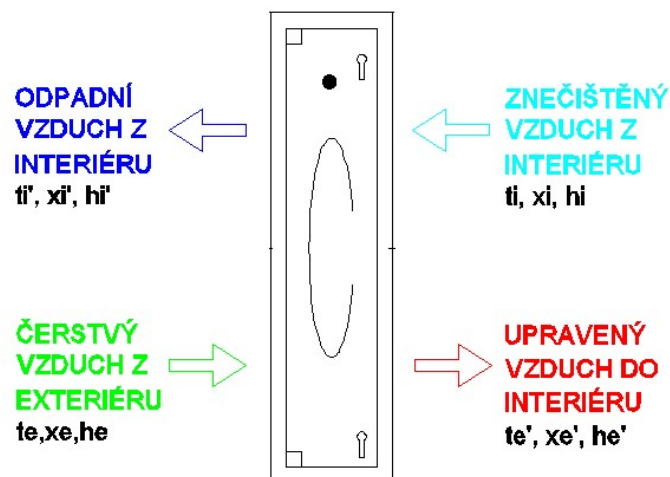
- Vlhkostní účinnost

$$\eta_x = \frac{V_o/\rho_o * (xi' - xi)}{\frac{V_o}{\rho_o} * xe - \frac{V_p}{\rho_p} * xi} (\%)$$

- Entalpická účinnost

$$\eta_h = \frac{V_o/\rho_o * (hi' - hi)}{\frac{V_o}{\rho_o} * he - \frac{V_p}{\rho_p} * hi} (\%)$$

Uvedené vztahy jsou vztaženy ke vzduchu vnějšímu, uvádějí tedy, s jakou účin-  
ností ohříváme vzduchu přiváděný zpátky do upravovaného prostoru. Vztahy vzta-  
žené ke vzduchu odpadnímu jsou obdobné, pouze sledujeme jiné proudy vzduchu  
a jejich veličiny.



Obrázek 71 – Označení průtoku vzduchu v ZT

Dataloggery instalovány v jednotce byly schopny zaznamenat pouze teplotu a relativní vlhkost, pro účely výpočtu vlhkosní a entalpické účinnosti bylo třeba dopočítat hodnoty měrné vlhkosti a měrné entalpie dle následujících vztahů:

- **Tlak syté vodní páry (Pa)**  

$$pd'' = \exp\left(23,58 - \frac{4044,6}{235,6 + t}\right)$$
- **Měrná vlhkost (g/kh)**  

$$x = 0,622 * \frac{\varphi * pd''}{p - \varphi * pd''}$$
- **Entalpie (kJ/kg)**  

$$h = 1,01 * t + (2500 + 1,872 * t) * x$$

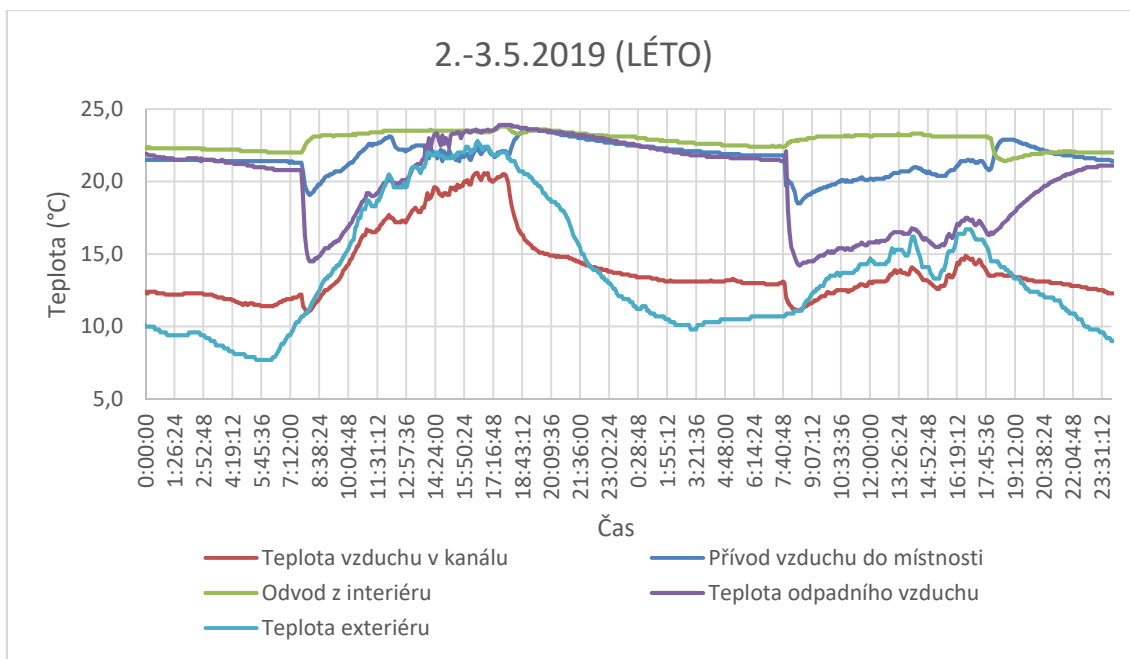
## 2.3 Výsledky měření

Výsledky byly zpracovány v tabulkovém procesoru Excel. Doba měření byla od 03.04.2019 do 30.05.2019, dále 15.08.2019 – 15.09.2019 a 03.12.2019 až 20.12.2019. Nasbíraná data odpovídají realitě až na teploty exteriéru měřené na fasádě. Tato data byla bohužel znehodnocena nečekaným vlivem sluneční radiace a odrazivosti povrchů. Proto byla použita data z EMS Brno, které vystihují teplotu v exteriéru bez rušivých elementů.

### 2.3.1 Popis trendu a naměřených teplot vzduchu

Z neměřených dat byly v programu Excel vyhotoveny grafy, které ukazují závislost naměřené teploty v čase. Uvedené jsou dva příklady, jeden pro léto a druhý pro zimu.



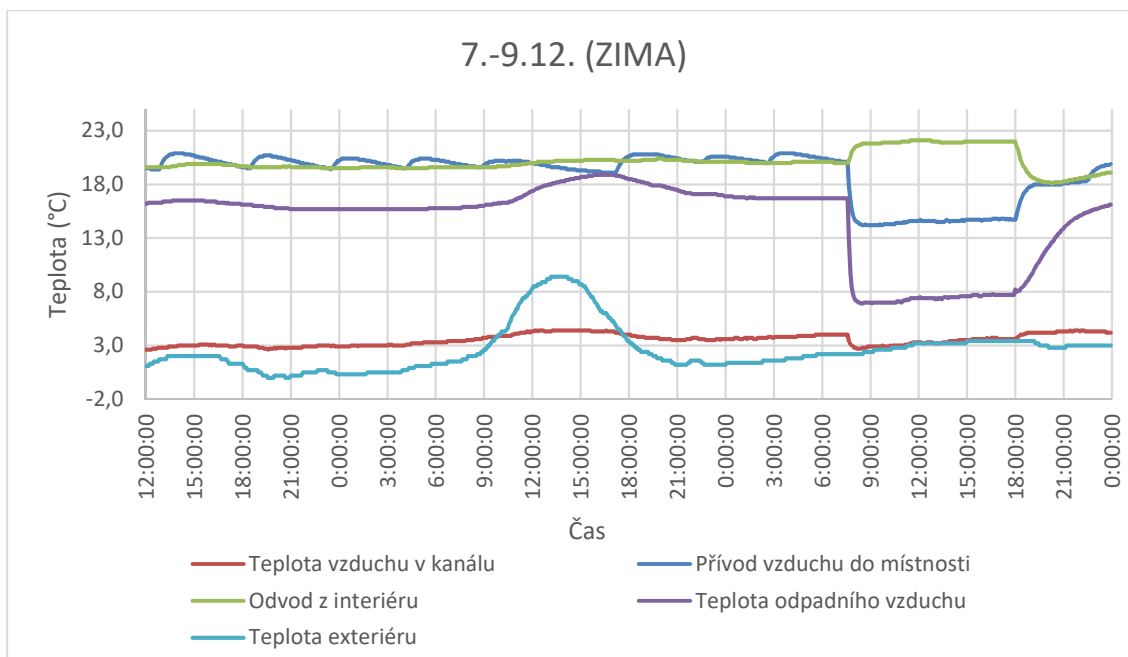


Graf 21 – Popis trendu vzduchotechnické jednotky květen

Z grafu č.21 vyplívá, že naměřený průběh teplot ve vzduchotechnické jednotce není konstantní. Vzduchotechnická jednotka je v provozu pouze v pracovní dobu a to zhruba od 8:00 do 16:30 pondělí až pátek. Je tedy spouštěna v pravidelných intervalech a dále je plně automaticky regulována nadřazeným systéme MaR, který spouští či vypíná ZTZ. Z grafu tedy vyplívá, že odváděná teplota z interiéru, je ve většině případů vyšší než teplota přiváděného vzduchu, to je dáno vnitřními tepelnými zisky. Dále lze z grafu vyčíst, že ke spuštění ZTZ v režimu zpětného získávání chladu došlo 2.5. v 7:50 hodin a dále 3.5. v 7:50 hodin. Tato hodnota je znatelná díky rozdílu teplot odvodního a odpadního vzduchu. Dále lze z grafu vyčíst že sací kanál díky akumulaci tepla v nočních hodinách vzduch přehřívá o 2,5°C a v dopoledních a odpoledních hodinách naopak chladí rozdílem teplot 1,0°C.

Zpětné získávání tepla je tedy spouštěno pouze v pracovní dobu a to právě tehdy pokud dojde k nárůstu teploty v odvodním vzduchu z interiéru, který značí vnitřní tepelné zisky. Například nadměrný počet osob v objektu, či nepoužívání stínicích prvků na výplních otvorů.





Graf 22 – Popis trendu vzduchotechnické jednotky prosinec

Z grafu č.22 vyplývá, že 7.-8.12. 2019 (víkend) je vzduchotechnická jednotka mimo provoz. Avšak dochází k chvilkovému cyklickému ohřevu přiváděného vzduchu na teplotu 22°C a poté vzduch znovu chladne dokud nedosáhne teploty vzduchu z interiéru a celý běh se opakuje. Zřejmě se jedná o problém utápění tepla otopné soustavy do vzduchotechnického ohřivače, což naznačuje chybnou konfiguraci MaR, účelné utápění tepla, či vadný regulační element. Dále lze vidět že i v zimním období má zemní kanál snahu vzduch mírně přehřívát v ranních hodinách. V hodinách kolem poledne však díky proudění vzduchu kanálem dochází ke srovnání teplot mezi exteriérovou a teplotou v kanálu.

V týdnu, tedy v pondělí 9.12.2019 dochází znovu ke sepnutí ZZT kolem 8:00 ráno. Díky vychladnutí regeneračního výměníku však prvně dochází k výraznému podchlazení vzduchu a až poté se začíná vzduch ohřívát. Dále je vidět, že se teplota vzduchu v kanálu se spuštěním ventilátorů a tím zvýšením rychlosti proudění vzduchu snižuje. Tento je dán ochlazováním konvekcí. Teplota v kanále nakonec klesá téměř až na teplotu exteriéru.

