



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA NEMOCNICE - ECODESIGN 2018

HVAC SYSTEMS OF HOSPITAL - ECODESIGN 2018

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tereza Dokládalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2020



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

Student	Bc. Tereza Dokládalová
Název	Vzduchotechnika nemocnice - Ecodesign 2018
Vedoucí práce	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	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

Stavební dokumentace zadané budovy

Aktuální právní předpisy ČR

Platné a závazné zahraniční právní předpisy, NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1253/2014, Ecodesign 2018

Odborná literatura

Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Rešerše zadaného tématu, právní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

B. Aplikace tématu na zadané budově

Dvě varianty energetického posouzení instalovaných VZT zařízení v době před Ecodesignem a v současnosti. Energetické posouzení formou výpočtu předpokládaných spotřeb energií na provoz daných VZT zařízení.

Projekt pro povolení stavby s aktuální variantou řešení VZT zařízení (půrdorisy v M1:100, schémata daných VZT zařízení, technická zpráva).

C. Výpočtová část

Výpočtová metoda a výsledky spotřeby energií v daných variantách.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce 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 závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce 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 závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Předmětem této diplomové práce je rešerše právních předpisů o ekodesignu, návrh vzduchotechnického zařízení pro nemocniční oddělení a analýza spotřeb energií vzduchotechnických zařízení navržených před ekodesignem 2018 a po ekodesignu 2018. Práce je rozdělena do třech částí. Teoretická část se zabývá rešerší právních předpisů o ekodesignu (především Nařízení komise EU č.1253/2014) a vzduchotechnikou ve zdravotnických zařízeních. V druhé části byl proveden návrh dvou vzduchotechnických zařízení obsluhujících traumatologické oddělení nemocnice ve stupni dokumentace pro povolení stavby. Třetí část obsahuje výpočty a posouzení předpokládaných spotřeb elektrické a tepelné energie, srovnání jednotek před ekodesignem a po ekodesignem a vyhodnocení ročních provozních nákladů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Ekodesign 2018, vzduchotechnika, spotřeba energie, energetická úspora, Nařízení komise EU č. 1253/2014, zpětné získávání tepla, účinnost, nemocnice, čisté prostory.

ABSTRACT

The subject of this diploma thesis is a review of legislation about ecodesign, the design of air conditioning systems for hospital departments and analysis of energy consumption of air conditioning systems designed before and after ecodesign 2018. The thesis is divided into three parts. The theoretical part deals with research of ecodesign legislation (especially EU Commission Regulation No. 1253/2014) and air conditioning in health care facilities. In the second part design of two air-conditioning systems serving the hospital's traumatology department was realized at the level of documentation for building permission. The third part contains calculations and assessments of expected consumption of electric and thermal energy, comparison of units before and after ecodesign and evaluation of annual operating costs.

KEYWORDS

Ecodesign 2018, air-conditioning, power consumption, energy saving, Commission Regulation EU No. 1253/2014, heat recovery, efficiency, hospital, clean spaces.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Tereza Dokládlová *Vzduchotechnika nemocnice – Ecodesign 2018*. Brno, 2019. 96 s., 14 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vzduchotechnika nemocnice – Ecodesign 2018* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Tereza Dokládlová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vzduchotechnika nemocnice – Ecodesign 2018* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Tereza Dokládlová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat svému vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Aleši Rubinovi, Ph.D. za odborné rady, ochotu a podporu při vypracovávání této práce. Také bych chtěla poděkovat svým kolegům za jejich cenné rady a zkušenosti. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a partnerovi za to, že mi po celou dobu studia byli oporou.

Obsah

ÚVOD.....	12
1. Úvod – část A.....	14
2. Ekodesign.....	15
2.1 Ekodesign – úvod.....	15
2.1.1 Co je to ekodesign?.....	15
2.1.2 Proč ekodesign?.....	15
2.1.3 Čeho se ekodesign týká?.....	15
2.1.4 Koho se ekodesign týká?.....	16
2.2 Požadavky na ekodesign větracích jednotek.....	17
2.2.1 Oblast působnosti Nařízení komise EU č. 1253/2014.....	18
2.2.2 Vybrané definice z Nařízení komise EU č. 1253/2014.....	20
2.2.2.1 Jmenovitý elektrický příkon P [kW].....	20
2.2.2.2 Účinnost ventilátoru η_{fan}	20
2.2.2.3 Vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí SFP_{int} [W/(m ³ /s)].....	20
2.2.2.4 Systém zpětného získávání tepla.....	20
2.2.2.5 Tepelná účinnost systému zpětného získávání tepla pro jiné než obytné budovy $\eta_{t,nrvu}$	21
2.2.2.6 Tepelná účinnost systému zpětného získávání tepla pro obytné budovy η_t	21
2.2.2.7 Rekuperační výměník tepla.....	21
2.2.3 Minimální tepelná účinnost.....	21
2.2.4 Vnitřní měrný příkon ventilátoru SFP_{int}	22
3. Vzduchotechnika ve zdravotnictví.....	25
3.1 Úvod do problematiky.....	25
3.1.1 Definice čistého prostoru.....	25
3.2 Členění VZT systémů v nemocnici.....	26
3.2.1 Provozní členění.....	26
3.2.2 Způsob úpravy vzduchu.....	27
3.3 Požadavky na mikroklima.....	28
3.3.1 Lůžková oddělení.....	28
3.3.2 Diagnostické vyšetřovny.....	28

3.3.3	Operační sály.....	29
3.3.3.1	Rozdělení operačních sálů.....	30
3.4	Skladba hygienické VZT jednotky	30
3.4.1	Hygienické provedení jednotky	30
3.4.2	Filtrace.....	31
3.4.3	Čištění jednotky.....	33
3.4.3.1	Ruční čištění.....	33
3.4.3.2	Čištění tlakovým vzduchem.....	34
3.4.3.3	Čištění tlakovou vodou	34
4.	Závěr – část A	35
1.	Úvod – část B.....	37
2.	Analýza objektu.....	38
2.1	Funkční celky	38
2.2	Parametry prostředí.....	39
2.2.1	Zařízení č. 3.....	39
2.2.2	Zařízení č. 4.....	39
3.	Návrh průtoků vzduchu	39
4.	Parametry zařízení.....	41
4.1	Filtrace.....	41
5.	Transport a distribuce vzduchu.....	41
5.1	Porubní rozvody.....	41
5.2	Distribuční elementy	42
6.	Vzduchotechnické jednotky	43
6.1	Zařízení č. 3.....	43
6.1.1	Specifikace zařízení.....	43
6.1.1.1	Posouzení shody s ErP	44
6.1.2	Grafické pohledy.....	45
6.2	Zařízení č. 4.....	46
6.2.1	Specifikace zařízení.....	46
6.2.1.1	Posouzení shody s ErP	47
6.2.2	Grafické pohledy.....	48

7.	Technická zpráva	49
7.1	Přílohy technické zprávy	60
7.1.1	Tabulka výkonů	60
7.1.2	Tabulka místností	61
7.1.3	Schéma MaR.....	63
7.1.4	Specifikace	65
8.	Seznam příloh	67
9.	Závěr – část B	68
1.	Úvod – část C	70
2.	Parametry VZT jednotek	71
2.1	Základní parametry předmětných zařízení.....	71
2.2	Srovnání parametrů jednotek.....	71
2.2.1	Zařízení č. 3.....	71
2.2.2	Zařízení č. 4.....	72
2.2.3	Provoz zařízení.....	72
3.	Postup výpočtů	72
3.1	Účinnost.....	72
3.2	Spotřeby energií.....	72
4.	Zařízení č. 3.....	73
4.1	VZT jednotka před ekodesignem.....	73
4.1.1	Parametry jednotky a účinnosti.....	73
4.1.2	Měsíční spotřeby energií	74
4.2	VZT jednotka po ekodesignu.....	76
4.2.1	Parametry jednotky a účinnosti.....	76
4.2.2	Měsíční spotřeby energií	78
5.	Zařízení č. 4.....	80
5.1	VZT jednotka před ekodesignem.....	80
5.1.1	Parametry jednotky a účinnosti.....	80
5.1.2	Měsíční spotřeby energií	81
5.1	VZT jednotka po ekodesignu.....	83
5.1.1	Parametry jednotky a účinnosti.....	83

5.1.1	Měsíční spotřeby energií	85
6.	Vyhodnocení.....	87
6.1	Zařízení č. 3.....	87
6.1.1	Spotřeba tepelné energie	87
6.1.2	Spotřeba elektrické energie	87
6.2	Zařízení č. 4.....	87
6.2.1	Spotřeba tepelné energie	87
6.2.2	Spotřeba elektrické energie	88
6.3	Porovnání ročních nákladů na energie.....	88
7.	Závěr – část C.....	90
	ZÁVĚR	91
	POUŽITÉ ZDROJE.....	92
	SEZNAM OBRÁZKŮ	94
	SEZNAM TABULEK	95
	SEZNAM GRAFŮ	95

ÚVOD

Předmětem této diplomové práce je rešerše právních předpisů o ekodesignu, návrh vzduchotechnického zařízení pro nemocniční oddělení a analýza spotřeb energií vzduchotechnických zařízení navržených před ekodesignem 2018 a po ekodesignu 2018. Práce je rozdělena do třech částí – A, B, C.

Část A je teoretickým úvodem k zadanému tématu. V první kapitole popisuje, co je to ekodesign, důvody jeho vzniku a dále se zabývá požadavky na ekodesign větracích jednotek. Je provedena rešerše Nařízení komise EU č. 1253/2014 a dalších právních předpisů týkajících se ekodesignu. Druhá kapitola se zabývá vzduchotechnikou ve zdravotnických zařízeních, jejími specifiky, čistými prostory a požadavky na mikroklima.

V části B byl proveden návrh dvou vzduchotechnických zařízení. Tato zařízení obsluhují nemocniční oddělení traumatologie a její dva funkční celky – diagnostické centrum a příjem pacientů s vyšetřovnými. Tento návrh je proveden ve stupni projektové dokumentace pro stavební povolení doplněn o výkresovou část.

Experimentální výpočtová část C obsahuje analýzu vzduchotechnických zařízení z hlediska spotřeb tepelné a elektrické energie. K zadaným stávajícím jednotkám navrženým před ekodesignem 2018 byly navrženy jednotky splňující současné požadavky. Dále proběhlo energetické posouzení formou výpočtu předpokládaných spotřeb energií na provoz těchto zařízení a vyhodnocení výsledků.



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 NEMOCNICE – ECODESIGN 2018

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tereza Dokládalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2020

1. Úvod – část A

Teoretická část této diplomové práce je zaměřena na ekodesign 2018 a nucené větrání ve zdravotnictví.

První část pojednávající o ekodesignu popisuje důvody, proč byl ekodesign zaveden a čeho se ekodesign týká. Dále se zabývá požadavky na ekodesign větracích jednotek a s tím související Nařízením komise EU č. 1253/2014. V této kapitole je věnována pozornost především oblasti působení tohoto nařízení a vybraným definicím.

Druhá část popisuje specifika vzduchotechnických zařízení v nemocnici a zabývá se definicí čistého prostoru. Dále je zde rozebráno rozdělení funkčních celků na hygienické a běžné provozy a skladba hygienické větrací jednotky.

2. Ekodesign

2.1 Ekodesign – úvod

2.1.1 Co je to ekodesign?

Ekodesign je soubor parametrů týkajících se hlavně energetické účinnosti výrobků, které musí dodržovat výrobci a dovozci. Tyto parametry musí být splněny u výrobků spojených se spotřebou energie, které jsou uvedeny na trh Evropské unie a při uvedení výrobků do provozu. Hlavním cílem těchto legislativních požadavků je snížení spotřeby energie při provozu výrobku.

[2], [3]

2.1.2 Proč ekodesign?

Nejrychleji rostoucí kategorií konečné spotřeby energie je spotřeba elektrické energie. V dalších desetiletích se předpokládá její významný růst. Proto je potřeba tuto oblast ošetřit právními předpisy, jejichž dodržováním se tomuto nárůstu zabrání. Výrobky spojené se spotřebou energie významně ovlivňují životní prostředí, protože na ně připadá velká část přírodních zdrojů. Je zapotřebí snížit dopad těchto výrobků na životní prostředí tak, aby opatření nepředstavovala nepřiměřené náklady.

[2], [3]

2.1.3 Čeho se ekodesign týká?

Ekodesign se týká výrobků spojených se spotřebou energie na území Evropské unie. Právní předpisy EU s požadavky na ekodesign platí pro tato zařízení:

- Teplovodní kotle na kapalná a plynná paliva
- Set-top boxy
- Nesměrové světelné zdroje
- Zářivky, výbojky a svítidla
- Síťové adaptéry
- Elektromotory
- Oběhová čerpadla
- Televize
- Chladničky a mrazničky
- Pračky, sušičky prádla a myčky nádobí
- Ventilátory poháněné elektromotory s příkonem 125 – 500 000 W
- Klimatizátory vzduchu a komfortní ventilátory
- Vodní čerpadla
- Směrové světelné zdroje a zdroje využívající LED diody

- Počítače a počítačové servery
- Vysavače
- Ohřivače pro vytápění vnitřních prostorů
- Ohřivače vody a zásobníky teplé vody
- Trouby, varné desky, odsavače par
- Distribuční a výkonové transformátory
- **Větrací jednotky**
- Chladicí boxy, šokové zchlazovače, kondenzační jednotky
- Lokální topidla a kotle na tuhá paliva

[3]

2.1.4 Koho se ekodesign týká?

Požadavky na ekodesign jsou povinni splňovat výrobci usazení v EU. Pokud výrobce není usazen v EU a nemá zplnomocněného zástupce, je povinen požadavky ekodesignu zajistit dovozce. Jestliže neexistuje dovozce, je povinností zajistit požadavky ekodesignu osoby, která uvádí výrobek do provozu.

Výrobce je povinen poskytnout konečným uživatelům výrobku nezbytné informace o ekologickém profilu výrobku a výhody ekodesignu dle prováděcího právního předpisu. Mezi povinnostmi výrobce také patří poskytování veškerých informací a vzorků výrobků Státní energetické inspekci.

[2], [3]

2.2 Požadavky na ekodesign větracích jednotek

<p>Článek 2</p> <p>Definice</p> <p>Pro účely tohoto nařízení se rozumí:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) „větrací jednotkou“ elektricky poháněný spotřebič vybavený alespoň jedním oběžným kolem, jedním motorem a skříní určený k nahrazování použitého vzduchu v budově nebo v její části venkovním vzduchem; 2) „větrací jednotkou pro obytné budovy“ větrací jednotka, jejíž: <ol style="list-style-type: none"> a) maximální průtok nepřesahuje 250 m³/h; b) maximální průtok se pohybuje mezi 250 a 1 000 m³/h a výrobce deklaruje její zamýšlené použití výhradně pro potřeby větrání v obytných budovách; 3) „větrací jednotkou pro jiné než obytné budovy“ větrací jednotka, jejíž maximální průtok přesahuje 250 m³/h, a v případě, že se maximální průtok pohybuje mezi 250 a 1 000 m³/h, výrobce nedeklaroval její zamýšlené použití výhradně pro potřeby větrání v obytných budovách;
--

Obr. 1 Definice větracích jednotek z Nařízení komise EU č. 1253/2014 [1]

Požadavky na ekodesign větracích jednotek se zabývá Nařízením komise EU č. 1253/2014 ze dne 7. července 2014 s ohledem na směrnici Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES o stanovení rámce pro určení požadavků na ekodesign výrobků spojených se spotřebou energie. Toto nařízení vstoupilo v platnost v roce 2016 a je to závazný předpis pro všechny členské státy EU.

Z posudků komise EU vyplynulo, že větrací jednotky zauímají významný objem prodeje a že nejvýznamnějším environmentálním aspektem je jejich spotřeba elektrické energie ve fázi používání. V roce 2010 byla spotřeba elektrické energie spojena s těmito výrobky v EU odhadnuta na 77,6 TWh.

Větrací jednotky spotřebovávají více než 2 % elektrické energie v rámci celé Evropské unie a patří tak po vytápění, chlazení a osvětlení mezi největší spotřebitele elektřiny pro vnitřní prostory. Zavedením účinnějších větracích jednotek teoreticky občané EU ušetří do roku 2025 až 1300 PJ elektrické energie každý rok.

Je potřeba rozlišovat mezi větracími jednotkami pro obytné budovy a pro jiné než obytné budovy. Je to z toho důvodu, že pro obě skupiny platí jiné normy měření. Na základě určené funkce jednotky, objemu průtoku vzduchu a výkonů ventilátorů jsou některé kategorie větracích jednotek z nařízení o ekodesignu vyňaty.

[1], [2], [5]

2.2.1 Oblast působnosti Nařízení komise EU č. 1253/2014

Toto nařízení se vztahuje na větrací jednotky a stanoví požadavky na ekodesign pro jejich uvádění na trh nebo do provozu. (Nařízení komise EU č. 1253/2014, článek 1, bod 1.)

Nařízení č. 1253/2014 (článek 1, bod 2.) se nevztahuje na tyto větrací jednotky:

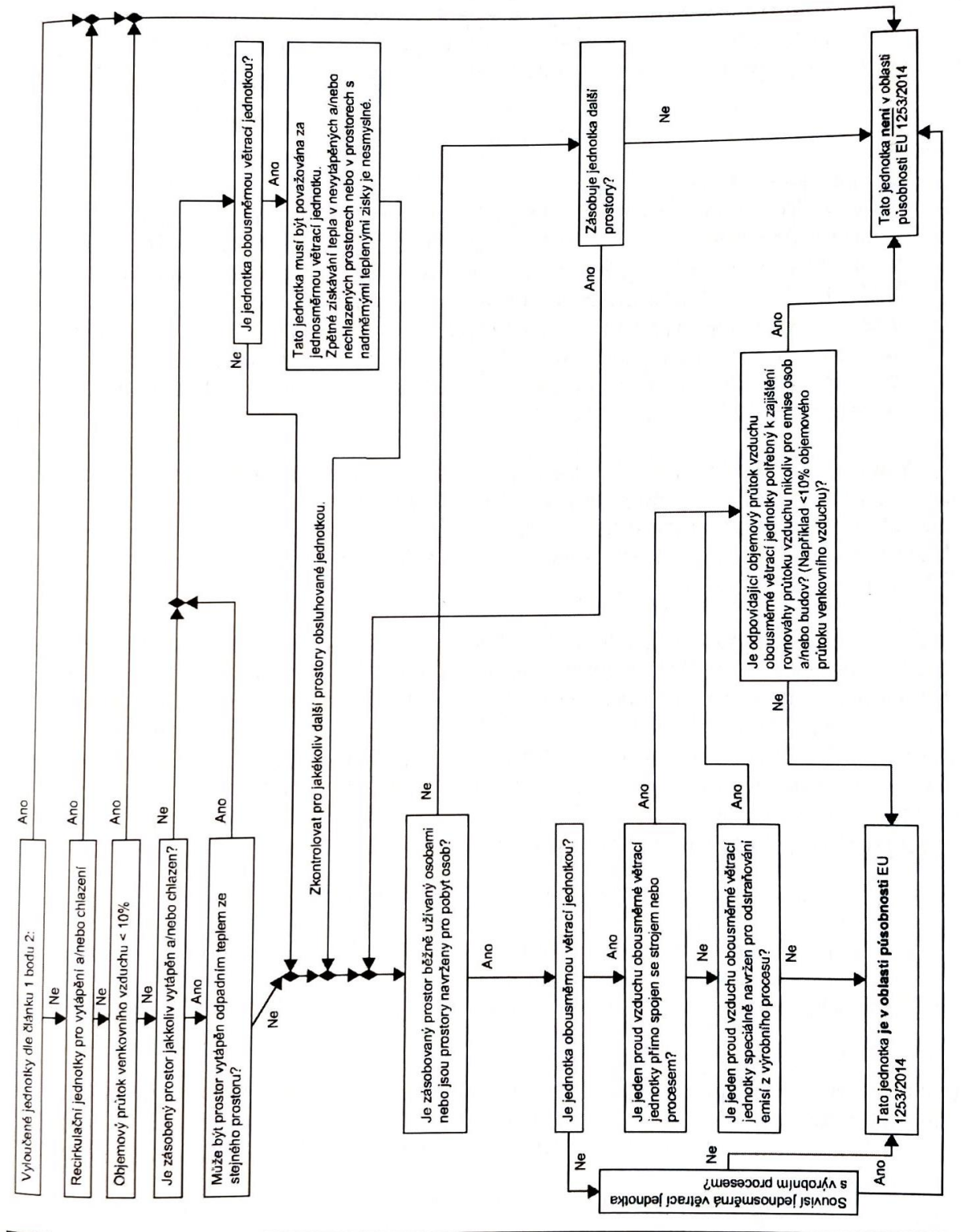
- jednosměrné s el. příkonem do 30 W,
- obousměrné s celkovým el. příkonem ventilátorů do 30 W na jeden proud vzduchu,
- pouze axiální nebo radiální ventilátory s krytem (dle nařízení komise EU č. 327/2011),
- výlučně provozovány v prostředí s nebezpečím výbuchu,
- výlučně provozované pro nouzové použití – krátkodobý provoz (požární a havarijní větrání),
- výlučně provozované v případech, že
 - provozní teploty dopravovaného vzduchu jsou vyšší než 100 °C,
 - provozní teplota okolního vzduchu přesahuje 65 °C,
 - provozní teplota okolního vzduchu nebo dopravovaného vzduchu je nižší než -40 °C,
 - napájecí střídavé napětí je vyšší než 1000 V nebo napájecí stejnosměrné napětí je vyšší než 1500 V,
 - toxické, vysoce korozní, hořlavé prostředí, prostředí s abrazivními látkami,
- zahrnují výměník tepla a tepelné čerpadlo pro ZZT nebo umožňují, aby přenos tepla nebo odvádění tepla doplňovaly systém ZZT,
- sporákové odsavače par (dle nařízení komise EU č. 66/2014).

