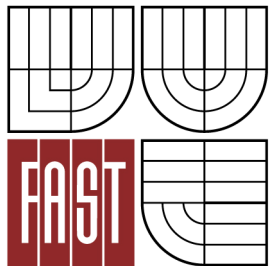




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# **VNITŘNÍ TEPELNÉ ZISKY A TEPELNÁ BILANCE BUDOV**

HEAT GAINS AND HEAT BALANCE OF BUILDINGS

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**  
MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**BC. MARTIN DYČKA**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. OLGA RUBINOVÁ, Ph.D.**

BRNO 2014



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Diplomant** Bc. MARTIN DYČKA

**Název** Vnitřní tepelné zisky a tepelná bilance budov

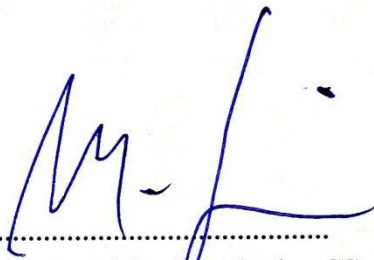
**Vedoucí diplomové práce** Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

**Datum zadání diplomové práce** 31. 3. 2013

**Datum odevzdání diplomové práce** 17. 1. 2014

V Brně dne 31. 3. 2013

  
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, 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 (zadání, cíle práce, požadované výstupy)**

### **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 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB v zadané budově

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 v reálné budově postihující zadanou problematiku.

## **Struktura bakalářské/diplomové práce**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



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

# PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

## **Prohlášení:**

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

V Brně dne 13.1.2014

*Martin Dyčka*

.....  
podpis autora  
Bc. Martin Dyčka

**Abstrakt**

Předložená diplomová práce se zabývá vnitřními tepelnými zisky a tepelnou bilancí budov. Zahrnuje nejběžnější vnitřní zisky především od osob, osvětlení a elektrických spotřebičů. V druhé části se pak zabývá návrhem vzduchotechniky části Nemocnice Blansko zahrnující nucené větrání, vytápění a chlazení.

**Klíčová slova**

Nemocnice Blansko, vzduchotechnika, vnitřní zisky, elektrické spotřebiče, osvětlení, chlazení

**Abstract**

Submitted thesis occupies by heat gains and heat balance of buildings. It includes the most common heats of people, lighting and electrical appliances. A second part deal with design air-conditioning part of Hospital Blansko include ventilation system, heating and cooling.

**Keywords**

Blansko Hospital, air-condition, heat gains, electrical appliances, lighting, cooling

## **Bibliografická citace VŠKP**

Bc. Martin Dyčka *Vnitřní tepelné zisky a tepelná bilance budov*. Brno, 2014. 95 s., 1 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Olga Rubinová, Ph.D..

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13.1.2014

*Martin Dyčka*

.....  
podpis autora  
Bc. Martin Dyčka

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat všem, kteří mi pomohli s vypracováním diplomové práce. Především své vedoucí práce paní Ing. Olze Rubinové, Ph.D. za ochotu, vedení v průběhu tvorby práce a za obohacující myšlenky. Dále pak rodině za zázemí a podporu ve studiu.



## Obsah

ÚVOD .....	11
Normové a legislativní podklady .....	12
A) VNITŘNÍ ZISKY.....	13
1. Produkce tepla lidí .....	14
2. Produkce tepla svítidel .....	17
2.1. Požadavky na osvětlení.....	17
2.2. Světelné zdroje .....	18
2.2.1. Žárovky.....	19
2.2.2. Halogenové žárovky.....	20
2.2.3. Zářivky.....	21
2.2.4. Vysokotlaké výbojky .....	22
2.2.5. LED diody .....	23
2.3. Produkce od světelných zdrojů.....	25
2.4. Svítidla.....	29
3. Produkce tepla elektromotorů a elektronických zařízení .....	30
4. Ostatní vnitřní zisky .....	31
4.1. Produkce tepla od jídel .....	32
4.2. Produkce tepla ohřátím vzduchu ve vzduchovodech.....	32
4.3. Produkce tepla teplých povrchů, materiálů a z okolních místností .....	32
B) EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ.....	33
1. Příkon elektrických spotřebičů .....	34
1.2. Měřicí přístroje .....	34
2. Realizace měření.....	35
2.1. Rehabilitační oddělení .....	36
2.2. Kožní oddělení.....	42
2.3. Jednotka intenzivní péče.....	46
2.4. Bytová jednotka .....	52
3. Spotřeba elektrické energie .....	66
C) PROJEKT – VZT NEMOCNICE.....	71
1. Analýza objektu .....	72

2. Výpočet.....	72
2.1. Průtoky vzduchu .....	72
2.2. Návrh vzduchovodů.....	77
2.3. Návrh vzduchotechnický jednotek .....	82
3. Koncepční řešení.....	83
TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	85
1. Úvod.....	86
1.1. Podklady pro zpracování.....	86
1.2. Výpočtové hodnoty klimatických poměrů .....	86
1.3. Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí .....	86
2. Základní koncepční řešení .....	87
2.1. Hygienické a stavební větrání .....	87
2.2. Technické větrání.....	87
3. Popis technického řešení.....	88
3.1. Koncepce větracích zařízení.....	88
4. Nároky na energie .....	89
5. Měření a regulace.....	89
6. Nároky na související profese .....	90
6.1. Stavební úpravy .....	90
6.2. Silnoproud.....	90
6.3. Vytápění .....	90
6.4. Chlazení.....	90
6.5. Zdravotní technika .....	90
7. Protihluková a protiotřesová opatření .....	91
8. Izolace a nátěry.....	91
9. Protipožární opatření .....	91
10. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení.....	91
10. Závěr .....	92
ZÁVĚR.....	93
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	94
SEZNAM PŘÍLOH .....	95

## ÚVOD

Otázkou teplotní pohody prostředí se zabýval již Sokrates (400 př. Kr.), ale jeho poznatky a návrhy měly bohužel ve své době pouze minimální vliv. S průmyslovou revolucí, zdokonalením vytápěcí techniky koncem 18. stol. a používáním mechanického chlazení (počátek 20. stol.) získáváme čím dál dokonalejší nástroj pro úpravu vzduchu. Je tak možné budovu přetopit i podchladiť. To byl podnět pro výzkum pohody prostředí. Jak člověk vnímá teplotu a jak na něj působí příznivé nebo nedostatečně kvalitní interní mikroklima, jaké jsou ovlivňující faktory a jak velkou váhu v celkovém vnímání pohody mají jednotlivé aspekty. To vše jsou velice zajímavé otázky, na které se lidstvo snaží hledat odpovědi.

Výměna tepla v budovách je výrazně nestacionární děj, proto z celého spektra stavů hledáme extrémy. Prostředkem analýzy fyzikálních dějů je modelování, které se s rozvojem výpočetní techniky stává aktuální i v oblastech tvorby interního mikroklimatu vzduchotechnikou. Jedná se o nestacionární děj s dynamickými změnami, které je schopno pojmut právě modelování vycházející z numerických metod. Můžeme tak odvodit průtoky vzduchu a navrhnout varianty i optimální realizační řešení vzduchotechniky. Následně vyčíslit potřeby energií a posoudit ekonomiku provozu budovy.

Tepelné zisky z vnějšího prostředí lze výrazně eliminovat použitím moderních materiálů s nízkým prostupem tepla a především stíněním oken. Z vnitřních zisků jsou těžko redukovatelné tepelné zisky od osob. Narůstají zisky od kancelářské techniky a zároveň se zvyšuje požadavek na kvalitu mikroklimatu ovzduší. Tím jsou zvyšovány požadavky na přesnost návrhů výkonů chladicích zařízení. Pro vyčíslení vnitřních zisků používáme zjednodušené tabelované hodnoty. V následujícím textu si rozebereme jednotlivé zisky, jejich charakteristiky a předpoklady, které vedly ke konečným hodnotám.

Při návrhu vzduchotechniky vnímáme vnitřní zisky jako část energie, kterou je třeba v letním období odvést. Je ale samozřejmé, že nám tyto zisky v zimním období poskytují energii, která pak není nutná dodávat centrálním zdrojem tepla. Podmínkou správného využití jsou funkční regulační prvky, schopné reagovat na změny. Postup výpočtu nad rámec běžného návrhu vytápění popisuje článek na portálu tzb-info.cz: „Nedosáhneme toho však klasickým projektováním s hydraulickým vyvážením a nestačí k tomu ani hydronické vyvážení, ale soustavu budeme muset v koncových bodech vyvážit termicky a hydronické průtoky

budeme muset funkčně přiřadit k multivalentním řídicím teplotám lokální kvantitativní regulace, tj. k teplotám vzduchu vytápěných místností, působícím na teplotní čidla TRV.“ (J.V.Ráž, DiS., Úspory tepla v termicky vyvážených soustavách, 2010). Výsledkem tohoto přesného návrhu je získání otopné soustavy, která 100% tepla z tepelných zisků ušetří automaticky a bez poklesu vnitřní teploty místnosti. Velkou roli tu hraje automatizace, tudíž je úspor dosahováno po celý den a daleko efektivněji, než klasické manipulování s regulační technikou.

Z předchozího článku je jasné, že plné využití vnitřních zisků v zimním období je závislé na možnostech regulace a na jejím správném provedení. Zisky je tedy nutné správně definovat, vyčíslit a následně efektivně využít v zimním období, nebo eliminovat jejich zátěž v letním období.

Diplomová práce v úvodu definuje jednotlivé vnitřní zisky. V následné experimentální části proběhne seznámení s výsledky měření elektrických spotřebičů v domácnosti a v části Nemocnice Blansko. Aplikováním konkrétních přístrojů pak přistoupíme k návrhu vzduchotechnických jednotek pro část nemocnice a ke zhodnocení koncepčního řešení.

## Normové a legislativní podklady

- Nařízení vlády č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity pobytového prostředí
- Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- ČSN 12 70 10 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 73 08 02 – Požární bezpečnost staveb – nevýrobní prostory
- ČSN 73 08 72 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- ČSN EN 12464 – 1 – Osvětlení prostorů
- ČSN EN 15251 Vstupní parametry vnitřního prostředí
- Nařízení komise (ES) č. 244/2009 o světelných zdrojích pro domácnost

## **A) VNITŘNÍ ZISKY**

## 1. Produkce tepla lidí

Abychom pochopili člověka jako zdroj tepelného zisku, rozebereme si podstatu jeho sdílení tepla s okolím. Lidské tělo je nepřetržitý zdroj tepla. Jeho metabolickou tepelnou produkci můžeme rozdělit na bazální metabolismus (biologické procesy z živin), svalový metabolismus vyvolaný pohybem, termogenní efekt potravy nebo zvýšený metabolismus způsobený hormony (např. sympatikem, adrenalinem, noradrenalinem, tyroxinem atd.). Bazální metabolismus muže je udáván  $44 \text{ W/m}^2$  a ženy  $41 \text{ W/m}^2$  v závislosti na věk (tab. 1.1.).

Stáří [roků]	Produkce tepla $q$ [ $\text{W/m}^2$ ]	
	Ženy	Muži
1	62	62
2	61	61
5	57	58
12	48	49
17	42	48
20	41	45
40	41	42
70	39	37

Tab. 1.1. – Hodnota bazálního metabolismu podle věku

	Výška [m]	Hmotnost [kg]	Plocha [ $\text{m}^2$ ]	Věk [let]
<b>Muž</b>	1,7	70	1,8	35
<b>Žena</b>	1,6	60	1,6	35

Tab. 1.2. – Specifikace standardní osoby

Vztah pro výpočet povrchu těla:

$$A = 0,202 \cdot m^{0,425} \cdot h^{0,725}$$

m ..... hmotnost člověka

h ..... výška člověka

Přímé ztráty tepla nahého člověka jsou 60% sáláním, 22% vypařováním, 15% prouděním a 3% vedením. Nepřímé ztráty jsou odpařováním z plic a pocením. Běžné oblečení snižuje ztráty na polovinu, speciální až na jednu šestinu. Naopak mokré oblečení umožňuje 20x větší ztráty tepla. Vývin energie závisí na věku, pohlaví, hmotnosti, výšce, adaptaci, fyzické aktivitě a potravě.

Rovnice tepelné rovnováhy člověka:

$$M - W = C_{res} + E_{res} + K + C + R + E + S ;$$

$$\mu = \frac{W}{M}$$

M ..... energetický výdej

W ..... mechanická práce

$C_{res}$  ..... výměna citelného tepla dýcháním

$E_{res}$  ..... výměna vázaného tepla dýcháním

K ..... výměna citelného tepla vedením

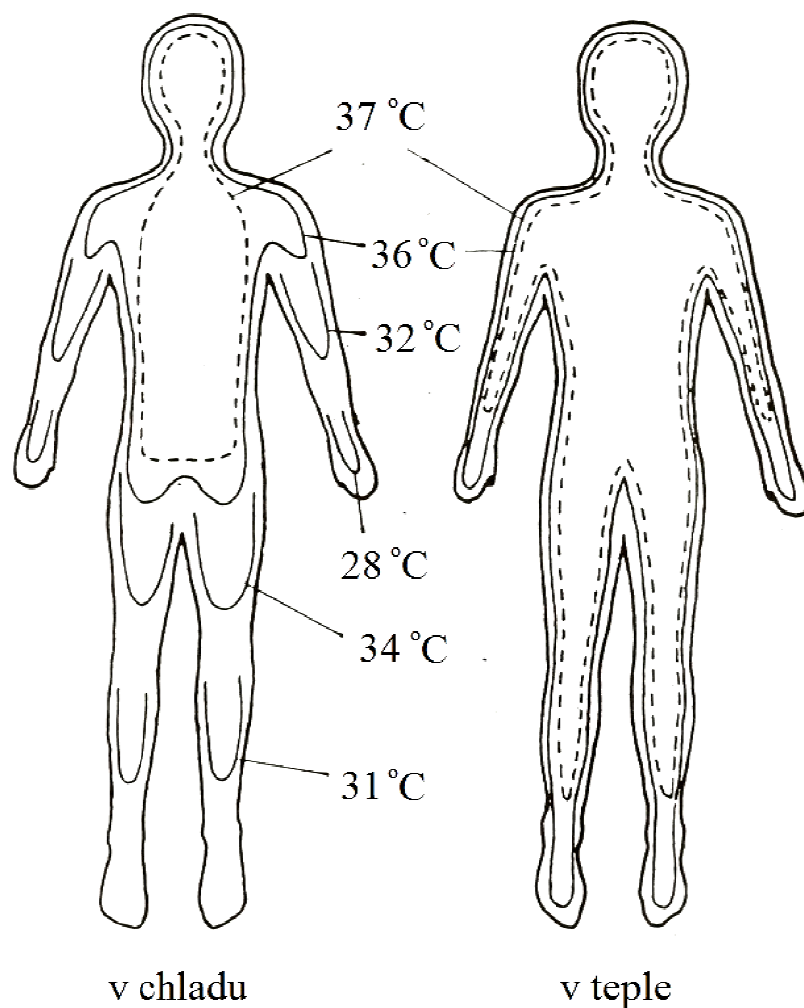
C ..... výměna citelného tepla prouděním

R ..... výměna citelného tepla sáláním

E ..... výměna vázaného tepla odpařováním

S ..... akumulace tepla v těle

$\mu$  ..... účinnost lidské práce



Obr. 1.1. Teploty pokožky člověka v chladu a teple, zdroj [1]

Při výpočtu tepelné zátěže v letním období se do tepelných zisků produkcí lidí započítává pouze citelné teplo, jehož hodnota závisí na teplotě vzduchu a činnosti člověka (viz tab. 1.3.). Pro odvození je výchozí produkce citelného tepla muže 62 W při mírné aktivní práci při teplotě okolního vzduchu 20°C. Produkce žen je 85% a dětí 75%. Hodnoty metabolického tepla se dle různých zdrojů liší. Pro velmi těžkou práci a sport je udáváno 700 W, krátkodobě až 1 800 W.



Činnost	Místnost	Metabolické teplo [W]	Citelné teplo při teplotě		
			24°C	26°C	28°C
Sedící, odpočívající	Divadlo, kino	115	74	62	50
Sedící, mírně aktivní	Kancelář, byt	140	74	62	50
Stojící, lehká práce	Obchody, sklady	150	72	60	48
Chodící, přecházející	Obchodní domy, banky	160	77	64	51
Lehká práce u stolu	Dílny	230	79	66	53
Mírný tanec	Taneční sály	260	92	77	62

Tab. 1.3. – Produkce citelného tepla od lidí. zdroj [2]

## 2. Produkce tepla svítidel

Z hlediska tepelné zátěže se produkce tepla svítidel počítá pro prostory bez oken (kina, divadla), pro místnosti s požadavky na vyšší intenzitu osvětlení, kde nepostačí osvětlení přirozené, a pro hluboké místnosti ve vzdálenosti od okna větší než 5 m. Předpokládá se, že se celý elektrický příkon svítidla změní v teplo. Pro výpočet se vychází z intenzity osvětlení v závislosti na součiniteli současnosti a případném použití odsávaných svítidel.