Datum	Čas	Exteriér	Kanál	Přívod	$\Delta t_{ke}$ (°C)	$\Delta t_{pk}$ (°C)
		$t_e$ (°C)	$t_k$ (°C)	$t_p$ (°C)		
03.IV	16:30	15,9	15,5	21,8	-0,4	6,3
30.IV	12:00	15,4	13,5	20,6	-1,9	7,1
01.V	12:00	17,1	13,6	21,4	-3,5	7,8
30.V	12:00	18,7	15,9	21,6	-2,8	5,7
15.VIII	12:00	22,4	20,8	21,9	-1,6	1,1
15.IX	12:00	18,4	16,6	22,7	-1,8	6,1
03.XII	14:00	3,6	3,5	14,9	-0,1	11,4
20.XII	12:00	4,8	3,7	20,4	-1,1	16,7

Tabulka 28 – Rozdíl venkovní teploty, teploty sání a přívodní teploty vzduchu

Jak vyplývá z tabulky, rozdíl mezi teplotou sání z exteriéru a teplotou v zemním kanálu, kde dochází k teplotní změně je v průběhu roku víceméně stejná. Zatímco rozdíl teplot mezi přiváděným vzduchem a vzduchem na straně sání z exteriéru je v průběhu roku velice proměnlivý. Rozdíl měrných vlhkostí je přitom v průběhu roku prakticky minimální. V zimních měsících je teplota venkovního vzduchu nižší než teplota sání z exteriéru. Naopak v letních měsících je venkovní teplota vyšší než teplota sání z exteriéru.

### 2.3.2 Účinnost ZTZ

Nejdůležitějším parametrem výměníku zpětného získávání tepla je jeho účinnost  $U$  zpětného získávání tepla se určuje účinnost přívodní a účinnost odvodní. Tyto účinnosti se dále dělí na entalpické, teplotní a vlhkostní, jak již bylo zmíněno.

Pro výpočet účinnosti zpětného získávání tepla jsem vybral 8 dní, v období od dubna do prosince. A konkrétně ty dny, kdy byl největší rozdíl teploty mezi sáním z exteriéru a odvodem z interiéru a některé dny s průměrným rozdílem těchto teplot, pro zjištění maximální a průměrné účinnosti ZTZ. Z naměřených hodnot byly odečteny teploty pro odpadní vzduch, přívodní vzduch do místnosti, teplota sání z exteriéru a odvodní teplota vzduchu z místnosti. Pro stejné proměnné byly výpočtem stanoveny měrné vlhkosti a entalpie, pro zjištění všech účinností ZTZ. V následujících tabulkách jsou stanoveny teploty, relativní vlhkosti, měrné vlhkosti, tlaky sytých par vzduchu a entalpie vzduchu v daných místech měření. Tyto tabulky jsou uvedeny na následujících stranách.

Č.	DATUM	Odpadní vzduch				
		to (°C)	RH (%)	PD	xo (kg/kg)	ho (kJ/kg)
1	06.04.2019 10:00:00	17,2	59,8	1960	0,00381	27,03
2	30.04.2019 9:30:00	16,5	59,1	1875	0,00542	30,39
3	23.05.2019 11:50:00	15,9	58,9	1805	0,00807	36,48
4	02.06.2019 10:00:00	23,0	46,8	2806	0,00246	29,48
5	15.08.2019 10:20:00	22,8	41,5	2773	0,00422	33,76
6	04.09.2019 8:10:00	16,7	61,6	1899	0,00385	26,62
7	11.09.2019 8:00:00	16,4	66,6	1863	0,00297	24,08
8	11.12.2019 10:00:00	2,3	60,1	720	0,00049	3,55

Tabulka 29 – Odpadní vzduch

Č.	DATUM	Přívod do místnosti				
		tp (°C)	RH (%)	PD	xp (kg/kg)	hp (kJ/kg)
1	06.04.2019 10:00:00	20,6	38,8	2424	0,01443	57,43
2	30.04.2019 9:30:00	19,6	49,7	2278	0,00465	31,60
3	23.05.2019 11:50:00	20,4	50,1	2394	0,00342	29,27
4	02.06.2019 10:00:00	22,2	54,4	2673	0,00191	27,28
5	15.08.2019 10:20:00	20,8	45,3	2454	0,00529	34,45
6	04.09.2019 8:10:00	19,2	54,7	2222	0,00322	27,56
7	11.09.2019 8:00:00	19,0	56,9	2195	0,00290	26,54
8	11.12.2019 10:00:00	11,5	44,4	1355	0,00099	14,10

Tabulka 30 – Přívodní vzduchu

Č.	DATUM	Zemní kanál				
		tek (°C)	RH (%)	PD	xek (kg/kg)	hek (kJ/kg)
1	06.04.2019 10:00:00	11,3	86,39	1337	0,00412	21,80
2	30.04.2019 9:30:00	12,1	81,1	1410	0,00438	23,26
3	23.05.2019 11:50:00	12,9	72,7	1486	0,00676	30,09
4	02.06.2019 10:00:00	16,5	53,5	1875	0,02820	88,03
5	15.08.2019 10:20:00	18,4	40,5	2114	0,00427	29,40
6	04.09.2019 8:10:00	13,0	55,1	1496	0,00327	21,39
7	11.09.2019 8:00:00	12,4	65,4	1438	0,01447	49,03
8	11.12.2019 10:00:00	-2,3	83,9	515	0,00049	-1,10

Tabulka 31 – Zemní kanál

Č.	DATUM	Odvod z int.				
		tint (°C)	RH (%)	PD	xint (kg/kg)	hint (kJ/kg)
1	06.04.2019 10:00:00	21,3	40,5	2530	0,01455	58,47
2	30.04.2019 9:30:00	23,1	44,1	2823	0,00293	30,79
3	23.05.2019 11:50:00	23,7	51,3	2927	0,00179	28,50
4	02.06.2019 10:00:00	23,2	54,9	2840	0,00168	27,70
5	15.08.2019 10:20:00	23,4	45,4	2875	0,00250	30,00
6	04.09.2019 8:10:00	23,0	51,2	2806	0,00196	28,22
7	11.09.2019 8:00:00	22,6	52,5	2739	0,00196	27,80
8	11.12.2019 10:00:00	21,7	34,5	2593	0,00644	38,28

Tabulka 32 – Odvod z interiéru

Č.	DATUM	Teplota exteriéru z MaR				
		te (°C)	RH (%)	PD	xe (kg/kg)	he (kJ/kg)
1	06.04.2019 10:00:00	9,93	86,4	1221	0,00892	32,49
2	30.04.2019 9:30:00	13,1	81,1	1506	0,00316	21,22
3	23.05.2019 11:50:00	13,7	72,65	1566	0,00452	25,25
4	02.06.2019 10:00:00	24,9	53,5	3145	0,00149	28,95
5	15.08.2019 10:20:00	23,4	40,5	2875	0,00395	33,68
6	04.09.2019 8:10:00	18,1	55,1	2075	0,00439	29,39
7	11.09.2019 8:00:00	17,7	65,1	2023	0,00244	24,05
8	11.12.2019 10:00:00	-1,3	84,09	554	0,00056	0,09

Tabulka 33 – Teplota exteriéru dle MaR

Po stanovení základních hodnot pro výpočet proběhl výpočet samotný, byla určována teplotní účinnost, vlhkostní účinnost a entalpická účinnost pro vybraný interval 8 dní. Tyto hodnoty jsou dále zaneseny do tabulek na následujících stranách. Tyto účinnosti byly stanoveny jak pro odvodní tak pro přívodní stranu zařízení pro zpětné získávání tepla/chladu.

Teplotní účinnost										
Č.	DATUM	te-tek	tek-to	tek-tp	to-tp	tp-tint	ηp-tek	ηo-tek	ηp-te	ηo-te
		K	K	K	K	K	%	%	%	%
1	06.04.2019 10:00:00	1,4	5,9	9,3	3,4	0,7	93	41	94	36
2	30.04.2019 9:30:00	1,0	4,4	7,5	3,1	3,5	68	60	65	66
3	23.05.2019 11:50:00	0,8	3,0	7,5	4,5	3,3	69	72	67	78
4	02.06.2019 10:00:00	8,4	6,5	5,7	0,8	1,0	85	3	100	12
5	15.08.2019 10:20:00	5,0	4,4	2,4	2,0	5,2	32	42	100	100
6	04.09.2019 8:10:00	5,1	3,7	6,2	2,5	3,8	62	63	22	100
7	11.09.2019 8:00:00	5,3	4,0	6,6	2,6	3,6	65	61	27	100
8	11.12.2019 10:00:00	1,0	4,6	13,8	9,2	10,2	58	81	56	84

Tabulka 34 – Výpočet teplotní účinnosti ZTZ

Vlhkostní účinnost										
Č.	DATUM	xe-xek	xek-xo	xek-xp	xo-xp	xp-xint	ηp-xek	ηo-xek	ηp-xe	ηo-xe
		kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	kg/kg	%	%	%	%
1	06.04.2019 10:00:00	0,0048	0,0003	0,0103	0,0106	0,0001	99	100	98	100
2	30.04.2019 9:30:00	0,0012	0,0010	0,0003	0,0008	0,0017	19	100	100	100
3	23.05.2019 11:50:00	0,0022	0,0013	0,0033	0,0047	0,0016	67	100	41	100
4	02.06.2019 10:00:00	0,0267	0,0257	0,0263	0,0005	0,0002	99	3	100	100
5	15.08.2019 10:20:00	0,0003	0,0000	0,0010	0,0011	0,0035	41	98	61	100
6	04.09.2019 8:10:00	0,0011	0,0006	0,0000	0,0006	0,0013	4	100	48	78
7	11.09.2019 8:00:00	0,0120	0,0115	0,0116	0,0001	0,0009	92	8	96	100
8	11.12.2019 10:00:00	0,0001	0,0000	0,0005	0,0005	0,0055	8	100	7	100

Tabulka 35 Výpočet vlhkostní účinnosti ZTZ

Entalpická účinnost										
Č.	DATUM	he-hek	hek-ho	hek-hp	ho-hp	hp-hint	ηp-hek	ηo-hek	ηp-he	ηo-he
		kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	kJ/kg	%	%	%	%
1	06.04.2019 10:00:00	10,68	5,22	35,63	30,40	1,04	97	86	96	100
2	30.04.2019 9:30:00	2,04	7,13	8,34	1,21	0,81	100	5	100	4
3	23.05.2019 11:50:00	4,84	6,39	0,82	7,21	0,77	51	100	100	100
4	02.06.2019 10:00:00	59,08	58,55	60,75	2,20	0,42	100	3	100	100
5	15.08.2019 10:20:00	4,28	4,36	5,05	0,69	3,74	100	100	26	100
6	04.09.2019 8:10:00	8,01	5,24	6,18	0,94	0,65	90	23	100	100
7	11.09.2019 8:00:00	24,98	24,95	22,49	2,46	1,26	100	18	66	99
8	11.12.2019 10:00:00	1,20	4,65	15,21	10,55	24,18	39	88	37	91

Tabulka 36 - Výpočet entalpické účinnosti ZTZ

**Poznámka:** Žlutě vybarvené sloupce znázorňují idealizovanou účinnost ZTZ při sání vzduchu z exteriéru a ní ze zemního kanálu. Což sice není správné řešení, ale například častý marketingový čin prodejců. O řešení chybné se jedná díky změně teplot vzduchu v jednotce, která je právě závislá na exteriérové teplotě.