Dále jsou mimo působnost nařízení č. 1253/2014 jednotky tzv. procesního větrání, obsluhující například

- plavecké bazény,
- profesionální kuchyně,
- datová centra a serverové místnosti,
- haly s průmyslovými pecemi,
- slévárenské procesy, výroba papíru,
- cementárny, keramický a sklářský průmysl,

a další.

Mimo působnost nařízení jsou jednotky výhradně používány pro procesní větrání. Pokud je jednotka použita navíc pro větrání např. kanceláře, toto nařízení se na ni začne vztahovat. Pokud je průmyslový objekt pravidelně využíván osobami – pracovníky výroby, je potřeba zvážit funkci větrání pro pobyt osob (viz obr. 2 Rozhodovací strom pro určení funkce jednotky).



Obr. 2 Rozhodovací strom pro určení funkce jednotky a působnost nařízení č. 1253/2014 [6]

Jednotka, která je navržena pro 100% cirkulaci a nedochází tudíž k nahrazování znehodnoceného vzduchu čerstvým vzduchem, není definovaná jako větrací jednotka a nevztahuje se na ni nařízení č. 1253/2014. Pokud dochází k částečné cirkulaci a podíl čerstvého vzduchu je minimálně 10 %, na jednotku se toto nařízení vztahuje.

Z nařízení č. 1253/2014 jsou vyňaty větrací jednotky navržené výhradně pro větrání kuchyní. Na jednotky, které nejsou výhradně navrženy pro větrání kuchyní, se toto nařízení vztahuje. Dále se nařízení vztahuje i na jednotky, kterou jsou jednosměrné a slouží k přívodu vzduchu do kuchyně.

Poznámka:

Elektrický příkon je stanoven měřením při provozu při deklarovaném maximálním průtoku ventilátoru a rozdílu tlaku odpovídajícímu maximálnímu průtoku.

Toxickým, vysoce korozním a hořlavým prostředím znamená průmyslové prostředí, kde se manipuluje s plyny a výpary definovanými v Nařízení č. 1272/2008. Abrazivní látky způsobují obroušování materiálů, a proto musí být ventilátory opatřeny speciálními úpravami.

[1], [4], [6]

2.2.2 Vybrané definice z Nařízení komise EU č. 1253/2014

2.2.2.1 Jmenovitý elektrický příkon P [kW]

Efektivní příkon pohonů ventilátoru včetně všech zařízení pro ovládání motoru při jmenovitém vnějším tlaku a jmenovitém průtoku vzduchu. [1]

2.2.2.2 Účinnost ventilátoru η_{fan}

Statická účinnost včetně účinnosti motoru a pohonu jednotlivého ventilátoru (ventilátorů) ve větrací jednotce (referenční konfigurace) stanovená při jmenovitém průtoku a jmenovité vnější tlakové ztrátě. [1]

2.2.2.3 Vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí SFP_{int} [W/(m³/s)]

Poměr mezi vnitřní tlakovou ztrátou větracích součástí a účinností ventilátoru stanovenou pro referenční konfiguraci. [1]

Referenční konfigurací jednotky je myšlena sestava filtr, ventilátor, výměník ZZT.

2.2.2.4 Systém zpětného získávání tepla

Část obousměrné větrací jednotky vybavené výměníkem tepla určeným pro přenos tepla obsaženého ve (znečištěném) odváděném vzduchu zpět do (čerstvého) přiváděného vzduchu. [1]

2.2.2.5 Tepelná účinnost systému zpětného získávání tepla pro jiné než obytné budovy

$$\eta_{t_nrvu}$$

Poměr mezi tepelným ziskem přiváděného vzduchu a tepelnou ztrátou odváděného vzduchu, obojí v porovnání s venkovní teplotou, měřeno za referenčních podmínek za sucha, s vyváženým hmotnostním průtokem, při rozdílu mezi vnitřní a venkovní teplotou **20 K**, bez úpravy o tepelný zisk z motorů ventilátoru a vnitřních netěsností. [1]

2.2.2.6 Tepelná účinnost systému zpětného získávání tepla pro obytné budovy η_t

Poměr mezi tepelným ziskem přiváděného vzduchu a tepelnou ztrátou odváděného vzduchu, obojí v porovnání s venkovní teplotou, měřeno v systému zpětného získávání tepla za sucha a za standardních atmosférických podmínek, s vyváženým hmotnostním průtokem při referenčním průtoku, při rozdílu mezi vnitřní a venkovní teplotou **13 K**, bez úpravy o tepelný zisk z motorů ventilátoru. [1]

2.2.2.7 Rekuperační výměník tepla

Výměník tepla určený k přenosu tepelné energie z jednoho proudu vzduchu do druhého bez pohyblivých částí, jako je například deskový nebo trubkový výměník tepla se souproudem, křížovým proudem nebo protiproudem nebo jejich kombinací, případně deskový nebo trubkový výměník tepla s difuzí vodních par. [1]

2.2.3 Minimální tepelná účinnost

Od 1. 1. 2018 musí být větrací jednotky, které jsou určeny pro jiné než obytné budovy, vybaveny systémem zpětného získávání tepla o suché tepelné účinnosti min. 73 % (pro uzavřené systémy 68 %).

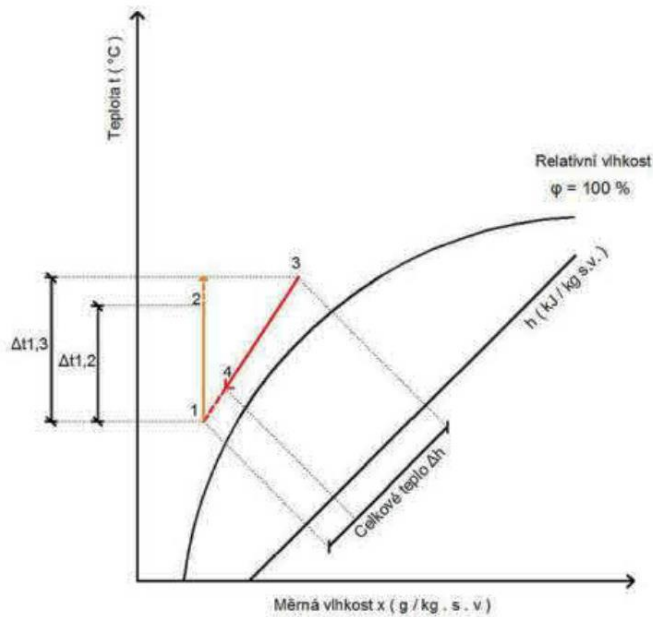
Všechny obousměrné větrací jednotky musí mít systém zpětného získávání tepla.

Systém zpětného získávání tepla musí mít zařízení umožňující tepelný obtok.

- Minimální tepelná účinnost η_{t_nrvu} všech systémů zpětného získávání tepla s výjimkou oběhových systémů zpětného získávání tepla obousměrných větracích jednotek musí být 73 % a bonus za účinnost $E = (\eta_{t_nrvu} - 0,73) * 3\ 000$, pokud tepelná účinnost η_{t_nrvu} činí nejméně 73 %, jinak $E = 0$.
- Minimální tepelná účinnost η_{t_nrvu} oběhových systémů zpětného získávání tepla obousměrných větracích jednotek musí být 68 % a bonus za účinnost $E = (\eta_{t_nrvu} - 0,68) * 3\ 000$, pokud tepelná účinnost η_{t_nrvu} činí nejméně 68 %, jinak $E = 0$.

Obr. 3 Zvláštní požadavky na ekodesign větracích jednotek pro jiné než obytné budovy podle čl. 3 odst. 2 a čl. 3 odst. 4 [1]

Předpisy neuvažují latentní energii vázanou ve vlhkosti, proto musí být tepelná účinnost měřena za sucha bez kondenzace v systému zpětného získávání tepla (dle ČSN EN 13141-7). Hodnoty s kondenzací jsou vyšší.



Obr. 4 H-x diagram – teplotní účinnost [20]

$$\eta = \frac{\Delta t_{1,2}}{\Delta t_{1,3}} = \frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_1} \cdot 100 \%$$

[1], [20]

2.2.4 Vnitřní měrný příkon ventilátoru SFP_{int}

Na spotřebě elektrické energie se ve značné míře podílí právě ventilátory. Proto je potřeba se zaměřit na zvyšování účinnosti a snižování spotřeby těchto zařízení. Spotřeba elektrické energie ventilátorů je závislá na průtoku vzduchu, délce provozu a odporu vzduchu.

Měrný příkon ventilátoru je ukazatel potřebné elektrické energie pro pohon ventilátorů. Tato spotřeba je vztažena k objemu proudícího vzduchu.

$$SFP = \frac{\sum P}{q_v} [kWh/(m^3/s)]$$

ΣP součet příkonů všech ventilátorů [kWh]

q_v celkové množství proudícího vzduchu [m^3/s]

Měrný příkon ventilátoru SFP_{int} je podíl el. výkonu dodávaného ventilátoru souvisejícího s tlakovou ztrátou všech větracích součástí, jako jsou filtry, ZZT apod. a průtokem vzduchu za návrhových podmínek zatížení.

Měrný příkon ventilátoru SFP_{add} je podíl el. výkonu dodávaného ventilátoru souvisejícího s vnitřním tlakem všech vnitřních přídatných jiných než větracích součástí (chladiče, ohříváče atd.) a průtokem vzduchu za návrhových podmínek zatížení.

Měrný příkon ventilátoru SFP_{ext} je podíl el. výkonu dodávaného ventilátoru souvisejícího s vnějším tlakem a průtokem vzduchu za návrhových podmínek zatížení.

$$P_{SFP, SUP} = P_{SFP, SUP, int} + P_{SFP, SUP, add} + P_{SFP, SUP, ext}$$

$$P_{SFP, EXT} = P_{SFP, EXT, int} + P_{SFP, EXT, add} + P_{SFP, EXT, ext}$$

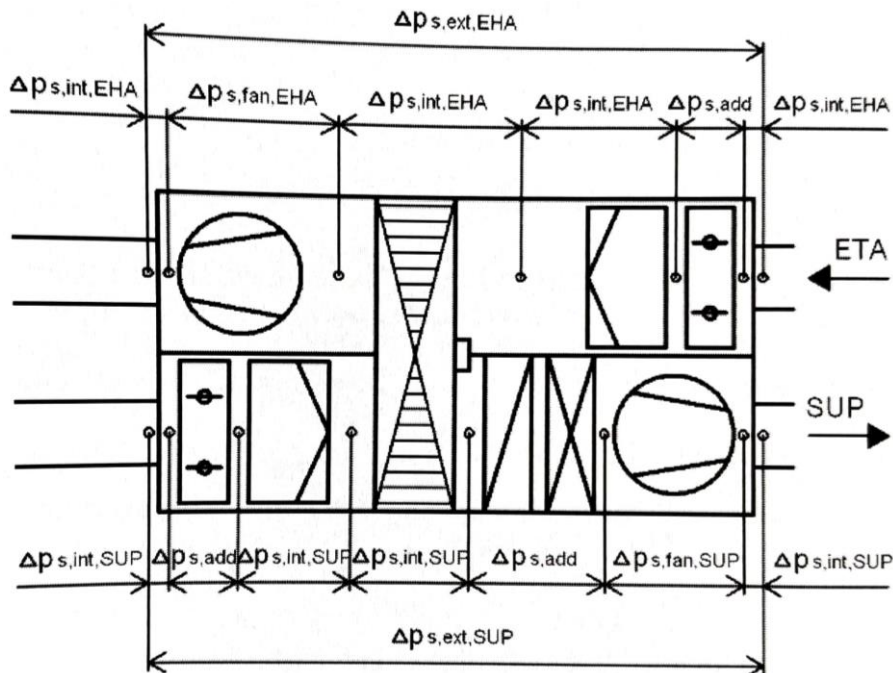
$$P_{SFP, all} = \frac{\Delta p_{int, stat}}{\eta_{stat}} + \frac{\Delta p_{add, stat}}{\eta_{stat}} + \frac{\Delta p_{ext, stat}}{\eta_{stat}}$$

Vztah mezi SFP, dopravním tlakem ventilátoru a účinností VZT systému:

$$\eta_{tot} \cdot SFP = \Delta p_{tot}$$

Δp_{tot} celkový dopravní tlak ventilátoru, který se rovná celkové tlakové ztrátě celého větracího systému, od nasávání venkovního vzduchu, přes potrubí, VZT jednotku, transport vzduchu po budově a zpět ven do exteriéru [kPa]

η_{tot} celková účinnost VZT systému (kombinovaná účinnost všech prvků VZT systému) [$0 < \eta_{tot} < 1$]



Obr. 5 Určení SFP_{int} – schéma [6]

Vypočítaný měrný příkon musí být roven nebo nižší, nežli limitní hodnota $SFP_{int, limit}$ měrného příkonu daného výpočtem dle přílohy nařízení č. 1253/2014.

Od 1. 1. 2018 platí pro jiné než obytné budovy:

Maximální vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí ($SFP_{int, limit}$) ve $W/(m^3/s)$ činí:

pro oboustrannou větrací jednotku s oběhovým systémem zpětného získávání tepla

$1600 + E - 300 \cdot q_{nom} / 2 - F$, jestliže $q_{nom} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$,
 $1300 + E - F$, jestliže $q_{nom} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$,

pro obousměrnou větrací jednotku s jiným systémem zpětného získávání tepla

$1100 + E - 300 \cdot q_{nom} / 2 - F$, jestliže $q_{nom} < 2 \text{ m}^3/\text{s}$,
 $800 + E - F$, jestliže $q_{nom} \geq 2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kde E je bonusový koeficient za vyšší dosaženou účinnost a F je korekční koeficient za menší filtrační třídu, nežli je požadována při referenční konfiguraci (F7+M5). Hodnota q_{nom} je nominální průtok vzduchu deklarovaný výrobcem.

Naměřená hodnota SFP_{int} nesmí být více než 1,07násobkem maximální deklarované hodnoty.

Ventilátory se podrobněji zabývá Nařízení komise EU č. 327/2011.

[1], [6], [7]

Hodnota SFP_{int} musí být korigována s faktorem C_c dle nařízení komise EU č. 327/2011. Nařízení EU č. 327/2011 definuje:

(12) „Kompenzace částečného zatížení“ C_c je korekční faktor nabývající jedné z následujících hodnot:

$C_c = 1$ pro motory bez pohonu s proměnnými otáčkami,

$C_c = 1,04$ pro motory s pohonem s proměnnými otáčkami a $P_e \geq 5 \text{ kW}$,

$C_c = -0,03 \ln(P_e) + 1,088$ pro motory s proměnnými otáčkami a $P_e < 5 \text{ kW}$.

(8) „účinnost ventilátoru“ η_f je poměr mezi výkonem vzdušiny P_u a elektrickým příkonem P_e ventilátoru vyjádřených ve W a určených v bodě nejvyšší účinnosti, násobený korekčním faktorem částečného zatížení C_c dle vztahu: $\eta_f = C_c \cdot P_u / P_e$

Korekce přizpůsobená větracím jednotkám:

- pokud není v údajích o výkonu P_{el} a SFP_{int} uvažováno s žádným specifickým pohonem s proměnnými otáčkami:

$C_{drive} = \frac{1}{C_c} = 1$ ventilátor a motor a pohon s proměnnými otáčkami

$C_{drive} = \frac{1}{C_c} = \frac{1}{1,04} = 0,96$ ventilátor a motor bez pohonu s proměnnými otáčkami a $P_{el} \geq 5 \text{ kW}$

$C_{drive} = \frac{1}{C_c}$ $C_c = -0,03 \ln(P_{el}) + 1,088$ pro $P_{el} < 5 \text{ kW}$

$$P_{el} = \frac{P_m}{C_{drive}} = P_m \cdot C_C$$

P_m elektrický příkon ventilátoru a motoru bez pohonu

P_{el} elektrický příkon ventilátoru a motoru a pohonu

$$SFP_{int} = SFP_{int, no\ drive} \cdot C_C$$

Větrací jednotka musí mít označení CE dle nařízení komise EU č. 327/2011.

[6], [18]

3. Vzduchotechnika ve zdravotnictví

3.1 Úvod do problematiky

Vzduchotechnika má ve zdravotnických zařízeních dvě hlavní funkce – zajišťovat požadované vnitřní mikroklima a zamezit nozokomiálním nákazám a šíření infekce. Ve zdravotnických zařízeních se vyskytují specifické prostory, tzv. čisté prostory. Patří mezi ně operační sály, laboratoře, sterilizace, výroba farmaceutik apod.

Nozokomiální nákaza

Je to onemocnění exogenního nebo endogenní původu, které vzniká v příčinné souvislosti s hospitalizací pacientů v nemocničním zařízení. Nemocniční kmeny mají vyšší rezistenci na antimikrobní preparáty i dezinfekce. U nákazy zdravotnického personálu při výkonu povolání se nejedná o nozokomiální nákazu. [15]

Česká republika se dlouhou dobu potýká s nedostatečnou legislativou týkající se čistých prostor ve zdravotnictví. V ČR není žádný závazný právní předpis řešící jednotlivé požadavky na faktory čistých prostor. Závazným předpisem dotýkajícím se tohoto tématu je například vyhláška č. 84/2008 Sb. o správné lékařské praxi, bližších podmínkách zacházení s léčivy v lékárnách, zdravotnických zařízeních a u dalších provozovatelů a zařízení vydávajících léčivé přípravky. Dále se postupuje podle zahraničních norem a předpisů, např. DIN 1946-4, ÖNORM H 6020-1 a předpisy ASHRAE.

3.1.1 Definice čistého prostoru

Dle ČSN EN ISO 14 644: Čistý prostor je definovaný prostor, ve kterém je koncentrace částic ve vznosu regulována, aby byla splněna specifikovaná třída čistoty pro částice ve vznosu.