### 2.1. Požadavky na osvětlení

Požadavky jsou udány průměrnou hladinou osvětlenosti v luxech, který je definovaný jako světelný tok 1 lm dopadající na plochu 1 m<sup>2</sup>. Výňatek z platné harmonizované normy ČSN EN 12464 – 1 – Osvětlení prostorů je uveden v tab. 1.2. Týká se kancelářských prostor, které se klimatizují velice často. Množství světla produkovaného svítidlem je pak dáno zejména jeho světelným tokem, účinností, prostorovým rozložením svítivosti a znečištěním světelných zdrojů.

Kanceláře	Osvětlenost [lx]
Kopírování, kompletace	300
Psaní, čtení, zpracování dat	500
Technické kreslení	750
Pracovní stanice CAD	500
Konferenční a shromažďovací místnost	500
Archiv	200

Tab. 1.2. – Osvětlení prostorů dle ČSN EN 12465-1

Činnost/prostor	Osvětlení	Žárovka	Halogen. žárovka	Kompaktní zářivka	Zářivka
Sklady, chodby	100 lx	25	20	6	7
Psaní, kreslení	250 lx	50	40	9	15
Jemné ruční práce	500 lx	90	60	16	30

Tab. 1.3. Tepelné zisky z osvětlení [ $W/m^2$ ]

## 2.2. Světelné zdroje

V současné době je na světelné zdroje kladen velký důraz. Jejich využívání je regulováno Evropskou unií se snahou o využívání energeticky méně náročných zdrojů a postupný zákaz zdrojů s malou účinností.

## 2.2.1. Žárovky

Žárovky jsou především teplotní zářiče. V předchozích letech byly pro široký sortiment, malé nároky na instalaci a údržbu a minimální investiční náklady nejrozšířenějším zdrojem světla. Zejména v obytných místnostech, v kancelářích se používaly zcela výjimečně. Výhodou je malá časová prodleva, snadná regulace výkonu změnou napětí a nevadí jim časté spínání. Nevýhodou je jejich účinnost, která je nejhorší ze všech světelných zdrojů, a také jejich krátká životnost (cca 1 000 h).

Od 1.9.2009 byl zakázaný prodej mléčných žárovek bez ohledu na výkon a výroba žárovek nad 80 W. Následující plán rušení dle Nařízení komise ES č. 244/2009 o světelných zdrojích pro domácnost byl: 2010 zákaz 75 W, 2011 zákaz 60 W a v září 2012 všech žárovek. Prodejci nařízení obešli dvěma způsoby - prodej žárovky pod názvem „tepelná koule“ a nebo popisem výrobku: „Otřesuvzdorná žárovka pro průmyslové použití, dle ES 244/2009 není vhodná pro osvětlení v domácnosti.“



a)

b)

c)

d)

Obr. 2.1. Žárovky a) mléčná (patice E27) b) klasická c) svíčková (patice E14) d) speciální,

zdroj [10]

### 2.2.2. Halogenové žárovky

Halogenové žárovky obsahují příměsi halogenů (I, Br, Cl) v inertním plynu žárovky, což také omezuje zčernání baňky. Životnost halogenových žárovek je u některých typů až 4 000 h. Jsou používány především pro zvýrazňující osvětlení objektů. Jedná se především o nízkonapěťové žárovky (12 V) opatřené reflektory s možností volby vyzařovacích úhlů v rozmezí 10 – 60°.



Obr. 2.2. Halogenová žárovka klasická (patice E27) a svíčková (patice E14), zdroj [10]



Obr. 2.3. Halogenové žárovky reflektorové a lineární, zdroj [10]

### 2.2.3. Zářivky

Zářivky jsou nízkotlaké rtuťové výbojky se žhavenými elektrodami. Elektrickým výbojem mezi elektrodami vzniká UV záření, které je pomocí luminoforu na vnitřní straně trubice přeměněno na viditelné světlo. Ke startu a provozu potřebují všechny zářivky provozní přístroje tj. startér a tlumivku. V porovnání se žárovkami mají výrazně delší životnost (10 000 až 15 000 h) a jsou vysoce hospodárné. Není běžně možné regulovat jejich intenzitu osvětlení. Barvu světla určuje mnoho parametrů (viz obr. 2.4.). Je-li běžná zářivka připojena na střídavé napětí o 50 Hz, bude blikat 100 krát za vteřinu. Často se projevuje slyšitelná rezonance o stejné frekvenci, proto jsou v dnešní době klasické zářivky nahrazovány.



Obr. 2.4. Trubicové zářivky, zdroj [14]

Speciálním případem jsou kompaktní zářivky, kde se zahnutím trubice docílí menších rozměrů. Vykazují nižší měrné světelné výkony především použitím integrovaného elektronického předřadníku, který navíc omezuje blikání i hluk.



Obr. 2.5. Kompaktní zářivka Stick a Twist, zdroj [10]

#### 2.2.4. Vysokotlaké výbojky

Vysokotlaké výbojky jsou velmi hospodárné. Vyrábějí extrémní množství světla na malém prostoru. Princip funkce je založen na obloukovém výboji. Mezi elektrodami vznikne trvalý záblesk. Ke svému startu vyžadují vhodné předřadné přístroje. Jsou uplatňovány při osvětlování prodejem autosalonů a pro venkovní osvětlení budov. Pro kancelářský prostor se používají zcela výjimečně, a to jako nepřímé osvětlení odrazem od stropu.



Obr. 2.6. Vysokotlaké výbojky, zdroj [10]

### 2.2.5. LED diody

Označení LED vychází z Light Emitting Diode (světlo emitující dioda). Jedná se o výbojový světelný zdroj na principu polovodičových destiček, které přetvářejí elektrický proud na světlo. Mohou být velice malé a dosahují poměrně vysokého světelného výkonu. LED žárovky neobsahují žádné toxické látky, zejména rtuť obsaženou ve všech zářivkách. Nejnovější žárovky vydávají žluté světlo, které je oproti staršímu bílému světlu příjemnější pro oko a přirozenější. Měrný světelný výkon se pohybuje mezi 80 až 120 lm/W.



Obr. 2.7. Led diodová žárovka, zdroj [10]

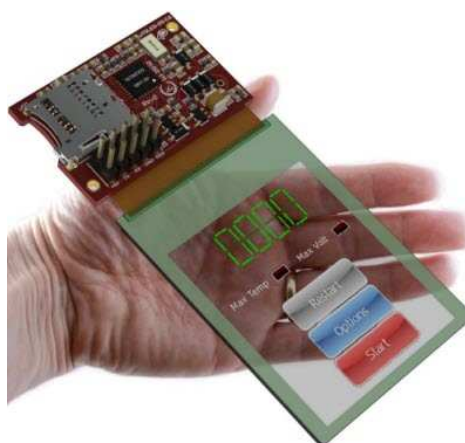
Novou generaci představují svítivé panely OLED, které lze základně rozdělit na displeje s pasivní maticí (PMOLED – Passive Matrix Organic Light Emitting Diode) a aktivní (AMOLED – Active Matrix Organic Light Emitting Diode). Pasivní displej je konstrukčně jednodušší a vhodný především pro zobrazení statického textu. Aktivní displej vyniká vysokým rozlišením s krátkou dobou odezvy a nižší spotřebou.

Dále se můžeme setkat s technologií fosforeskujících OLED (PHOLED – Phosphorescent OLED) na principu elektrické fosforescence, které dosahují 4x větší účinnosti než OLED a převádí až 100% elektrické energie na světlo. Při napětí 6,5 V dosahují osvětlení 18 lm/W a jas 1 000 cd/m<sup>2</sup> (u LCD 600 cd/m<sup>2</sup>). Vysoké účinnosti světla 30 lm/W dosahuje WOLED (White OLED). Strukturu OLED lze místo skla použít na pružný materiál (FOLED – Flexibilní OLED).



Obr. 2.8. Flexibilní organická světlo emitující dioda (FOLED) , zdroj [8]

Využitím transparentní katody, anody i podložky lze vytvořit displej s až 80% průchodností světla (TOLED – Transparentní OLED). Obraz může být zobrazován v zorném poli uživatele na průhledných plochách jako hledí přilby, brýlích nebo sklech automobilu a to z jedné nebo obou stran.



Obr. 2.9. Transparentní OLED (TOLED), zdroj [7]

Třebaže se v současnosti jedná především o použití ve spotřební elektronice, uplatnění OLED nachází i jako doplňkové osvětlení. Jejich světlo neobsahuje infračervené ani ultrafialové záření, čímž jsou vhodné i k osvětlení citlivých objektů. Produkují minimum tepelné energie, měrný světelný výkon je v současnosti asi 40 lm/W a dá se očekávat velký vývoj. Plošné osvětlení neoslňuje, teplo není třeba odvětrávat. Po vypnutí může být povrch odrazivý, leskle bílý nebo průhledný. Svými vlastnostmi umožňuje designérům nové prvky, jako svítící zrcadla, nábytek, nebo vzdušné lampy (na obr. 2.10. svítidlo PirOLED s pěti otočnými panely).





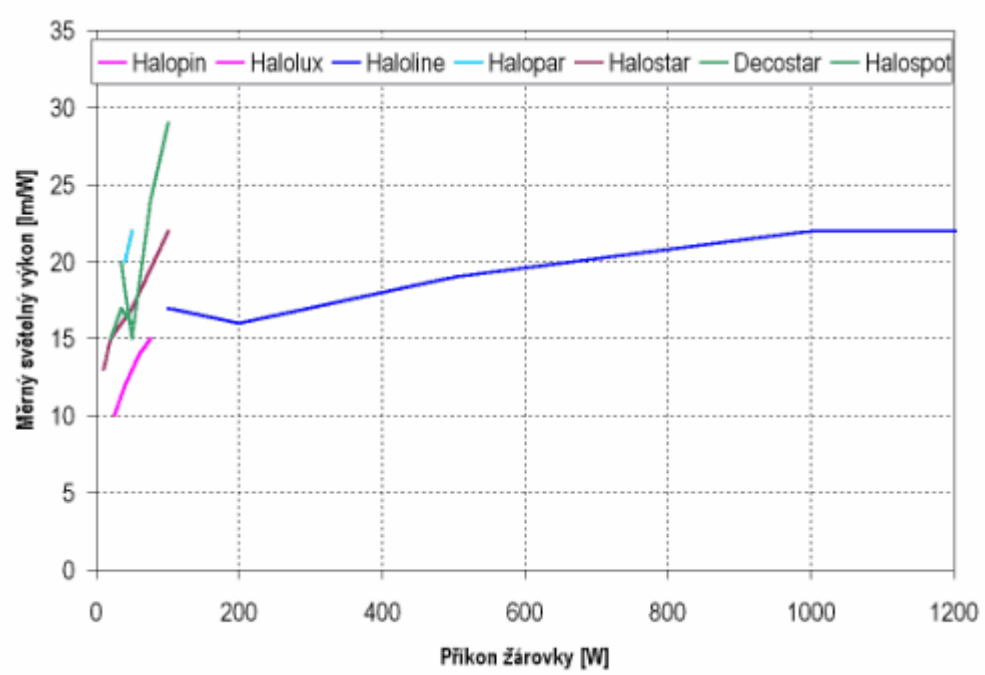
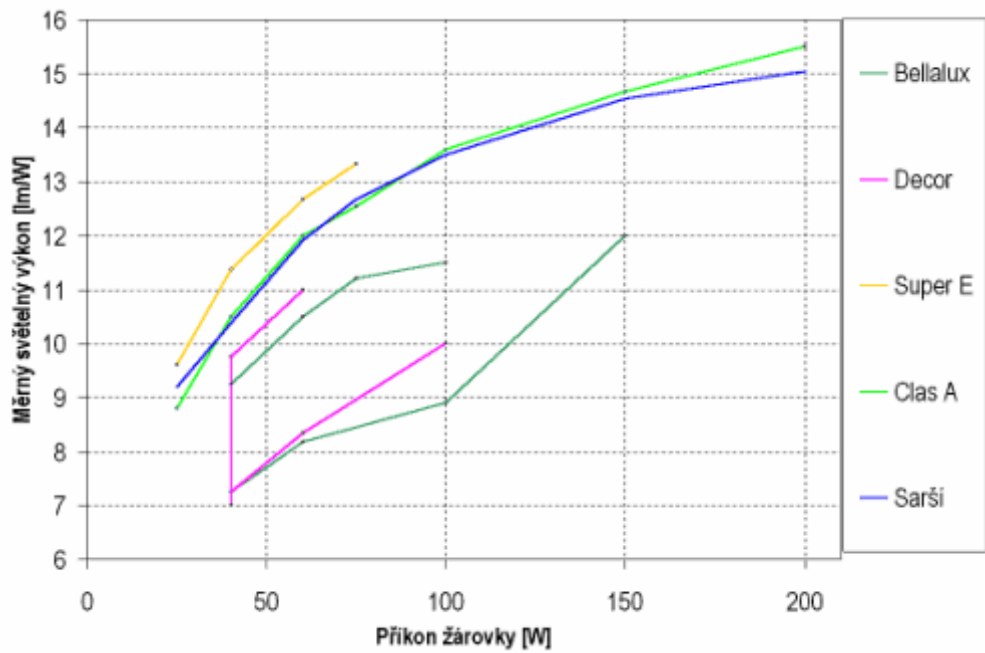
Obr. 2.10. Svítidlo PirOLED, zdroj [9]

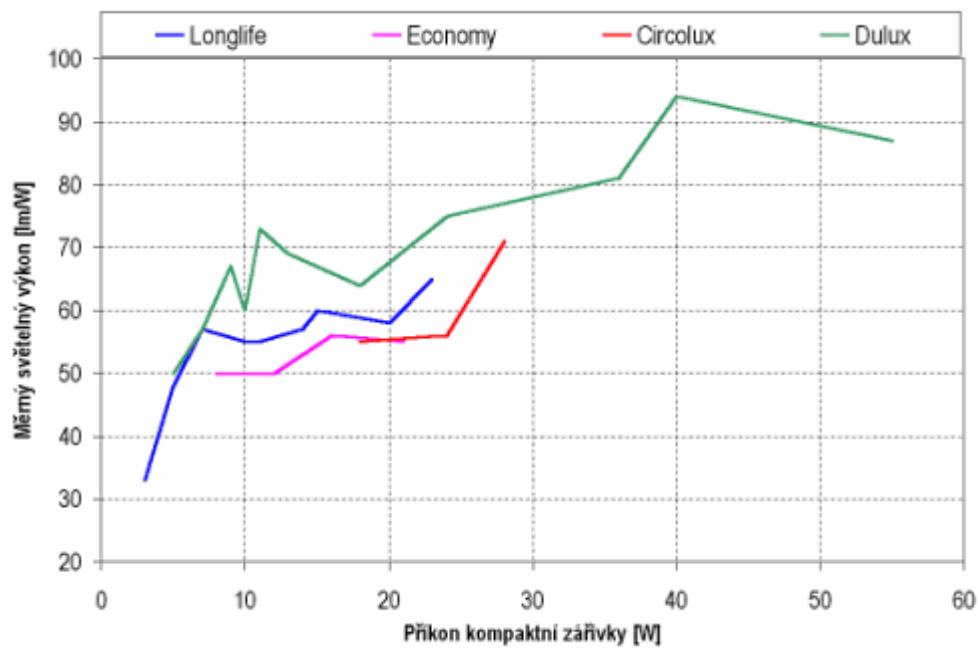
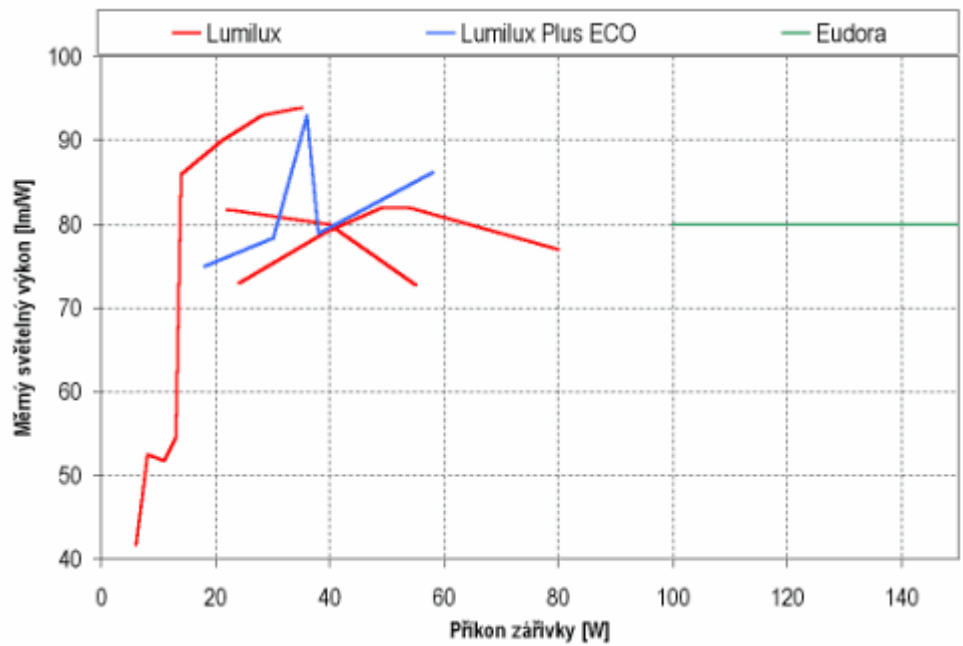