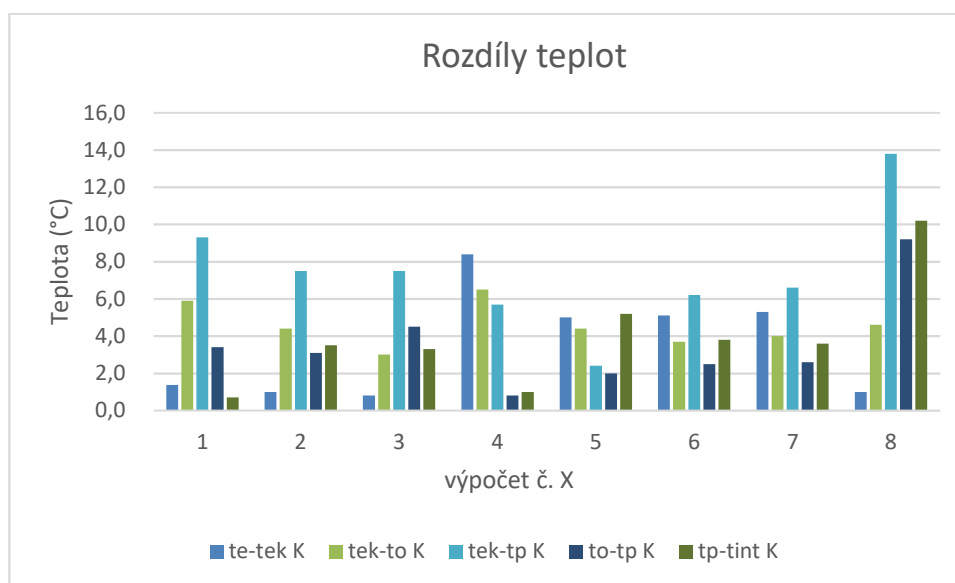
Další poznámkou je, že okrajové podmínky pro bod č.7 (11.9.2019) jsou specifické. V tento den probíhal silný déšť, což je znát z měrné vlhkosti přiváděného vzduchu.

### Zkratky použitých veličin ve výpočtech:

- $t_o$  – teplota odpadního vzduchu (°C)
- $t_p$  – teplota přívodního vzduchu do místnosti (°C)
- $t_{ek}$  – Teplota sání z exteriéru v zemním kanále
- $t_{int}$  – teplota interiéru
- $t_e$  – teplota exteriéru

V případě výpočtu účinnosti z teplot ve vzduchotechnické jednotce je jak přívodní, tak odvodní účinnost velmi vysoká. Nejvyšší hodnoty účinnosti se pohybují kolem 70–100 %. To vše je způsobeno poměrně malým teplotním, vlhkostním či entalpickým rozdílem ve vzduchotechnické jednotce.

Účinnosti vypočítané z exteriérové teploty přebrané z MaR vykazují veliké rozdíly, obzvláště u vlhkostní a entalpické účinnosti. Rozdíl v těchto účinnostech je dán vlivem akumulace tepla zemního kanálu, kterým je vzduch do zařízení přiváděn. Dále je rozdíl dán izolací přívodního a odvodního potrubí vzduchotechnického zařízení.



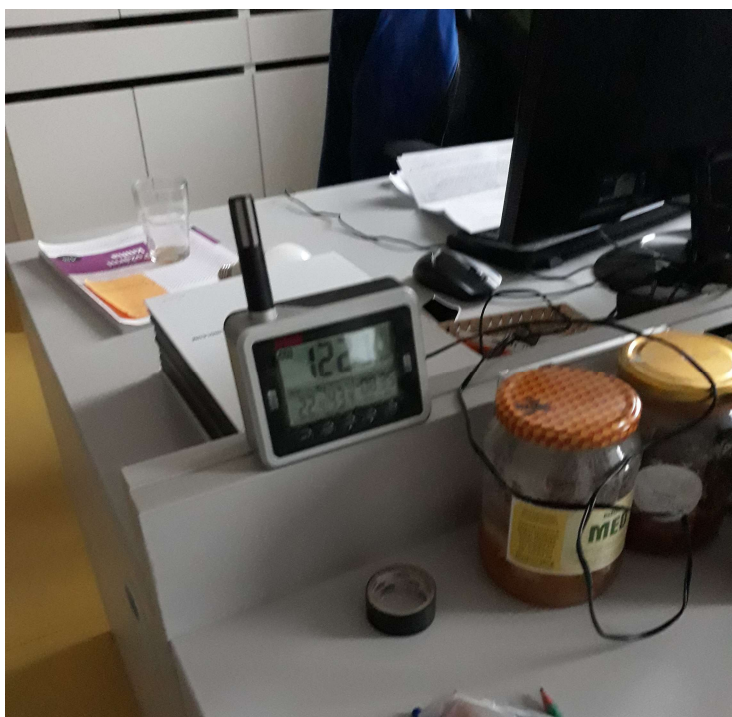
Graf 23 – Rozdíly teplot

Z grafu č.23 a tabulek č. 29-33 vyplívá, že největší rozdíl je mezi přívodní teplotou vzduchu a teplotou sání vzduchu z exteriéru přes zemní kanál. Právě rozdíl těchto teplot zahrnuje akumulaci tepla v zemním kanále. Další významný rozdíl je mezi teplotou sání z exteriéru a přívodní teplotou do místnosti. Tento rozdíl vyjadřuje vliv zpětného získávání tepla. Vzduch, který je nasáván z exteriéru se ve výměníku ZZT ohřeje odvodním vzduchem na teplotu která je přiváděna do místnosti, popřípadě je dohřáta za pomoci ohříváče. Téměř stejný rozdíl je mezi teplotou odpadního vzduchu a přívodní teplotou. Jde o rozdíl teplot přímo ve výměníku ZZT. Malý rozdíl je mezi teplotou sání z exteriéru a teplotou odpadního vzduchu. Jde o rozdíl teploty vzduchu před výměníkem ZZT, poté co bylo v ZZT vzduchu odebráno teplo. V případě že nastanou takové podmínky, že ZZT má maximální účinnost na přívodu i odvodu, rozdíl těchto teplot by byl nulový.

### 3 MĚŘENÍ MIKROKLIMA MÍSTNOSTI

K měření základních hodnot mikroklima byla zvolena místnost číslo 2.11 v druhém nadzemním podlaží objektu. Charakter této místnosti je administrativní s dobou provozu v pracovních dnech od 8:00 do 16:30. Využití této místnosti je administrativního charakteru – konkrétně účtárna, obsazena šesti ženami. Místnost je přilehlá k hlavní komunikačnímu traktu podlaží a k přiléhající kanceláři. Venkovní obvodová stěna se skleněnými výplněmi otvorů je orientovaná přibližně na JV. Součinitel prostupu tepla skleněných výplní otvorů je  $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  a součinitel prostupu tepla vnější obvodové stěny je  $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ostatní obalové konstrukce místnosti sdílející teplo mezi dvěma exteriéry jsou zanedbané z důvodu stejné vnitřní výpočtové teploty přiléhajících prostor. Tepelná zátěž od osvětlení je  $15 \text{ W/m}^2$ .

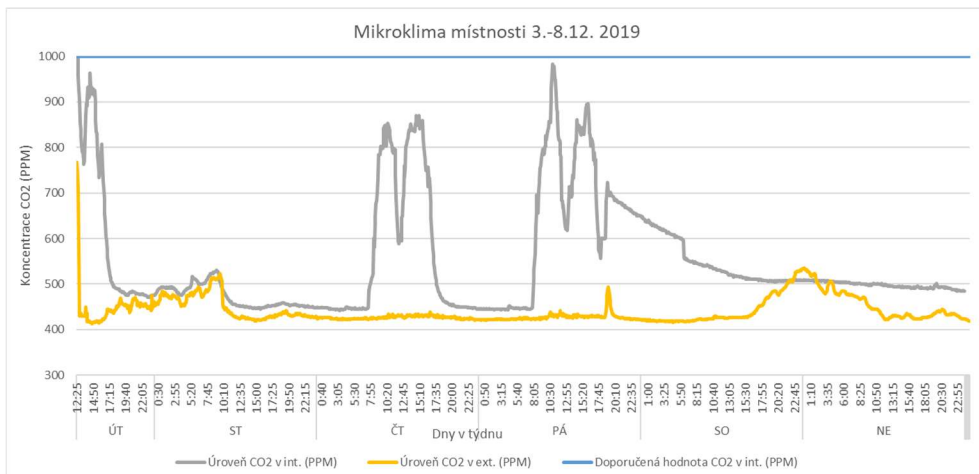
Měření probíhalo v prosinci, konkrétně od 3.12.2019 do 19.12.2019, Byla zaznamenávána teplota interiéru, relativní vlhkost a úroveň  $\text{CO}_2$  v intervalu 5 minut za pomocí dataloggeru Rotronic CL11 měřená v místnosti číslo 2.11 a ve vzduchotechnické jednotce na přívodu čerstvého větracího vzduchu (zajištění hodnot koncentrací  $\text{CO}_2$  v exteriéru). Dále byla využita data z meteostanice EMS Brno umístěné na střeše objektu, a to konkrétně intenzita difúzní a přímé radiace pro výpočet tepelných zisků za měsíc prosinec.



Obrázek 72 – Umístění dataloggeru v místnosti



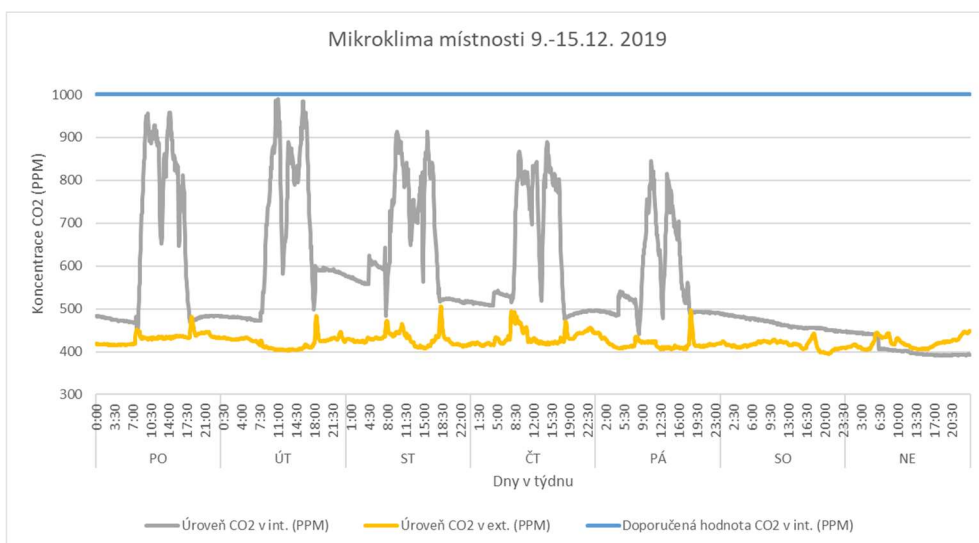
### 3.1 Prezentace naměřených hodnot mikroklima místnosti