Maximální počet částic ve m ³ vzduchu						
Velikosti částic						
	> 0,1 μm	> 0,2 μm	> 0,3 μm	> 0,5 μm	> 1 μm	> 5 μm
Třída 1	10	2				
Třída 2	100	24	10	4		
Třída 3	1 000	237	102	35	8	
Třída 4	10 000	2 370	1 020	352	83	
Třída 5	100 000	23 700	10 200	3 520	832	29
Třída 6	1 000 000	237 000	102 000	35 200	8 320	293
Třída 7				352 000	83 200	2 930
Třída 8				3 520 000	832 000	29 300
Třída 9				35 200 000	8 320 000	293 000

Tab. 1 Třídy čistých prostor dle ČSN EN ISO 14644-1 [12]

Třída čistoty	Maximální přípustný počet částic na m ³ o velikosti rovné nebo větší			
	Za klidu		Za provozu	
	0,5 μm	5,0 μm	0,5 μm	5,0 μm
A	3520	20	3520	20
B	3520	29	352000	2900
C	352 000	2900	3520000	29000
D	3 520 000	29 000	nedefinováno	nedefinováno

Tab. 2 Třídy čistých prostor dle SÚKL LEK-17 [12]

[8], [12], [13]

3.2 Členění VZT systémů v nemocnici

3.2.1 Provozní členění

Jelikož se v objektu nemocnice nachází velké množství různých pracovišť s různými požadavky na mikroklima, je nutno nemocnici rozdělit do mnoha provozních celků. Každý provozní celek obsluhuje samostatná vzduchotechnická jednotka navržená na požadované parametry vnitřního prostředí. Požadované parametry zahrnují třídu čistoty, teplotu a relativní vlhkost vzduchu. Provozními celky nejčastěji bývají

- operační sály se zázemím a zákrovové sály
- diagnostická pracoviště,
- endoskopické, kolonoskopické, gastrokopické vyšetřovny,
- jednotky intenzivní péče,
- lůžková oddělení,
- laboratoře,
- centrální sterilizace,

- lékárny,

a další.

Z tohoto důvodu vznikají velké prostorové nároky na strojovny VZT, kvůli velkému počtu jednotek. Strojovna VZT může zaujímat plochu až jedné čtvrtiny podlahové plochy obsluhovaných prostor. Prostorové nároky se však netýkají jen podlahové plochy, ale také světlé výšky strojovny. Proto je nutné s prostorovými nároky strojoven počítat už v prvních návrzích stavby, a to v dostatečné míře.

[8], [12]

3.2.2 Způsob úpravy vzduchu

- Klimatizace: filtrace, ohřev, chlazení, vlhčení, (odvlhčování)
 - Operační sály, JIP, angiografie, katetrizace atd.
- Teplovzdušné větrání s chlazením: filtrace, ohřev, chlazení
 - Diagnostická pracoviště, centrální sterilizace, laboratoře, bronchoskopie atd.
- Teplovzdušné větrání: filtrace, ohřev
 - Rehabilitace, šatny
- Chlazení: filtrace, chlazení
 - Technické zázemí diagnostických pracovišť

[8]

3.3 Požadavky na mikroklima

Typ prostoru	Označení čistého prostoru – tříd čistoty podle ČSN EN ISO 14644 / FS 209 E				
	5 / 100	6 / 1 000	7 / 10 000	8 / 100 000	>100 000 *
Superseptický operační sál	X	X			
Zázemí supersept. sálu			X		
Aseptický a septický operační sál			X		
Zázemí aseptických a septických operačních sálů				X	
Základní sál				X	
JIP popáleniny	X	X			
JIP transplantace		X			
JIP pooperační				X	
JIP interna					X
ARO			X	X	
Porodní box					X
Novorozenecká jednotka				X	
Angiografie				X	
RTG, CT, magnetická rezonance, endoskopie					X
Transfuzní odběrový box					X
Dialýza					X
Pokoje pacientů					X

Tab. 3 Příklady požadované kvality vnitřního prostředí [12]

3.3.1 Lůžková oddělení

Teplota vzduchu se na lůžkových odděleních řídí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb. V letním období by se tato teplota měla pohybovat v rozmezí 22 – 26 °C, v zimním období 20 – 24 °C. Relativní vlhkost vzduchu se doporučuje kolem 40 %. Důležitý parametr je rychlost proudění vzduchu, aby nedocházelo k průvanu a diskomfortu a prochlazení pacientů na lůžku. Proto by rychlost proudění vzduchu neměla překročit 0,1 – 0,15 m/s.

Běžná lůžková oddělení nespádají do kategorie čistých prostor. Zvýšené požadavky na čistotu prostředí mají oddělení jako je jednotka intenzivní péče a anesteticko-resuscitační oddělení. V těchto odděleních, kde se nachází pacienti po operacích, mají sníženou imunitu a jsou napojeni na přístrojích, je zvláště zapotřebí zamezit přenosu infekcí. Například pacient napojen na plicní ventilaci je kvůli snížené schopnosti kašle náchylnější na rozvinutí infekce.

[12]

3.3.2 Diagnostické vyšetřovny

V diagnostických vyšetřovnách, ve kterých se nachází diagnostické přístroje, se parametry mikroklimatu určují podle požadavků technologií. Tyto požadavky určuje výrobce a jsou

nadřazeny požadavkům pro pobyt osob. Jedná se především o požadavek na relativní vlhkost vzduchu.

Přístroj	Pracoviště	% r. v.
Angiograf	vyšetřovna	20 až 70
	ovladovna	40 až 60
PET/CT	vyšetřovna	30 až 60
	ovladovna	30 až 60
Gama kamera	vyšetřovna	35 až 80
	ovladovna	35 až 80
Magnetická rezonance	vyšetřovna	40 až 60
	ovladovna	40 až 80

Tab. 4 Příklady požadavků na relativní vlhkost prostředí diagnostických pracovišť [8]

Pozn.: Dle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. je maximální hodnota relativní vlhkosti na pracovišti 70 %.

[8]

3.3.3 Operační sály

Na operačních sálech je vhodné dodržovat teplotu v rozmezí 21 – 25 °C a vyšší relativní vlhkost vzduchu, a to mezi 50 až 70 % (záleží na typu operačního sálu a typu prováděných zákroků). Dále jsou zde přísné požadavky na koncentraci částic ve vzduchu. Podle koncentrace částic se operační sály rozdělují na několik typů.

Požadavky na operační sály se dají zabezpečit pouze správně navrženou vzduchotechnickou jednotkou v hygienickém provedení a filtrací. K tomu je zapotřebí třístupňová filtrace – dva stupně filtrace přímo v jednotce a třetí stupeň přímo v koncových vyústkách (tzv. HEPA filtry).

Kromě samotné úpravy a filtrace vzduchu je zapotřebí zajistit tlakový poměr mezi čistým a běžným provozem (10–15 Pa). Čisté prostory jsou v přetlaku (nebo v podtlaku dle typu operačního sálu). Tlaková kaskáda směřuje od nejčistšího prostoru (operační sál) přes čisté zázemí a čisté chodby až po běžný provoz.

Dalším kritériem pro zabezpečení požadovaného mikroklimatu čistých prostor je z konstrukčního hlediska těsná obálka operačních sálů. Z tohoto důvodu nebývají na operačních sálech okna, která se ale mohou vyskytovat u menších zákrokových sálů.

[8], [10], [12]

3.3.3.1 Rozdělení operačních sálů

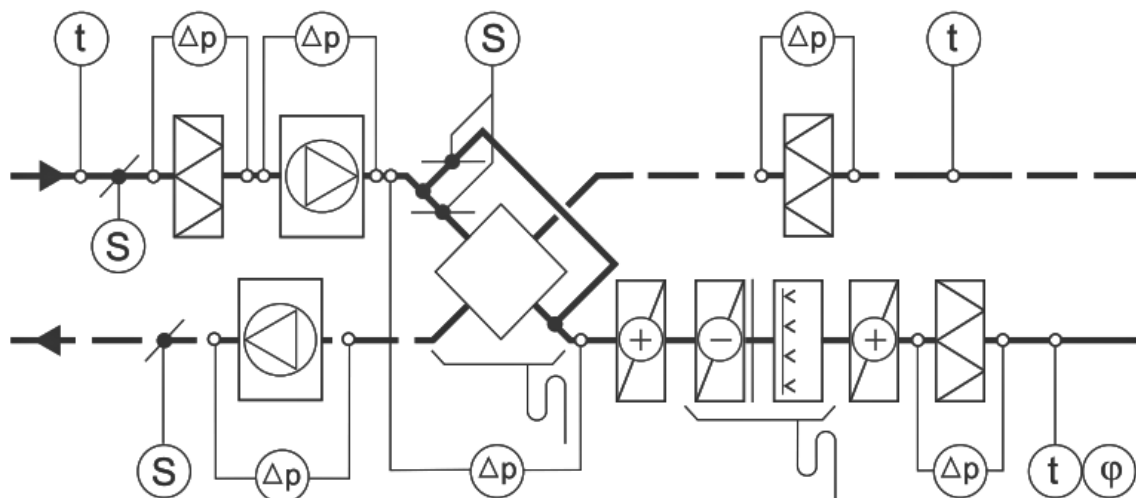
Typ sálu	Funkce	Výměna vzduchu
Aseptický	všeobecná břišní chirurgie, laparoskopické a urologické operace, gynekologické operace	20 h ⁻¹
Superseptický	operace velkých kloubů, kostní operace, cévní operace, operace štítné žlázy a operace úrazů, transplantace	40 h ⁻¹
Septický	operace zánětlivých onemocnění	20 h ⁻¹
Zámkový	menší operační výkony	10-15 h ⁻¹

Tab. 5 Typy operačních sálů a jejich výměny vzduchu [11], [12]

[11], [12]

3.4 Skladba hygienické VZT jednotky

3.4.1 Hygienické provedení jednotky



Obr. 6 Doporučená skladba VZT jednotky v hygienickém provedení [9]

Dle ČSN EN 15780 musí vzduchotechnická zařízení splňovat třídu čistoty C – vysokou třídu čistoty. Jednotky v hygienickém provedení by se měly přednostně umísťovat do strojoven uvnitř budovy. Venkovní provedení komplikuje a zhoršuje výslednou čistotu zařízení. Další zásadou je použití výhradně rekuperačních výměníků, nikoliv regeneračních, u kterých nelze dosáhnout úplného oddělení přívodního a odvodního vzduchu. Dále je vhodné umístění ventilátorů před mokřými díly jednotky, aby byl odvod kondenzátu umístěn na straně přetlaku jednotky.

HYGIENICKÉ VS. BĚŽNÉ ZÓNY V RÁMCI NEMOCNIČNÍHO PROVOZU		
ODDĚLENÍ	HYGIENICKÉ PROVEDENÍ	BĚŽNÉ PROVEDENÍ
ARO (lůžkové pokoje, jejich zázemí, stanoviště sester, „zázkrové sály“, sklady, umývárny, čisticí místnosti, celé oddělení)	x	
JIP (lůžkové pokoje, jejich zázemí, stanoviště sester, sklady, umývárny, čisticí místnosti, celé oddělení)	x	
Angiografie (vyšetřovna, zázemí)	x	
Urgentní příjem (celé oddělení)	x	
Lůžkové jednotky (celé oddělení)	x	
Sterilizace (čistá strana, špinavá strana – setování, umývání, celé oddělení)	x	
Vyšetřovny, ambulance	x	
Infekční oddělení včetně čekáren	x	
Vnitřní chodby a čekárny zdravotnických staveb		x
Centrální šatny personálu		x
Inspekční pokoje včetně zázemí		x
Vedení klinik		x
Radiodiagnostická oddělení (MR, CT, SPECT, RTG, SONO, apod.)	x	
Diagnostická pracoviště (bronchoskopie, laparoskopie, koloskopie apod.)	x	
Laboratoře (všechny typy laboratoří)	x	
Oddělení klinické biochemie (celé oddělení)	x	
Hemodialyzační oddělení (celé oddělení)	x	
Oddělení mikrobiologie (celé oddělení)	x	
Anatomicko-patologická oddělení (celé oddělení)	x	
Radiofarmakologická oddělení (celé oddělení)	x	
Lineární urychlovače, ozařovny (oddělení nukleární medicíny)	x	
Oddělení přípravy sterilních léčiv (celé oddělení)	x	
Oddělení zdravotnických potřeb		x
Lékárny (příprava léků a roztoků)	x	
Lékárny (sklady, výdej léků)		x
Transfúzní oddělení (odběry, semisterilní čekárna, odpočívárna, zázemí, skladování, celé oddělení)	x	
Rehabilitační oddělení		x
Centrální sklady		x

Tab. 6 Provedení jednotky podle hygienických a běžných zón nemocničního provozu [9]

[9]

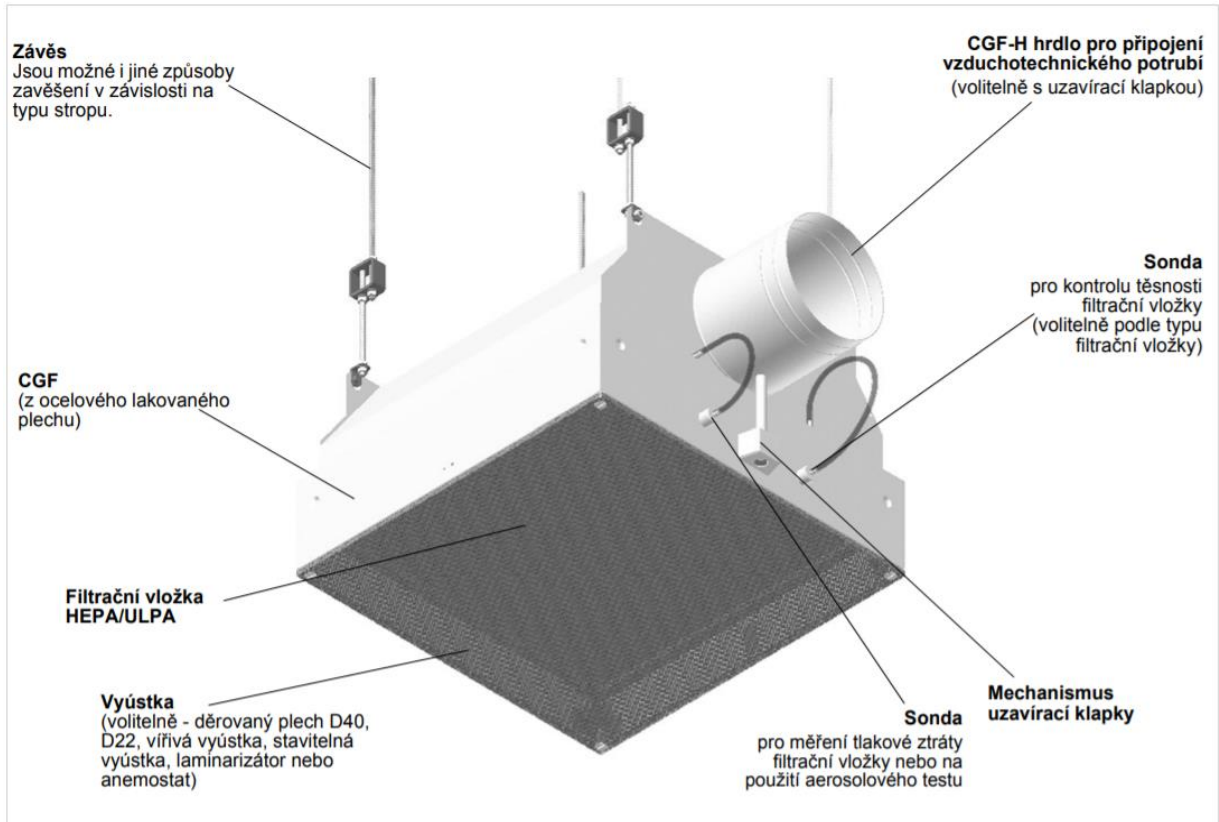
3.4.2 Filtrace

Pro všechna zdravotnická zařízení se navrhuje nejméně dvoustupňová filtrace. Druhý filtr je vždy zařazen na výstup z klimatizační jednotky. Třetí filtr se nachází přímo ve speciálním koncovém elementu, tzv. HEPA nebo ULPA filtr. Třída a počet stupňů filtrace se určí podle normy ČSN EN ISO 14644-1.

Specifickým vzduchotechnickým prvkem pro čisté prostory jsou tzv. čisté nástavce a laminární stropy s HEPA/ULPA filtry. Funkcí laminárního stropu je vedle filtrace přívodního vzduchu také

přivádět do operačního pole usměrněné proudění. Proudění se usměrní pomocí laminarizátoru, což je speciální mikrotkanina, která je napnuta v rámu laminárního stropu.

[8], [17]



Obr. 7 Příklad konstrukčního uspořádání čistého nástavce CGF-H [16]



Obr. 8 Vířivá výúst čistého nástavce [23]



Obr. 9 Kombinovaný laminární strop v zákrokovém sále [23]

3.4.3 Čištění jednotky

Před spuštěním vzduchotechnického systému je nutné jednotku mechanicky a chemicky vyčistit. První fází je mokré čištění. Zároveň s komorami jednotky jsou pomocí mokrého čištění ošetřeny i přívodní a odvodní koncové elementy. K mokrému čištění dochází ještě před osazením třetího stupně filtrace. V další fázi jsou jednotka a potrubní rozvody očištěny nástřikem dezinfekce. Po tomto kroku dochází k zprovoznění a zaregulování zařízení. V poslední fázi dochází k opětovnému chemickému čištění a dezinfekci vzduchotechnické jednotky, přičemž zároveň probíhá dezinfekce čistých prostor, aby následně mohlo dojít k validaci.

Jednotky v hygienickém provedení by měly být konstrukčně navrženy tak, aby jejich čistitelnost byla co nejjednodušší a nejefektivnější. Čistitelnost jednotky se ověřuje provedením laboratorní zkoušky.

[14]

3.4.3.1 Ruční čištění

Čištění probíhá vlhkými utěrkami, a to směrem od zdroje znečištění (ventilátor) ke koncové komoře. Po vyjmutí výměníků a eliminátoru kapek se kartáčují jednotlivé komory od hrubých nečistot a očistí se všechny stěny komor včetně dvířek a gumového těsnění.

[9]

3.4.3.2 Čištění tlakovým vzduchem

Stlačený vzduch o tlaku 8 barů se použije pouze pro čištění míst, která jsou nedostupná pro ruční čištění, například výměníky. Působícím tlakem se odstraní usazené mechanické nečistoty. Během tohoto zkušebního čištění se zkoumají a zaznamenávají případné destruktivní dopady na konstrukci jednotky.

[9]

3.4.3.3 Čištění tlakovou vodou

Tuto metodu je možno použít pouze u komor s vanami pro odvod kondenzátu. Proveďte se nástřik stěn komor tlakovou vodou, vyčistí se kondenzátní vany a provede se vysušení jednotky. Zaznamenávají se účinky tlakové vody na konstrukci jednotky.

[9]



Obr. 10 Chemické čištění VZT jednotky [24]

4. Závěr – část A

Nařízení o ekodesignu vzešlo ze snahy o snižování spotřeby energií, které se neustále zvyšují. Větrací jednotky spotřebovávají více než 2 % elektrické energie v rámci celé Evropské unie. Ekodesignu se týká několik závazných právních předpisů. Požadavky na ekodesign větracích jednotek se zabývá Nařízením komise EU č. 1253/2014. Toto nařízení obsahuje výčet oblastí působnosti, definice týkající se větracích jednotek a spotřeby energie, zvláštní požadavky na ekodesign větracích jednotek pro obytné budovy a pro jiné než obytné budovy.