Obr. 2.11. Osvětlení OLED, zdroj [9]

### 2.3. Produkce od světelných zdrojů

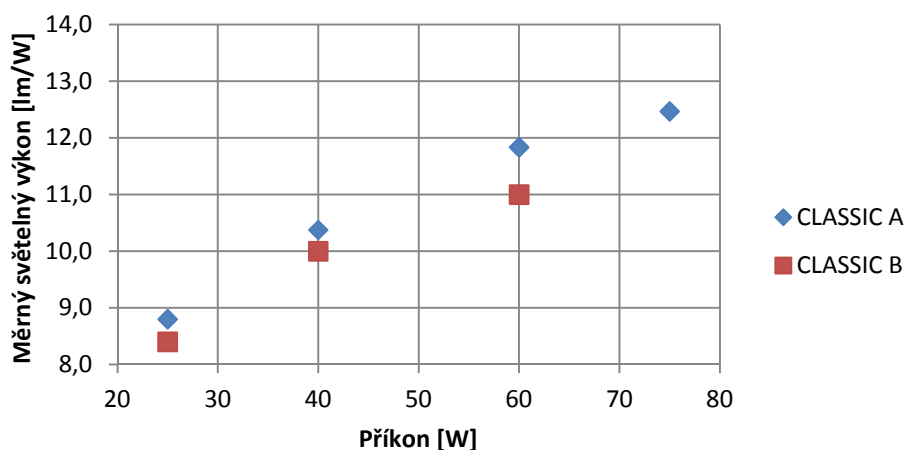
Pro porovnání tepelných výkonů můžeme použít měrný světelný výkon v lumenech na watt ( $\eta$  [lm/W]), který udává podíl množství produkovaného světla ku elektrickému příkonu zdroje. Vyšší hodnota znamená nižší tepelné zisky. Autoři Ing. Miloš Lain a Přemysl Liška publikovali v srpnu 2007 článek Tepelná zátěž od umělého osvětlení (obr. 2.12.). Z aktuální nabídky osvětlení firmy Osram (prosinec 2013) jsou v tab. 2.1. vybrány světelné zdroje s patičí E27 (celkem 115 kusů).



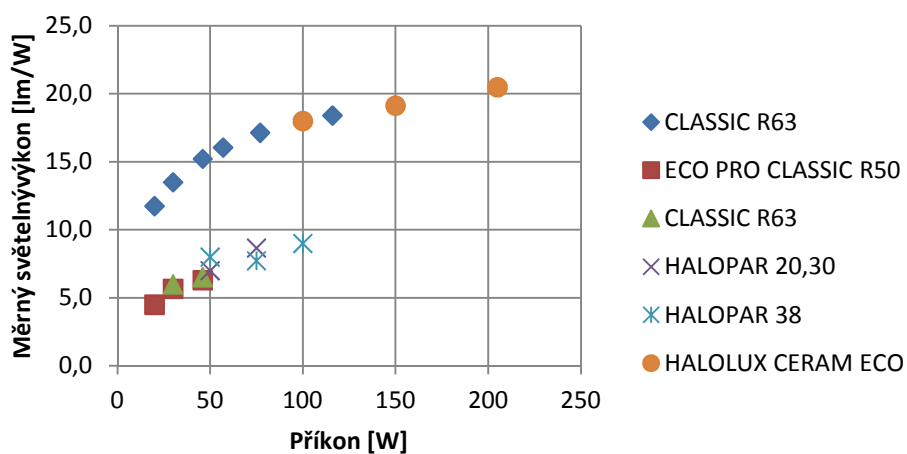


Obr. 2.12. Měrný světelný výkon světelných zdrojů z roku 2007, zdroj [6]

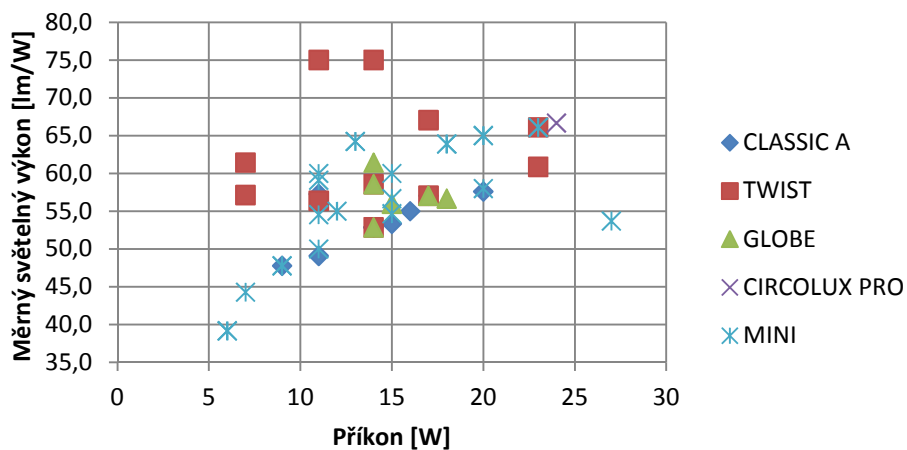
## Žárovky

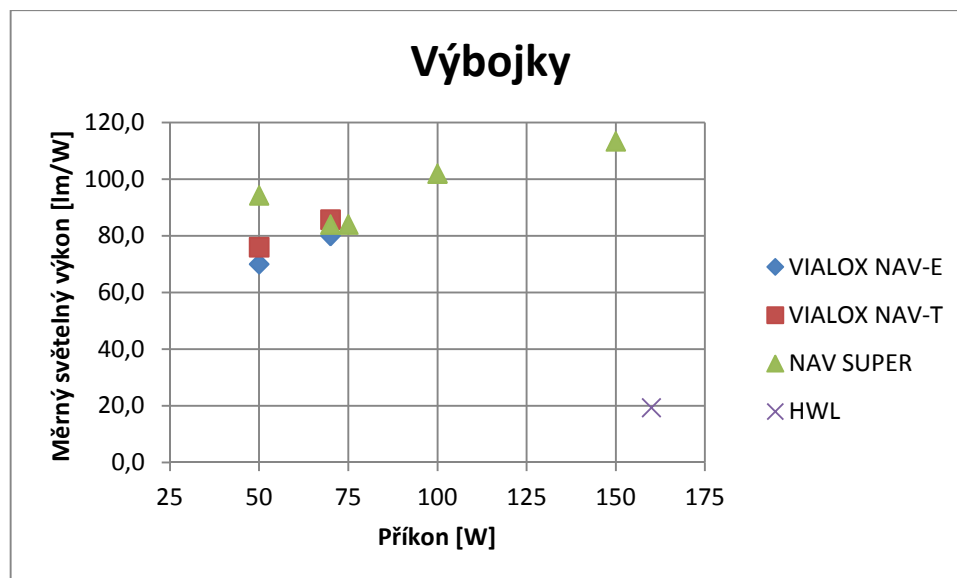


## Halogenové žárovky



## Kompaktní zářivky





Tab. 2.1. Měrný světelný výkon světelných zdrojů s patičí E27 z roku 2013

Shrneme-li vývoj prodeje po šesti letech, u žárovek vidíme velký úbytek výrobků a omezení do 75 W. Halogenové žárovky ani výbojky neproděly v posuzovaných hodnotách výraznou změnu. Kompaktní zářivky dosáhly pro domácí použití maxima a snížily spotřebu, zejména pro zdroje TWIST. Velký vývoj bychom pozorovali spíše v uživatelském komfortu, jako variace barev, stmívatelnost, odolnost proti častému zapínání, senzor pro noční venkovní osvětlení, rychlejší náběh (zejména u zářivek).

Při výběru světelného zdroje hrají tedy významnou roli výše uvedené charakteristiky včetně použité patice, životnosti, potřebného světelného toku a v neposlední řadě i pořizovací cena.

## 2.4. Svítidla

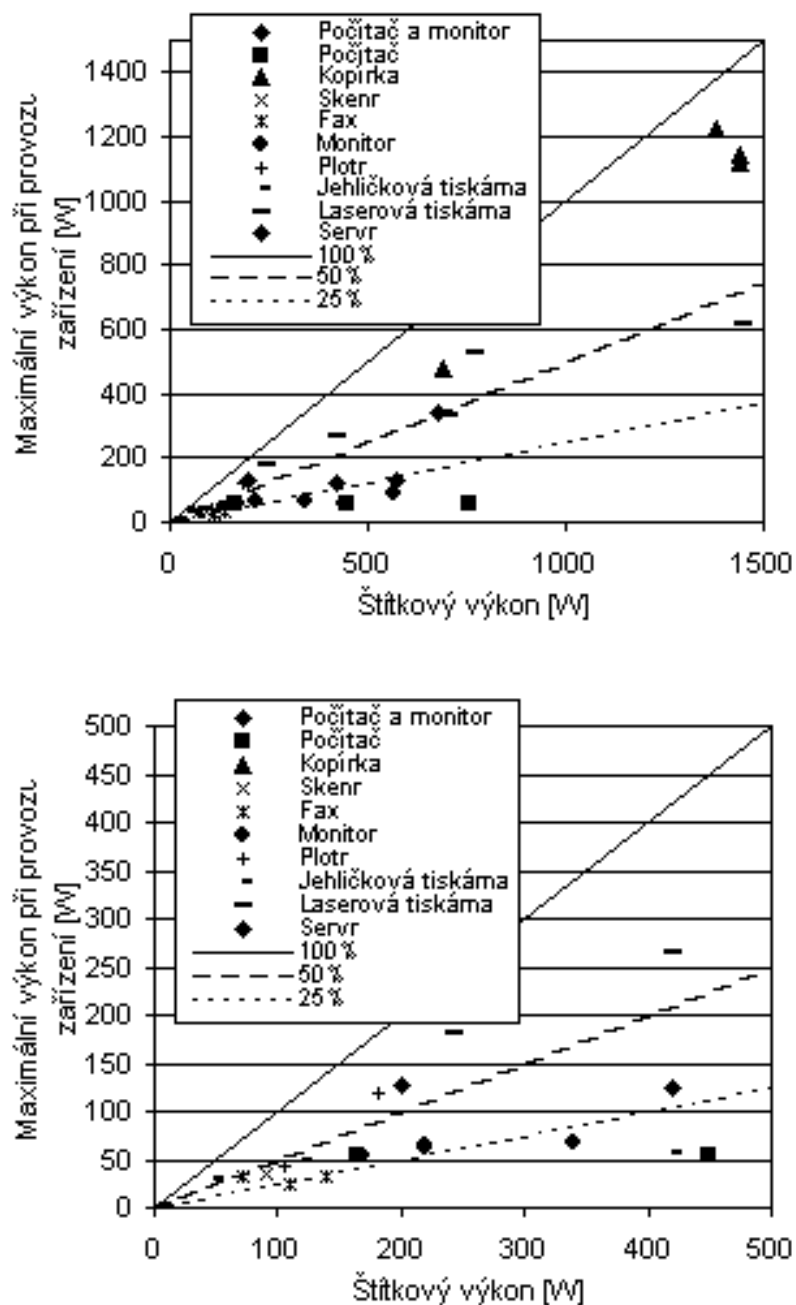
Určení celkového elektrického příkonu zcela zásadně ovlivňuje volba svítidla. Obecně je žádané nasměrování světelného toku na pracovní plochu. Proto byla vyvinuta svítidla s mřížkami usměrňující světelný tok. Najdeme několik provedení ať už bílé lamely, hliníkové lamely a parabolický reflektor (v podélném nebo v obou směrech).

V dnešní době jsou ale moderní i svítidla, která osvětlují nepřímo s vysokou účinností odrazné plochy. Dále se někdy používají kruhová vestavná svítidla na kompaktní zářivky, tzv. downlight. Pokud jsou zdroje kryty mléčným sklem, znamená to ztrátu světelného toku asi 30%. Také nástěnná světla poskytují požadovanou úroveň osvětlení za cenu značného zvýšení elektrické energie. Naopak snížení tepelné zátěže umožňují elektronické vysokofrekvenční předřadníky, které nahrazují předřadníky elektromagnetické. Zvyšují tak elektrickou účinnost svítidel. navíc zajistí prakticky okamžitý zápal bez prodlevy, odstraňují tzv. stroboskopický jev na obrazovkách a prodlouží životnost zářivek.

### **3. Produkce tepla elektromotorů a elektronických zařízení**

Produkce tepla elektromotory se stanoví pro štítkový výkon a jeho účinnost, kdy doplněk do sta procent představuje hledaný tepelný výkon. Při výpočtu tepelných zisků ventilátorů a elektromotorů osazených v proudu dopravovaného vzduchu se výkon stanoví jako násobek průtoku vzduchu a pracovního tlaku pro účinnosti elektromotoru i ventilátoru.

Pro vyčíslení tepelných zisků od elektrických zařízení můžeme vycházet z nejdostupnějšího parametru a tím je příkon udávaný výrobcem. U naprosté většiny zařízení platí předpoklad, že pokud není tepelný výkon odváděn, je hodnota příkonu zařízení rovna tepelnému výkonu. Udávaný příkon ovšem dle studií neodpovídá reálnému maximálnímu příkonu za provozu, který se běžně pohybuje v rozmezí 50 až 25 % (obr. 2.2). Předpokládáme, že se celý elektrický příkon změní v teplo. Celkový výkon je závislý na současnosti používání, možném odsávání vzduchu u zdroje tepla a průměrném zatížení zařízení.



Obr. 3.1. Srovnání skutečných a štítkových výkonů z roku 2005, zdroj [15]

#### 4. Ostatní vnitřní zisky

V budovách se můžeme setkat i s dalšími zdroji tepla jako vaření (asi 1 800 W) , koupel (400 W) apod. Samostatné řešení vyžaduje průmyslová výroba a jiné specifické zdroje tepla. Vždy je nutné posoudit konkrétní podmínky a pokusit se vyjádřit možná maxima jak teplotní zátěže tak vývinu škodlivin.

## 4.1. Produkce tepla od jídel

Tepelná produkce ve stravovacích zařízeních od jednoho jídla u stolu 5 Wh. V restauracích vyšší třídy se uvažuje na místo u stolu 1 jídlo za hodinu, v ostatních 2 jídla a v jídelnách 3 jídla za hodinu.

## 4.2. Produkce tepla ohřátím vzduchu ve vzduchovodech

Proudí-li chladný vzduch vzduchotechnickým potrubím v místnosti s vyšší teplotou, dochází k zahřívání. To je závislé na součiniteli prostupu tepla vzduchovodu (pro neizolované potrubí 3 W/m<sup>2</sup>K), na rozdílu teplot, teplosměnné ploše a nepřímo úměrně na průřezu potrubí a rychlosti proudění vzduchu vzduchovodem.

## 4.3. Produkce tepla teplých povrchů, materiálů a z okolních místností

Pro teplé povrchy a materiály je dán vztah dle základních fyzikálních vztahů.

Teplé povrchy:  $Q = \alpha \cdot A \cdot \Delta t$

Teplé materiály:  $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$

Teplé okolní místnosti:  $Q = U \cdot A \cdot \Delta t$

$\alpha$  ..... součinitel přestupu tepla, volíme  $\alpha = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$

$A$  ..... plocha [m<sup>2</sup>]

$\Delta t$  ..... rozdíl teplot [-]

$m$  ..... hmotnost [kg]

$c$  ..... měrná tepelná kapacita [J/kgK]

$U$  ..... součinitel prostupu tepla konstrukce [W/m<sup>2</sup>K]



## **B) EXPERIMENTÁLNÍ ŘEŠENÍ**

## 1. Příkon elektrických spotřebičů

Obecně stanovit teplo získané z vnitřních zdrojů není jednoduchá záležitost. Pro experiment byla vybrána jednoduchá a poměrně přesná metoda. Pro elektrické spotřebiče je totiž nejdostupnějším výkonovým parametrem příkon. U většiny spotřebičů můžeme vyslovit předpoklad, že je teplený výkon roven elektrickému příkonu. Zmíněná myšlenka by nebyla platná, pokud by bylo teplo odváděno i jiným způsobem, k čemuž u běžných zařízení nedochází.