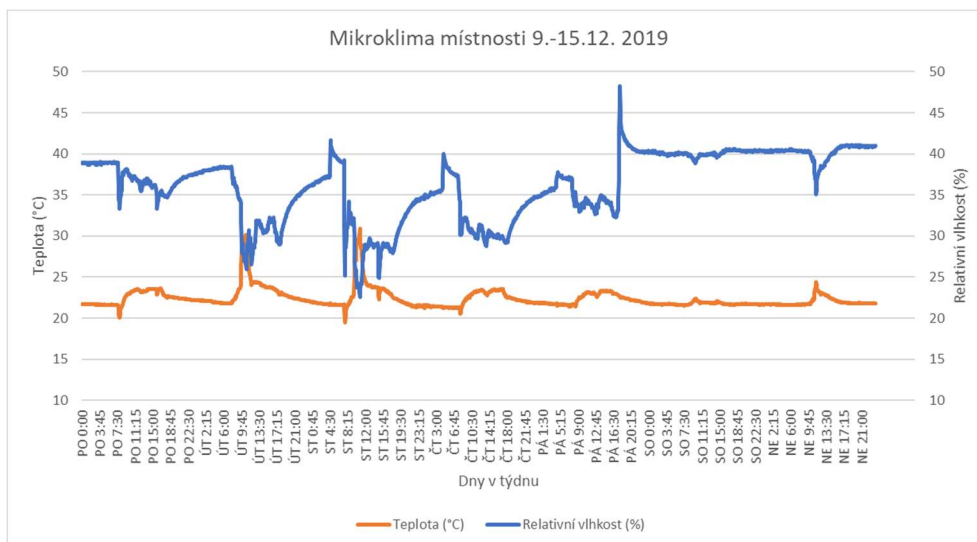
Graf 24 - Úroveň CO<sub>2</sub> 3.-8.12.2019



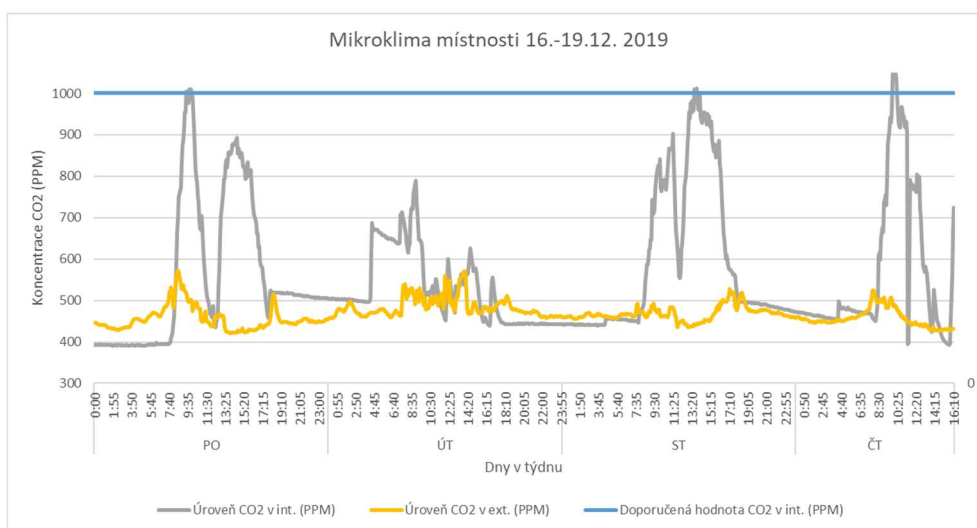
Graf 25 - Teplota a relativní vlhkost 3.-8.12.2019



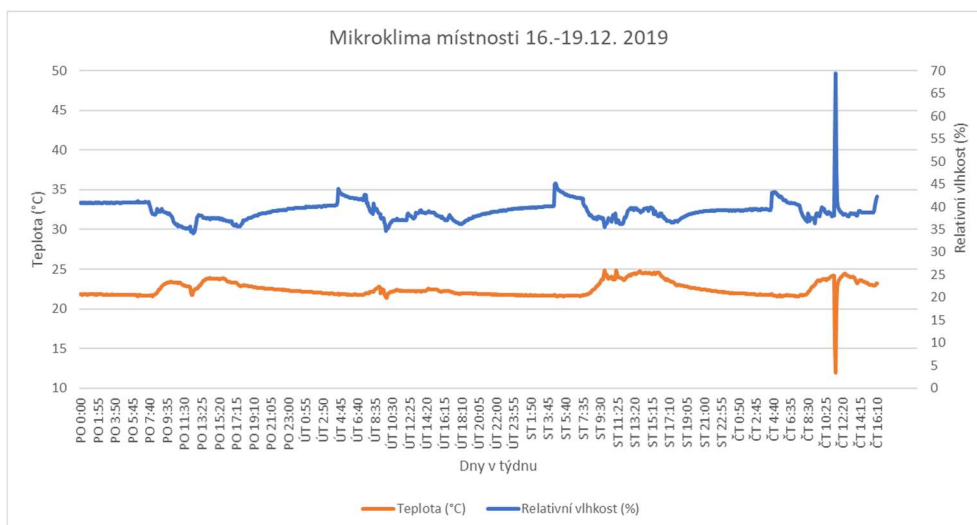
Graf 26 - Úroveň CO<sub>2</sub> 9.-15.12.2019



Graf 27 - Teplota a relativní vlhkost 9.-15.12.2019



Graf 28 - Úroveň CO<sub>2</sub> 16.-19.12.2019



Graf 29 - Teplota a relativní vlhkost 16.-19.12.2019

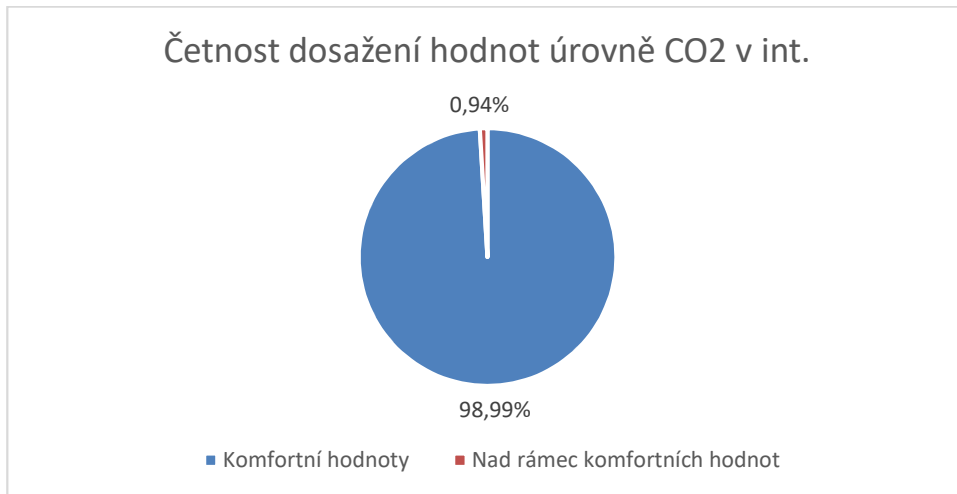
### 3.2 Analýza naměřených hodnot

Naměřené hodnoty byly dle četnosti rozděleny do tří kategorií, které popisují, zda bylo dosaženo komfortních hodnot v interiéru či nikoliv. Komfortní hodnoty v interiéru byly stanovy v souladu s vyhláškou č.20/2012 Sb. a s ČSN EN 12831-1, s ohledem na požadavky zaměstnanců otevřené zahrady. Komfortní hodnoty se zohledněním požadavků zaměstnanců jsou uvedeny v četnostní analýze níže.

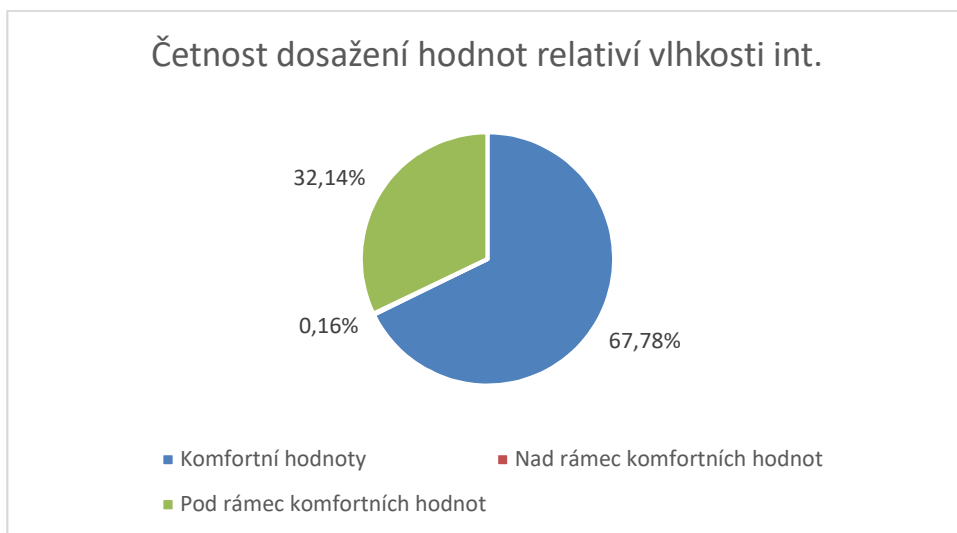
Místnost č. 211										
Rámec hodnot	Komfortní hodnoty				Četnost hodnot					
	Veličina	Min	Střed	Max	Počet měření (ks)	Počet měření v provozu (ks)	Počet měření mimo provoz (ks)	Četnost celkem (ks)	Četnost v pracovní době (ks)	Procent splnění v provozu (%)
Komfortní hodnoty	Relativní vlhkost (%)	30	40	50	4654	1282	3372	3601	869	67,78%
	Úroveň CO2 (PPM)	0	500	1000				4642	1269	98,99%
	Teplota (°C)	20	21	22				8:00-16:30 (Po-Pá)	2597	113
Nad rámec komfortních hodnot	Relativní vlhkost (%)	50	-	-	4654	1282	3372	2	2	0,16%
	Úroveň CO2 (PPM)	1000	-	-				13	12	0,94%
	Teplota (°C)	22	-	-				8:00-16:30 (Po-Pá)	2054	1167
Pod rámec komfortních hodnot	Relativní vlhkost (%)	-	-	30	4654	1282	3372	1052	412	32,14%
	Úroveň CO2 (PPM)	-	-	0				-	-	-
	Teplota (°C)	-	-	20				8:00-16:30 (Po-Pá)	4	2