Vzduchotechnika má ve zdravotnických zařízeních dvě hlavní funkce – zajišťovat požadované vnitřní mikroklíma a zamezit nozokomiálním nákazám a šíření infekce. Tyto funkce zajišťují úpravy vzduchu jako je filtrace (dvoustupňová a třístupňová), ohřev a chlazení, řízené vlhčení a odvlhčování, dále správně navrhnuté výměny vzduchu, tlakové poměry a samotné chování personálu zdravotnických zařízení.



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 – APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ

VZDUCHOTECHNIKA NEMOCNICE – ECODESIGN 2018

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tereza Dokládalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2020

1. Úvod – část B

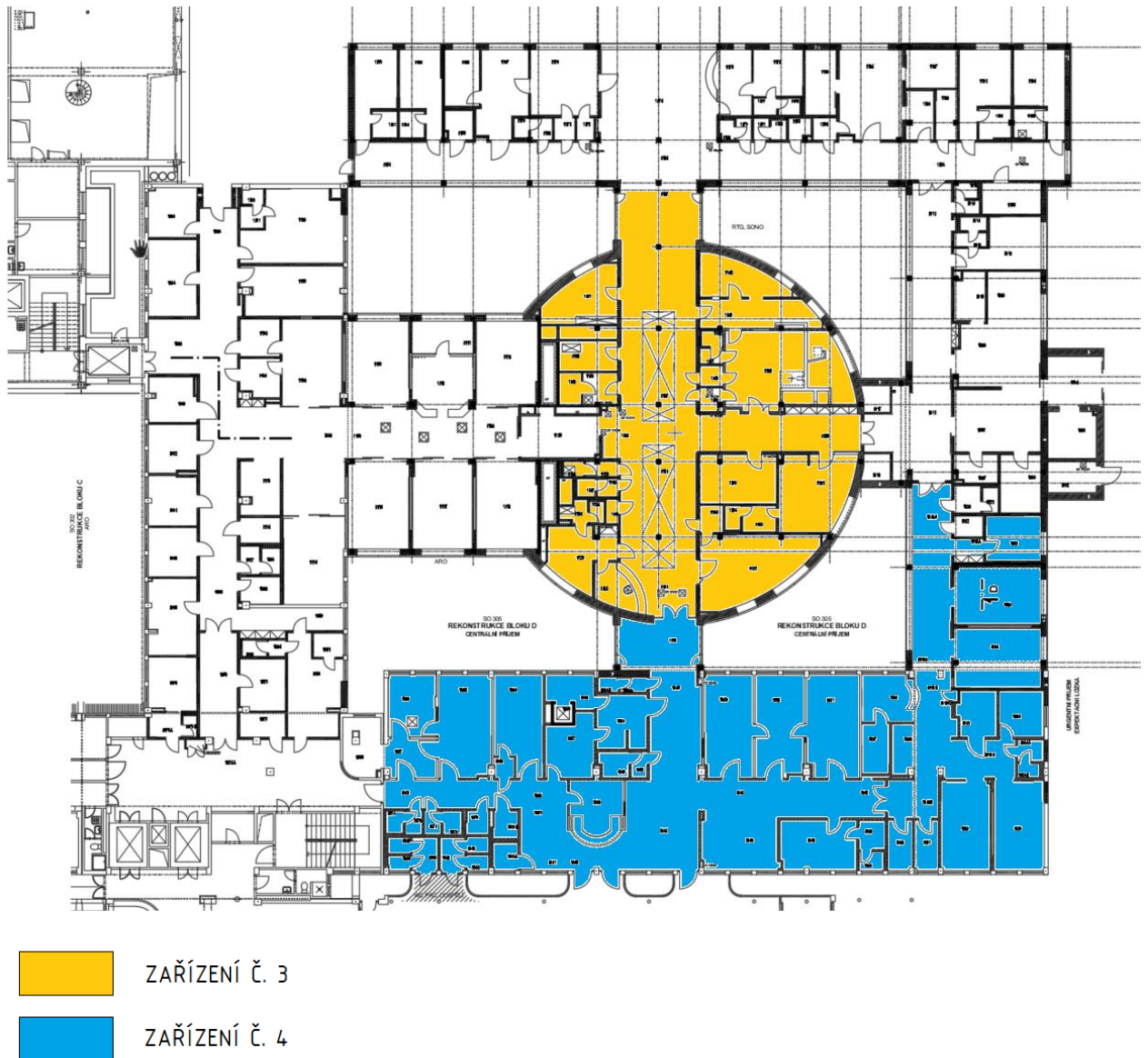
Pro zadanou budovu nemocnice – traumatologické oddělení budou navržena vzduchotechnická zařízení pro klimatizaci diagnostického centra, příjmu pacientů a vyšetřoven. Jednotlivé průtoky a výměny vzduchu budou navrženy v souladu s platnými hygienickými předpisy. Projekt bude navržen ve stupni dokumentace pro stavební povolení s textovou a výkresovou částí dokumentace.

2. Analýza objektu

2.1 Funkční celky

Zařízení č. 3 – Klimatizace diagnostického centra s řízeným zvlhčováním vzduchu

Zařízení č. 4 – Klimatizace příjmu pacientů a vyšetřoven



Obr. 11 Rozdělení objektu do dvou provozních celků

Předmětem projektu objekt nemocnice, konkrétně traumatologické oddělení v 1.NP, kde budou řešeny dva funkční celky – diagnostické centrum a příjem pacientů s vyšetřovnými. Nejedná se o přísnější čisté prostory, přesto budou jednotky v hygienickém provedení. Strojovna VZT se bude nacházet v 1. PP v prostoru pod řešenými celky.

2.2 Parametry prostředí

2.2.1 Zařízení č. 3

Prostory diagnostického centra budou v zimním období vlhčeny pomocí sterilní páry na relativní vlhkost 35 %. V letním období nebude vlhkost upravována. Teplota přírodního vzduchu bude dle požadavku 18 – 25 °C.

2.2.2 Zařízení č. 4

Prostory příjmu pacientů a vyšetřoven nebudou celoročně vlhkostně upravovány. Teplota přírodního vzduchu bude dle požadavku 18 – 25 °C.

3. Návrh průtoků vzduchu

m.č.	název místnosti	plocha	sv. výška	objem	přívod	odvod
		A (m ²)	H (m)	V (m ³)	m ³ /h	m ³ /h
Zařízení č.3 - KLM Diagnostického centra						
1132	Vyšetřovna CT	37,54	3,00	112,6	1 100	700
1131	Ovladovna	9,98	3,00	29,9	200	150
1130	Příprava pacientů	16,00	3,00	48,0	250	300
1133	Předsíň	1,5	3,00	-	0	-
1134	WC	1,35	3,00	-	0	-
1135	Svlékač box	1,80	3,00	5,4	0	50
1136	Svlékač box	2,15	3,00	6,5	0	50
1123	Denní místnost	13,39	3,00	40,2	150	0
1125	WC	1,38	3,00	-	0	-
1124	Umývárna	2,48	3,00	-	0	-
1122	Evidence	4,70	3,00	14,1	100	100
1147	WC Pacientů	1,62	3,00	-	0	-
1146	Předsíň	1,72	3,00	-	0	-
1129	WC Pacientů	1,45	3,00	-	0	-
1128	Předsíň	1,95	3,00	-	0	-
1149	Vyšetřovna sonografická	13,17	3,00	39,5	400	475
1148	Svlékač box	1,45	3,00	4,4	0	25
1145	Popisovna	11,58	3,00	34,7	200	200
1151	Denní místnost	10,44	3,00	31,3	200	0
1152	Předsíň	2,09	3,00	6,3	0	0
1153	WC	2,43	3,00	7,3	0	0
1138	Vyšetřovna skiografická	36,26	3,00	108,8	700	750
1143	Ovladovna	13,18	3,00	39,5	200	200
1139	Svlékač box	2,15	3,00	6,5	0	25
1140	Svlékač box	1,95	3,00	5,9	0	25
1142	WC	1,5	3,00	-	0	-
1141	Předsíň	1,5	3,00	-	0	-
1137	Čekárna	68,40	3,00	205,2	1 100	850

1121	Čekárna	56,80	3,00	170,4	1 000	700
1120	Chodba	44,26	3,00	132,8	450	300
celkem					6 050	4 900

Tab. 7 Zařízení č. 3 – tabulka místností a průtoky vzduchu

m.č.	název místnosti	plocha	sv. výška	objem	přívod	odvod
		A (m ²)	H (m)	V (m ³)	m ³ /h	m ³ /h
Zařízení č.4 - KLM Příjem pacientů, vyšetřovny						
1036	Příjmový box	18,82	3,00	56,5	350	350
1038	Příjmový box	19,18	3,00	57,5	400	375
1037	Svlékač box	1,98	3,00	5,9	0	50
1068	Čekárna dětí	8,79	3,00	26,4	150	150
1067	Přebal	7,77	3,00	23,3	150	150
1062	Chodba	20,88	3,00	62,6	250	0
1063	Svlékač box	1,60	3,00	4,8	0	50
1061	Čekárna	11,40	3,00	34,2	300	0
1057	Sklad čistý	11,58	3,00	34,7	100	0
1060	Evidence	12,68	3,00	38,0	100	0
1045	Chodba 1	45,60	3,00	136,8	300	150
1045	Chodba 2	45,60	3,00	136,8	300	250
1046	Čekárna+chodba	20,60	3,00	61,8	0	350
1048	Denní místnost	9,30	3,00	27,9	250	100
1027	Léky	7,50	5,85	43,9	0	150
1028	Čajová kuchyňka	3,84	3,00	11,5	0	50
1033	Sklad špinavý	5,44	3,00	16,3	100	100
1031	Sklad čistý	4,49	3,00	13,5	0	50
1029	1L Pokoj	16,28	3,00	48,8	200	200
1030	1L Pokoj	17,08	3,00	51,2	200	200
1026	Stanoviště sestry	10,17	3,00	30,5	100	0
1024	1L Pokoj	22,46	3,00	67,4	400	400
1025	1L Pokoj	22,52	3,00	67,6	400	400
1019	Chodba	31,64	3,00	94,9	350	100
1019a	Chodba	35	3,00	105,0	300	0
1023	Místnost sester	11,03	3,00	33,1	200	200
1054	Příjmový box + sprcha	15,05	3,00	45,2	200	0
1059	Hygienický box	3,24	3,00	9,7	0	-
1058	Předsíň + umyvadlo	1,70	3,00	5,1	0	-
1032	Hygiena pacientů	7,56	3,00	22,7	0	-
1034	Čistící místnost	7,16	3,00	21,5	150	-
1049	Sprcha	2,45	3,00	7,4	0	-
1050	WC	2,35	3,00	7,0	0	-
1069	WC imobilní	6,22	3,00	18,7	0	-
1072	WC	1,57	3,00	4,7	0	-
1074	WC dětí	1,67	3,00	5,0	0	-
1040	WC	1,68	3,00	5,0	0	-
1041	WC	1,37	3,00	4,1	0	-
1043	WC	1,47	3,00	4,4	0	-
1044	WC	1,4	3,00	4,2	0	-

1070	Úklid	2,03	3,00	6,1	0	-
1022	Úklidová komora	2,57	3,00	7,7	0	-
1020	Umývárna	3,06	3,00	9,2	0	-
1021	WC Zaměstnanců	1,8	3,00	5,4	0	-
celkem					5 250	3 825

Tab. 8 Zařízení č. 4 – tabulka místností a průtoky vzduchu

V obsluhovaných prostorech nebudou všechny místnosti nuceně větrány. Tyto místnosti budou větrány přirozeně a dochlazovány pomocí přímého chlazení. V místech se zvýšenou produkcí agencií bude z hygienických důvodů odvod vzduchu řešen samostatným odvodním ventilátorem umístěným na střeše objektu.

4. Parametry zařízení

Číslo zařízení	Název zařízení	přívod vzduchu	externí tlaková ztráta přívod	odvod vzduchu	externí tlaková ztráta odvod	hygienické provedení	2-otáčkové motory	stupně filtrace	ZZT	ohřev na teplotu	chlazení na teplotu	vlhčení	odvlhčování
		m ³ /h	Pa	m ³ /h	Pa			-	-	°C	°C	-	-
3	KLM Diagnostického centra	6 050	400	4 900	400	A	A	2	DR	25	18	A	x
4	KLM Příjem pacientů, vyšetřovny	5 250	520	3 825	520	A	A	2	DR	25	18	x	x

Tab. 9 Zadané parametry VZT jednotek

4.1 Filtrace

Jednotky jsou navrženy v hygienickém provedení, ale neobsluhují čisté prostory, proto je zde volena pouze dvoustupňová filtrace. Všechny filtry jsou navrženy jako kapsové.

U zařízení č. 3 je na přívodu navržen filtr ISO Coarse 80 % (M5) na straně sání z exteriéru a filtr ISO ePM 1 85 % (F9) na straně přívodu do interiéru. Na odvodu je navržen filtr ISO Coarse 80 % (M5) na straně odvodu z interiéru.

U zařízení č. 4 je na přívodu navržen filtr ISO Coarse 80 % (M5) na straně sání z exteriéru a filtr ISO ePM 1 85 % (F9) na straně přívodu do interiéru. Na odvodu je navržen filtr ISO Coarse 80 % (M5) na straně odvodu z interiéru.

5. Transport a distribuce vzduchu

5.1 Porubní rozvody

Transport vzduchu do obsluhovaných prostor bude zajištěn pomocí čtyřhranného nebo kruhového pozinkovaného potrubí těsnosti tř. C. Přívodní potrubí bude patřeno tepelnou

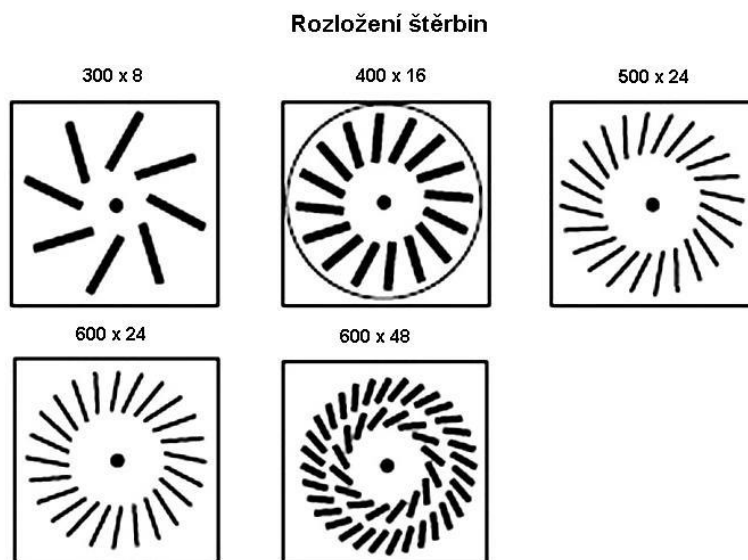
izolací. V prostorách strojovny VZT bude přívodní i odvodní potrubí opatřeno protihlukovou izolací. Koncové elementy budou na potrubí napojeny flexibilním potrubím opatřeným tepelnou a hlukovou izolací.

Kategorie těsnosti	Limit vzduchotěsnosti f_{\max} [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$]	Mez statického tlaku PS [Pa]			
		Tlakové stupně - podtlak	Tlakové stupně - přetlak		
			1	2	3
A	$0,027 \times p_{\text{test}}^{0,65} \times 10^{-3}$	200	400	-	-
B	$0,009 \times p_{\text{test}}^{0,65} \times 10^{-3}$	500	400	1000	2000
C	$0,003 \times p_{\text{test}}^{0,65} \times 10^{-3}$	750	400	1000	2000
D	$0,001 \times p_{\text{test}}^{0,65} \times 10^{-3}$	750	400	1000	2000

Tab. 10 Limity vzduchotěsnosti dle ČSN EN 1507 [4]

5.2 Distribuční elementy

V obsluhovaných prostorech není navržen třetí stupeň filtrace, proto budou distribuci vzduchu zajišťovat standardní koncové elementy. Ve většině místností jsou navrženy vířivé anemostaty. V místnostech technického zázemí jsou pak navrženy talířové ventily.



Obr. 12 Ukázka vířivých anemostatů [19]



Obr. 13 Ukázka talířového ventilu [19]

6. Vzduchotechnické jednotky

6.1 Zařízení č. 3

6.1.1 Specifikace zařízení

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení		
Druh, rozměr	AeroMaster XP 13	
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne	
Hmotnost (+10%)	2 064 kg	
Umístění VZT jednotky	Vnitřní	
Materiálové provedení		
Vnější plášť	Komaxitovaný plech (RAL 9002) (B)	
Vnitřní plášť	Komaxitovaný plech (RAL 9002) (B)	
	Přívod	Odvod
Průtok vzduchu	6050 m ³ /h	4900 m ³ /h
Externí tlaková rezerva	400 Pa	400 Pa
Rychlost v průřezu	1.91 m/s	1.55 m/s
Výkon motoru nominální	3.30 kW	3.00 kW
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	M5 / ISO Coarse 80 %
2. stupeň filtrace	F9 / ISO ePM 1 85%	-
SFP _v	1501 W.m ³ .s	995 W.m ³ .s
	Parametry pláště dle EN1886	
	Mechanická stabilita	D2(M)
	Netěsnost skříně	L1(M)
	Netěsnost skříně (reál. jednotka)	L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa
	Termická izolace	T3(M)
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)
SFP _{whu}	2307 W.m ³ .s	Netěsnost mezi filtrem a rámem < 0,5 % (F9)

Model box AMXP2



Nejdůležitější parametry vybraných komponentů

	Na straně vzduchu		Na straně média
Zpětný zisk tepla	-15.0 → 11.7 °C	72 %, 53.2 kW	
Ohřev	-1.0 → 25.0 °C	51.9 kW	80/60 °C, Voda, 2.1 kPa, 2.25 m ³ /h, 1 1/2"
Chlazení	33.0 → 18.0 °C	40.5 kW	6/12 °C, Voda, 1.0 kPa, 5.79 m ³ /h, 2 1/2"

Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení

Hlukové parametry zařízení

Oktávové pásmo	LwA _{okt} [dB]								ΣLwA [dB(A)]
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	38	42	61	57	53	47	42	37	63
Přívod - výtlak	50	53	69	69	72	66	58	53	75
Přívod - okolí	45	43	58	52	54	51	48	40	61
Odvod - sání	47	50	59	56	51	45	39	32	62
Odvod - výtlak	53	61	74	77	82	80	75	70	86
Odvod - okolí	46	45	55	50	52	50	46	37	59

Obr. 14 Specifikace zař. č. 3

6.1.1.1 Posouzení shody s ErP

INFORMACE O VĚTRACÍ JEDNOTCE DLE 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.