### 1.2. Měřicí přístroje

K měření spotřeby elektrické energie byly použity dva totožné přístroje různých značek. Jedná se o produkt firmy Steinner měřič spotřeby elektrické energie ENM 100 a firmy Emos FHT 9999 (obr. 3.1). Přístroj umožňuje měřit elektrický příkon, elektrickou energii a náklady za elektrickou energii ve dvou tarifních cenách. Měřič se zasune do elektrické zásuvky veřejné sítě a k němu se připojí sledovaný spotřebič.



Obr. 3.1. Měřiče spotřeby elektrické energie Steinner ENM 100 a Emos FHT 9999

#### Technické údaje:

Jmenovité napětí:	230 V/50 Hz
Jmenovitý proud:	16 A
Maximální zatížení:	3 680 W
Měřicí rozsah:	5 – 3 680 W
Provozní teploty:	+5 až +40 °C
Rozsah spotřeby el. energie:	0 – 999 kWh
Max. zaznamenaný čas:	999,9 hodin
Provozní vlhkost:	20 – 90 %


## 2. Realizace měření


Velká většina všech měřených spotřebičů byla sledována krátkodobě, do ustálení elektrického příkonu (5 – 10 minut). Pouze ve výjimečných případech, kde byl očekáván kolísavý příkon např. vlivem sepínání kompresoru nebo topné spirály přístroje, došlo k měření ve větším časovém úseku a to 1 – 48 hod. Pro zjištění alespoň orientačních hodnot pod 5 W byl před sledovaný spotřebič umístěn rozbočovač a na něj připojena stolní lampa s příkonem 80 W. Hledaná hodnota pak byla určena rozdílem zobrazené a přidané hodnoty.


Pro měření byl zvolen objekt místní okresní Nemocnice Blansko, konkrétně na Rehabilitačním oddělení, Kožním oddělení a na Jednotce intenzivní péče. Měření v nemocnici bylo prováděno na základě oficiální žádosti a za dozoru provozně technického náměstka Ing. Josefa Korčáka. Dále byla sledována domácnost – bytová jednotka 3+1 zděného domu, kterou obývá čtyřčlenná rodina.


## 2.1. Rehabilitační oddělení


Přístroje na rehabilitačním oddělení jsou používány po dobu 20 minut na jednoho pacienta. Příkon byl naměřen do 30 W, kromě mikrovlnného hloubkového prohřívání tkáně, kde je hodnota 82 a 220 W v závislosti na konkrétním přístroji. Nejvyšší příkon tedy má INTELECT 100, který odebírá 16 W i při vypnutí. Na oddělení jsou všechny nečinné rehabilitační přístroje vypojuvány z elektrické sítě. U magnetoterapie můžeme porovnávat dvě zařízení různého stáří. Příkon MTU 500H je 42 W, zatímco BIOMAG MONANDY pouze 7 W. Všechny přístroje kromě kompresoru BTL PHYSIO vykazují ustálený stav, jak dokládá následující přehled.

PHYACTION 787		Oddělení: Rehabilitační oddělení	
	Popis přístroje:	Masážní přístroj na prokrvení tkáně dodávající DD proud	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	23 W	
	Průměrný výkon:	29 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	


BTL PHYSIO		Oddělení: Rehabilitační oddělení	
	Popis přístroje:	Masážní přístroj na prokrvení tkáně dodávající DD proud + kompresor	
	Vypnutý přístroj:	-	-
	Pohotovostní režim:	13 W	-
	Průměrný výkon:	16 W	17 W
	Poznámky:	Ustálený stav přístroje a výkyvy kompresoru 11-17 W	


<b>PHYACTION 180</b>		<b>Oddělení: Rehabilitační oddělení</b>	
	Popis přístroje:	Ultrazvuk	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	12 W	
	Průměrný výkon:	13 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	

<b>BIOMAG MONANDA</b>		<b>Oddělení: Rehabilitační oddělení</b>	
	Popis přístroje:	Magnetoterapie	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	6 W	
	Průměrný výkon:	7 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	


<b>MTU 500H</b>		<b>Oddělení: Rehabilitační oddělení</b>	
	Popis přístroje:	Magnetoterapie	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	25 W	
	Průměrný výkon:	42 W	
	Poznámky:	Starší provedení přístroje	


<b>INTELECT 100</b>		<b>Oddělení: Rehabilitační oddělení</b>	
	Popis přístroje:	Diatermie – mikrovlnné hloubkové prohřívání tkáně	
	Vypnutý přístroj:	16 W	
	Pohotovostní režim:	24 W	
	Průměrný výkon:	220 W	
	Poznámky:	Ustálený stav po minutě	

<b>CURA PULS 670</b>		<b>Oddělení: Rehabilitační oddělení</b>	
	Popis přístroje:	Diatermie – mikrovlnné hloubkové prohřívání tkáně	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	42 W	
	Průměrný výkon:	82 W	
	Poznámky:	Ustálený stav po minutě	

<b>VAS 07</b>		<b>Oddělení: Rehabilitační oddělení</b>	
	Popis přístroje:	Distanční elektroterapie - elektromagnetická indukce bezkontaktních elektrod	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	9 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	





<b>INTELECT ADVANCED</b>		<b>Oddělení: Rehabilitační oddělení</b>	
	Popis přístroje:	Multifunkční přístroj - elektroterapie, ultrazvuk a laser	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	18 W	
	Průměrný výkon:	30 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	


<b>PHYACTION 796</b>		<b>Oddělení: Rehabilitační oddělení</b>	
	Popis přístroje:	Masážní přístroj na prokrvení tkáně	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	14 W	
	Průměrný výkon:	15 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	

## 2.2. Kožní oddělení


Na kožním oddělení jsou oproti rehabilitačnímu umístěny zařízení s vyšším příkonem kolem 50 W, laser s 200 W a dva panely horské slunce s výkonem přes 800 W. Nachází se zde i laser s velkým příkonem, který je zapojen přímo do rozvodné skříně a který nebyl měřen. Dle technika nemocnice má příkon nad rozsah měřicího přístroje. Doba činnosti jednotlivých zařízení je rozdílná. Téměř všechny přístroje vykazovaly ustálený stav příkonu elektrické energie. Výjimkou je přístrojová lymfodrenáž s velkými výkyvy kompresoru.


LASER		Oddělení: Kožní oddělení	
	Popis přístroje:	Intenzivní pulzní laser	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	75 W	
	Průměrný výkon:	198 W	
	Poznámky:	Ustálený stav po 3 minutách	

MEGASON		Oddělení: Kožní oddělení	
	Popis přístroje:	Rozbíjení tukových buněk ultrazvukem	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	23 W	
	Průměrný výkon:	58 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	

<b>MABEL PLUS</b>		<b>Oddělení: Kožní oddělení</b>	
	Popis přístroje:	Radiofrekvence – estetická aplikace, prohřátí pokožky	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	13 W	
	Průměrný výkon:	35 W	
	Poznámky:	Ustálený stav po minutě	

<b>LYMFO</b>		<b>Oddělení: Kožní oddělení</b>	
	Popis přístroje:	Přístrojová lymfodrenáž	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	31 W	
	Poznámky:	Velké výkyvy - sepínání kompresoru	


Ozařovací panel TL1	Oddělení: Kožní oddělení	
	Popis přístroje:	Horské slunce
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	-
	Průměrný výkon:	880 W
	Poznámky:	Ustálený stav po minutě


Ozařovací panel UVB	Oddělení: Kožní oddělení	
	Popis přístroje:	Horské slunce
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	-
	Průměrný výkon:	827 W
	Poznámky:	Ustálený stav po minutě


### 2.3. Jedinotka intenzivní péče


Jedinotka intenzivní péče je rozsáhlejší oddělení (1 055 m<sup>2</sup>) obsahující centrálu se sedmi monitorovacími lůžky intermediální péči s vyšetřovnou, pěti dvoulůžkovými pokoji pro pacienty a zákrokovým sálem.

Přístroje jsou používány velice nahodile, dle aktuálních potřeb pacientů. Nachází se tu sedm dávkovačů infuze s velice nízkou spotřebou a odsávačky tekutin s příkonem 93 W. Pro ohřev roztoků a především pak krevní plazmy se používá SAHARA s výkonem 156 W. Dále byly měřeny defibrilátory – nabíjení i samotný výboj byl ale časově velice krátký a nedošlo tedy k dostačujícímu záznamu a zobrazení hodnot. Elektrokardiograf má v pohotovostním režimu 23 W a v provozu pak 24 W, pokud je to vyžadováno, může být připojen k tiskárně, která má příkon 450 W. Kompresor umělé plicní ventilace má konstantní příkon 426 W a monitorovací zařízení u každých ze sedmi lůžek 40 W.


<b>ARCUS 707</b>	<b>Oddělení: JEDNOTKA INTENZIVNÍ PÉČE</b>	
	Popis přístroje:	Dávkovač infuze
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	-
	Průměrný výkon:	-
	Poznámky:	Neměřitelně malé hodnoty


<b>MEVACS</b>	<b>Oddělení: JEDNOTKA INTENZIVNÍ PÉČE</b>	
	Popis přístroje:	Odsávačka
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	-
	Průměrný výkon:	93 W
	Poznámky:	Ustálený stav


SAHARA		Oddělení: Jedinotka intenzivní péče	
	Popis přístroje:	Ohřivač roztoků, rozmrazování krevní plazmy	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	156 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	


LIFEPAK P20		Oddělení: Jedinotka intenzivní péče	
	Popis přístroje:	Defibrilátor	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	18 W	
	Průměrný výkon:	16 W pro 200 J	
	Poznámky:	Velice krátký výboj, který měřicí přístroj patrně nezaznamenal	




LIFEPAK 9P		Oddělení: Jedinotka intenzivní péče	
	Popis přístroje:	Defibrilátor	
	Vypnutý přístroj:	11 W	
	Pohotovostní režim:	27 W	
	Průměrný výkon:	88 W pro 360 J	
	Poznámky:	Velice krátký výboj, který měřicí přístroj patrně nezaznamenal	

EKG BTL 08 LT		Oddělení: Jedinotka intenzivní péče	
	Popis přístroje:	Elektrokardiograf	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	22 W	
	Průměrný výkon:	23 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	

RAPHAEL		Oddělení: Jedinotka intenzivní péče	
	Popis přístroje:	Umělá plicní ventilace + kompresor	
	Vypnutý přístroj:	-	-
	Pohotovostní režim:	6 W	-
	Průměrný výkon:	6 W	426 W
	Poznámky:	Kompresor v provozu konstantně	

SPACELABS		Oddělení: Jedinotka intenzivní péče	
	Popis přístroje:	Monitorovací zařízení	
	Vypnutý přístroj:	-	-
	Pohotovostní režim:	-	-
	Průměrný výkon:	40 W	-
	Poznámky:	Ustálený stav	

PROLUX GM30W A		Oddělení: Jedinotka intenzivní péče	
	Popis přístroje:	Germicidní přístroj ničící mikroorganismy UV zářením	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	71 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	

## 2.4. Bytová jednotka

Na rozdíl od lékařských zařízení, které pro mne byly naprosto neznámé, v domácnosti jsem měl ještě před samotným měřením jisté představy o možných příkonech. Musím přiznat, že většina z nich nebyla naplněna.

V kuchyni je dominantní lednice. Při otevření se rozsvítí žárovka se spotřebou 8 W, během chlazení je spotřeba 110 W. Lednice byla měřena 48 hodin a v činnosti byla přes polovinu času. Výsledný průměrný příkon za hodinu tedy byl 62 W. Rychlovarná konvice má příkon 2 156 W a k ohřátí 1 l vody je v činnosti méně než 2 minuty. Sporák je plynový s elektrickou troubou, ta byla měřena 1 hod. Rozehřátí na 800 °C trvá přibližně 20 minut, maximální výkon je 2 030 W a průměrný 1 000 W. Tato průměrná hodnota je ovšem velice nepřesná. U konstantních příkonů odečítáme přímo hodnotu ve wattech, ale u proměnlivých jsme odkázáni na spotřebovanou elektrickou energii, která je v přístroji s přesností pouze na desetiny kWh. Zatímco lednice mohla být měřena nepřetržitě po dobu dvou dnů, spotřebiče jako trouba, žehlička, toastovač a pračka jsou používány během týdne pouze náhodně. Naměřit tak dostatečný počet hodin provozu pro přesnost 5 W by např. pro pečení hodinu týdně znamenalo pravidelné měření po dobu pěti měsíců.


V domácnosti se také nachází spotřebiče s překvapivě malým příkonem. Jedním z nich je holicí strojek s hodnotou 1 W. Při zapojení tří různých strojků bylo celkem naměřeno 7 W. Dále nabíječky baterek a malá elektronika jako wifi router, telefon a reproduktory. U reproduktorů mne příkon opravdu překvapil. Malé počítačové reproduktory vykazují 4 W a větší domácí soustava 2+1 16 W. Měl jsem možnost měřit i velké aktivní reproboxy (k ozvučení menších tanečních sálů), které mají udávaný akustický výkon 300 W. Jejich elektrický příkon je pouhých 26 W, přičemž vůbec nezávisí na zvolené hlasitosti integrovaného zesilovače, na hlasitosti přehrávané hudby, ani na tom, jestli se vůbec nějaká přehrává.

Dalším specifickým zařízením je počítač. Jeho příkon je totiž závislý na uživatelské potřebě. Při nenáročných aplikacích, kdy není potřeba plný výkon procesoru a grafické karty, dosahuje konkrétní stolní počítač příkonu 90 W, zatímco při plném zatížení 180 W. U notebooků jsem porovnal dva výrobky. První je starý 3 roky s příkony 35 a 50 W. Stáří druhého je půl roku a pracuje při příkonu 17 W, v plném zatížení až 70 W. U nového, výkonnějšího notebooku tedy vidíme propracovanější řízení spotřeby.


Nutno podotknout, že měření spotřeby elektrických spotřebičů bylo zaměřeno pouze na jednu konkrétní domácnost. Nemůžeme tedy výsledky zobecňovat. Jednotlivé spotřebiče jsou na trhu s příkonem téměř polovičním i dvojnásobným.


		Byt - Kuchyně	
	Popis přístroje:	Lednice	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	8 W - světlo	
	Průměrný výkon:	62 W	
	Poznámky:	Zapnutý kompresor 110 W, sledováno 48 hod	


		Byt - Kuchyně	
	Popis přístroje:	Rychlovarná konvice	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	2 156 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	

Byt - Kuchyně		
	Popis přístroje:	Mikrovlnná trouba
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	32 W - světlo
	Průměrný výkon:	1 412 W
	Poznámky:	Ustálený stav po 20 s

Byt - Kuchyně		
	Popis přístroje:	Trouba
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	-
	Průměrný výkon:	1 000 W
	Poznámky:	Maximální výkon 2 030 W, světlo 17 W, sledováno 1 hod

		Byt - Kuchyně	
	Popis přístroje:	Toastovač	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	650 W	
	Poznámky:	Maximální výkon 795 W	


		Byt - Kuchyně	
	Popis přístroje:	Žehlička	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	800 W	
	Poznámky:	Sepínání spirály 1 920 W	


		Byt - Koupelna	
	Popis přístroje:	Fén na vlasy	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	1 015 W – I rychlost 1 510 W – II rychlost	
	Poznámky:	Ustálený stav	


		Byt - Koupelna	
	Popis přístroje:	Holicí strojek	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	1 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	





		Byt - Koupelna	
	Popis přístroje:	Automatická pračka	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	300 W	
	Poznámky:	Maximální hodnota 2 040 W Délka praní 1:10	

		Byt - Pokoj	
	Popis přístroje:	Vrtačka	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	370 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	

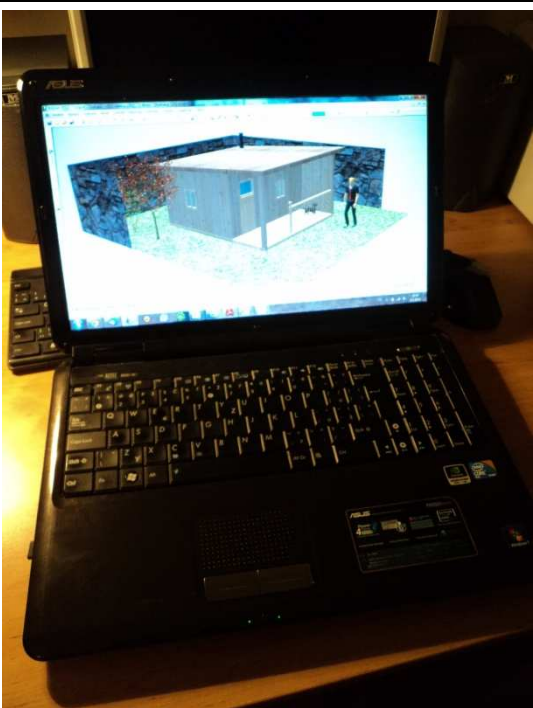
Byt - Pokoj		
	Popis přístroje:	Stolní lampa
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	-
	Průměrný výkon:	68 W
	Poznámky:	Dle žárovky: 60 ≈ 68 W 75 ≈ 80 W