Tabulka 37 – Četnost komfortních hodnot v m.č. 2.11

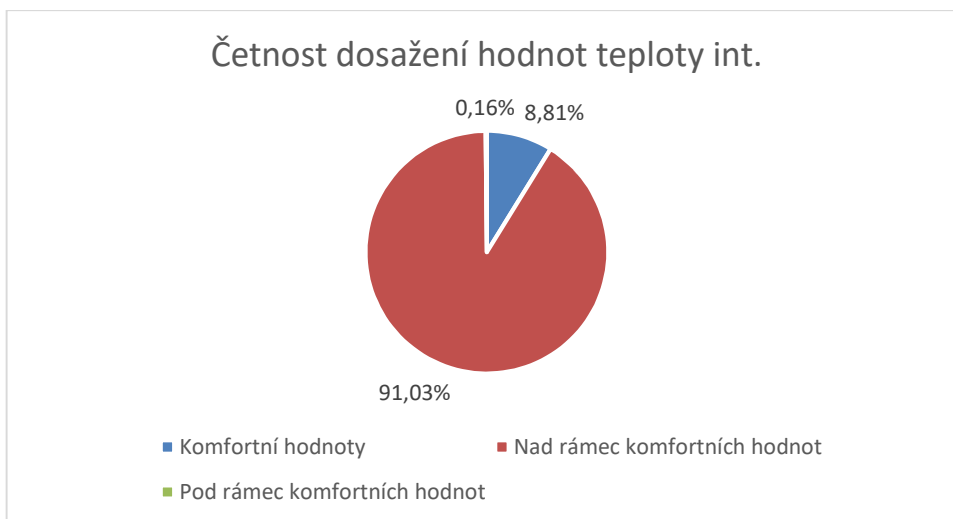
Z této četnostní analýzy je zřejmé, že komfortních a hygienických hodnot koncentrace CO<sub>2</sub> bylo dosaženo v téměř 100 % zastoupení. Úroveň relativní vlhkosti v interiéru dosahuje komfortních hodnot ze zhruba 70 %, hodnoty podlimitní jsou zastoupeny téměř nulově a hodnoty nadlimitní v četnosti přibližně 30 %. Nadlimitní hodnoty relativní vlhkosti však ve většině případů nepřesahují limit o více než 5 % RH. Jako nejproblémovější faktor se jeví teplota interiéru, komfortních hodnot je dosaženo v 9% měření. Nadlimitní hodnoty naznačují že se interiér přehřívá. Příčina tohoto přehřívání je určena v následující kapitole. Četnosti jednotlivých měřených veličin jsou popsány v grafech č. 30-32 na následující straně.



Graf 30 - Četnost dosažení komfortních hodnot CO2



Graf 31 - Četnost dosažení komfortních hodnot RH



Graf 32 - Četnost dosažení komfortních hodnot teploty interiéru

### 3.3 Analýza nadměrné četnosti hodnot

Analýza nadměrné četnosti hodnot nad rámec komfortu teploty interiéru (Snížení četnosti komfortních hodnot)		
Tepelné zisky místnosti č. 211		
Převažující orientace výplň otvorů místnosti	VJV-JV (119,85°)	
Měsíc výpočtu	XII.19	
Čas výpočtu (Nestacionární)	0-24 hod. (1.12-21.12. 2019)	
Azimut stěny	119,85°	
Hloubka ostění a nadpraží od výplně (m)	0,14	
Šířka rámu (m)	0,1	
Stínící součinitel 1: Žaluzie	0,15	
Stínící součinitel 2: Bez žaluzií	0,85	
Součinitel prostupu tepla (W/m²K)	0,7	
Výkon vnitřního osvětlení (W/m²)	15	
Difúzní a přímá radiace	VÝPOČET	
Sluneční deklinace	VÝPOČET	
Výška slunce nad obzorem	VÝPOČET	
Sluneční azimut	VÝPOČET	
Teplota Interiéru	MĚŘENÁ	
Teplota exteriéru	MĚŘENÁ	
Umístění	Brno, CZ	
Nadmořská výška (m.n.m. (b.p.v.))	261	
Prosklená plocha výplně otvorů do ext. (m²)	10,8	

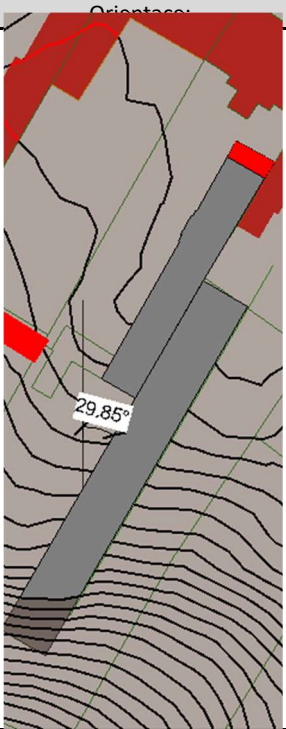
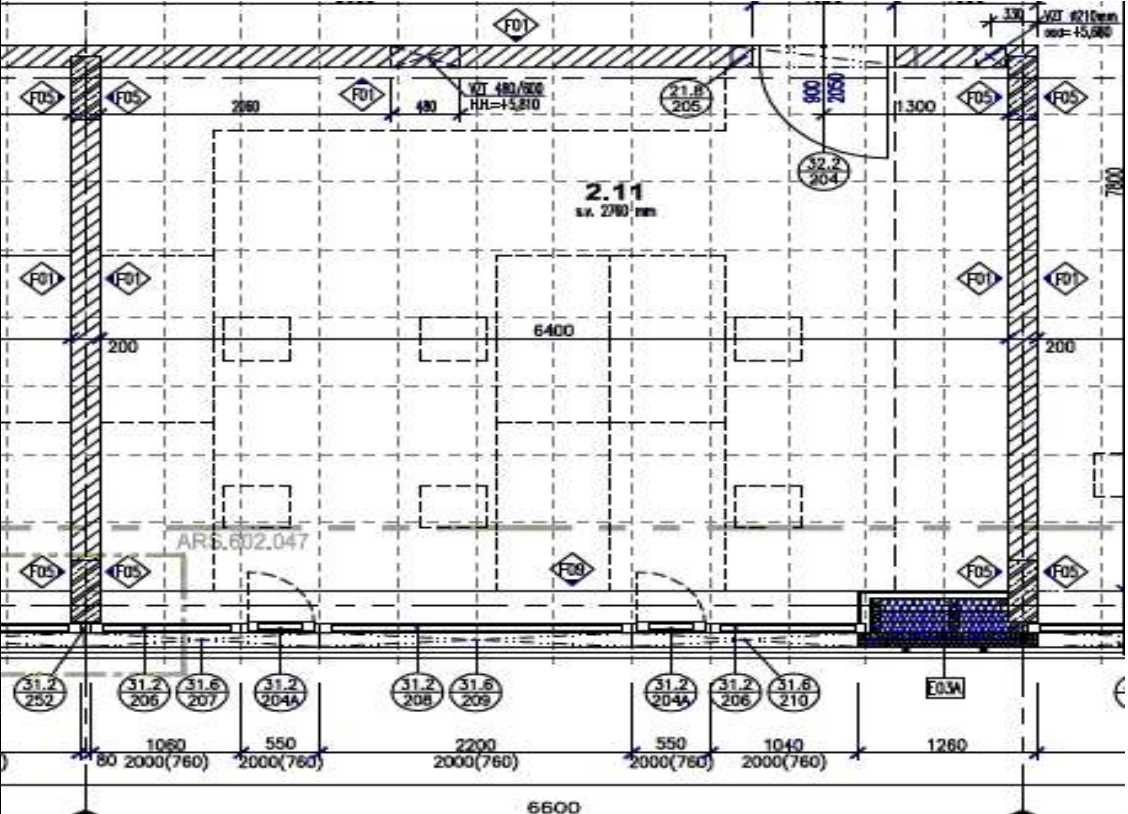
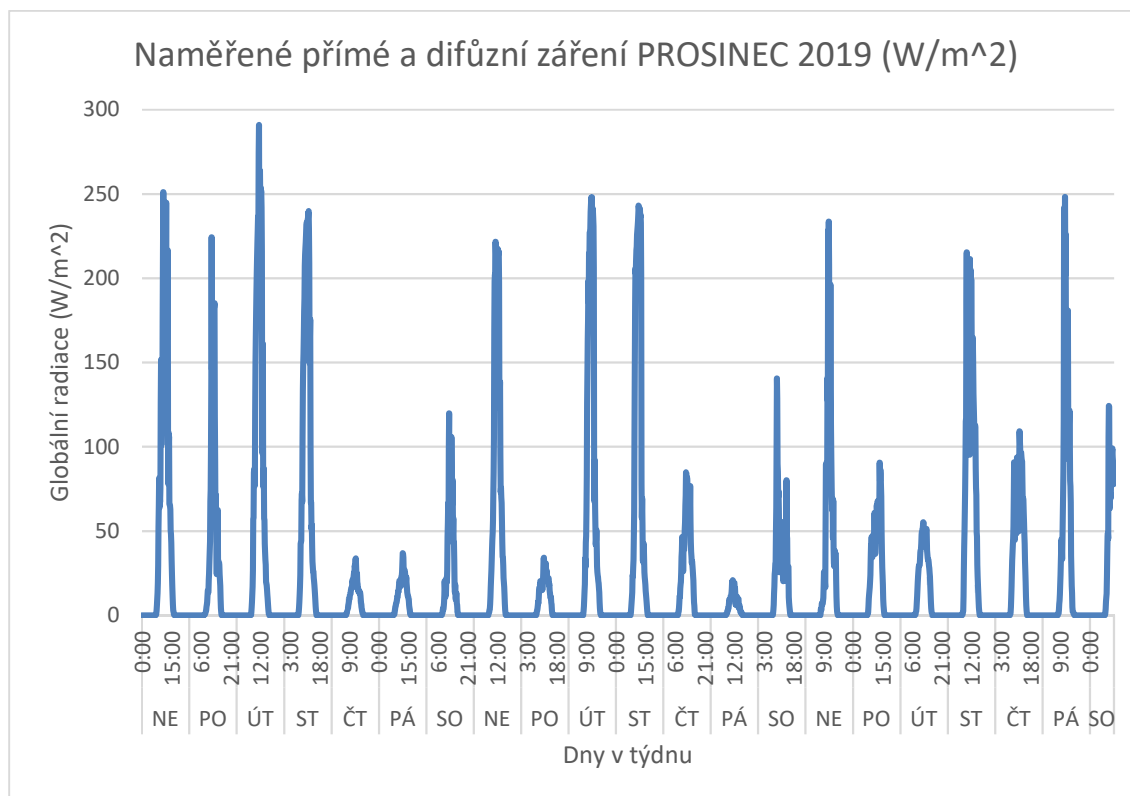


Schéma místnosti:



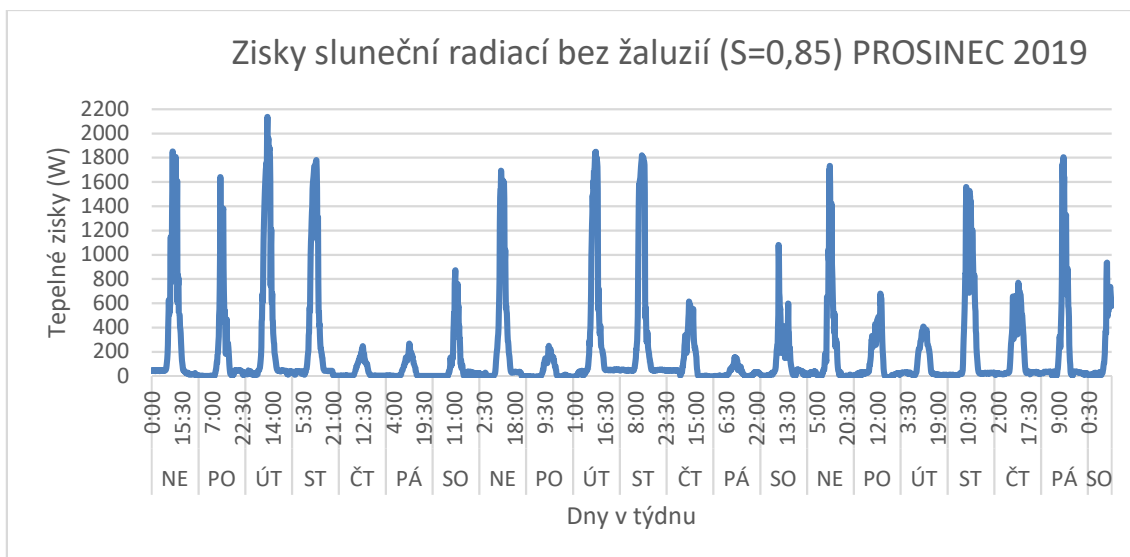
Tabulka 38 – Tepelné zisky (základní údaje)

Poté byla zpracována data difúzního záření, která byla naměřena stanicí MES Brno, umístěné na zelené střeše tohoto objektu. Tedy zanedbatelně daleko od oken místnosti č. 2.11. Dále byla vypočítána data o pohybu slunce po obloze. Tyto hodnoty jsou uvedeny v grafech níže.