Zařízení je ve shodě s požadavky ErP 2018: Ano

* **	Požadovaná informace	Požadavek ErP 2018	Hodnota	Vyhovuje ErP 2018
Název zařízení: 3 - Zař. č. 3 - KLM Diagnostického centra				
x x	a) Název výrobce	info	REMAK	
x x	b) Identifikační značka modelu	info	AeroMaster XP 13	
x x	c) Deklarovaná typologie	info	NRVU / BVU ¹⁾	
x x	d) Typ pohonu	info a shoda typu	Proměnné otáčky ²⁾	Ano
x x	e) Typ systému zpětného získávání tepla	info a shoda typu	Jiný - PHE ³⁾	Ano
x	f) Tepelná účinnost systému ZZT	$\eta_{t, nrvu, min.} = 73 \%$	$\eta_{t, nrvu} = 74.2 \%$	Ano
x x	g) Jmenovitý průtok větrací jednotky	info	$Q_{nom} = 1.521 \text{ m}^3/\text{s}$	
x	h) Efektivní elektrický příkon	info	$P = 4.46 \text{ kW}$	
x	i) Vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí	$SFP_{int, limit} = 908 \text{ W.m}^{-3}.s$	$SFP_{int} = 736 \text{ W.m}^{-3}.s$	Ano
x	Přívodní ventilátor	bez požadavku	$SFP_{int, SUP, f} = 450 \text{ W.m}^{-3}.s$	
x	Odtahový ventilátor	bez požadavku	$SFP_{int, EHA, f} = 286 \text{ W.m}^{-3}.s$	
x x	j) Účinná nátoková rychlost při konstrukčním průtoku	info	$v = 1.91 \text{ m/s}$	
x x	k) Jmenovitý vnější tlak			
x x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{s, ext, SUP} = 400 \text{ Pa}$	
x x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{s, ext, EHA} = 400 \text{ Pa}$	
	l) Vnitřní tlaková ztráta větracích součástí			
x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{s, int, SUP} = 271 \text{ Pa}$	
x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{s, int, EHA} = 160 \text{ Pa}$	
	m) Vnitřní tlaková ztráta jiných než větracích součástí			
x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{s, add, SUP} = 450 \text{ Pa}$	
x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{s, add, EHA} = 81 \text{ Pa}$	
	n) Statická účinnost ventilátorů			
x	Přívodní větev	$\eta_{fan, min} = 0 \%$	$\eta_{fan, SUP} = 68 \%$	Ano
x	Odvodní větev	$\eta_{fan, min} = 0 \%$	$\eta_{fan, EHA} = 65 \%$	Ano
	o) Deklarovaná maximální netěsnost skříně			
x x	Vnější netěsnost (podtlak/přetlak)	info	0.93 / 0.71 %	
x x	Vnitřní netěsnost obousměrných jednotek	info	0.1 %	
x x	p) Energetická náročnost filtrů	info	-	
x x	q) Popis vizuálního upozornění na výměnu filtru	info	Snímač tlakové difference ⁴⁾	
	r) Hladina akustického výkonu skříně			
x	Přívodní větev	info	$L_{WA, SUP} = 61 \text{ dB(A)}$	
x	Odvodní větev	info	$L_{WA, EHA} = 59 \text{ dB(A)}$	

* Skutečná jednotka

** Referenční jednotka

1) NRVU - Větrací jednotka pro jiné než obytné budovy

UVU - jednosměrná; BVU - obousměrná jednotka

2) aby bylo splněno, je nezbytně nutné provozovat ventilátory s regulátory výkonu!

3) RAC - rekuperace tepla pomocí glykolového okruhu

PHE - deskový rekuperátor

RHE - rotační regenerátor

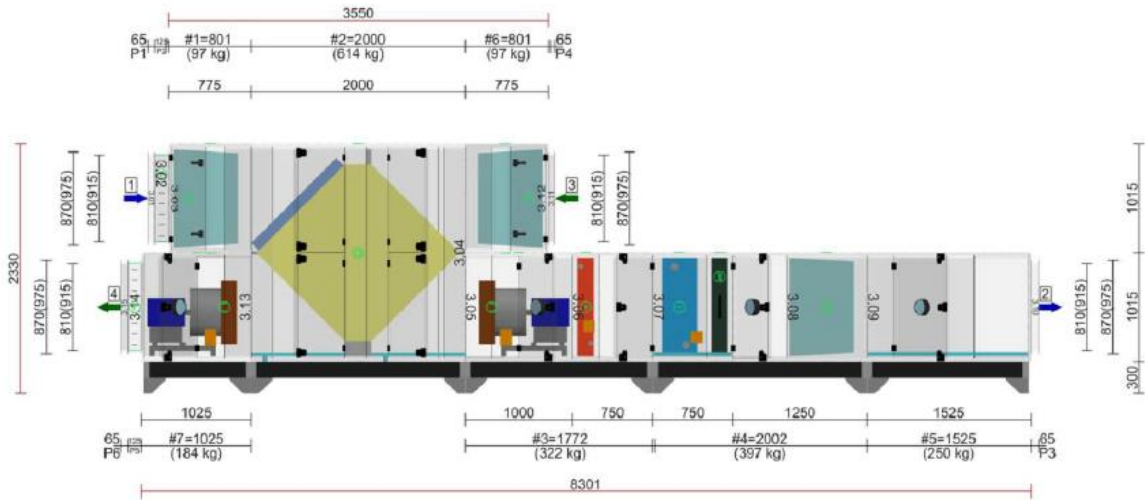
4) Zanesené filtry větracích jednotek mají negativní vliv na výkon a energetickou účinnost jednotky. Jejich pravidelná výměna je proto velmi důležitá.

Obr. 15 Posouzení shody s ErP zař. č. 3

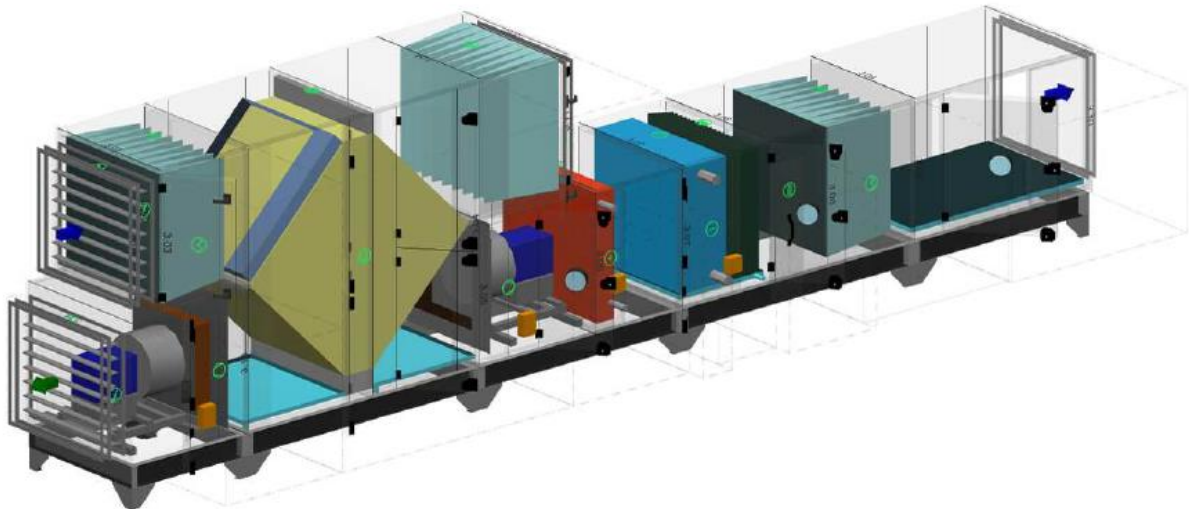
6.1.2 Grafické pohledy

Bokorys servisní strany

Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přírodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Obr. 16 Bokorys servisní strany zař. č. 3



Obr. 17 Axonometrie zař. č. 3

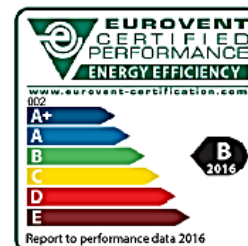
6.2 Zařízení č. 4

6.2.1 Specifikace zařízení

STRUČNÁ SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ

Základní parametry zařízení									
Druh, rozměr	AeroMaster XP 10								
Řídicí jednotka VCS (Climatix)	Ne								
Hmotnost (+10%)	1 530 kg								
Umístění VZT jednotky	Vnitřní								
Materiálové provedení									
Vnější plášť	Komaxitovaný plech (RAL 9002) (B)								
Vnitřní plášť	Komaxitovaný plech (RAL 9002) (B)								
	Přívod	Odvod							
Průtok vzduchu	5250 m³/h	3825 m³/h							
Externí tlaková rezerva	520 Pa	520 Pa							
Rychlost v průřezu	2.10 m/s	1.53 m/s							
Výkon motoru nominální	3.70 kW	2.50 kW							
Typ motoru ventilátoru	EC motor	EC motor							
1. stupeň filtrace	M5 / ISO Coarse 80 %	M5 / ISO Coarse 80 %							
2. stupeň filtrace	F9 / ISO ePM 1 85%	-							
SFP _v	1909 W.m ³ .s	1113 W.m ³ .s							
	Parametry pláště dle EN1886								
	Mechanická stabilita	D2(M)							
	Netěsnost skříně	L1(M)							
	Netěsnost skříně (reál. jednotka)	L3(R) @ -400Pa, L3(R) @ +400Pa							
	Termická izolace	T3(M)							
	Faktor tepelných mostů	TB3(M)							
	Netěsnost mezi filtrem a rámem	< 0,5 % (F9)							
SFP _{vahu}	2720 W.m ³ .s								
Nejdůležitější parametry vybraných komponentů									
	Na straně vzduchu	Na straně média							
Zpětný zisk tepla	-15.0 → 10.5 °C	69 %, 44.0 kW							
Ohřev	-1.0 → 25.0 °C	45.0 kW 80/60 °C, Voda, 4.3 kPa, 1.96 m³/h, 1"							
Chlazení	33.0 → 18.0 °C	36.0 kW 6/12 °C, Voda, 1.9 kPa, 5.15 m³/h, 2"							
<i>Detailní specifikace a výsledné parametry jsou součástí detailní specifikace vzduchotechnického zařízení</i>									
Hlukové parametry zařízení									
	LwA _{okt} [dB]								ΣLwA [dB(A)]
Oktávové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Přívod - sání	45	46	60	67	59	55	49	43	68
Přívod - výtlak	52	54	65	72	74	70	61	55	78
Přívod - okolí	47	44	54	55	56	55	51	42	62
Odvod - sání	33	40	56	55	50	47	42	37	60
Odvod - výtlak	42	52	70	72	78	77	73	68	82
Odvod - okolí	35	36	50	45	48	47	43	34	55

Model box AMXP2



Obr. 18 Specifikace zař. č. 4

6.2.1.1 Posouzení shody s ErP

INFORMACE O VĚTRACÍ JEDNOTCE DLE 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.

Zařízení je ve shodě s požadavky ErP 2018: Ano

* **	Požadovaná informace	Požadavek ErP 2018	Hodnota	Vyhovuje ErP 2018
Název zařízení: 4 - Zař. č. 4 - KLM Příjem pacientů, vyšetřovny				
x x	a) Název výrobce	info	REMAK	
x x	b) Identifikační značka modelu	info	AeroMaster XP 10	
x x	c) Deklarovaná typologie	info	NRVU / BVU ¹⁾	
x x	d) Typ pohonu	info a shoda typu	Proměnné otáčky ²⁾	Ano
x x	e) Typ systému zpětného získávání tepla	info a shoda typu	Jiný - PHE ³⁾	Ano
x	f) Tepelná účinnost systému ZZT	$\eta_{L, NRVU, min.} = 73 \%$	$\eta_{L, NRVU} = 73.9 \%$	Ano
x x	g) Jmenovitý průtok větrací jednotky	info	$q_{nom} = 1.26 \text{ m}^3/\text{s}$	
x	h) Efektivní elektrický příkon	info	$P = 4.45 \text{ kW}$	
x	i) Vnitřní měrný příkon ventilátoru větracích součástí	$SFP_{int, limit} = 938 \text{ W.m}^{-3}.s$	$SFP_{int} = 882 \text{ W.m}^{-3}.s$	Ano
x	Přívodní ventilátor	bez požadavku	$SFP_{int, SUP, F} = 588 \text{ W.m}^{-3}.s$	
x	Odtahový ventilátor	bez požadavku	$SFP_{int, EHA, F} = 294 \text{ W.m}^{-3}.s$	
x x	j) Účinná nátoková rychlost při konstrukčním průtoku	info	$v = 2.10 \text{ m/s}$	
x x	k) Jmenovitý vnější tlak			
x x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{s, ext, SUP} = 520 \text{ Pa}$	
x x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{s, ext, EHA} = 520 \text{ Pa}$	
x	l) Vnitřní tlaková ztráta větracích součástí			
x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{s, int, SUP} = 352 \text{ Pa}$	
x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{s, int, EHA} = 184 \text{ Pa}$	
x	m) Vnitřní tlaková ztráta jiných než větracích součástí			
x	Přívodní větev	info	$\Delta p_{s, add, SUP} = 495 \text{ Pa}$	
x	Odvodní větev	info	$\Delta p_{s, add, EHA} = 80 \text{ Pa}$	
x	n) Statická účinnost ventilátorů			
x	Přívodní větev	$\eta_{fan, min} = 0 \%$	$\eta_{fan, SUP} = 68 \%$	Ano
x	Odvodní větev	$\eta_{fan, min} = 0 \%$	$\eta_{fan, EHA} = 67 \%$	Ano
x x	o) Deklarovaná maximální netěsnost skříní			
x x	Vnější netěsnost (podtlak/přetlak)	info	0.85 / 0.64 %	
x x	Vnitřní netěsnost obousměrných jednotek	info	0.1 %	
x x	p) Energetická náročnost filtrů	info	-	
x x	q) Popis vizuálního upozornění na výměnu filtru	info	Snímač tlakové difference ⁴⁾	
x	r) Hladina akustického výkonu skříně			
x	Přívodní větev	info	$L_{WA, SUP} = 62 \text{ dB(A)}$	
x	Odvodní větev	info	$L_{WA, EHA} = 55 \text{ dB(A)}$	

* Skutečná jednotka

** Referenční jednotka

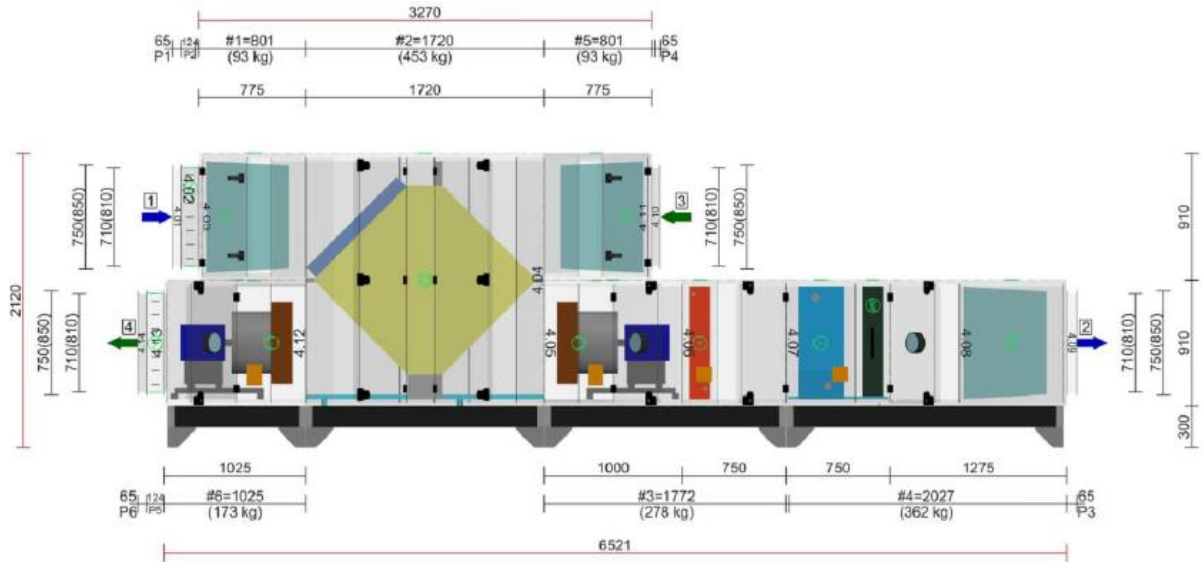
- 1) NRVU - Větrací jednotka pro jiné než obytné budovy
UVU - jednosměrná; BVU - obousměrná jednotka
- 2) aby bylo splněno, je nezbytně nutné provozovat ventilátory s regulátory výkonu!
- 3) RAC - rekuperace tepla pomocí glykolového okruhu
PHE - deskový rekuperátor
RHE - rotační regenerátor
- 4) Zanesené filtry větracích jednotek mají negativní vliv na výkon a energetickou účinnost jednotky. Jejich pravidelná výměna je proto velmi důležitá.

Obr. 19 Posouzení shody s ErP zař. č. 4

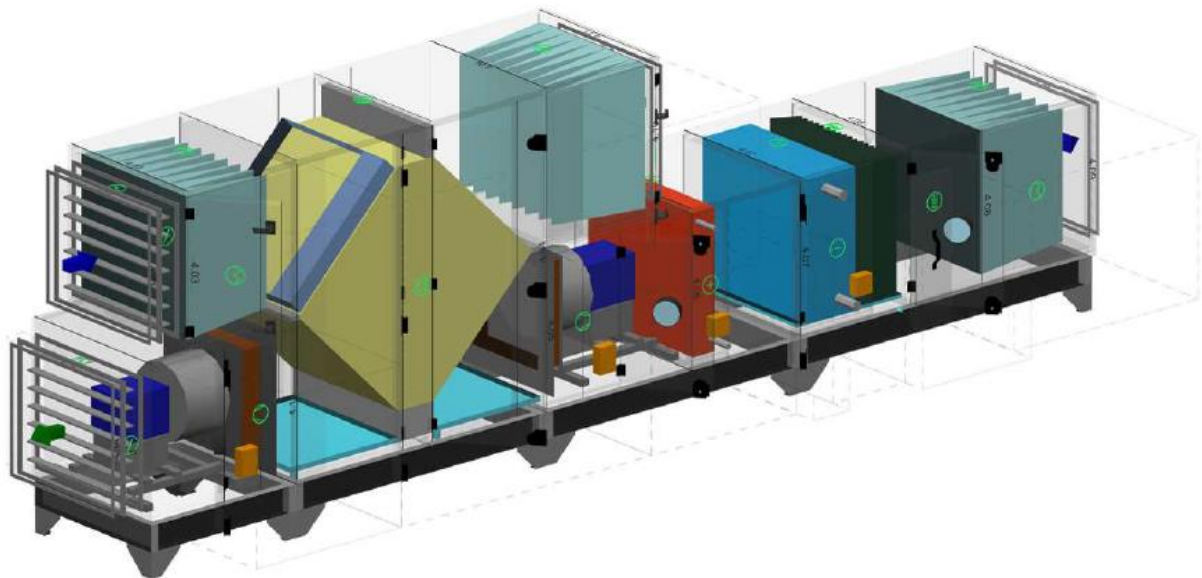
6.2.2 Grafické pohledy

Bokorys servisní strany

Číslování větví: 1 - venkovní vzduch, 2 - přívodní vzduch, 3 - odtahový vzduch, 4 - odpadní vzduch, 5 - cirkulační vzduch



Obr. 20 Bokorys servisní strany zař. č. 4



Obr. 21 Axonometrie zař. č. 4

7. Technická zpráva

1. Úvod

Předmětem této PD pro povolení stavby je návrh koncepce větrání a klimatizace jednotlivých místností v daném nově budovaném objektu:

SO 001 - Traumatologický příjem

v rámci výstavby objektu nemocnice tak, aby byly zajištěny předepsané hodnoty hygienických výměn vzduchu a pohody prostředí v uvažovaných místnostech.

1.1 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování byly výkresy půdorysů stavební části. Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení, zejména:

- Nařízení vlády č. 217/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 68/2010 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Nařízení vlády č. 93/2012 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.
- Nařízení vlády č. 32/2016 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 20/2012 Sb., kterou se mění Vyhláška 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií a související předpisy.
- Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, ve znění vyhlášky č. 230/2015 Sb.
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů (1986)
- ČSN EN 15255 - Tepelné chování budov Výpočet chladícího výkonu pro odvod citelného tepla z místnosti – obecná kritéria a validační postupy (2008)
- Věstník Ministerstva zdravotnictví ČR - částka 5-6 (1992)

- ČSN EN ISO 14644 -1 Čisté prostory a příslušné řízené prostředí - Část 1: Klasifikace čistoty vzduchu
- ČSN 12 7010 - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení (1988)
- ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb (1977)
- Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb.
- ČSN 73 0835 - Požární bezpečnost staveb – budovy zdravotnických zařízení a sociální péče (2006)
- ČSN 73 0872 - Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení (1979)

1.2 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Místo	: Ostrava
Nadmořská výška	: 217 m n. m.
Normální tlak vzduchu	: 98 kPa
Výpočtová teplota vzduchu	: léto +33 °C, zima -15 °C
Entalpie	: 62,5 kJ/kg s.v.