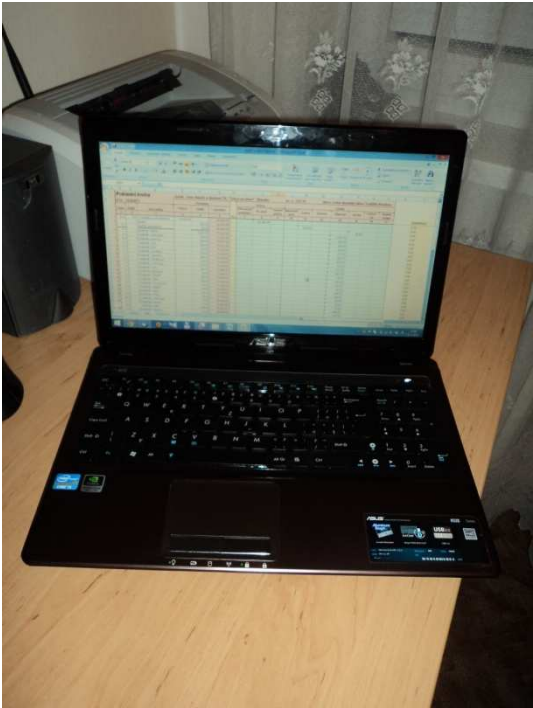
Byt - Pokoj		
	Popis přístroje:	Reproduktory k PC
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	3 W
	Průměrný výkon:	3 W
	Poznámky:	Ustálený stav


		Byt - Pokoj	
	Popis přístroje:	TV + reprobedny	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	6 W (s reproduktory 8 W)	
	Průměrný výkon:	78 W	
	Poznámky:	Téměř ustálený stav (rozptyl 2 W)	


		Byt - Pokoj	
	Popis přístroje:	Nabíječka mobilního telefonu	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	1 W	
	Průměrný výkon:	4 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	


		Byt - Pokoj	
	Popis přístroje:	Nabíječka baterií fotoaparátu	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	2 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	


		Byt - Pokoj	
	Popis přístroje:	Notebook 1 (stáří 3 roky)	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	1 W	
	Průměrný výkon:	35 W	
	Poznámky:	Maximální výkon 50 W	


		Byt - Pokoj	
	Popis přístroje:	Notebook 2 (stáří 0,5 roku)	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	1 W	
	Průměrný výkon:	17 W	
	Poznámky:	Maximální výkon 70 W	


		Byt - Pokoj	
	Popis přístroje:	Akvárium	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	20 W	
	Poznámky:	Zářivky	


		Byt - Pokoj	
	Popis přístroje:	Přenosný telefon	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	4 W	
	Průměrný výkon:	4 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	

		Byt - Pokoj	
	Popis přístroje:	Wifi router	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	4 W	
	Průměrný výkon:	4 W	
	Poznámky:	Ustálený stav	


Byt - Pokoj		
	Popis přístroje:	Stolní PC
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	7 W
	Průměrný výkon:	90 W
	Poznámky:	Maximální výkon 180 W

Byt - Pokoj		
	Popis přístroje:	Monitor 19 ''
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	1 W
	Průměrný výkon:	35 W
	Poznámky:	Ustálený stav

Byt - Pokoj		
	Popis přístroje:	Tiskárna
	Vypnutý přístroj:	4 W
	Pohotovostní režim:	4 W
	Průměrný výkon:	310 W
	Poznámky:	Maximální výkon pouze po dobu tisku

Byt - Pokoj		
	Popis přístroje:	Akvárium
	Vypnutý přístroj:	-
	Pohotovostní režim:	-
	Průměrný výkon:	84 W
	Poznámky:	2 svíčkové žárovky



		Byt - Pokoj	
	Popis přístroje:	Vysavač	
	Vypnutý přístroj:	-	
	Pohotovostní režim:	-	
	Průměrný výkon:	1 125 W	
	Poznámky:	Ustálený výkon	

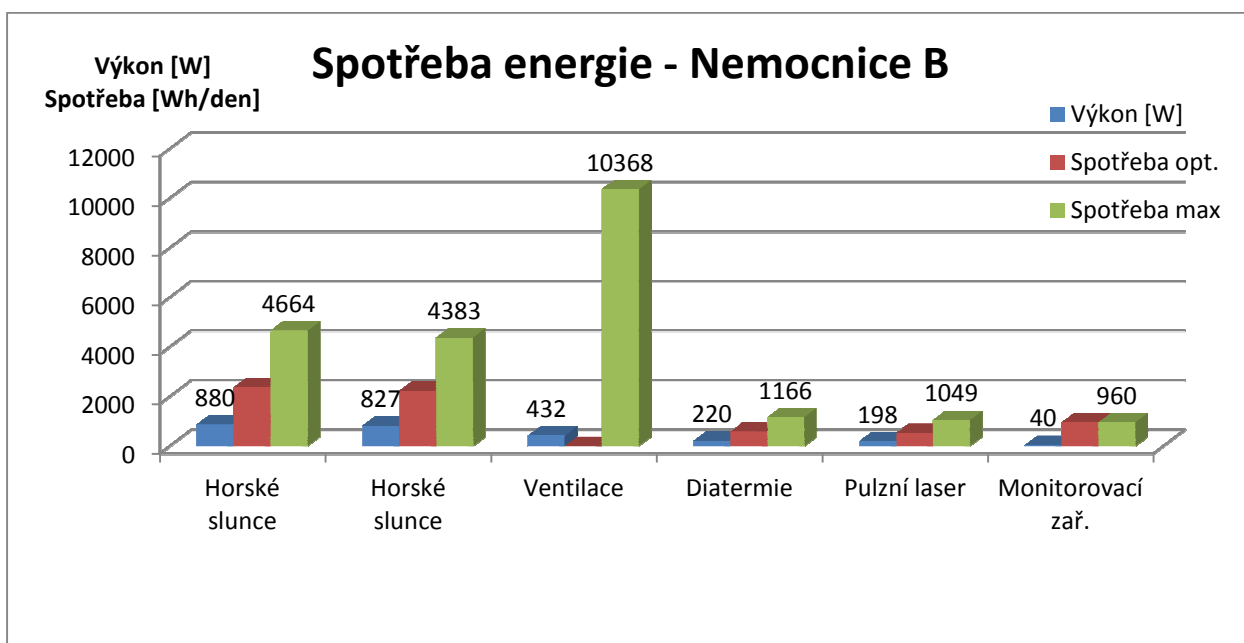
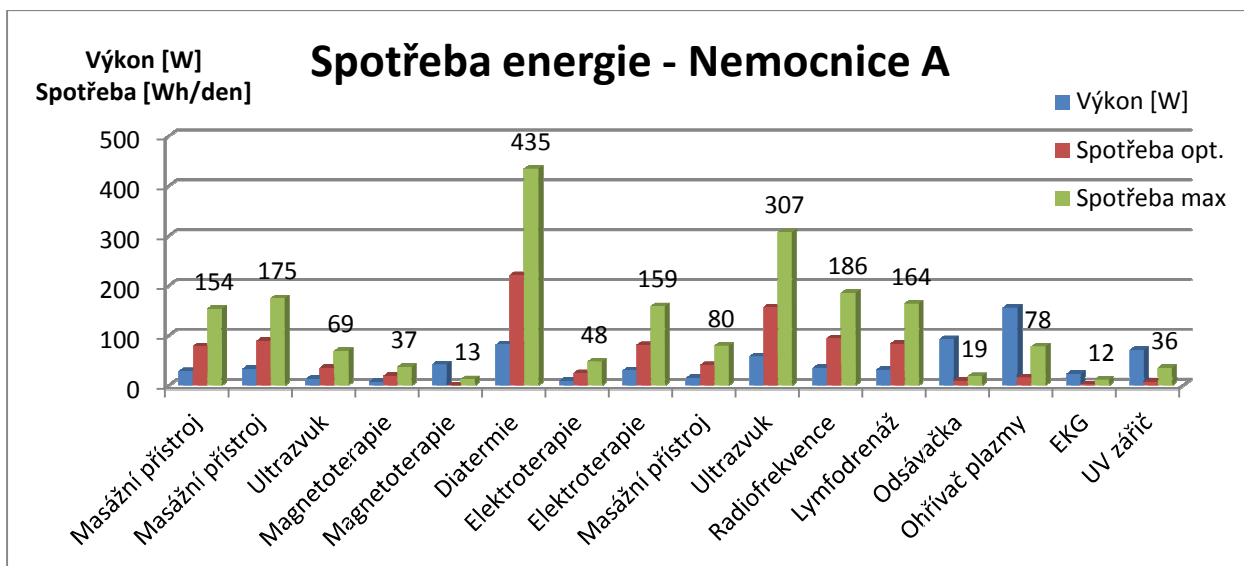
### 3. Spotřeba elektrické energie

Pokud bylo až doposud složité zjistit odpovídající příkon spotřebiče, s hledáním spotřeby elektrické energie nastává úplné odhadování. Vše totiž záleží na době používání a ta už je pouze statistickou hodnotou. Orientační hodnoty uvádějí následující tabulky (tab. 4.1., 4.2.) a grafy (graf 4.1., 4.2.).

SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE - NEMOCNICE							
	Spotřebič	Výkon [W]	Provoz [h/den]		Cena [Kč/h]	Spotřeba [Wh/den]	
			Optim.	Max		Optim.	Max
Rehabilitační oddělení	Masážní přístroj	29	2,7	5,3	0,14	78	154
	Masážní přístroj	33	2,7	5,3	0,16	89	175
	Ultrazvuk	13	2,7	5,3	0,06	35	69
	Magnetoterapie	7	2,7	5,3	0,03	19	37
	Magnetoterapie	42	0	0,3	0,20	0	13
	Diatermie	220	2,7	5,3	1,06	594	1166
	Diatermie	82	2,7	5,3	0,39	221	435
	Elektroterapie	9	2,7	5,3	0,04	24	48
	Elektroterapie	30	2,7	5,3	0,14	81	159
	Masážní přístroj	15	2,7	5,3	0,07	41	80
Kožní oddělení	Pulzní laser	198	2,7	5,3	0,95	535	1049
	Ultrazvuk	58	2,7	5,3	0,28	157	307
	Radiofrekvence	35	2,7	5,3	0,17	95	186
	Lymfodrenáž	31	2,7	5,3	0,15	84	164
	Horské slunce	880	2,7	5,3	4,22	2376	4664
	Horské slunce	827	2,7	5,3	3,97	2233	4383
JIP	Odsávačka	93	0,1	0,2	0,45	9	19
	Ohřívač plazmy	156	0,1	0,5	0,75	16	78
	EKG	23	0,1	0,5	0,11	2	12
	Ventilace	432	0	24	2,07	0	10368
	Monitorovací zař.	40	24	24	0,19	960	960
	UV zářič	71	0,1	0,5	0,34	7	36

Tab. 4.1. Spotřeba elektrické energie nemocnice

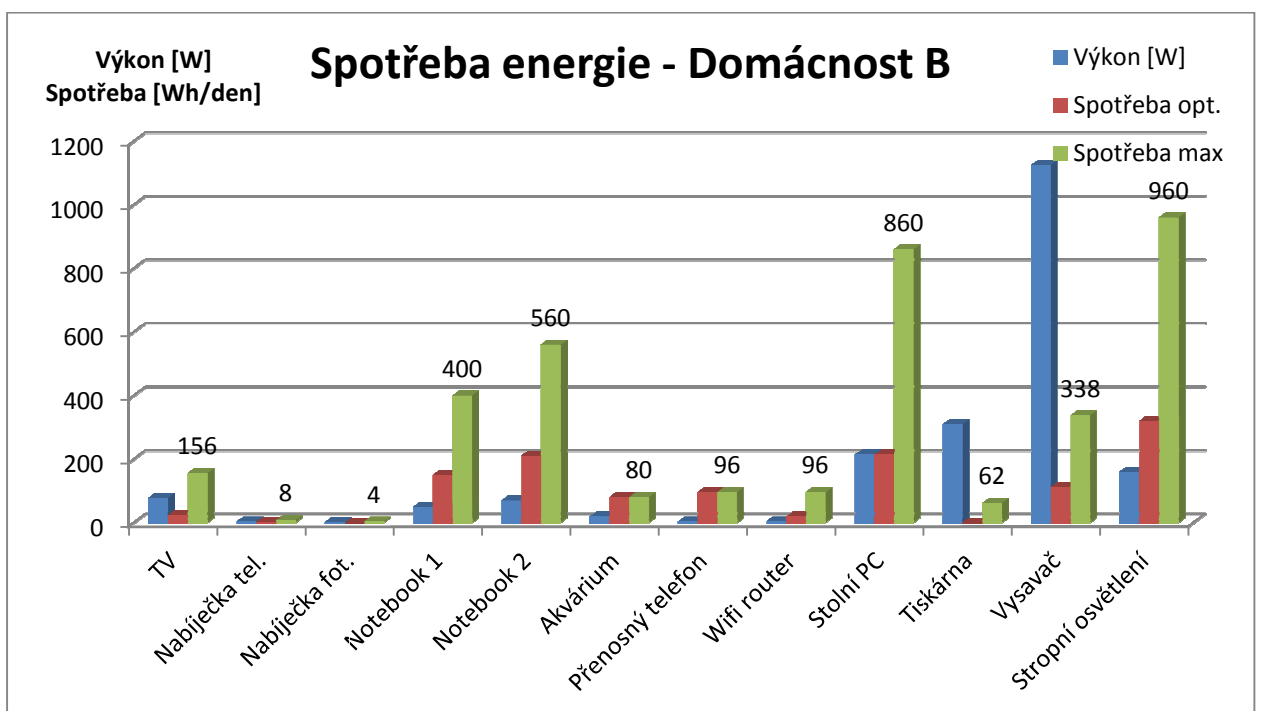
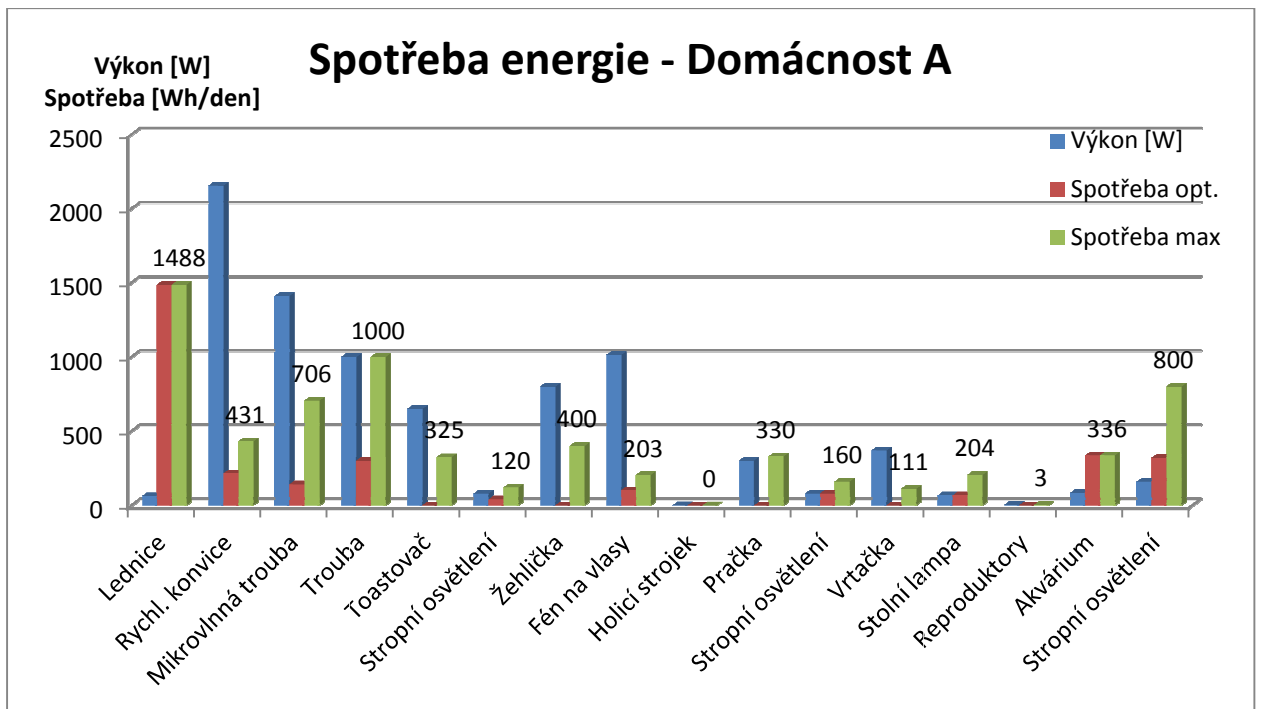
Vidíme, že maximální denní spotřeba energie některých zařízení je velice malá. Do 80 Wh/den to znamená pouze 140 Kč/rok. Naopak tu jsou zařízení s řádově vyšší spotřebou jako diatermie, monitorovací zařízení, pulzní laser, horské slunce a hlavně umělá plicní ventilace, která stojí při nepřetržitém provozu až 18 200 Kč/rok.