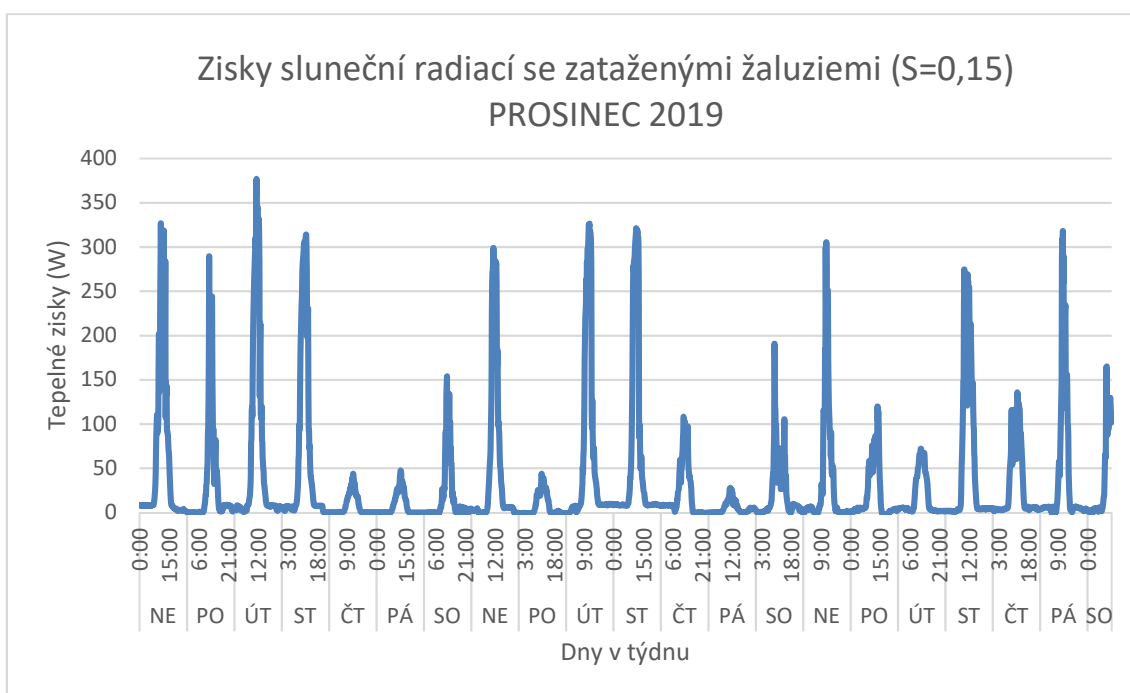


Graf 33 – Přímá a difúzní radiace prosinec

Následně byly stanoveny tepelné zisky sluneční radiací bez exteriérových žaluzií, které jsou na objektu osazeny, pro zjištění tepelného zisku slunečním zářením okny místnosti č. 2.11. Taktéž byly zjištěny tepelné zisky místnosti při plně zatažených žaluziích. Zisky sluneční radiací okny dosahovaly bez žaluzií maxima přibližně 2200 W, zatímco se zataženými žaluziemi pouhých 380 W. Tyto hodnoty nejen v extrémních hodnotách jsou znázorněny v grafech č. 37 a 38.



Graf 34 – Zisky sluneční radiací okny bez žaluzií

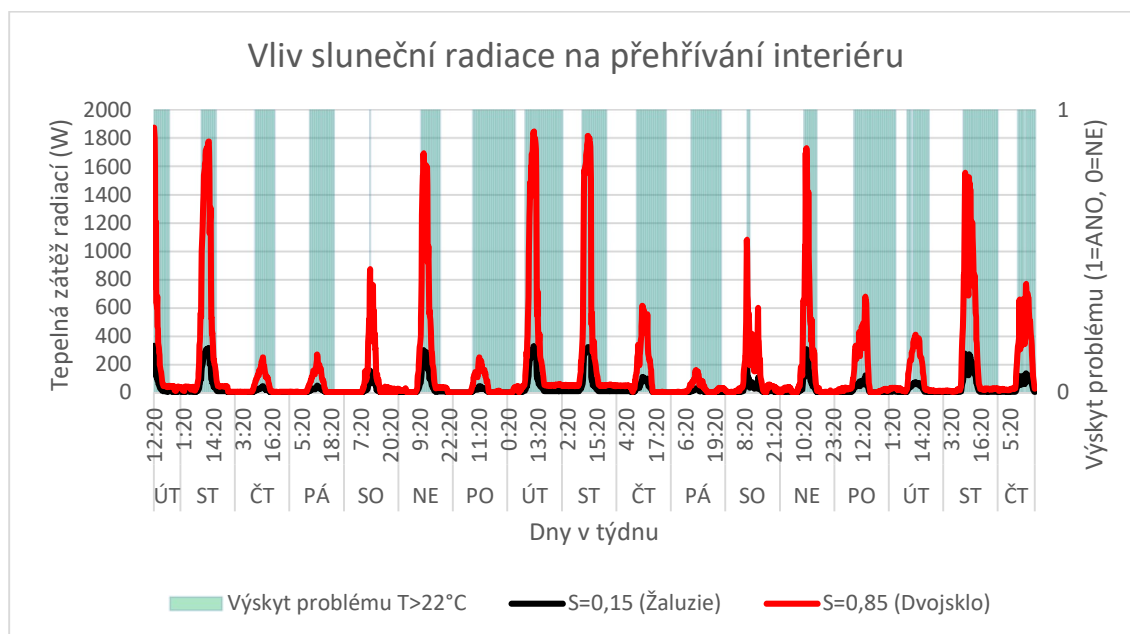


Graf 35 - Zisky sluneční radiací okny se zataženými žaluziemi

Následně byla ověřena příčina vzniku mírného přehřívání interiéru, podezření padající na sluneční radiaci bylo správné. Z grafu č.39 na následující straně vyplývá, že k přehřívání interiéru dochází především díky potřebě denního světla pro vykonávání pracovní činnosti. Čiže pracovnice obsazené v této místnosti preferují denní světlo díky čemuž nevyužívají instalovaných stínících prvků. Na grafu je názorně vidět že ve většině případů docházelo k přehřívání právě díky sluneční radiaci. Některé zahrnuté dny s výskytem problému byly zapříčiněny typem provozu (účtárna) . Po komunikaci s pracovnicemi příležitostně dochází k nahromadění až 12



osob v kanceláři. Dalším důvodem, kdy je dosahováno vyšších hodnot teploty interiéru je díky umístěnému termostatu v místnosti a vyšší potřebě tepla zde sedících zaměstnankyň. Návrhem pro odstranění tohoto problému může být například umístění samolepících či nažehlovacích reflexních fólií na exteriérovou stranu okna. Stínící součinitel by se pak tedy mohl z obyčejného dvojskla o hodnotě 0,85 snížit na hodnotu nižší. Například při použití světlé reflexní folie na okno z exteriéru se stínícím součinitelem 0,42, by se pak celkový stínící součinitel snížil na 0,36. Tato hodnota znamená že tepelná zátěž i s roztaženými žaluziemi by v prosinci v extrémních hodnotách dosahovala hodnoty přibližně 1000 W. To je snížení oproti hodnotě s roztaženými žaluziemi o více než polovinu.



Graf 36 – Vliv sluneční radiace na přehřívání interiéru

Dále se zahrnutím tepelné ztráty místnosti, která činí 340 W. Platí, že je tedy jasně prokazatelné, že v zimě díky pasivním solárním ziskům jak z roztaženými, tak zataženými žaluziemi, není třeba interiér této místnosti vytápět. Místnost lze tedy vytopit za pomoci zisků ze sluneční radiace.

## ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo měření účinnosti zadané VZT jednotky a měření kvality mikroklima interiéru. A následné návrhové varianty a opatření.

Před provedením experimentu a nových projektů na zadanou budovu, byly v teoretické části práce rozebrány energetické standardy budov a jejich závazně technické a právní předpisy. Dále se teoretická práce věnovala právě vzduchotechnickým zařízením v NZEB a energetickým úsporám při větrání.

V části projektové bylo analyzováno skutečné provedení zadaného objektu. Byla znovu navrhována stejná vzduchotechnická jednotka, pro zjištění jejích parametrů, dále byly vyhodnoceny CFD simulace proudění vzduchu v interiéru a exteriéru. A bylo provedeno teplotní vyhodnocení zemního kolektoru. Projektová část byla vypracována pouze koncepčně.

V části experimentální byla posuzována účinnost regeneračního rotačního výměníku tepla od společnosti Fläkt Woods. Do jednotky byly osazeny datalogery, jež snímali teplotu a vlhkost jednotlivých proudů vzduchu. Z nich byla následně do počtena entalpická účinnost. Počítáno bylo s konstantním návrhovým průtokem vzduchu originální vzduchotechnické jednotky. Vyhodnoceny byly segmenty měření, jež porovnávali účinnost skutečnou (sání ze zemního kanálu) s účinností při sání vzduchu z exteriéru. Dále byla hodnocena kvalita mikroklimatu v typické kanceláři. Byla vyhodnocována relativní vlhkost, úroveň CO<sub>2</sub> a teplota vzduchu v interiéru. Z měření vyplynulo, že dochází k mírnému přehřívání místnosti díky tepelným ziskům ze sluneční radiace.