2. Základní koncepční řešení

Uvažované obsluhované prostory se nachází v prvním nadzemním podlaží objektu v jeho centrální a jižní části. V suterénu je navržena centrální strojovna VZT pro osazení VZT zařízení navržených v rámci výstavby předmětných objektů. Tato PD řešení koncepci jednotlivých VZT a KLM zařízení. Technické detaily a podrobnosti (rozmístění koncových elementů v podhledech, křížení jednotlivých tras apod.) jsou předmětem vyššího stupně projektové dokumentace.

2.1 Stavební větrání

Stavební větrání bude zabezpečovat nucenou výměnu vzduchu v provozních, provozně-technických místnostech a v místnostech hygienického vybavení v souladu s příslušnými hygienickými, zdravotnickými, bezpečnostními, protipožárními předpisy a normami platnými na území České republiky, přitom implicitní hodnoty údajů ve výpočtech dále uvažovaných, jakož i předmětné výpočtové metody jsou převzaty zejména z výše uvedených obecně závazných předpisů a norem.

2.2 Hygienické větrání

Hygienické větrání bude navrženo v úrovni nejméně hygienického minima ve smyslu obecně závazných předpisů. Přitom jako základní principy návrhu projektového řešení jsou přijaty následující podmínky:

- podtlakové větrání je navrženo ve všech místnostech hygienického vybavení objektu (WC, umývárny, úklidové komory apod.)

- úhrada vzduchu bude tvořena z okolních prostorů – větrací a KLM zařízení tvořící funkční celek
- chod zařízení bude v návaznosti na chod centrálního zařízení – samostatné odtahové ventilátory
- rovnotlaké, popřípadě přetlakové větrání bude navrženo v prostorách, u nichž je nežádoucí přísávání vzduchu z okolních místností (chodby, šatny apod.)
- třída a počet stupňů filtrace přiváděného vzduchu bude určena dle třídy čistoty řešeného prostoru – dva stupně filtrace M5 a F9
- nejvyšší přípustná maximální hladina vnitřního hluku $L_{Amaxp} = 35-55$ dB(A) dle druhu provozu a účelu jednotlivých místností
- dochlazování prostorů pomocí oběhových jednotek přímého chlazení, případně vodním systémem fan-coil

2.3 Klimatizace zdravotnických provozů

- vzduchový výkon KLM zařízení v uvažovaných prostorách bude navržen tak, aby pracovní rozdíl teplot (rozdíl teploty přiváděného vzduchu a výpočtové teploty vzduchu v interiéru) byl max. dle druhu provozu 6 až 8 K
- ve všech místnostech jsou navrženy koncové elementy pro turbulentní proudění s horizontálním vířivým výtokem vzduchu – čisté nástavce (dodávka VZT), kdy rychlost proudění vzduchu nepřesáhne v pobytové zóně osob hodnotu 0,25 m/s.
- rozmístění koncových elementů jsou navrženy tak, aby upravený vzduch byl přiváděn do míst s požadavky nejvyšší čistoty prostředí a odváděn v místech s předpokládanou nejvyšší koncentrací škodlivin a to tak, aby byl zajištěn trvalý kaskádovitý tlakový spád z míst „nejčistších“ do míst „špinavých“
- zimní ohřev přiváděného vzduchu v uvažovaných provozech bude pokrývat pouze tepelné ztráty větráním

Přípustné hodnoty hladiny hluku v interiéru pro vybrané obsluhované místnosti jsou navrženy:

- | | |
|-------------------------|-------------------------------------|
| ▪ lůžkové pokoje | max. 40 ve dne / 25 v noci dB/A |
| ▪ vyšetřovny | max. 35 dB/A |
| ▪ lékařské pokoje apod. | max. 40 dB/A |
| ▪ šatny apod. | max. 55 dB/A |
| ▪ sklady | max. 50 dB/A/ |
| ▪ ostatní | dle druhu provozu max.45 - 55 dB/A/ |

2.4 Technologické větrání

Technologické větrání, či klimatizace bude osazeno v místnostech technického vybavení objektu, ve kterých to vyžadují technologické předpisy a bude zabezpečovat zejména odvod škodlivin a technologické tepelné zátěže.

2.5 Energetické zdroje

Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů VZT zařízení a pro výrobu studené vody v centrálním zdroji chladu - rozvodná soustava 3 + PEN, 50 Hz, 400V /230V

Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu v tepelných výměnících vzduchotechnických a klimatizačních jednotek bude sloužit topná voda s rozsahem pracovních teplot $t_{w1}/t_{w2} = 80/60^{\circ}\text{C}$. Pro chlazení vzduchu ve výměnících klimatizačních jednotek a oběhových jednotek typu fan-coil bude použita studená voda s rozsahem pracovních teplot $t_{w1}/t_{w2} = 6/12^{\circ}\text{C}$ centrálně připravovaná již ve stávajícím zdroji chladu. Výrobu topné a studené vody zajistí profese ÚT.

Medicinální čistá pára

Vlhčení vzduchu u konkrétních zařízení bude zajištěno parními zvlhčovači umístěnými v centrálních KLM jednotkách. Příprava čisté bude prostřednictvím stávající centrální výroby páry.

3. Popis technického řešení

Návrh řešení klimatizace a větrání předmětných prostor vychází ze současných stavebních dispozic a požadavků kladených na interní mikroklima jednotlivých místností. Při návrhu bylo důsledně dbáno, aby prostory s odlišnými provozními podmínkami byly od sebe odděleny i po stránce vzduchotechniky. V zásadě jsou větrány prostory, které to nezbytně vyžadují z hlediska hygienického, funkčního, či technologického. Pro rozvod vzduchu se počítá s nízkotlakým systémem.

Systémy a jednotlivé funkční celky jsou navrženy tak, aby byl trvale zajištěn kaskádový systém přetlaku vzduchu (od prostor s nejvyšší třídou čistoty k nejnižší).

Jelikož se jedná o stavbu energeticky náročnou, bude ve všech případech, kdy to bude technicky možné, navrženo využití odpadního tepla v deskových rekuperátorech. Sání a výfuk centrálních jednotek bude dispozičně situován tak, aby nemohlo dojít ke zpětnému nasátí znehodnoceného vzduchu. Provedeno bude pomocí stavebně vybudované centrální nasávací a výfukové šachty. Tyto budou vyústěny nad střechou objektu a provedeno bude přes pozinkované protidešťové žaluzie.

V této strojovně VZT budou umístěny zařízení obsluhující prostory diagnostického centra, příjmu pacientů s vyšetřovnými a dalších oddělení nemocnice. Sání čerstvého vzduchu pro jednotlivé jednotky je předpokládáno potrubním rozvodem z pozinkovaného plechu opatřeným tepelnou izolací pod stropem strojovny VZT - napojeno bude na stavební nasávací komoru. Výtlak znehodnoceného vzduchu z jednotek bude přes tlumiče hluku za každou jednotkou proveden do stavebního výfukového kanálu. Tento bude zaústěn do stavební výfukové komory. Do výfukového kanálu (místo společného výtlaku) budou osazeny tlumiče

hluku (dotlumení hladiny akustického výkonu – tlaku) na požadovanou mez v exteriéru objektu. V PD je uvažováno s dochlazením vybraných místností (prostory s předpokládanou vyšší tepelnou zátěží, jižní a západní fasáda) pomocí oběhových jednotek typu fan-coil. Tyto budou nezávislé na centrálních VZT zařízeních, ovládány budou samotně – ovladače v jednotlivých místnostech.

Výměny vzduchu v jednotlivých místnostech jsou navrženy podle hygienických předpisů viz příloha technické zprávy: Tabulka místností.

Navržená KLM zařízení jsou rozdělena do následujících funkčních celků:

Zař.č.3 – KLM Diagnostického centra

Pro větrání a klimatizaci předmětných prostorů je navržena centrální sestavná klimatizační jednotka, která zajišťuje dvoustupňovou filtraci čerstvého vzduchu (M5 a F9), rekuperaci pomocí deskového výměníku tepla (s křížovým prouděním), ohřev a chlazení přírodního vzduchu pomocí vodních výměníků a úpravu relativní vlhkosti v zimním období – vlhčení parou. V létě není počítáno s řízeným odvlhčováním. Ventilátory jsou ovládány pomocí EC motorů. Jednotka bude ve vnitřním hygienickém provedení, umístěna bude ve strojovně VZT v 1.PP. Filtrovaný, tepelně a vlhkostně upravený vzduch (teplota přírodního vzduchu dle požadavku $t_p = 18 - 25^\circ\text{C}$) bude do obsluhovaných prostorů transportován čtyřhranným nebo kruhovým potrubím z pozinkovaného plechu třídy těsnosti C. Jako koncové elementy budou sloužit přírodní vířivé anemostaty a talířové ventily. Odvod znehodnoceného vzduchu bude taktéž potrubním rozvodem s osazenými koncovými elementy – odvodními anemostaty a talířovými ventily.

Systém větrání a klimatizace je navržen jako mírně přetlakový vzhledem k ostatním prostorům. Jeho spouštění, ovládání a regulace bude centrální prostřednictvím systému měření a regulace.

Zař.č.3A – Odvětrání hygienického zázemí

Podtlakové větrání předmětných místností (hygienické zázemí jednotlivých nemocničních oddělení v oddělených objektech nemocnice) je zajištěno pomocí jednotlivých střešních ventilátorů - umístění je navrženo dle konkrétní dispozice místností v jednotlivých objektech. Odvod znehodnoceného vzduchu bude tvořen kruhovým potrubím, či čtyřhranným potrubním rozvodem z pozinkovaného plechu. Jako koncové elementy jsou navrženy odvodní talířové ventily. Chod ventilátorů bude vázán na chod daného centrálního zařízení. Úhrada znehodnoceného vzduchu bude tvořena z okolních prostorů netěsnostmi „bezprahových“ dveří nebo pomocí stěnových mřížek umístěných nade dveřmi místností.

Ventilátory budou spouštěny a ovládány pomocí systému měření a regulace (současný chod s centrálním zařízením).

Zař.č.4 – KLM Příjem pacientů, vyšetřovny

Pro větrání a klimatizaci předmětných prostorů je navržena centrální sestavná klimatizační jednotka, která zajišťuje dvoustupňovou filtraci čerstvého vzduchu (M5 a F9), rekuperaci tepla (pomocí deskového výměníku s křížovým prouděním), ohřev a chlazení přívodního vzduchu pomocí vodních výměníků bez řízené úpravy relativní vlhkosti vzduchu. Ventilátory jsou ovládány pomocí EC motorů. Jednotka bude ve vnitřním hygienickém provedení, umístěna bude ve strojovně VZT v 1.PP. Filtrovaný, tepelně upravený vzduch (teplota přívodního vzduchu dle požadavku $t_p = 18-25^\circ\text{C}$) bude do obsluhovaných prostorů transportován čtyřhranným potrubím nebo kruhovým potrubím z pozinkovaného plechu třídy těsnosti C. V návrhu je uvažováno s nuceným větráním prostorů chodeb, čekáren, lůžkových pokojů a vyšetřoven jež nelze vyvětrat přirozeně – okny. Jako koncové elementy budou sloužit přívodní vířivé anemostaty a talířové ventily. Odvod znehodnoceného vzduchu bude taktéž potrubním rozvodem s osazenými koncovými elementy – odvodními anemostaty a talířovými ventily. Pro dochlazení vybraných místností (vyšetřoven orientovaných k jižní fasádě objektu) jsou uvažovány klimatizační jednotky typu fan-coil v provedení čtyřsměrná kazeta. Tyto budou umístěny v podhledu obsluhované místnosti. Ovládání bude autonomní pomocí regulace umístěné u vstupních dveří do místnosti.

Centrální systém větrání a klimatizace je navržen jako mírně přetlakový vzhledem k ostatním prostorům (hygienické zázemí). Jeho spouštění, ovládání a regulace bude centrální prostřednictvím systému měření a regulace.

Zař.č.4A – Odvětrání hygienického zázemí

Podtlakové větrání předmětných místností (hygienické zázemí jednotlivých nemocničních oddělení v oddělených objektech nemocnice) je zajištěno pomocí jednotlivých střešních ventilátorů - umístění je navrženo dle konkrétní dispozice místností v jednotlivých objektech. Odvod znehodnoceného vzduchu bude tvořen kruhovým potrubím, či čtyřhranným potrubním rozvodem z pozinkovaného plechu. Jako koncové elementy jsou navrženy odvodní talířové ventily. Chod ventilátorů bude vázán na chod daného centrálního zařízení. Úhrada znehodnoceného vzduchu bude tvořena z okolních prostorů netěsnostmi „bezprahových“ dveří nebo pomocí stěnových mřížek umístěných nade dveřmi místností.

Ventilátory budou spouštěny a ovládány pomocí systému měření a regulace (současný chod s centrálním zařízením).

4. Nároky na energie

Viz. nedílná příloha technické zprávy: Přehled výkonů po zařízeních

5. Měření a regulace, protimrazová ochrana

Navržené vzduchotechnické a klimatizační jednotky budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace – profese MaR.

- ovládání chodu ventilátorů, silové napájení ovládaných zařízení
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimním období – vlečná regulace (směšování)
- regulace teploty vzduchu řízením výkonu vodního chladiče v letním období (rozdělování)
- řízené zimní dovlhčování, ovládání parního zvlhčovače
- umístění teplotních a vlhkostních čidel podle požadavku uživatele (refer. místnosti apod.)
- řízení účinnosti deskového výměníku nastavováním obtokové klapky
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce včetně dodání servopohonů
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na straně vzduchu i vody.
- Při poklesnutí teploty

1.-vypnutí ventilátoru, 2.-uzavření klapek, 3.-otevření třicestného ventilu, 4.-spuštění čerpadla

- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů pomocí diferenčního snímače tlaku
- plynulá regulace výkonu ventilátorů na přívodu i odvodu vzhledem ke stupni zanášení filtrů, snímání a zajištění konstantního průtoku vzduchu na přívodu i odvodu vybraných KLM zařízení - „měřící kříže“
- poruchová signalizace
- připojení regulace a signalizace všech zařízení na velící centralizované stanoviště
- zajištění požadovaných současností chodu jednotlivých zařízení v příslušných funkčních celcích
- signalizace požárních klapek (Z / O) – podružná signalizace z EPS na panel požárních klapek
- spouštění a ovládání ventilátoru pro větrání strojovny VZT - termostat
- dodání a ovládání servopohonů k uzavíracím klapkám VZT

6. Protihluková a protiotřesová opatření

Do rozvodných tras potrubí budou vloženy tlumiče hluku, které zabrání nadměrnému šíření hluku od ventilátorů do větraných místností. Tyto tlumiče budou osazeny jak v přívodních, tak odvodních trasách všech vzduchovodů. Vzduchovody budou protihlukově izolovány od zdroje hluku za jednotlivé tlumiče jak na sání, tak na výtlače. Veškeré točivé stroje (jednotky, ventilátory) budou pružně uloženy za účelem zmenšení vibrační přenášečích se stavebními konstrukcemi. Veškeré vzduchovody budou napojeny na ventilátory přes tlumicí vložky nebo ohebné zvukově izolované potrubí. Potrubí bude na závěsech podloženo tlumicí gumou. Všechny prostupy VZT potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny izolací. Místnost strojovny chlazení bude hlukově izolována, a výrobek studené vody bude osazen na

pružně dilatovaný základ nebo budou provedena jiná opatření pro zabránění přenosu hluku a vibrací do stavebních konstrukcí – dodávka, stavby, nutné odborné posouzení specializovanou profesí.

7. Izolace a nátěry

Jsou předpokládány izolace hlukové, protipožární a tepelné. Hlukově budou izolovány vzduchovody od zdroje po tlumiče hluku na přívodu i odvodu. Tepelně budou izolována přívodní vzduchotechnická potrubí od centrálního sání k VZT jednotkám – izolace tl. 60 mm a veškeré přívodní čtyřhranné potrubní rozvody upraveného vzduchu včetně stoupaček – izolace tl. 40 mm. Vzduchovody vedené ve venkovním prostředí budou izolovány tepelnou izolací s oplechováním. Protipožárně budou izolovány úseky potrubí mezi požární klapkou a stavební konstrukcí oddělující požární úsek, popřípadě z důvodu jiných protipožárních opatření. Nátěry nejsou uvažovány. Parametry materiálů izolací:

Tepelné - šířka izolace 40 a 60 mm	souč. tepelné vodivosti 0,04W/m ² K
Hlukové - šířka izolace 60mm	souč. zvukové pohltivosti 0,81
Požární - šířka izolace 60mm	předpokládaná požární odolnost 45 min

8. Protipožární opatření

Do vzduchovodů procházejících stavební konstrukcí ohraničující určitý požární úsek budou vřazeny protipožární klapky, zabraňující v případě požáru v některém požárním úseku jeho šíření do dalších úseků nebo na celý objekt. V případech, kdy nebude protipožární klapku možno osadit do požárně dělící konstrukce, bude potrubí mezi touto konstrukcí a protipožární klapkou opatřeno izolací s požadovanou dobou odolnosti. Osazené požární klapky budou v provedení se servopohonem 230V a se signalizací polohy. Všechny otvory po osazení PK budou požárně dotěsněny. Ke klapkám budou zajištěny přístupy pro následné revize – nutná koordinace se stavební profesí v průběhu realizace výstavby.

V případě požárního poplachu (signál z EPS) dojde k vypnutí vzduchotechnických systémů běžné VZT a budou spuštěny systémy požárního větrání.

EPS bude ovládat VZT následujícím způsobem:

- na signál EPS bude vypnuta veškerá provozní VZT
- na signál EPS bude spuštěno přetlakové požární větrání CHÚC B z. č. 18P a 19P
- na signál EPS bude spuštěno požární větrání shromažďovacích prostor z. č. 15P, 16A-EP, 17A-DP
- logika ovládání PK a vypínání provozní VZT je dána projektem PBŘ – koordinace dotčených profesí EPS, silnoprůd, MaR
- ke kolaudaci bude doložena revize PK včetně jejich požárních odolností dle zákona 22/98, odolnosti izolací potrubí, včetně oprávnění montážních firem apod. Veškeré PK budou pro možnost kontroly a následných revizí označeny čísly.