Graf 4.1. Spotřeba elektrické energie nemocnice

SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE - DOMÁCNOST							
	Spotřebič	Výkon [W]	Provoz [h/den]		Cena [Kč/h]	Spotřeba [Wh/den]	
			Optim.	Max		Optim.	Max
Kuchyně	Lednice	62	24	24	0,30	1488	1488
	Rychl. konvice	2156	0,1	0,2	10,35	216	431
	Mikrovlnná trouba	1412	0,1	0,5	6,78	141	706
	Trouba	1000	0,3	1	4,80	300	1000
	Toastovač	650	0	0,5	3,12	0	325
	Stropní osvětlení	80	0,5	1,5	0,38	40	120
Koupelna	Žehlička	800	0	0,5	3,84	0	400
	Fén na vlasy	1015	0,1	0,2	4,87	102	203
	Holicí strojek	1	0,1	0,3	0,00	0	0
	Pračka	300	0	1,1	1,44	0	330
	Stropní osvětlení	80	1	2	0,38	80	160
Pokoj	Vrtačka	370	0	0,3	1,78	0	111
	Stolní lampa	68	1	3	0,33	68	204
	Reproduktory	3	0	1	0,01	0	3
	Akvárium	84	4	4	0,40	336	336
	Stropní osvětlení	160	2	5	0,77	320	800
Pokoj	TV	78	0,3	2	0,37	23	156
	Nabíječka tel.	4	0,5	2	0,02	2	8
	Nabíječka fot.	2	0	2	0,01	0	4
	Notebook 1	50	3	8	0,24	150	400
	Notebook 2	70	3	8	0,34	210	560
	Akvárium	20	4	4	0,10	80	80
	Přenosný telefon	4	24	24	0,02	96	96
	Wifi router	4	5	24	0,02	20	96
	Stolní PC	215	1	4	1,03	215	860
	Tiskárna	310	0	0,2	1,49	0	62
	Vysavač	1125	0,1	0,3	5,40	113	338
	Stropní osvětlení	160	2	6	0,77	320	960

Tab. 4.2. Spotřeba elektrické energie domácnosti



Graf 4.2. Spotřeba elektrické energie domácnosti

Je tedy zřejmé, že úspora elektrické energie vyžaduje používání energeticky méně náročných spotřebičů s malým příkonem a zároveň zapínání pouze po nutnou dobu, po kterou je potřebné spotřebič efektivně využívat. Součet příkonů domácích spotřebičů v pohotovostním režimu je 39 W. Za rok by to znamenalo 342 kWh a tedy 1 640 Kč. To je pro srovnání 2,1 minuty vysávání denně. Z tohoto hlediska je v domácnosti zásadní výběr lednice, která tvoří bez mála třetinu celkové roční spotřeby. K vyšší spotřebě přispívá používání žárovek.

## **C) PROJEKT – VZT NEMOCNICE**

## 1. Analýza objektu

Nemocnice Blansko je komplex budov na pozemku přibližné rozlohy 185 x 195 m. Sledovaná budova má 5NP a 1PP s obdélníkovým půdorysem 32,8 x 84,0 m. Pro návrh vzduchotechniky je řešeno 3NP s konstrukční výškou 4 m obsahující v severním křídle Jednotku intenzivní péče, v jihozápadním Rehabilitační oddělení a v jihovýchodním Kožní oddělení. Do těchto tří celku jsou také děleny tři vzduchotechnická zařízení. Výpočtové hodnoty jsou pro vnitřní prostředí uvažovány 24 °C v zimním a 25 °C v letním období s ohledem na předepsanou teplotu pro skladování léků.

## 2. Výpočet

### 2.1. Průtoky vzduchu

Jednotlivá oddělení 3NP jsou řešena rovnotlakým systémem, doporučené hodnoty výměny vzduchu jsou pro nemocnice 2-15, chodby 2-4, kanceláře 3-10, šatny 2-15 a WC 2-15 za hodinu. Skutečné hodnoty výměny vzduchu jsou v tab. 2.1. až 2.3., včetně množství přiváděného i odváděného vzduchu. Pro přívod vzduchu do středního traktu budovy jsou v horní části stěn provedeny větrací otvory s mřížkou 200 x 100 mm.



### ZAŘÍZENÍ Č. 1 - JEDNOTKA INTENZIVNÍ PÉČE

Č. místnosti	Místnost	S [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	n [h <sup>-1</sup> ]	V [m <sup>3</sup> /h]	m [-]	V/m [m <sup>3</sup> /h]	V [m <sup>3</sup> /h]	Vmax [m <sup>3</sup> /h]	Přívod [m <sup>3</sup> /h]	Odvod [m <sup>3</sup> /h]	n [h <sup>-1</sup> ]
301	SCHODIŠTĚ	88,9	328,9	0,5	164	4	25	100	164	170	170	0,5
302	HALA	187,4	580,9	0,5	290	10	25	250	290	290	245	0,5
307	CENTR. PŘÍJEM	59,4	184,1	2,0	368	3	50	150	368	370	370	2,0
308	CENTR. PŘÍJEM	61,2	189,7	2,0	379	3	50	150	379	380	380	2,0
309	CHODBA	87,1	270,0	0,5	135			0	135	200		0,7
310	ŠATNA	29,7	92,1	0,5	46			0	46		50	0,5
311	POKOJ	43,2	133,9	2,0	268	2	50	100	268	270	270	2,0
312	KANCELÁŘ	15,9	49,3	2,0	99	3	50	150	150	150		3,0
313	POKOJ	30,7	95,2	2,0	190	2	50	100	190	190	190	2,0
314	POKOJ	45,0	139,5	2,0	279	3	50	150	279	280	280	2,0
315	POKOJ	63,9	198,1	2,0	396	3	50	150	396	400	400	2,0
316	POKOJ	40,5	125,6	2,0	251	2	50	100	251	250	250	2,0
317	CHODBA	6,0	18,6	0,5	9			0	9			0,0
318	SESTERNA	18,6	57,7	0,5	29	2	50	100	100	100		1,7
319	WC	1,6	5,0	0,5	2	1	50	50	50		50	10,1
320	SPRCHA	4,2	13,0	0,5	6	1	100	100	100		100	7,7
321	KANCELÁŘ	29,0	89,9	0,5	45	2	50	100	100	100		1,1
323	CHODBA	13,1	40,6	0,5	20			0	20			0,0
324	ČISTÍCÍ MÍST.	10,5	32,6	0,5	16			0	16		50	1,5
325	KOUPELNA	5,6	17,4	0,5	9			0	9		30	1,7
326	ÚKLID. MÍST.	20,3	62,9	0,5	31			0	31		30	0,5
327	SPRCHA	20,3	62,9	0,5	31	1	70	70	70		70	1,1
328	KOUPELNA	2,6	8,1	0,5	4	1	30	30	30		30	3,7
329	WC	2,0	6,2	0,5	3	1	50	50	50		50	8,1
330	KOUPELNA	2,6	8,1	0,5	4	1	30	30	30		30	3,7
331	WC	2,0	6,2	0,5	3	1	50	50	50		50	8,1
332	ZÁKROK. SÁL	17,3	53,6	10,0	536			0	536	550	500	10,3
333	ČISTÍCÍ MÍST.	14,6	45,3	0,5	23			0	23		50	1,1
334	SKLAD LÉKŮ	8,6	26,7	0,5	13			0	13		30	1,1
335	KUCHYNĚ	26,9	83,4	0,5	42			0	42		50	0,6
336	ARCHIV	12,4	38,4	0,5	19			0	19		50	1,3
337	CHODBA	87,1	270,0	0,5	135	4	25	100	135	135		0,5
338	POKOJ	37,8	117,2	2,0	234	2	50	100	234	235	115	2,0
339	WC	1,6	5,0	0,5	2	1	50	50	50		50	10,1
340	SPRCHA	1,0	3,1	0,5	2	1	70	70	70		70	22,6
341	WC	1,6	5,0	0,5	2	1	50	50	50		50	10,1
342	SPRCHA	1,0	3,1	0,5	2	1	70	70	70		70	22,6
343	POKOJ	29,4	91,1	2,0	182	1	50	50	182	180	60	2,0
344	POKOJ	34,2	106,0	2,0	212	2	50	100	212	215	95	2,0

ZAŘÍZENÍ Č. 1 - JEDNOTKA INTENZIVNÍ PÉČE - pokračování												
Č. místnosti	Místnost	S [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	n [h <sup>-1</sup> ]	V [m <sup>3</sup> /h]	m [-]	V/m [m <sup>3</sup> /h]	V [m <sup>3</sup> /h]	Vmax [m <sup>3</sup> /h]	Přívod [m <sup>3</sup> /h]	Odvod [m <sup>3</sup> /h]	n [h <sup>-1</sup> ]
345	SPRCHA	1,0	3,1	0,5	2	1	70	70	70		70	22,6
346	WC	1,6	5,0	0,5	2	1	50	50	50		50	10,1
347	POKOJ	35,1	108,8	2,0	218	2	50	100	218	220	100	2,0
348	SPRCHA	1,3	4,0	0,5	2	1	70	70	70		70	17,4
349	WC	2,3	7,1	0,5	4	1	50	50	50		50	7,0
350	POKOJ	36,1	111,9	2,0	224	2	50	100	224	225	105	2,0
351	SPRCHA	1,0	3,1	0,5	2	1	70	70	70		70	22,6
352	WC	1,6	5,0	0,5	2	1	50	50	50		50	10,1
353	POKOJ	38,0	117,8	2,0	236	2	50	100	236	240	120	2,0
354	SPRCHA	1,0	3,1	0,5	2	1	70	70	70		70	22,6
355	WC	1,6	5,0	0,5	2	1	50	50	50		50	10,1
356	KANCELÁŘ	40,5	125,6	2,0	251	2	50	100	251	250	250	2,0
357	SKLAD	14,3	44,3	0,5	22			0	22		30	0,7
358	SKLAD	7,4	22,9	0,5	11			0	11		30	1,3
										5400	5400	

Tab. 2.1. Distribuce vzduchu Jednotky intenzivní péče

ZAŘÍZENÍ Č. 2 - REHABILITAČNÍ ODDĚLENÍ												
Č. místnosti	Místnost	S [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	n [h <sup>-1</sup> ]	V [m <sup>3</sup> /h]	m [-]	V/m [m <sup>3</sup> /h]	V [m <sup>3</sup> /h]	Vmax [m <sup>3</sup> /h]	Přívod [m <sup>3</sup> /h]	Odvod [m <sup>3</sup> /h]	n [h <sup>-1</sup> ]
359	ČEKÁRNA	87,1	270,0	1,0	270	22	25	550	550	550	310	2,0
360	VYŠETŘOVNA	57,6	178,6	2,0	357	2	50	100	357	360	360	2,0
361	VYŠETŘOVNA	40,5	125,6	2,0	251	3	50	150	251	250	250	2,0
362	VYŠETŘOVNA	40,5	125,6	2,0	251	3	50	150	251	250	250	2,0
363	VYŠETŘOVNA	38,7	120,0	2,0	240	3	50	150	240	240	240	2,0
364	VYŠETŘOVNA	38,7	120,0	2,0	240	2	50	100	240	240	240	2,0
365	VYŠETŘOVNA	36,9	114,4	2,0	229	4	50	200	229	230	230	2,0
366	SKLAD	32,4	100,4	0,5	50			0	50		50	0,5
367	VYŠETŘOVNA	40,5	125,6	2,0	251	4	50	200	251	250	250	2,0
378	KOUPELNA	5,5	17,1	0,5	9			0	9		30	1,8
379	ÚKLID. MÍST.	20,3	62,9	0,5	31			0	31		30	0,5
380	SPRCHA	20,3	62,9	0,5	31	1	70	70	70		70	1,1
381	KOUPELNA	2,6	8,1	0,5	4	1	30	30	30		30	3,7
382	WC	2,0	6,2	0,5	3	1	50	50	50		50	8,1
383	KOUPELNA	2,6	8,1	0,5	4	1	30	30	30		30	3,7
384	WC	2,0	6,2	0,5	3	1	50	50	50		50	8,1
385	KANCELÁŘ	20,9	64,9	0,5	32	1	50	50	50	50		0,8
386	VRÁTNICE	18,8	58,3	0,5	29	1	50	50	50	50		0,9
										<b>2470</b>	<b>2470</b>	

Tab. 2.2. Distribuce vzduchu Rehabilitačního oddělení

ZAŘÍZENÍ Č. 3 - KOŽNÍ ODDĚLENÍ												
Č. místnosti	Místnost	S [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	n [h <sup>-1</sup> ]	V [m <sup>3</sup> /h]	m [-]	V/m [m <sup>3</sup> /h]	V [m <sup>3</sup> /h]	Vmax [m <sup>3</sup> /h]	Přívod [m <sup>3</sup> /h]	Odvod [m <sup>3</sup> /h]	n [h <sup>-1</sup> ]
371	SKLAD	18,0	55,8	0,5	28			0	28		30	0,5
372	KOUPELNA	2,9	9,1	0,5	5	1	30	30	30		30	3,3
373	WC	1,8	6,7	0,5	3	1	50	50	50		50	7,4
374	KOUPELNA	2,9	9,1	0,5	5	1	30	30	30		30	3,3
375	WC	1,8	6,7	0,5	3	1	50	50	50		50	7,4
376	SKLAD	12,8	39,5	0,5	20			0	20		30	0,8
377	KANCELÁŘ	15,4	47,7	0,5	24	1	50	50	50	50		1,0
387	VRÁTNICE	26,9	83,4	0,5	42	1	50	50	50	50		0,6
388	ČEKÁRNA	87,1	270,0	0,5	135	20	25	500	500	500	310	1,9
389	SKLAD	40,5	125,6	0,5	63			0	63		70	0,6
390	VYŠETŘOVNA	63,9	198,1	2,0	396	3	50	150	396	400	400	2,0
391	VYŠETŘOVNA	45,0	139,5	2,0	279	3	50	150	279	280	280	2,0
392	VYŠETŘOVNA	47,7	147,9	2,0	296	3	50	150	296	300	300	2,0
393	VYŠETŘOVNA	43,2	133,9	2,0	268	3	50	150	268	270	270	2,0
394	VYŠETŘOVNA	29,7	92,1	2,0	184	2	50	100	184	185	185	2,0
395	VYŠETŘOVNA	61,2	189,7	2,0	379	3	50	150	379	380	380	2,0
										<b>2415</b>	<b>2415</b>	

Tab. 2.3. Distribuce vzduchu Kožního oddělení

Č. místnosti	Místnost	S [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]
303	VÝT. ŠACHTA	15,0	46,5
304	VÝT. ŠACHTA	15,0	46,5
305	VÝT. ŠACHTA	15,0	46,5
306	VÝT. ŠACHTA	15,0	46,5
322	SCHODIŠTĚ	29,5	109,2
368	STROJOVNA	29,5	91,5
369	STROJOVNA	31,1	96,4
370	SCHODIŠTĚ	29,5	109,2

Tab. 2.4. Prostory s přirozeným větráním

## 2.2. Návrh vzduchovodů

Dimenze potrubí (tab. 2.5. až 2.8.) je navrhována s ohledem na limitní rychlosti proudění vzduchu ve vzduchovodech a to 3-4 m/s před vyústkou a 5 m/s ve strojovně. Potrubí je opatřeno tepelnou izolací. Pro malé průtoky jsou jako koncové prvky osazeny plastové talířové ventily ELI o průměru 80, 100, 125 a 160 mm. Dále jsou použity vířivé vyústě VVM 500 s 16 a 24 lamelami (obr. 2.1.). Hladina akustického výkonu je do 35 dB. Rychlost proudění vzduchu v obytné zóně je 0,1 až 0,25 m/s. Vzduchotechnické potrubí je opatřeno požárními klapkami v místech průchodu jednotlivými požárními úseky. Koncovými prvky exteriéru jsou protidešťová žaluzie (sání), oblouk se sítí (výfuk vzduchu).