## POUŽITÉ ZDROJE – BIBLIOGRAFICKÉ CITACE

[1]. 2010/31/EU. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2010/31/EU: ze dne 19. května 2010 o energetické náročnosti budov (přepřevzatá). 1. EU: EU, 2010, 2010. Dostupné také z: <http://data.europa.eu/eli/dir/2010/31/oj>

[2]. ANTONÍN, PH.D., Ing. Jan a Ing. Magdalena PURKRTOVÁ. Definice budovy s téměř nulovou spotřebou energie dle směrnice 2010/31/EU. TZBinfo [online]. 2010, 2010, 2010, 1. Dostupné také z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/343-definice-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-dle-smernice-2010-31-eu>

[3]. ANTONÍN, PH.D., Ing. Jan a Ing. Magdalena PURKRTOVÁ. Definice budovy s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska obálky budovy. TZB info. 2010, 2010, 1. Dostupné také z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/344-definice-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-z-hlediska-obalky-budovy>

[4]. ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 78/2013 Sb.: Vyhláška o energetické náročnosti budov. In.: Česká republika, 2013, ročník 2013, 36/2013, číslo 1.

[5]. 73 0540-2. ČSN 73 0540-2 (730540): Tepelná ochrana budov. Část 2: Funkční požadavky. 2011. Česká republika: Česká republika, 2011.

[6]. ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 230/2015 Sb.: Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. In.: Česká republika: Česká republika, 2015, ročník 2015, 95/2015, číslo 2.

[7]. ANTONÍN, PH.D., Ing. Jan a Ing. Magdalena PURKRTOVÁ. Definice budovy s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska zdrojů energie. TZB info. Česká republika, 2010, 2010, 1. Dostupné také z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/345-definice-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-z-hlediska-zdroju-energie>

[8]. 2018/844/EU: kterou se mění směrnice 2010/31/EU o energetické náročnosti budov a směrnice 2012/27/EU o energetické účinnosti. 2018. EU: EU, 2018.

[9]. KABELLE, CSC., prof. Ing. Karel. Změna evropské směrnice o energetické náročnosti budov: EPBD 3. TZB info. Česká republika, 2018, 2018, 1. Dostupné také z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/17969-zmena-evropska-smernice-o-energeticke-narocnosti-budov-epbd-3>

[10]. ANTONÍN, J.; PURKRTOVÁ, M., Definice budovy s téměř nulovou spotřebou energie z hlediska zdrojů energie. In: TZB Info [online]. 9.1.2017 [cit. 24.3.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/345-definice-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-z-hlediska-zdroju-energie>

[11]. ČEJKA, M.; ANTONÍN, J., Budovy s téměř nulovou spotřebou – porovnání energetických standardů. In: TZB Info [online]. 16.1.2017 [cit. 19.3.2018]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15181-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-porovnani-energetickyh-standardu>

[12] Vliv obnovitelných zdrojů na kvalitu vnitřního prostředí budov | ASB Portal. ASB-portal.cz | odborný portál | architektura, stavebnictví, byznys [online]. Copyright © JAGA GROUP, s. r. o. Všechna práva vyhrazena [cit. 08.01.2020]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/energie/vliv-obnovitelnych-zdroju-na-kvalitu-vnitriho-prostredi-budov>

- [13] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií: se změnami: 359/2003 Sb., ..., 225/2017 Sb. In: 115/2000.* Česká republika: Česká republika, 2000, ročník 2000.
- [14] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2002/91/ES ze dne 16. prosince 2002 o energetické náročnosti budov, dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2002/91/oj>
- [15] ČESKÁ REPUBLIKA *Zákon č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov ze dne ze dne 18. června 2007*
- [16] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES (Text s významem pro EHP), dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/28/oj>
- [17] Energetické standardy budov - Nízkoenergetický standard: Nízkoenergetický standard. In: TZB info [online]. [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/346-energeticke-standardy-budov-nizkoenergeticky-standard>
- [18] *TNI 73 0329: Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy.* 2010. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [19] Budovy s téměř nulovou spotřebou: porovnání energetických standardů. In: *TZB info* [online]. 2017 [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15181-budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-porovnani-energeticke-standardu>
- [20] *Manuál pro využití výpočetního nástroje NKN. Katedra technických zařízení budov K11125.* [online]. září 2010 [cit. 2018-05-09]. Dostupné z: [http://tzb.fsv.cvut.cz/files/nastroje/Metodika/nkn-pomucka\\_k\\_vyuuce.pdf](http://tzb.fsv.cvut.cz/files/nastroje/Metodika/nkn-pomucka_k_vyuuce.pdf)
- [21] *NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS: DEFINITIONS ACROSS EUROPE.* 2015. Norway: EU-funded project EPISCOPE., 2015.
- [22] *ROZVOJ A DOPADY ZAVÁDĚNÍ BUDOV S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE: Program EFEKT 2 pro rok 2017.* 1. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2017.
- [23] *ADAMOVSKEJ, Daniel. Podklady k předmětu Technická zařízení budov 02. ČVUT, Fsv: Katedra technických zařízení budov, b.r*
- [24] *LOM, Michal a Václav MARTZ. Model řízení vzduchotechnické jednotky [online].* 2013, , 1 - 10 [cit. 2017-03-28]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/regulacevetrani-klimatizace/9796-model-rizeni-vzduchotechnicke-jednotky>
- [25] *GEBAUER, Günter, Olga RUBINOVÁ a Helena HORKÁ. Vzduchotechnika. Brno: ERA, 2005. Technická knihovna (ERA). ISBN 80-736-6027-X*
- [26] *PAPEŽ, Karel. Energetické a ekologické systémy budov 2: vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace a osvětlení. Vyd. 1. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03622-8.*
- [27] *Vladimír Zmrhal, František Drkal a Václav Šimánek, ČVUT v Praze, Fakulta strojní, Ústav techniky prostředí KONCEPT VĚTRÁNÍ*

[28] *EKODESIGN VÝROBKŮ SPOJENÝCH SE SPOTŘEBOU ENERGIE: Program EFEKT 2 pro rok 2017*. 1. Praha: Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2017. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/dokument158127.html>

[29] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2009/125/ES ze dne 21. října 2009 o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie (Text s významem pro EHP), dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/125/oj>

[30] ČESKÁ REPUBLIKA Nařízení vlády č. 377/2011 Sb. Nařízení vlády o úpravě náhrady za ztrátu na služebním příjmu po skončení neschopnosti ke službě vzniklé služebním úrazem nebo nemocí z povolání a o úpravě náhrady nákladů na výživu pozůstalých, dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-377>

[31] NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 640/2009 ze dne 22. července 2009, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/32/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign elektromotorů (Text s významem pro EHP), dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0640&from=EN>

[32] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 4/2014 ze dne 6. ledna 2014, kterým se mění nařízení (ES) č. 640/2009, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/32/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign elektromotorů (Text s významem pro EHP), dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:002:0001:0002:CS:PDF>

[33] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 327/2011 ze dne 30. března 2011, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign ventilátorů poháněných elektromotory s příkonem v rozmezí od 125 W do 500 kW (Text s významem pro EHP), dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0327>

[34] NAŘÍZENÍ KOMISE v přenesené pravomoci (EU) č. 626/2011 ze dne 4. května 2011, kterým se doplňuje směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/30/EU, pokud jde o uvádění spotřeby energie na energetických štítcích klimatizátorů vzduchu, dostupné také z: [https://eur-lex.europa.eu/eli/reg\\_del/2011/626/oj](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2011/626/oj)

[35] PŘEHLED ZAVÁDĚNÍ SMĚRNICE O ECODESIGNU A POŽADAVKŮ NA ENERGETICKOU EFEKTIVNOST VE VZDUCHOTECHNICE A KLIMATIZACI Radim Šourek, GEA Heat Exchanger a. s., radim.sourek@gea.co

[36] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 206/2012 ze dne 6. března 2012, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign klimatizátorů vzduchu a komfortních ventilátorů (Text s významem pro EHP), dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2012/206/oj>

[37] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1253/2014 ze dne 7. července 2014, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign větracích jednotek (Text s významem pro EHP), dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2014/1253/oj>

[38] NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2016/2281 ze dne 30. listopadu 2016, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřívačů vzduchu, chladicích zařízení, vysokoteplotních procesních chladičů a ventilátorových konvektorů. Dostupné také z: <https://4heat.cz/ekodesign-2018-kompletni-zneni/>

[39] Těsnost bude hrát větší roli: Ecodesign 2020. In: *RACUTECH* [online]. 2018, 2018 [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: <https://www.recutech.cz/tesnost-bude-hrat-vetsi-rolie-codesign-2020/>

[40] *Energetické úspory při větrání: Publikace je určena pro poradenskou činnost a je zpracována v rámci Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2007 – část A – PROGRAM EFEKT*. 1. Praha: Agentura ČSTZ, s.r.o. ve spolupráci s ČEA, 2007.

[41] ČSN 06 0210 Vypočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění

[42] ČESKÁ REPUBLIKA, ČSN 06 0830 (060830) *Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení*, dostupné také z: [http://www.technicke-normy-csn.cz/060830-csn-06-0830\\_4\\_76292.html](http://www.technicke-normy-csn.cz/060830-csn-06-0830_4_76292.html)

[43] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Část 2: Požadavky

[44] ČESKÁ REPUBLIKA, ČSN EN 832 *Tepelné chování budov – Vypočet potřeby energie na vytápění – (73 0564) – Obytné budovy*, dostupné také z: [http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled\\_normy.php?norma=730564-csn-en-832&kat=60087](http://www.technicke-normy-csn.cz/inc/nahled_normy.php?norma=730564-csn-en-832&kat=60087)

[45] ČVUT, *Fakulta stavební, katedra technických zařízení budov. NKN II* [online]. [cit. 2016-10-06]. Dostupný z: <http://nkn.fsv.cvut.cz/>

## SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Tabulka 1 – porovnání směrnic 2010/31/EU a 2018/844/EU (část 1,2,3) [8,9].....	25
Tabulka 2 – Parametry a hodnoty referenční budovy dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.....	26
Tabulka 3 – Součinitele prostupu tepla obálky splňující různé hodnoty součinitele $f_R$ .....	26
Tabulka 4 – Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu .....	27
Tabulka 5 – Změny ve vyhlášce 78/2013 Sb. vyhláškou 230/2015 Sb. (Části 1,2,3) [4,6]	36
Tabulka 6 - Porovnání požadavků jednotlivých energetických standardů [19].....	44
Tabulka 7 – Požadované hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti [5].....	49
Tabulka 8 – Stav definice nZEB v EU [22].....	52
Tabulka 9 – Stav definice nZEB v EU (POKRAČOVÁNÍ) [22].....	53
Tabulka 10 – Stav definice nZEB v EU (POKRAČOVÁNÍ) [22].....	54
Tabulka 11 – Stav definice nZEB v EU (POKRAČOVÁNÍ) [22].....	55
Tabulka 12 – Legenda k tabulkám č. 8-11 [22].....	56
Tabulka 13 – Maximální spotřeba primární energie v budovách (2011–2015) [21, 22] .....	57
Tabulka 14 – Předmět a základní pojmy týkající se zákona č.406/2000 Sb. [13].....	62
Tabulka 15 – Seznam dotčených výrobků spojených se spotřebou energie dle 377/2011 Sb. [30].....	63
Tabulka 16 – Tabulka nařízení Evropské komise dle výrobku spojeného se spotřebou energie [30].....	63
Tabulka 17 – Požadavky na minimální energetickou účinnost ventilátorů [33].....	67
Tabulka 18 – Třídy energetické účinnosti klimatizačních zařízení [34, 35]..	71
Tabulka 19 – Tabulka účinností klimatizačních zařízení v závislosti na GWP [35].....	72
Tabulka 20 – Stanovení referenčních hodnot sezónní energetické účinnosti [38] .....	76
Tabulka 21 – Okrajové podmínky návrhu vzduchotechniky současného řešení .....	93
Tabulka 22 – Požadavky na provoz stávajícího vzduchotechnického zařízení.....	94