Podle 23/2008 Sb. §9 Technická zařízení:

- na vzduchovodech bude viditelně vyznačen směr proudění vzduchu, a zda potrubí slouží k výfuku nebo sání
- v případě požadavku na požární odolnost prostupu musí být tento prostup zřetelně označen štítkem obsahujícím informace o: požární odolnosti, druhu nebo typu ucpávky, datu provedení, firmě adrese a jméně zhotovitele a označení výrobce systému

9. Nároky na související profese

9.1 Stavební úpravy

- otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě
- obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami v rámci zapravení
- dotěsnění a oplechování prostupů střešní konstrukcí
- zajištění případných nátěrů VZT prvků umístěných na fasádě, či střeše objektu (architektonické ztvárnění)
- stavební, výpomocné práce
- zřízení revizních otvorů pro přístup k ventilátorům, regulačním a požárním klapkám nerozebíratelných částech podhledu – byly předány požadavky – nutno koordinovat znovu na stavbě

9.2 Silnoproud

- silové napojení požárního ventilátoru ze zálohového zdroje
- silové napojení a spouštění zařízení dle tabulek výkonů
- silové napojení rozvaděče MaR
- silové napojení elektrických parních vyvíječů
- všechny centrální jednotky (motory) jsou vybaveny vlastní tepelnou ochranou PTC termistorem, vyhodnocovací relé je podle koordinace dodávkou silnoproudu/MaR
- tepelná ochrana napájených zařízení dle tabulek výkonů
- napojení deblokačních (servisních) vypínačů na centrálních VZT jednotkách
- silové napojení vnitřních jednotek FCU
- silové napojení a spouštění jednotlivých ventilátorů pro větrání technických místností (spouštění na základě termostatu umístěného v místnosti a na vypínač umístěný u vstupních dveří do dané místnosti)
- uzavírání PK pomocí servopohonu 230V
- opatření el. zařízení výstražnými štítky dle ČSN ISO 3864
- elektrická zařízení budou připojena dle ČSN 332180, 332190, 332000-1, 332000-4-46, 332000-5-537

9.3 ÚT

- připojení ohříváčů a chladičů centrálních VZT jednotek na topnou a chladnou vodu (včetně příslušných směšovacích a rozdělovacích okruhů)

- zřízení rozvodů teplé a studené vody
- připojení parních zvlhčovačů centrálních KLM jednotek na „čistou“ páru
- připojení chladiče jednotlivých jednotek FCU na chladnou vodu (regulační uzel – koordinace CHL a MaR)

9.4 ZTI

- odvod kondenzátu od chladičů, výměníků ZZT a komor parních zvlhčovačů centrálních jednotek ve strojovně VZT
- umístění podlahových vpustí ve strojovnách VZT (pára – nerezová vpust)
- odvod kondenzátu od primárního odvodu kondenzátu parních distributorů nad podlahovou vpust
- odvod kondenzátu od vnitřních klimatizačních jednotek FCU přes zápachové uzávěry

10. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Realizační firma v rámci své dodávky provede rozpis VZT potrubí pro výrobní a montážní účely (rozdělení vzduchovodů na jednotlivé tvarovky a roury včetně potřebných „doměrů“).
- Rozvody VZT budou instalovány před ostatními profesemi – prostorové nároky.
- Během realizace dodavatel VZT bude provádět doplňkovou koordinační činnost potrubních rozvodů VZT s ostatními profesemi, při zpracování PD byla provedena koordinace svítidel a koncových elementů VZT, koordinace rozvodů jednotlivých profesí včetně VZT byla prováděna GP (stavební část).
- Všechny protidešťové žaluzie budou tvořeny z pozinkovaného plechu, či plastu připravenými k případnému nátěru – architektonické řešení dodávka stavby.
- Při montáži požárních klapek budou zajištěny přístupy pro následné revize – nutná opětovná koordinace se stavební profesí v průběhu realizace výstavby.
- Osazení centrálních VZT a KLM jednotek bude provedeno na podložky z rýhované gumy.
- Při zaregulování systému VZT s motory ovládanými frekvenčními měniči je nutné nastavení požadovaných vzduchových výkonů koordinovat s profesí MaR – např. pomocí prandtlovy trubice.
- Montáž všech VZT zařízení bude provedena odbornou montážní firmou. Navržená VZT zařízení budou montována podle montážních předpisů jednotlivých VZT prvků. Trasy vzduchovodů obsluhující „čisté prostory“ budou provedeny ve třídě těsnosti C, ostatní vzduchovody centrálních VZT systémů budou ve třídě B. VZT potrubí pro decentrální systémy větrání technických a hygienických místností budou ve třídě těsnosti B. Lemy potrubí a rohovníky přírubových spojů budou utěsněny trvale pružným polyuretanovým tmelem.

- Všechny odbočky, rozbočky a nástavce na čtyřhranných potrubních rozvodech budou vybaveny náběhovými plechy – třetí stupeň regulace.
- Připojení koncových elementů pro přívod i odvod vzduchu bude proveden tepelně izolovanými hadicemi typu Sonoflex.
- Na každém nástavci na čtyřhranném nebo kruhovém potrubí bude před zvukově izolační ohebnou hadicí umístěna těsná regulační klapka daného průměru.
- Při montáži musí být dodržována veškerá bezpečnostní opatření dle platných předpisů. Veškerá zařízení musí být po montáži vyzkoušena a zaregulována. Při zaregulování vzduchotechnických systémů bude postupováno v součinnosti s profesí MaR. Uživatel musí být řádně seznámen s funkcí, provozem a údržbou zařízení.
- VZT zařízení, seřízená a odevzdaná do trvalého provozu, smí být obsluhována pouze řádně zaškolenými pracovníky, a to dle provozních předpisů dodavatelů vzduchotechnických zařízení, pokud není v PD uvedeno jinak. Při provozu odpovídá za bezpečnost práce provozovatel. Všechny podmínky pro bezpečnou práci musí být uvedeny v provozním řádu. Vypracování provozního řádu včetně zaškolení obsluhy zajistí dodavatel.
- VZT zařízení musí být pravidelně kontrolována, čištěna a udržována stále v provozuschopném stavu. Okolí zařízení musí být vždy čisté a přístupné pro snadnou kontrolu a bezpečnou obsluhu nebo údržbu. Vizualně bude hygienická účinnost provozu (filtrační části) jednotlivých KLM zařízení kontrolována nejméně jednou týdně, v rámci profese MaR bude kontrolováno zanášení jednotlivých stupňů filtrace (prostřednictvím měření tlakové diference filtru). O kontrolách a údržbě musí být veden záznam a jejich frekvence bude určena v provozním řádu – zajistí dodavatel.
- Výměna dílčích prvků vzduchotechnických zařízení a následné nakládání s nimi (likvidace filtrů apod.) bude prováděna podle předpisů jednotlivých výrobců.
- Navržená VZT a KLM zařízení budou řízena a regulována samostatným systémem měření a regulace – profese MaR. Údržbu a kontrolu nad chodem zařízení budou zajišťovat techničtí pracovníci nemocnice, kteří musí být pro tuto činnost zaškoleni.

11. Závěr

Navržené větrací a klimatizační zařízení splňuje nároky kladené na provoz daného typu a charakteru. Celoročně zabezpečuje v daných místnostech optimální pohodu prostředí požadovanou předpisy při zabezpečení maximální hospodárnosti provozu těchto zařízení.

7.1 Přílohy technické zprávy

7.1.1 Tabulka výkonů

Zařízení č. Pozice	Nemocnice	Ventilátor		Elektrická energie			Ohřev		Chlazení						
		Množství vzduchu m ³ /h	Externí tlak Pa	Počet ks	Elektrický příkon kW	Elektrický proud A	Elektrický příkon celkem	Napětí/frekvence V/Hz	Topný výkon 80/60°C kW	Přítok topné vody m ³ /h	Tlaková ztráta výměniku kPa	Chladicí výkon 6/12°C kW	Přítok chladicí vody kg/s	Tlaková ztráta výměniku kPa	Spotřeba páry kg/h
3	Zařízení č. 3 - KLM Diagnostického centra														
3.01	Centrální jednotka KLM (přívod. ventilátor)	P	6 050	400	1	3,3	5,16	3,3	3x400/50						
	vodní ohřivač 1"	P													
	vodní chladič 1 1/4"	P													
	parní zvlhčovač připojení 3/4"	P	6 050		1										
	výměník ZTZ	P/O													
	odvod. ventilátor	O	4 900	400	1	3,0	4,6	3	3x400/50						45
3A	Zařízení č. 3A - Odvětrání hygienického zázemí														
3A.01	Odvodní vent. RoofJETT RJVL 2022.2B40	O	550		1	0,2	0,76	0,2	3x400/50						
3A.02	Odvodní vent. RoofJETT RJVL 2022.4B40	O	200		1	0,1	0,55	0,1	3x400/50						
4	Zařízení č. 4 - KLM Přijem pacientů, vyšetřovny														
4.01	Centrální jednotka KLM (přívod. ventilátor)	P	5 250	520	1	3,7	5,56	3,7	3x400/50						
	vodní ohřivač 1"	P													
	vodní chladič 1 1/4"	P													
	výměník ZTZ	P/O													
	odvod. ventilátor	O	3 825	520	1	2,5	3,84	2,5	3x400/50						
4A	Zařízení č. 4A - Odvětrání hygienického zázemí														
4A.01	Odvodní vent. RoofJETT RJVL 2025.2B40	O	750			0,3	1,25	0,26	3x400/50						
4A.02	Odvodní vent. RoofJETT RJVL 2025.2B40	O	700			0,3	1,25	0,1	3x400/50						
	CELKEM							13,1						77	45
	CELKEM při současnosti		0,9					12						69	41

Tab. 11 Tabulka výkonů po zařízeních

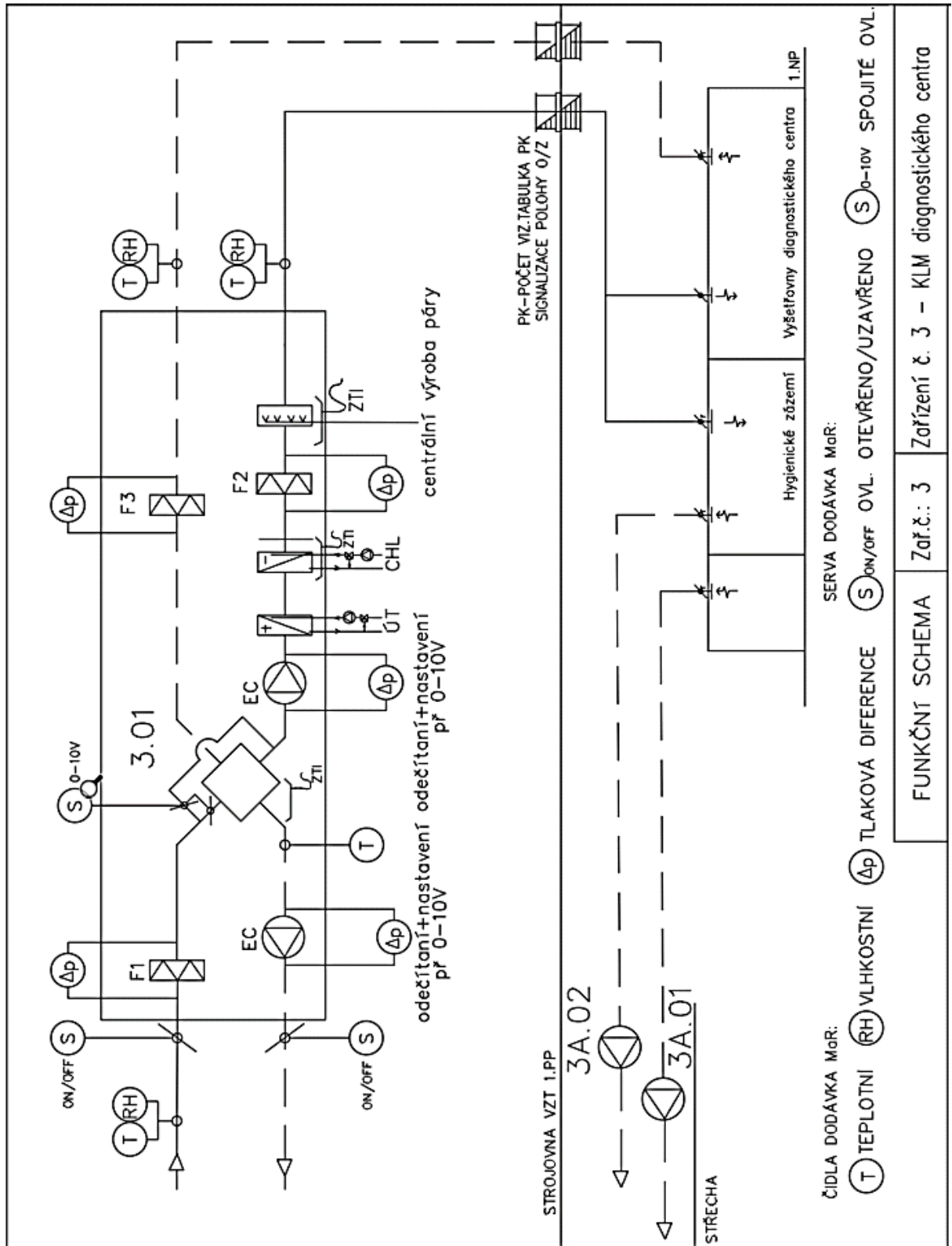
7.1.2 Tabulka místností

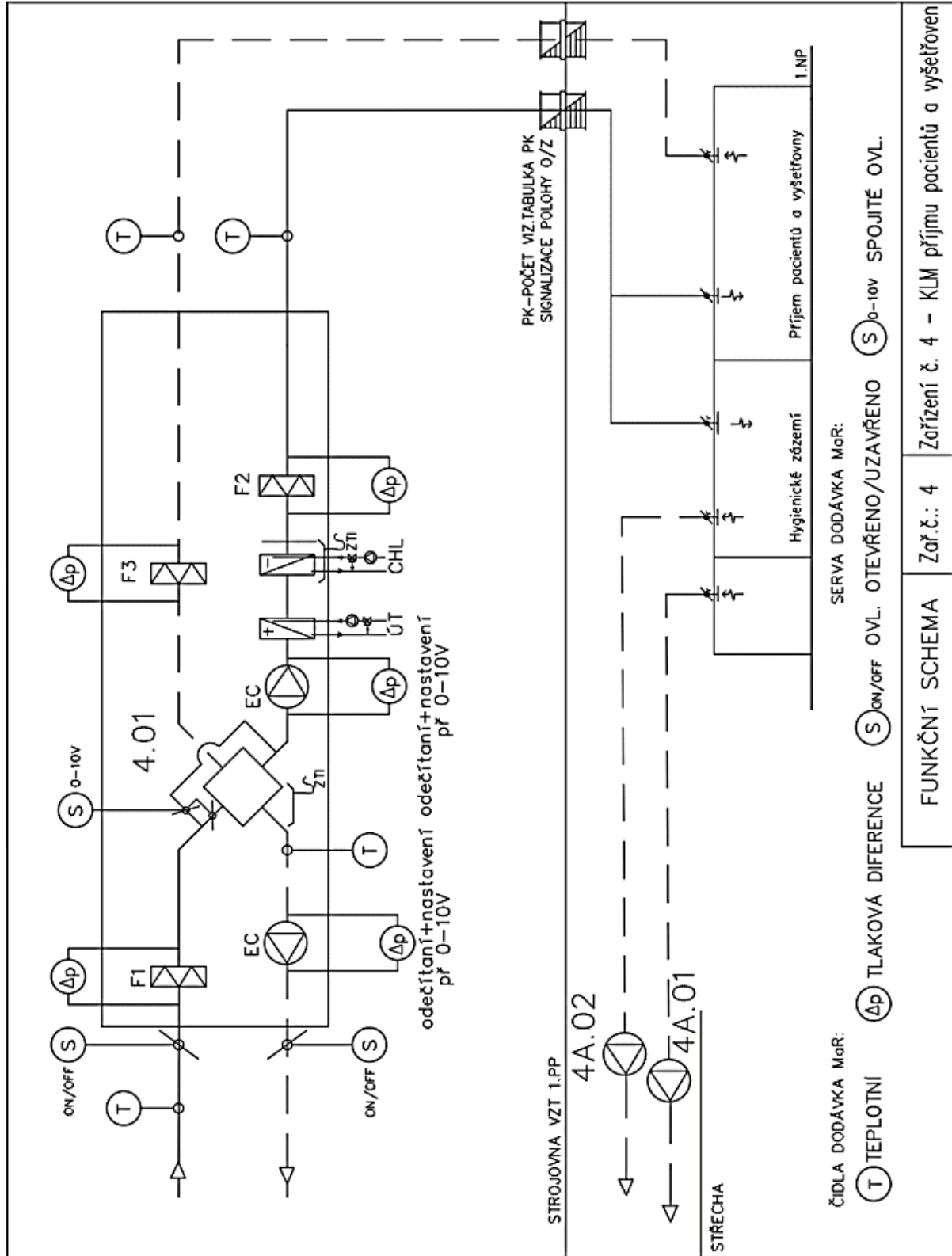
TABULKA MÍSTNOSTÍ		Nemocnice - diagnostické centrum a vyšetřovny						vedlejší zařízení	
m.č.	název místnosti	Akce:		objem V (m ³)	výměna (x/h)	přívod m ³ /h	odvod m ³ /h	odvod m ³ /h	
		plocha A (m ²)	sv. výška H (m)						
Zařízení č.3 - KLM Diagnostického centra									
1132	Vyšetřovna CT	37,54	3,00	112,6	10	1 100	700		
1131	Ovladovna	9,98	3,00	29,9	5	200	150		
1130	Příprava pacientů	16,00	3,00	48,0		250	300		
1133	Předsíň	1,5	3,00	-	-	0	-	50	
1134	WC	1,35	3,00	-	-	0	-	50	
1135	Svlékáci box	1,80	3,00	5,4	5	0	50		
1136	Svlékáci box	2,15	3,00	6,5	5	0	50		
1123	Denní místnost	13,39	3,00	40,2	3	150	0		
1125	WC	1,38	3,00	-	-	0	-	50	
1124	Umývárna	2,48	3,00	-	-	0	-	100	
1122	Evidence	4,70	3,00	14,1	3	100	100		
1147	WC Pacientů	1,62	3,00	-	-	0	-	100	
1146	Předsíň	1,72	3,00	-	-	0	-		
1129	WC Pacientů	1,45	3,00	-	-	0	-	100	
1128	Předsíň	1,95	3,00	-	-	0	-		
1149	Vyšetřovna sonografická	13,17	3,00	39,5	10	400	475		
1148	Svlékáci box	1,45	3,00	4,4	5	0	25		
1145	Popisovna	11,58	3,00	34,7	5	200	200		
1151	Denní místnost	10,44	3,00	31,3	5	200	0		
1152	Předsíň	2,09	3,00	6,3		0	0		
1153	WC	2,43	3,00	7,3		0	0	150	
1138	Vyšetřovna skiografická	36,26	3,00	108,8	6	700	750		
1143	Ovladovna	13,18	3,00	39,5	5	200	200		
1139	Svlékáci box	2,15	3,00	6,5	3	0	25		
1140	Svlékáci box	1,95	3,00	5,9	3	0	25		
1142	WC	1,5	3,00	-	-	0	-	100	
1141	Předsíň	1,5	3,00	-	-	0	-		
1137	Čekárna	68,40	3,00	205,2	5	1 100	850		
1121	Čekárna	56,80	3,00	170,4	5	1 000	700		
1120	Chodba	44,26	3,00	132,8	3	450	300		
						6 050	4 900	700	
Zařízení č.4 - KLM Příjem pacientů, vyšetřovny									
1036	Příjmový box	18,82	3,00	56,5	6	350	350		
1038	Příjmový box	19,18	3,00	57,5	6	400	375		
1037	Svlékáci box	1,98	3,00	5,9	6	0	50		
1068	Čekárna dětí	8,79	3,00	26,4	6	150	150		
1067	Přebal	7,77	3,00	23,3	6	150	150		
1062	Chodba	20,88	3,00	62,6	4	250	0		
1063	Svlékáci box	1,60	3,00	4,8	3	0	50		
1061	Čekárna	11,40	3,00	34,2	8	300	0		