Obr. 2.1. Talířový ventil ELI a vyústě s vířivým výtokem vzduchu VVM 500, zdroj [5]

DIMENZE POTRUBÍ VZDUCHOTECHNIKY								
Zařízení č.1 - VZT Jednotky intenzivní péče								
Přívodní potrubí - větev P								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
P1	235	0,065	3	0,022	0,166	160x180	0,169	2,91
P2	415	0,115	3	0,038	0,221	180x250	0,209	3,36
P3	630	0,175	3	0,058	0,273	225x280	0,250	3,57
P4	850	0,236	3	0,079	0,317	250x450	0,321	2,92
P5	1075	0,299	3	0,100	0,356	280x450	0,345	3,19
P6	1715	0,476	3	0,159	0,450	355x630	0,454	2,94
P7	1955	0,543	3	0,181	0,480	355x630	0,454	3,35
P8	2205	0,613	3	0,204	0,510	355x630	0,454	3,78
P9	2375	0,660	3	0,220	0,529	355x630	0,454	4,08
P10	5400	1,500	3	0,500	0,798	500x900	0,643	4,62
C	10285	2,857	5	0,571	0,853	630x900	0,849	5,05

Přívodní potrubí - větev p								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
p1	45	0,013	3	0,004	0,073	-	0,100	1,59
p2	145	0,040	3	0,013	0,131	125x160	0,140	2,62
p2	245	0,068	3	0,023	0,170	160x180	0,169	3,03
p3	345	0,096	3	0,032	0,202	180x250	0,209	2,79
p3	595	0,165	3	0,055	0,265	225x280	0,250	3,37
p4	995	0,276	3	0,092	0,342	280x450	0,345	2,96
p5	1275	0,354	3	0,118	0,388	355x450	0,397	2,86
p6	1425	0,396	3	0,132	0,410	355x450	0,397	3,20
p6	1615	0,449	3	0,150	0,436	355x630	0,454	2,77
p7	1885	0,524	3	0,175	0,471	355x630	0,454	3,23
p7	1985	0,551	3	0,184	0,484	355x630	0,454	3,41
p8	2365	0,657	3	0,219	0,528	450x630	0,525	3,03
p9	2550	0,708	3	0,236	0,548	450x630	0,525	3,27
p9	2735	0,760	3	0,253	0,568	450x630	0,525	3,51
p10	3025	0,840	3	0,280	0,597	450x630	0,525	3,88

Tab. 2.5. Dimenze VZT potrubí Jednotky intenzivní péče – přívod

Zařízení č.1 - VZT Jednotky intenzivní péče								
Odvodní potrubí - větev O								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
O1	115	0,032	3	0,011	0,116	-	0,125	2,60
O2	355	0,099	3	0,033	0,205	180x250	0,209	2,87
O2	415	0,115	3	0,038	0,221	180x250	0,209	3,36
O3	510	0,142	3	0,047	0,245	225x280	0,250	2,89
O4	630	0,175	3	0,058	0,273	225x280	0,250	3,57
O5	730	0,203	3	0,068	0,293	250x450	0,321	2,51
O6	1640	0,456	3	0,152	0,440	355x450	0,397	3,68
O7	1760	0,489	3	0,163	0,456	355x630	0,454	3,02
O9	1865	0,518	3	0,173	0,469	355x630	0,454	3,20
O10	1985	0,551	3	0,184	0,484	355x630	0,454	3,41
O12	2105	0,585	3	0,195	0,498	355x630	0,454	3,61
O13	2355	0,654	3	0,218	0,527	450x630	0,525	3,02
O14	2405	0,668	3	0,223	0,532	450x630	0,525	3,09
O15	2435	0,676	3	0,225	0,536	450x630	0,525	3,12
O16	2465	0,685	3	0,228	0,539	450x630	0,525	3,16
O17	2635	0,732	3	0,244	0,557	450x630	0,525	3,38
O18	5400	1,500	3	0,500	0,798	500x900	0,643	4,62

Odvodní potrubí - větev o								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
o1	250	0,069	3	0,023	0,172	160x180	0,169	3,10
o2	600	0,167	3	0,056	0,266	225x280	0,250	3,40
o3	800	0,222	3	0,074	0,307	250x450	0,321	2,75
o4	1080	0,300	3	0,100	0,357	280x450	0,345	3,21
o5	1270	0,353	3	0,118	0,387	355x450	0,397	2,85
o6	1400	0,389	3	0,130	0,406	355x450	0,397	3,14
o8	1670	0,464	3	0,155	0,444	355x630	0,454	2,87
o9	1720	0,478	3	0,159	0,450	355x630	0,454	2,95
o10	1770	0,492	3	0,164	0,457	355x630	0,454	3,04
o11	2150	0,597	3	0,199	0,503	450x630	0,525	2,76
o12	2520	0,700	3	0,233	0,545	450x630	0,525	3,23
o13	2765	0,768	3	0,256	0,571	450x630	0,525	3,55

Tab. 2.6. Dimenze VZT potrubí Jednotky intenzivní péče – odvod

Zařízení č.2 - VZT Rehabilitačního oddělení								
Přívodní potrubí								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
P1	50	0,014	3	0,005	0,077	-	0,100	1,77
P2	100	0,028	3	0,009	0,109	-	0,125	2,26
P3	375	0,104	3	0,035	0,210	180x250	0,209	3,04
P4	985	0,274	3	0,091	0,341	250x450	0,321	3,38
P5	1235	0,343	3	0,114	0,382	355x450	0,397	2,77
P6	1475	0,410	3	0,137	0,417	355x450	0,397	3,31
P7	1715	0,476	3	0,159	0,450	355x630	0,454	2,94
P8	1945	0,540	3	0,180	0,479	355x630	0,454	3,34
P9	2195	0,610	3	0,203	0,509	355x630	0,454	3,77
P10	2470	0,686	3	0,229	0,540	355x630	0,454	4,24

Vedlejší přívodní větve								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
1	275	0,076	3	0,025	0,180	180x250	0,209	2,23
2	360	0,100	3	0,033	0,206	180x250	0,209	2,91

Odvodní potrubí								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
O1	360	0,100	3	0,033	0,206	180x250	0,209	2,91
O2	610	0,169	3	0,056	0,268	225x280	0,250	3,45
O3	1015	0,282	3	0,094	0,346	280x450	0,345	3,02
O4	1255	0,349	3	0,116	0,385	355x450	0,397	2,82
O5	1545	0,429	3	0,143	0,427	355x450	0,397	3,47
O6	1940	0,539	3	0,180	0,478	355x630	0,454	3,33
O7	2170	0,603	3	0,201	0,506	355x630	0,454	3,72
O8	2220	0,617	3	0,206	0,512	355x630	0,454	3,81
O9	2470	0,686	3	0,229	0,540	355x630	0,454	4,24

Vedlejší odvodní větve								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
1	160	0,044	3	0,015	0,137	125x160	0,140	2,89
2	290	0,081	3	0,027	0,185	160x180	0,169	3,59
3	250	0,069	3	0,023	0,172	160x180	0,169	3,10

Tab. 2.7. Dimenze VZT potrubí Rehabilitačního oddělení



Zařízení č.3 - VZT Kožního oddělení								
Přívodní potrubí								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
P1	190	0,053	2	0,026	0,183	160x180	0,169	2,35
P2	380	0,106	3	0,035	0,212	180x250	0,209	3,08
P3	565	0,157	3	0,052	0,258	225x280	0,250	3,20
P4	915	0,254	3	0,085	0,328	250x450	0,321	3,14
P5	1185	0,329	3	0,110	0,374	280x450	0,345	3,52
P6	1485	0,413	3	0,138	0,418	355x450	0,397	3,33
P7	1765	0,490	3	0,163	0,456	355x630	0,454	3,03
P8	1965	0,546	3	0,182	0,481	355x630	0,454	3,37
P9	2165	0,601	3	0,200	0,505	355x630	0,454	3,71
P10	2415	0,671	3	0,224	0,534	355x630	0,454	4,14

Vedlejší přívodní větve								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
1	100	0,028	3	0,009	0,109	-	0,125	2,26
2	350	0,097	3	0,032	0,203	180x250	0,209	2,83
3	250	0,069	3	0,023	0,172	160x180	0,169	3,10

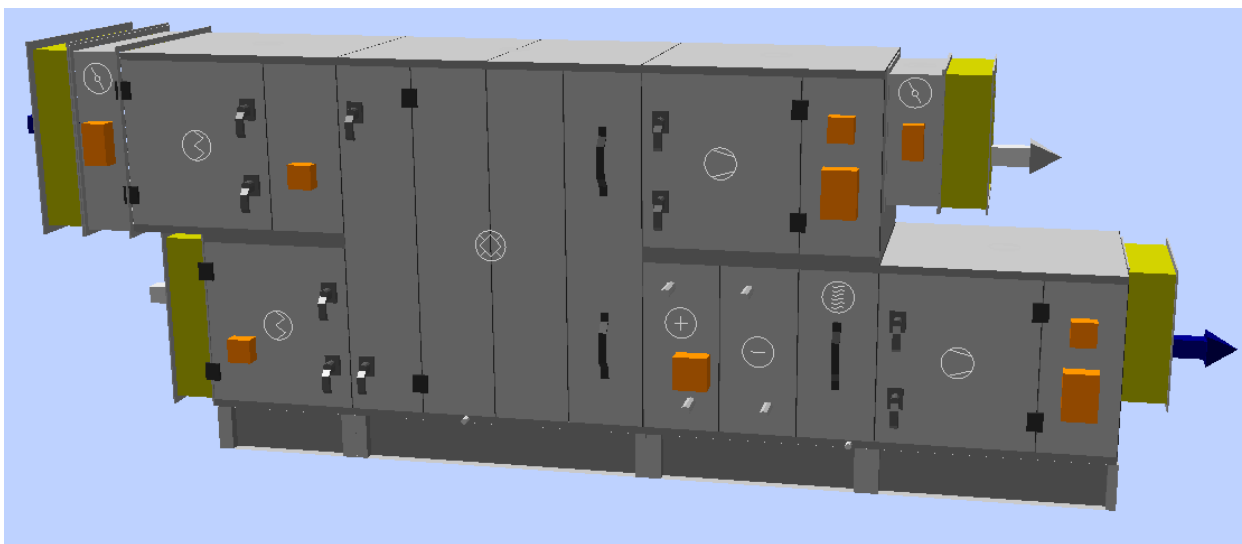
Odvodní potrubí								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
O1	190	0,053	3	0,018	0,150	125x160	0,140	3,43
O2	380	0,106	3	0,035	0,212	180x250	0,209	3,08
O3	565	0,157	3	0,052	0,258	225x280	0,250	3,20
O4	940	0,261	3	0,087	0,333	250x450	0,321	3,23
O5	1240	0,344	3	0,115	0,382	280x450	0,345	3,68
O6	1565	0,435	3	0,145	0,430	355x450	0,397	3,51
O7	1845	0,513	3	0,171	0,466	355x630	0,454	3,17
O8	2045	0,568	3	0,189	0,491	355x630	0,454	3,51
O9	2315	0,643	3	0,214	0,522	355x630	0,454	3,97

Vedlejší odvodní větve								
n	V	V	v'	S	d'	A x B	d	v
	[m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[mm]	[m]	[m/s]
1	70	0,019	3	0,006	0,091	-	0,100	2,48
2	270	0,075	3	0,025	0,178	160x180	0,169	3,34

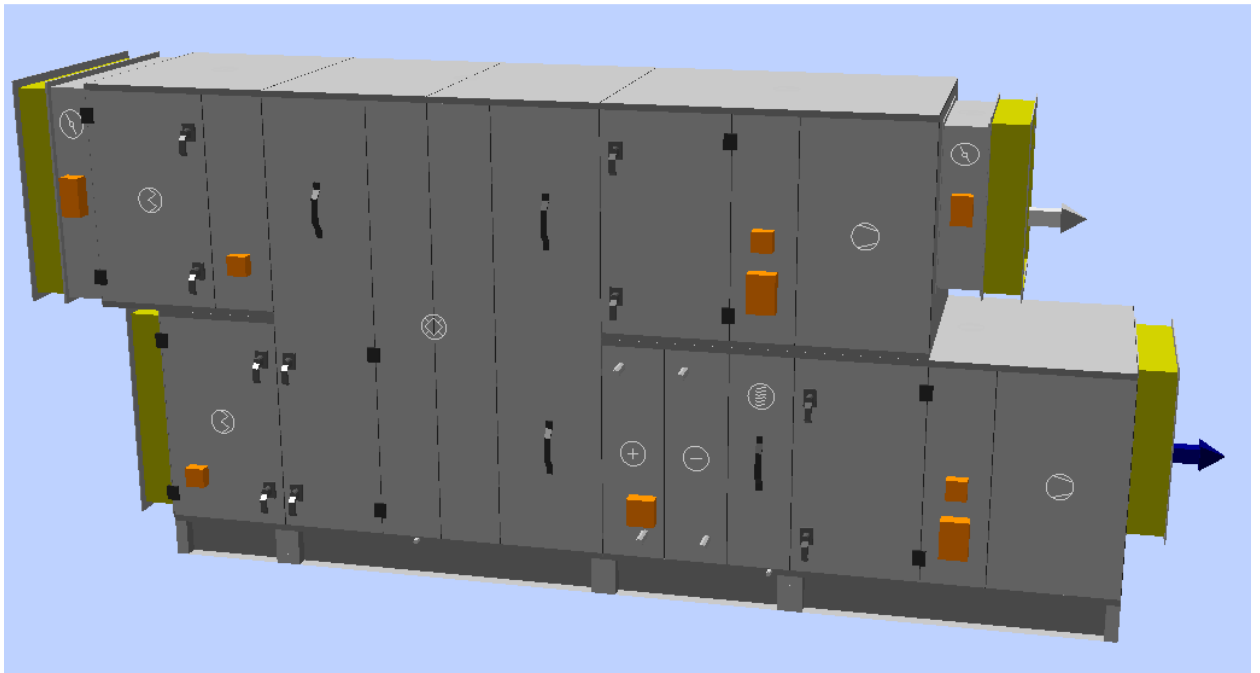
Tab. 2.8. Dimenze VZT potrubí Rehabilitačního oddělení

## 2.3. Návrh vzduchotechnický jednotek

K návrhu vzduchotechnických jednotek byl použit software AeroCAD společnosti REMAK a. s. Jednotky se skládají z ventilátoru dimenzovaného na příslušný průtok a tlakovou ztrátu. Dále je osazen deskový výměník, sloužící k rekuperaci a úspoře energie, vodní ohřivač napojený na otopnou vodu a chladič s připojením k chladicímu okruhu. Zařízení pro Rehabilitační a Kožní oddělení jsou téměř totožná (2 470 a 2 415 m<sup>3</sup>/h), pouze s jiným ventilátorem pro konkrétní tlakovou ztrátu (obr. 2.2.). VZT jednotka pro Jednotku intenzivní péče pracuje s průtokem 5 400 m<sup>3</sup>/h (obr. 2.3.). Pro dosažení hladiny akustického tlaku 45 dB je nutné instalovat tlumič hluku. Pro konkrétní hodnoty by byl třeba přesný návrh, předběžně můžeme uvažovat kulisový tlumič v délce 2 m pro směr do budovy a 1 m z budovy.



Obr. 2.2. Vzduchotechnická jednotka zařízení č. 2 a 3



Obr. 2.3. Vzduchotechnická jednotka zařízení č. 1

### 3. Konceptní řešení

Ze zjištěných vnitřních zisků od elektrických zařízení v experimentálním měření části B a od lidí, můžeme zjednodušeným způsobem stanovit teplotu místností Rehabilitačního oddělení. Výsledkem bude vyčíslení možných rozdílů teplot a rozvaha, zda je přijatelnější použít vzduchový nebo vodní systém klimatizace.

Simulujme tedy pro pobytové místnosti 360 až 367 (vyjma skladu 366) různé stavy tepelných zisků. Minimální hodnota (tab. 3.1.) je jeden čekající pacient s tepelným výkonem 80 W. Optimální je stav, který jsem mohl pozorovat během měření v daných místnostech, a maximální zátěž je při plném provozu a činných všech zařízení. V tabulce 3.2. je pak k předchozí zátěži přidána sluneční radiací. V minimální hodnotě pro oblačno, následně pro polojasnou a jasnou oblohu. Maximální teploty jsou nereálné, teplo by se předávalo do venkovního prostředí. Přívodní vzduch je uvažován s teplotou 18 °C.

Pro naše účely postačí fakt plynoucí z tabulky 3.1., konkrétně z hodnot  $\Delta t$ . Vidíme, že rozdíl mezi optimální zátěží jedné místnosti a maximální druhé je až 5,7 °C. Tím se dostáváme mimo toleranci komfortní teploty. Pro oddělení je tedy k chlazení použit vodní systém klimatizace s nástěnnými fan coilovými jednotkami SF-51H.