Tabulka 23 – Přívodní ventilátor (skutečné provedení) .....	95
Tabulka 24 – Odvodní ventilátor (skutečné provedení).....	96
Tabulka 25 – Regenerační výměník (skutečné provedení) .....	96
Tabulka 26 – Vodní chladič/ohříváč (skutečné provedení).....	96
Tabulka 27 – Četnostní analýza směru a rychlosti větru v roce 2019.....	112
Tabulka 28 – Rozdíl venkovní teploty, teploty sání a přívodní teploty vzduchu .....	277
Tabulka 29 – Odpadní vzduch.....	278
Tabulka 30 – Přívodní vzduchu .....	278
Tabulka 31 – Zemní kanál .....	278
Tabulka 32 – Odvod z interiéru.....	279
Tabulka 33 – Teplota exteriéru dle MaR.....	279
Tabulka 34 – Výpočet teplotní účinnosti ZZT .....	280
Tabulka 35 Výpočet vlhkostní účinnosti ZZT .....	280
Tabulka 36 - Výpočet entalpické účinnosti ZZT.....	280
Tabulka 37 – Četnost komfortních hodnot v m.č. 2.11 .....	286
Tabulka 38 – Tepelné zisky (základní údaje) .....	289

Obrázek 1 – Grafické znázornění požadavků na obálku a neobnovitelnou primární energii RD [7].....	28
Obrázek 2 – Grafické znázornění PENB 2007–2013 (Vyhláška 148/2007 Sb.) [9,15] .....	33
Obrázek 3 – Grafické znázornění PENB od roku 2013 (vyhláška 78/2018 Sb.) [4,9].....	35
Obrázek 4 – Indikátor připravenosti budovy na chytrá řešení [9] .....	42
Obrázek 5 – Porovnání celkové potřeby energie pro jednotlivé energetické standardy v rámci RD [19].....	43
Obrázek 6 – Grafické znázornění principu výpočtu ENB [45].....	46
Obrázek 7 – Stav definice nZEB pro státy EU a Norsko [21] .....	51
Obrázek 8 - Větrací rekuperační vzduchotechnická jednotka [23] .....	58
Obrázek 9 - Vzduchotechnická jednotka pro teplovzdušné vytápění [23].....	59
Obrázek 10 - Klimatizační vzduchotechnická jednotka [23].....	59
Obrázek 11 – Schéma hybridního větrání pro kancelář .....	60
Obrázek 12 – Průběh výkonu potřeby tepla dle venkovní teploty [40] .....	79
Obrázek 13 – Znázornění měrné tepelné ztráty prostupem obálkou a větráním [40] .....	80
Obrázek 14 - Vnitřní aerace .....	83
Obrázek 15 - Aerace.....	83
Obrázek 16 – Aerace s ohledem na tvar místnosti .....	83
Obrázek 17 - Aerace s ohledem na tvar místnosti .....	83
Obrázek 18 – Pohled na Otevřenou zahradu z Google Earth.....	89
Obrázek 19 – Znázornění technologií použitých v Otevřené zahradě.....	91
Obrázek 20 – Vzduchotechnická jednotka Fläkt Woods (stávající řešení).....	95
Obrázek 21 – hx-diagram pro zimní období (skutečné provedení) .....	97
Obrázek 22 – hx-diagram pro letní období (skutečné provedení) .....	98
Obrázek 23 – Dveřní mřížka (vlevo), stěnová mřížka (vpravo).....	99
Obrázek 24 – Talířový ventil (vlevo), mřížka ve spiro potrubí (vpravo).....	99
Obrázek 25 – Půdorys zemního sacího kanálu (modře umístění teplotního čidla).....	100
Obrázek 26 – Řez zemním kanálem (P1-vpravo, P2-vlevo) .....	100
Obrázek 27 – Půdorysné schéma sacího kanálu .....	108
Obrázek 28 – CFD simulace řez P1 nad sacím roštem.....	109
Obrázek 29 – CFD simulace řez P2 u sací žaluzie uvnitř kanálu .....	109
Obrázek 30 – CFD simulace podélný řez .....	110
Obrázek 31 – CFD simulace (znázornění objemu vzduchu o rychlosti 0,1-0,2 m/s) .....	110

Obrázek 32 – CFD simulace znázornění proudnic vzduchu .....	111
Obrázek 33 – Model pro proudění větru .....	113
Obrázek 34 – Okrajové podmínky návrhu pro simulaci proudění vzduchu .....	114
Obrázek 35 – Zjednodušená MESH modelu .....	114
Obrázek 36 – Směrnice proudění vzduchu procházející okolím sání .....	115
Obrázek 37 – Detail směrnic proudu vzduchu v okolí sání VZT .....	115
Obrázek 38 – Celková rychlost větru a její směrnice u sání .....	116
Obrázek 39 – Rychlost vzduchu ve směru X .....	116
Obrázek 40 – Rychlost vzduchu ve směru Y .....	117
Obrázek 41 – Rychlost vzduchu ve směru Z .....	117
Obrázek 42 – Vodorovná rychlost vzduchu 2 m nad sáním .....	118
Obrázek 43 – Vodorovná rychlost 0,5 m nad sáním .....	118
Obrázek 44 – Vodorovná rychlost vzduchu v úrovni zelené střechy .....	119
Obrázek 45 – Znázornění objemů vzduchů pohybující se rychlostí do 0,2 m/s .....	119
Obrázek 46 – Znázornění přefuku vzduchu na chodbu .....	120
Obrázek 47 – Půdorys místnosti a vzduchotechnický rozvod m. č. 2.11 .....	120
Obrázek 48 – Model místnosti .....	121
Obrázek 49 – Vstupní okrajové podmínky (objemový průtok) .....	121
Obrázek 50 – Výstupní okrajové podmínky (nulový tlak) .....	121
Obrázek 51 – Zjednodušená MESH místnosti .....	122
Obrázek 52 – Rychlost vzduchu v úrovni přívodu vzduchu do int. (vodorovný řez) .....	122
Obrázek 53 – Rychlost vzduchu v úrovni přívodu vzduchu do int. (svislý řez) .....	123
Obrázek 54 – Rychlost vzduchu v úrovni přefuku do komunikačních prostor (vodorovný řez) .....	123
Obrázek 55 – Rychlost vzduchu v úrovni přefuku do komunikačních prostor (svislý řez) .....	124
Obrázek 56 – Směrnice a jejich rychlosti proudění vzduchu v int. (přívod) .....	124
Obrázek 57 – Směrnice a jejich rychlosti proudění vzduchu v int. (přefuk) .....	125
Obrázek 58 – Datalogger Comet S3120 .....	264
Obrázek 59 – Datalogger Comet S3532 .....	265
Obrázek 60 – CO2 datalogger Rotronic CL11 .....	266
Obrázek 61 – Meteorologická stanice EMS Brno .....	267
Obrázek 62 – Vzduchotechnická jednotka Fläkt Woods .....	268
Obrázek 63 – Datalogger Comet umístěný na přívodu v ZZT .....	268
Obrázek 64 – Datalogger Comet v odvodním ventiláturu .....	269
Obrázek 65 – Datalogger Comet v přívodním ventilátoru .....	269
Obrázek 66 – Datalogger Comet se sondou CO2 v odvodním kapsovém filtru .....	270
Obrázek 67 – Datalogger Comet umístěný na fasádě za zvonkem v exteriéru .....	270
Obrázek 68 – Datalogger Comet umístěný v zemním kanále sání .....	271
Obrázek 69 – Schéma VZT jednotky a umístění loggerů .....	271
Obrázek 70 – Znázornění druhů tepla v hx-diagramu .....	272
Obrázek 71 – Označení průtoku vzduchu v ZZT .....	274
Obrázek 72 – Umístění dataloggeru v místnosti .....	283
Graf 1 - Jmenovitá účinnost elektromotorů pro rok 2011 [31, 32] .....	64
Graf 2 - Jmenovitá účinnost elektromotorů pro rok 2015 [31, 32] .....	65
Graf 3 - Jmenovitá účinnost elektromotorů pro rok 2017 [31, 32] .....	65
Graf 4 – Penalizace netěsnosti ZZT na jeho účinnosti a výkonu [39] .....	76
Graf 5 – Graf závislosti objemu místnosti na hygienické výměně vzduchu .....	81
Graf 6 – Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za březen .....	101
Graf 7 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru z 1. týdne března .....	101



Graf 8 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru z 2. týdne března.....	102
Graf 9 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru z 3. týdne března.....	103
Graf 10 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru z 4. týdne března.....	103
Graf 11 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za srpen.....	104
Graf 12 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 3. týden v srpnu.....	104
Graf 13 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 4. týden v srpnu.....	105
Graf 14 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 5. týden v srpnu.....	105
Graf 15 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za prosinec.....	106
Graf 16 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 1. týden v prosinci.....	106
Graf 17 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 2. týden v prosinci.....	107
Graf 18 - Naměřená data teplot v zemním kanále a exteriéru za 3. týden v prosinci.....	107
Graf 19 - Rychlost a směr větru z EMS Brno leden 2019 .....	112
Graf 20 - Znázornění četnosti větru v roce 2019 dle světových stran.....	113
Graf 21 - Popis trendu vzduchotechnické jednotky květen.....	275
Graf 22 - Popis trendu vzduchotechnické jednotky prosinec .....	276
Graf 23 - Rozdíly teplot.....	281
Graf 24 - Úroveň CO2 3.-8.12.2019.....	284
Graf 25 - Teplota a relativní vlhkost 3.-8.12.2019 .....	284
Graf 26 - Úroveň CO2 9.-15.12.2019 .....	284
Graf 27 - Teplota a relativní vlhkost 9.-15.12.2019.....	285
Graf 28 - Úroveň CO2 16.-19.12.2019 .....	285
Graf 29 - Teplota a relativní vlhkost 16.-19.12.2019 .....	285
Graf 30 - Četnost dosažení komfortních hodnot CO2 .....	287
Graf 31 - Četnost dosažení komfortních hodnot RH.....	287
Graf 32 - Četnost dosažení komfortních hodnot teploty interiéru .....	288
Graf 33 - Přímá a difúzní radiace prosinec .....	290
Graf 37 - Zisky sluneční radiací okny bez žaluzií.....	291
Graf 38 - Zisky sluneční radiací okny se zataženými žaluziemi .....	291
Graf 39 - Vliv sluneční radiace na přehřívání interiéru .....	292

## 4 SEZNAM PŘÍLOH

1. Výkres stávajícího řešení 1.NP
2. Výkres stávajícího řešení 2.NP
3. Výkres Stávajícího řešení 4.NP
4. Tabulka návrhových průtoků vzduchu stávajícího řešení
5. Výkres varianty A pro 1.NP
6. Výkres varianty A pro 2.NP
7. Výkres varianty A pro 3.NP
8. Výkres varianty B pro 2-3.NP
9. Součinitele prostupu tepla konstrukcí