Č. m.	Min			Optim.			Max		
	Q [W]	$\Delta t$ [°C]	t [°C]	Q [W]	$\Delta t$ [°C]	t [°C]	Q [W]	$\Delta t$ [°C]	t [°C]
360	80	0,7	18,7	160	1,3	19,3	840	7,0	25,0
361	80	1,0	19,0	129	1,5	19,5	512	6,2	24,2
362	80	1,0	19,0	120	1,4	19,4	470	5,6	23,6
363	80	1,0	19,0	142	1,8	19,8	712	8,9	26,9
364	80	1,0	19,0	182	2,3	20,3	382	4,8	22,8
365	80	1,0	19,0	109	1,4	19,4	309	4,0	22,0
367	80	1,0	19,0	115	1,4	19,4	495	5,9	23,9

Tab. 3.1. Tepelné vnitřní zisky části Rehabilitačního oddělení

Č. m.	Min			Optim. a oblačno			Optim. a polojasno			Max		
	Q [W]	$\Delta t$ [°C]	t [°C]	Q [W]	$\Delta t$ [°C]	t [°C]	Q [W]	$\Delta t$ [°C]	t [°C]	Q [W]	$\Delta t$ [°C]	t [°C]
360	580	4,8	22,8	660	5,5	23,5	1660	13,8	31,8	2840	23,7	41,7
361	430	5,2	23,2	479	5,8	23,8	1129	13,6	31,6	1912	23,0	41,0
362	430	5,2	23,2	470	5,6	23,6	1120	13,5	31,5	1870	22,5	40,5
363	430	5,4	23,4	492	6,2	24,2	1142	14,3	32,3	2112	26,4	44,4
364	430	5,4	23,4	532	6,7	24,7	1182	14,8	32,8	1782	22,3	40,3
365	430	5,6	23,6	459	6,0	24,0	1109	14,5	32,5	1709	22,3	40,3
367	430	5,2	23,2	465	5,6	23,6	1115	13,4	31,4	1895	22,8	40,8

Tab. 3.2. Tepelné vnitřní i vnější zisky části Rehabilitačního oddělení

# **TECHNICKÁ ZPRÁVA**

## 1. Úvod

Technická zpráva se zabývá koncepcí dílčí klimatizace v části objektu Nemocnice Blansko. Jsou zajištěny hygienické hodnoty výměny vzduchu a příznivá tepelná pohoda v místnostech.

### 1.1. Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování je výkres půdorysu 3NP, dále příslušné zákony a prováděcí vyhlášky. České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení, zejména:

- Nařízení vlády č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity pobytového prostředí
- Nařízení vlády č. 148/2006 Sb. o ochraně zdraví před účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- ČSN 12 70 10 – Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 73 08 02 – Požární bezpečnost staveb – nevýrobní prostory
- ČSN 73 08 72 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
- ČSN EN 12464 – 1 – Osvětlení prostorů
- ČSN EN 15251 Vstupní parametry vnitřního prostředí

### 1.2. Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo:	Blansko
Nadmořská výška:	293 m n. m.
Normální tlak vzduchu:	98,18 kPa
Výpočtová teplota vzduchu:	léto 31 °C, zima -15 °C
Relativní vlhkost:	léto 53 %, zima 35 %

### 1.3. Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Místnosti mají návrhovou teplotu pro zimní období 24 °C a pro letní 25 °C. Rychlost proudění vzduchu v pobytové zóně nepřekračuje 0,25 m/s.

## 2. Základní koncepční řešení

Objekt je rozdělen na tři funkční celky. Sestavné vzduchotechnické jednotky jsou umístěny ve dvou sousedících strojovnách. Jedná se o dílčí klimatizaci doplněnou vodní systém s fan coilly. Venkovní jednotka se nachází na střeše. Všechny prostory hygienického zázemí jsou opatřeny podtlakovým nuceným větráním s úhradou vzduchu z okolních prostorů. Jednotlivé soustavy jsou rovnotlaké.

### 2.1. Hygienické a stavební větrání

Hygienické větrání bude navrženo dle hygienického minima dle obecně závazných předpisů. Přitom základní podmínky návrhu jsou:

- V místnostech hygienického zařízení je navrženo podtlakové větrání
- Na chodbách je přetlakové větrání. V Rehabilitačním a Kožním oddělení jsou uvažovány jako čekárny
- Pro pobytové místnosti, lůžkovou část a ordinace je navrženo rovnotlaké větrání
- Úhrada vzduchu bude tvořena z okolních prostorů netěsnostmi ve stavebních konstrukcích a přes stěnové mřížky
- Pro filtrování odvodního vzduchu je před rekuperátorem umístěný filtr třídy F5. Pro přívod je použita dvoustupňová filtrace filtrů M5 a F9.
- Výfuk znehodnoceného vzduchu je veden na střechu objektu, přívod je přes fasádu
- Ordinace jsou chlazeny vodním systémem chlazení, všechny místnosti jsou ohřívány otopnými tělesy napojenými na centrální vytápění

### 2.2. Technické větrání

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů vzduchotechnických zařízení jako soustava 3 + PEN, 50 Hz, 400 V / 230 V.

Tepelná energie – pro ohřev vzduchu v tepelných výměnících vzduchotechnických jednotek bude sloužit otopná voda s teplotním spádem 70/50 °C. Ohřev otopné vody zajistí profese ÚT.

Zdroj chladu bude umístěn na střeše budovy. Pro výměníky vzduchotechnických jednotek a jednotlivé fan coilly bude přivedena voda s teplotním spádem 6/12 °C.

## 3. Popis technického řešení

### 3.1. Koncepce větracích zařízení

Návrh řešení větrání prostor vychází ze stavební dispozice a požadavků na interní mikroklima jednotlivých místností. Navržené soustavy vzduchu jsou nízkotlaké. Doprava vzduchu bude realizována ocelovým pozinkovaným hranatým potrubím a ohebným kruhovým potrubím. Izolace potrubí bude provedena z minerálních desek s hliníkovou fólií. Ve strojovně šířky 40 mm.

#### Zařízení č. 1 – Vzduchotechnika Jednotky intenzivní péče

Pro dodržení hygienických potřeb výměn vzduchu je navržena centrální vzduchotechnická jednotka, která se skládá z filtru G3 a M5, deskového rekuperátoru, dvou deskových výměníků pro ohřev a chlazení a ventilátorů po přívod i odvod. Jednotka je umístěna na podlaze strojovny na ocelovém rámu. Výfuk i sání je společný pro zařízení č. 1, 2 i 3. Přívod je z jižní fasády a odvod je veden na střechu, kde je ukončen obloukem s mřížkou. Potrubí je opatřeno uzavíracími klapkami. Jednotka bude do strojovny transportována po dílech a složena na místě. Oddělení pracuje s 24 hodinovým provozem.

Tepelně upravený předfiltrovaný vzduch bude transportován čtyřhranným potrubím přes koncové filtry třídy F9 a dále pomocí ohebných hadic až do koncových prvků. Ty jsou pro malé průtoky talířové ventily a dále vířivé vyústí VVM 500. Speciálně pro odvod z místnosti zákrokového sálu je u podlahy použita obdélníková mřížka. Rozvody jsou vedeny ve stropním podhledu se světlou výškou 3,1 m s lokálním snížením na 2,9 m pro křížení hlavních větví potrubí. Systém je jako celek rovnotlaký, chodby jsou v přetlaku, hygienická zařízení a sklady v podtlaku.

#### Zařízení č. 2 – Vzduchotechnika Rehabilitačního oddělení

Jednotka se skládá z filtru G3 a M5, deskového rekuperátoru, dvou deskových výměníků pro ohřev a chlazení a ventilátorů po přívod i odvod. Je umístěna na podlaze strojovny na ocelovém rámu. Potrubí je opatřeno uzavíracími klapkami. Jednotka bude do strojovny transportována po dílech a složena na místě. Oddělení pracuje s 8 hodinovým provozem. Snížení vzduchového výkonu bude mimo pracovní dobu provedeno pomocí frekvenčních měničů přívodního a odvodního ventilátoru.

Vzduch je distribuován potrubím do místností. Koncové prvky jsou talířové ventily a vířivé vyústí.



### Zařízení č. 3 – Vzduchotechnika Kožního oddělení

Jednotka je obsahem i dimenzí totožná se zařízením č. 2.

## 4. Nároky na energie

K zajištění chodu zařízení je potřeba zabezpečit zdroje energií patřičných výkonů a to energii elektrickou a tepelnou (viz kapitola 6. Nároky na související profese)-

## 5. Měření a regulace

Navržené systémy budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace. Základní funkční parametry jsou:

- Ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- Zajištění tlumeného chodu konkrétních zařízení mimo pracovní dobu na cca 1/3 výkonu na přívodu i odvodu vzduchu frekvenčními měniči
- Regulace teploty vzduchu řízením teploty na ohříváči nebo chladiči
- Umístění teplotních čidel podle požadavků do referenčních místností
- Řízení činnosti protimrazové ochrany deskových výměníků nastavováním obtokové klapky na základě teploty odpadního vzduchu
- 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 podle potřeby provozu
- Snímání a signalizace zanesení filtrů
- Připojení regulace a signalizace všech zkoumaných stavů

## 6. Nároky na související profese

### 6.1. Stavební úpravy

- Otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě
- Obložení a dotěsnění prostupů izolačními protiotřesovými hmotami, dotěsnění a oplechování
- Zajištění nátěrů vzduchotechnických prvků umístěných na fasádě
- Zajištění povrchové úpravy podlahy ve strojovně pro bezprašný provoz a vyspárování podlahy k instalované vpusti
- Stavební výpomocné práce
- Zřízení instalační šachty pro vedení rozvodů
- Zřízení revizních otvorů

### 6.2. Silnoproud

- Připojení vzduchotechnických jednotek k rozvodné síti

### 6.3. Vytápění

- Připojení ohřívačů centrálních vzduchotechnických jednotek na otopnou vodu včetně příslušných regulačních armatur a prvků měření

### 6.4. Chlazení

- Připojení chladičů centrálních vzduchotechnických jednotek na chladicí okruh včetně příslušných regulačních armatur a prvků měření. Připojení nástěnných fan coilových jednotek

### 6.5. Zdravotní technika

Zabezpečení odvodu kondenzátu z deskových výměníků a fan coilových jednotek. Umístění podlahových vpustí.

## 7. Protihluková a protitřesová opatření

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy kulisové tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do větraných místností a do okolní zástavby. Veškeré točivé stroje jsou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrací přenášejících se stavebními konstrukcemi. Vzduchovody jsou napojeny na ventilátory přes tlumicí vložku. Potrubí je na závěsech podloženo tlumicí gumou. Všechny prostupy vzduchotechnického potrubí stavebními konstrukcemi jsou obloženy a dotěsněny izolací.

## 8. Izolace a nátěry

Jsou navrženy tvrzené izolace tepelné, hlukové a požární. Tepelná vodivost minerální vlny  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ , je použita izolace tloušťky 40 mm. Podle potřeby jsou navrženy protipožární izolace s požadovanou odolností 60 min. Nátěry jsou uvažovány u protidešťových žaluzií a na konstrukcích vně budovy.

## 9. Protipožární opatření

Všechny prostupy potrubí procházející přes požárně dělící konstrukce budou opatřeny požárními klapkami zabraňující šíření případného požáru do dalších úseků. V případě, že nebude klapku možné osadit přímo do požárně dělící konstrukce, bude potrubí mezi touto konstrukcí a požární klapkou opatřeno izolací s požadovanou dobou odolnosti. Osazené požární klapky budou v provedení teplotní a ruční spouštění se signalizací na 24 V.

## 10. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Realizační firma v rámci své dodávky provede rozpis vzduchotechnického potrubí pro výrobní a montážní účely (rozdělení vzduchovodů na jednotlivé tvarovky a roury včetně potřebných rozměrů) a následně provede kontrolu technické zprávy
- Realizační firma provede prohlídku stávajících prostor
- Rozvody vzduchotechniky budou kvůli zajištění prostorových nároků instalovány před ostatními profesemi

- Všechny protidešťové žaluzie budou tvořeny z pozinkovaného plechu připravenými k nátěru
- Při montáži požárních klapek budou zajištěny přístupy následné revize
- Osazení vzduchotechnických jednotek bude provedeno na gumové podložky
- Při montáži navržených vzduchotechnických zařízení budou dodrženy montážní předpisy
- Veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a zaregulována
- Uživatel musí být seznámen s funkcí, provozem a údržbou zařízení
- Zařízení smí být obsluhováno pouze řádně zaškolenými pracovníky dle provozních předpisů dodavatele
- Všechny podmínky pro bezpečnou práci se zařízením musí být uvedeny v provozním řádu který zajistí dodavatel
- Zařízení musí být pravidelně kontrolováno, čištěno a musí být přístupné pro snadnou kontrolu a údržbu

## 10. Závěr

Navržené vzduchotechnické zařízení splňuje nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. V daných místnostech zajistí optimální pohodu prostředí. Díky použití deskového výměníku se zpětným získáváním tepla je zařízení hospodárné a svou automatizovanou regulací umožňuje vysoký komfort osob, které objekt užívají.

## ZÁVĚR

Cílem práce bylo seznámení se s vnitřními zisky. Zhodnocení jejich vlivu na celkovou tepelnou zátěž, rozebrání některých trendů v oblasti osvětlení i používání elektrických spotřebičů. V experimentální části jsme mohli nahlédnout do spotřeby elektrické energie u běžně používaných zařízení a utvořili jsme si tak rámcovou představu o jejich energetické náročnosti. Mohli jsme si uvědomit, že nastolený technický růst v oblasti energetiky napomáhá ke snížení spotřeby. Ať už v oblasti stand-by režimů, maximálních příkonů, tak u použité technologie. Pokud chceme dosáhnout úspor, nesmíme opomíjet žádnou část. Plýtvání v jedné oblasti dokáže přehlušit snahu v ostatních.

V projektové části jsme se pak zabývali návrhem vzduchotechnických zařízení s ohledem na hygienické požadavky a zvláště pak na zmiňovanou zátěž od vnitřních zisků. Výsledkem může být fakt, že zatímco působení vnějších vlivů můžeme omezit dobrou obálkou budovy a stínícími prvky, snížení zátěže vnitřních zisků je spojeno s chováním jednotlivců a s používáním úsporných elektrických spotřebičů. Vnější zátěž představuje větší výkon, ale její činnost působí často na celou část budovy se stejnou intenzitou (např. osluněná fasáda). Je tedy možná regulace v celých úsecích. Vnitřní zisky působí více lokálně a je tedy potřeba i lokální řešení tepelně-technických podmínek.

Výsledný návrh zajišťuje hygienické požadavky v oblasti přiváděného vzduchu a to jak jeho teplotu, tak rychlost proudění a čistotu. V jednotlivých místnostech i okolním prostředí jdou dodrženy přípustné hladiny akustického tlaku. Zařízení je navrženo v souladu s platnými normami a vyhláškami.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] František Kislinger: Základy biologie člověka, Gymnázium Klatovy, Klatovy, 1994
- [2] Technický průvodce - Větrání a klimatizace, Prof. Ing. Jaroslav Chyský CSc., Prof. Ing. Karel Hemzal CSc. a kolektiv, Praha 1993
- [3] Vzduchotechnika, autorů Ing. G. Gebauera, CSc., Ing. O. Rubinové PhD. a Ing. H. Horké
- [4] CENTNEROVÁ, Ing. Lada. Stavba. *Tzb-info.cz* [online]. 2000 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>
- [5] DUŠKA, Michal, František DRKAL a Miloš LAIN. Stavba. *Tzb-info.cz* [online]. 2005 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/2566-tepelne-zisky-z-vnitrnich-vybaveni-administrativnich-budov>
- [6] LAIN, Ing. Miloš a Přemysl LIŠKA. Stavba. *Tzb-info.cz* [online]. 2007 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4276-tepelna-zatez-od-umeleho-osvetleni>
- [7] MOUSER ELECTRONIC. Novinky. *Cz.mouser.com* [online]. 2013 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://cz.mouser.com/new/4d-systems/4Dsystems-uTOLED20/>
- [8] NDEVILTV. Oled flexible. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2010 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Ecran\\_oled\\_flexible.jpg](http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Ecran_oled_flexible.jpg)
- [9] OSRAM. OLED pro domácnost. *Osram.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: [http://www.osram.cz/osram\\_cz/novinky-a-znalosti/oled-pro-domacnost/index.jsp](http://www.osram.cz/osram_cz/novinky-a-znalosti/oled-pro-domacnost/index.jsp)
- [10] OSRAM. Produkty. *Osram.cz* [online]. 2014 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: [http://www.osram.cz/osram\\_cz/produkty/](http://www.osram.cz/osram_cz/produkty/)
- [11] RÁŽ, J.V. Stavba. *Tzb-info.cz* [online]. 2010 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6365-uspory-tepla-v-termicky-vyvazenych-soustavach>

- [13] REDAKCE EKOBONUS. Magazín. *Ekobonus.cz* [online]. 2013 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://www.ekobonus.cz/stavba-rekonstrukce/osvetleni/budoucnost-svetla-oled-i-fotobioreaktory>
- [14] REDAKCE FOTOGRAFOVANI.CZ. Základní postupy. *Fotografovani.cz* [online]. 2007 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://www.fotografovani.cz/fotopraxe/zakladni-postupy1/umele-svetlo-4-zarivky-a-usporcky-152291cz>
- [15] REDAKCE TZB-INFO. Stavba. *Tzb-info.cz* [online]. 2006 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/3065-tepelne-zisky-od-vnitrnich-zdroju>
- [16] STAŠA, Michal. Bydlení. *Nazeleno.cz* [online]. 2009 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/osvetleni/rozhodnuto-klasicke-zarovsky-skonci-do-roku-2012.aspx>

## SEZNAM PŘÍLOH

V1 – Půdorys VZT 3NP, M 1:100