1057	Sklad čistý	11,58	3,00	34,7	3	100	0	
1060	Evidence	12,68	3,00	38,0	3	100	0	
1045	Chodba 1	45,60	3,00	136,8	2	300	150	
1045	Chodba 2	45,60	3,00	136,8	2	300	250	
1046	Čekárna + chodba	20,60	3,00	61,8	7	0	350	
1048	Denní místnost	9,30	3,00	27,9	5	250	100	
1027	Léky	7,50	5,85	43,9	3	0	150	
1028	Čajová kuchyňka	3,84	3,00	11,5	3	0	50	
1033	Sklad špinavý	5,44	3,00	16,3	5	100	100	
1031	Sklad čistý	4,49	3,00	13,5	3	0	50	
1029	1L Pokoj	16,28	3,00	48,8	4	200	200	
1030	1L Pokoj	17,08	3,00	51,2	4	200	200	
1026	Stanoviště sestry	10,17	3,00	30,5	3	100	0	
1024	1L Pokoj	22,46	3,00	67,4	6	400	400	
1025	1L Pokoj	22,52	3,00	67,6	6	400	400	
1019	Chodba	31,64	3,00	94,9	3	350	100	
1019a	Chodba	35	3,00	105,0	2	300	0	
1023	Místnost sester	11,03	3,00	33,1	5	200	200	
1054	Příjmový box + sprcha	15,05	3,00	45,2	4	200	0	100
1059	Hygienický box	3,24	3,00	9,7	-	0	-	150
1058	Předsíň + umyvadlo	1,70	3,00	5,1	-	0	-	50
1032	Hygiena pacientů	7,56	3,00	22,7	-	0	-	100
1034	Čistící místnost	7,16	3,00	21,5	8	150	-	150
1049	Sprcha	2,45	3,00	7,4	-	0	-	150
1050	WC	2,35	3,00	7,0	-	0	-	50
1069	WC imobilní	6,22	3,00	18,7	-	0	-	100
1072	WC	1,57	3,00	4,7	-	0	-	50
1074	WC dětí	1,67	3,00	5,0	-	0	-	50
1040	WC	1,68	3,00	5,0	-	0	-	50
1041	WC	1,37	3,00	4,1	-	0	-	50
1043	WC	1,47	3,00	4,4	-	0	-	50
1044	WC	1,4	3,00	4,2	-	0	-	50
1070	Úklid	2,03	3,00	6,1	-	0	-	50
1022	Úklidová komora	2,57	3,00	7,7	-	0	-	50
1020	Umývárna	3,06	3,00	9,2	-	0	-	150
1021	WC Zaměstnanců	1,8	3,00	5,4	-	0	-	50
						5 250	3 825	1 450

Tab. 12 Tabulka místností

7.1.3 Schéma MaR





7.1.4 Specifikace

Č. pozice	Specifikace položky (popis)
Zařízení č.3 - KLM Diagnostického centra	
3.01	Centrální jednotka KLM ve skladbě: vnitřní hyg. provedení, EC motory tlumící vložky, sifony, základový rám, deskový rekuperátor, vodní ohříváč a chladič, dva stupně filtrace, včetně parního zvlhčovače s primárním odvodem kondenzátu, uzavírací klapky se servopohonem
3.02	Tlumič hluku buňkový G 250 x 500 x 1500
3.03	Tlumič hluku buňkový G 200 x 500 x 1500
3.04	Tlumič hluku buňkový G 200 x 500 x 1000
3.05	Požární klapka PKTM 1000x450 s atestem - odolnost 90 min
3.06	Požární klapka PKTM 900x400 s atestem - odolnost 90 min
3.07	Regulační klapka těsná RKT - R 900x400
3.08	Regulační klapka těsná RKT - R 710x450
3.09	Regulační klapka těsná RKT - R 450x450
3.10	Regulační klapka těsná RKT - R 250x250
3.11	Regulační klapka těsná RKT d=250
3.12	Regulační klapka těsná RKT d=200
3.13	Regulační klapka těsná RKT d=160
3.14	Regulační klapka těsná RKT d=125
3.15	Vířivá výust' 600/32, vč. plenum boxu
3.16	Vířivá výust' 600/24, vč. plenum boxu
3.17	Vířivá výust' 400/16, vč. plenum boxu
3.18	Obdélníková výustka 1-řadá - 500x200
3.19	Talířový ventil přívodní 200, vč. Kovového rámečku
3.20	Talířový ventil odvodní 200, vč. Kovového rámečku
3.21	Talířový ventil odvodní 160, vč. Kovového rámečku
3.22	Talířový ventil odvodní 125, vč. Kovového rámečku
3.23	Ohebná hadice sonoflex - 254
3.24	Ohebná hadice sonoflex- 203
3.25	Ohebná hadice sonoflex - 160
3.26	Ohebná hadice sonoflex - 127
3.27	Kruhové ocel. potrubí tř. C
3.28	Čtyřhranné ocel. potrubí tř. C
3.29	Tepelná izolace tl. 4 cm - iz. deskami nebo pásy s Al. polepem příp. na trny, přelepení spojů Al. páskou
3.30	Protihluková-Tepelná izolace tl. 6 cm - iz. deskami nebo pásy s Al. polepem příp. na trny, přelepení spojů Al. páskou
Zařízení č.4 - KLM Příjem pacientů, vyšetřovny	
4.01	Centrální jednotka KLM ve skladbě: vnitřní hyg. provedení, EC motory, uzavírací klapky se servopohonem tlumící vložky, sifony, základový rám, deskový rekuperátor, vodní ohříváč a chladič, dva stupně filtrace

4.02	Tlumič hluku buňkový G 250 x 500 x 1500
4.03	Tlumič hluku buňkový G 250 x 500 x 1000
4.04	Požární klapka PKTM 800x500 s atestem - odolnost 90 min
4.05	Požární klapka PKTM 630x500 s atestem - odolnost 90 min
4.06	Požární klapka PKTM 315x315 s atestem - odolnost 90 min
4.07	Požární klapka PKTM 315x315 s atestem - odolnost 90 min
4.08	Regulační klapka těsná RKT - R 900x355
4.09	Regulační klapka těsná RKT d=250
4.10	Regulační klapka těsná RKT d=200
4.11	Regulační klapka těsná RKT d=160
4.12	Regulační klapka těsná RKT d=125
4.13	Vířivá výust' 600/24, vč. plenum boxu
4.14	Vířivá výust' 500/24, vč. plenum boxu
4.15	Vířivá výust' 400/16, vč. plenum boxu
4.16	Talířový ventil přívodní 200, vč. Kovového rámečku
4.17	Talířový ventil přívodní 160, vč. Kovového rámečku
4.18	Talířový ventil odvodní 200, vč. Kovového rámečku
4.19	Talířový ventil odvodní 160, vč. Kovového rámečku
4.20	Talířový ventil odvodní 125, vč. Kovového rámečku
4.21	Ohebná hadice sonoflex - 254
4.22	Ohebná hadice sonoflex- 203
4.23	Ohebná hadice sonoflex - 160
4.24	Ohebná hadice sonoflex - 127
4.25	Kruhové ocel. potrubí tř. C
4.26	Čtyřhranné ocel. potrubí tř. C
4.27	Tepelná izolace tl. 4 cm - iz. deskami nebo pásy s Al. polepem přip. na trny, přelepení spojů Al. páskou
4.28	Protihluková-Tepelná izolace tl. 6 cm - iz. deskami nebo pásy s Al. polepem přip. na trny, přelepení spojů Al. páskou
4.29	Protipožární izolace s atestem - odolnost 45 minut

Tab. 13 Specifikace položek

8. Seznam příloh

001	PŮDORYS 1.PP	1:100
002	PŮDORYS 1.NP	1:100
003	PŮDORYS STŘECHY	1:100

9. Závěr – část B

Řešená část budovy nemocnice je rozdělena do dvou funkčních celků, které obsluhují dvě samostatná vzduchotechnická zařízení. Zařízení č. 3 obsluhuje prostory diagnostického centra – sonografických a skiagrafických vyšetřoven, ovladoven, čekáren, zaměstnaneckého zázemí a hygienického zázemí. Zařízení č. 4 obsluhuje prostory urgentního příjmu pacientů, vyšetřovny, hygienické zázemí a expektační lůžka. Dále jsou navržena zařízení č. 3A a 4A k odvodu znehodnoceného vzduchu z hygienického zázemí. Vzduchotechnika je navržena s ohledem na veškeré právní předpisy a splňuje provozní, hygienické a funkční požadavky. Projekt je navržen ve stupni pro stavební povolení.



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 – VÝPOČTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA NEMOCNICE – ECODESIGN 2018

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tereza Dokládalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.

BRNO 2020

1. Úvod – část C

Cílem výpočtové části této diplomové práce je srovnání vzduchotechnických jednotek před ekodesignem a po ekodesignu z hlediska spotřeb energií.

Součástí zadání byly technické podklady VZT jednotek Janka navržených pro skutečný projekt nemocnice, který byl realizován. Na tyto jednotky se ještě nevztahovalo nařízení komise EU č. 1253/2014, jsou proto předpokládány nižší účinnosti než u nových zařízeních splňujících toto nařízení. Na základě technických parametrů (výkonové parametry shodné jak pro původní, tak pro nově navržená zařízení) byly navrženy nové jednotky Remak jako alternativa ke starším jednotkám Janka. Tato nově navržená zařízení již splňují požadavky na ekodesign 2018 a předpokládá se tudíž vyšší účinnost a s tím spojená nižší spotřeba energie (tepelné, elektrické).

Cílem výpočtů účinností a spotřeb energií je zjistit, do jaké míry jsou nové jednotky splňující ekodesign energeticky úspornější a o kolik jsou úspornější při porovnání provozních nákladů.

2. Parametry VZT jednotek

2.1 Základní parametry předmětných zařízení

Jednotky jsou navrženy pro nemocnici pro klimatizaci diagnostického centra a příjmu pacientů s vyšetřovny. Jednotky jsou navrženy v hygienickém provedení a ve vnitřním provedení.

Jednotky mají přívodní a odvodní větev. Jsou navrženy 2 stupně filtrace na přívodu a jeden stupeň filtrace na odvodu. Zpětné získávání tepla zajišťuje deskový rekuperátor. Obě jednotky mají vodní ohřívač a chladič vzduchu. Jednotka č. 3 je navržena na odvlhčování v zimním období.

Číslo zařízení	Název zařízení	přívod vzduchu	externí tlaková ztráta přívod	odvod vzduchu	externí tlaková ztráta odvod	hygienické provedení	Zotáčkové motory	stupně filtrace	ZZT	ohřev na teplotu	chlazení na teplotu	vlhčení	odvlhčování
		m ³ /h	Pa	m ³ /h	Pa			-	-	°C	°C	-	-
3	KLM Diagnostického centra	6 050	400	4 900	400	A	A	2	DR	25	18	A	x
4	KLM Příjem pacientů, vyšetřovny	5 250	520	3 825	520	A	A	2	DR	25	18	x	x

Tab. 14 Zadané základní parametry jednotky

2.2 Srovnání parametrů jednotek

Srovnání parametrů jednotek podle podkladů od výrobce.

2.2.1 Zařízení č. 3

zařízení č. 3		Janka	Remak
Hmotnost	kg	1345	2064
Přívodní ventilátor - příkon	kW	2,09	3,30
Odvodní ventilátor - příkon	kW	0,96	3,00
ZZT	Účinnost	%	53
	Přívod vstup/výstup	°C	-15/6
	Odvod vstup/výstup	°C	24/7
Ohřívač - výkon	kW	51,1	51,9
Chladič - výkon	kW	22,4	40,5

Tab. 15 Srovnání jednotek dle technického listu – z.č.3

2.2.2 Zařízení č. 4

zařízení č. 4		Janka	Remak
Hmotnost	kg	1214	1530
Přívodní ventilátor - příkon	kW	1,84	3,70
Odvodní ventilátor - příkon	kW	0,88	2,50
ZZT	Účinnost	%	50
	Přívod vstup/výstup	°C	-15/5
	Odvod vstup/výstup	°C	22/-4,7
Ohříváč - výkon	kW	44,3	45
Chladič - výkon	kW	19,5	36

Tab. 16 Srovnání jednotek dle technického listu - z.č.4

2.2.3 Provoz zařízení

Ve výpočtech se uvažuje s provozem VZT jednotek 5 dní v týdnu. V době od 7 do 18 hodin jsou jednotky provozovány v plném režimu, mimo tuto dobu je provoz v útlumu na 60 %. Jednotky pracují se 100% podílem čerstvého vzduchu.

3. Postup výpočtů

3.1 Účinnost

Pomocí softwaru Teruna v1.5b byly namodelovány tepelné přívodní účinnosti pro jednotlivé případy. Nejdříve byly namodelovány takové účinnosti, jaké jsou uvedeny v technických podkladech výrobce. Zde ale byly u obou značek jednotek shledány nesrovnalosti s technickým listem, např. u teplot výstupu a vstupu vzduchu u ZZT. Následně byly v softwaru namodelovány účinnosti tak, aby odpovídaly fyzikálně reálnému chování jednotek. Nakonec byla namodelována účinnost rekuperátoru při rozdílu vnitřní a venkovní teploty 20 K, který určuje Nařízení komise EU č. 1253/2014.

V dalším kroku byly vypočteny účinnosti pro jednotlivé měsíce otopné sezóny. Průměrné měsíční teploty odpovídají naměřeným datům z roku 2018.

3.2 Spotřeby energií

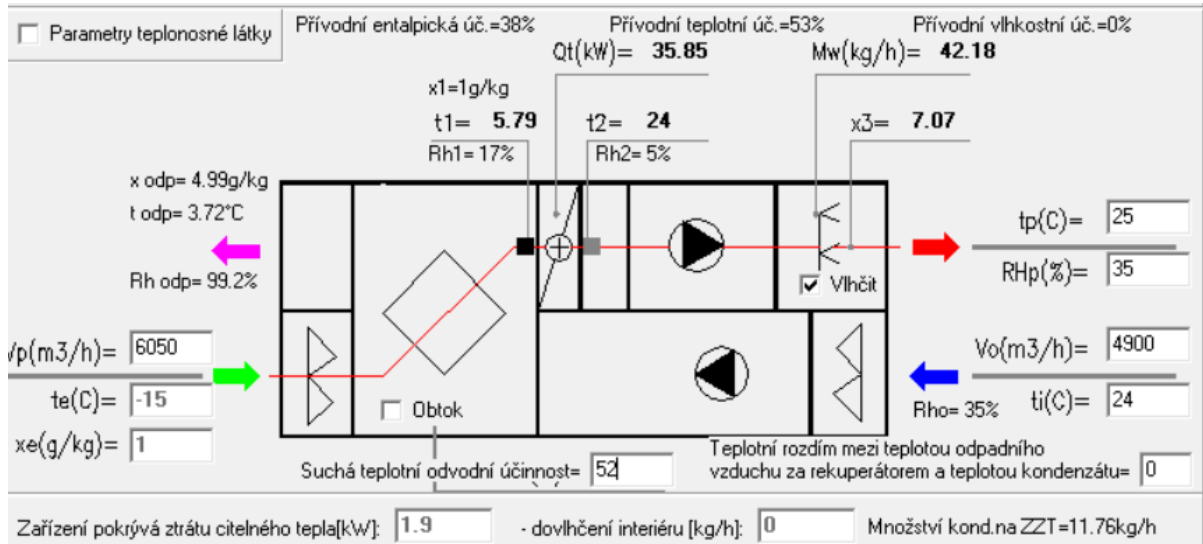
Po výpočtu jednotlivých měsíčních účinností byly pomocí softwaru Teruna v1.5b vypočítány spotřeby tepelné a elektrické energie. Uvažovány byly měsíce topné sezóny od října do dubna. Pro srovnání byly provedeny výpočty spotřeb energií se systémem ZZT a bez systému ZZT.

Po shrnutí měsíčních spotřeb do tabulky byly vyčísleny měsíční a roční náklady na spotřebu tepelné a elektrické energie podle aktuálních ceníků dodavatelů energií.

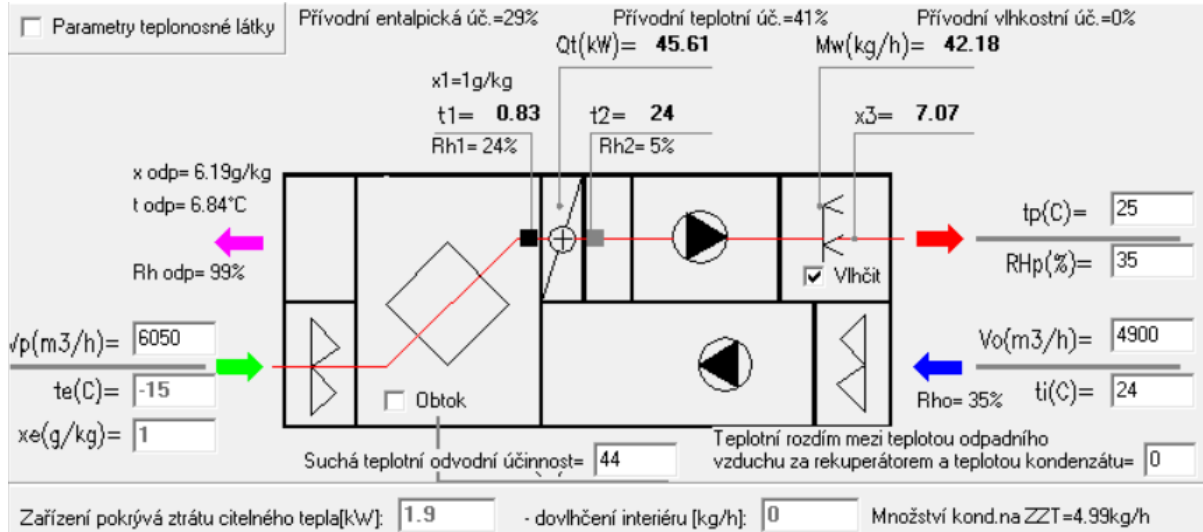
4. Zařízení č. 3

4.1 VZT jednotka před ekodesignem

4.1.1 Parametry jednotky a účinnosti



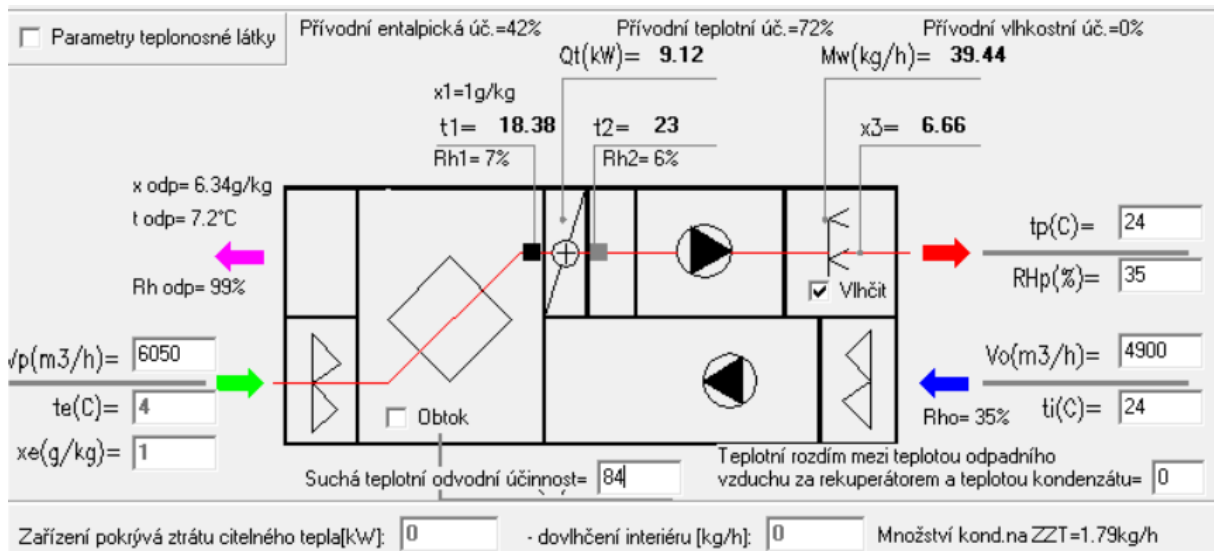
Obr. 22 Parametry jednotky dle technického listu výrobce – z.č. 3 Janka



Obr. 23 Parametry jednotky upravené dle předpokládaného reálného chování – z.č. 3 Janka

Výrobce jednotky Janka uvádí ve svém technickém listu účinnost ZTZ 53 %. Tato účinnost ale neodpovídá uvedené hodnotě teploty výstupního vzduchu. Po vymodelování jednotky s účinností 41 % bylo dosaženo uvedené teploty výstupního vzduchu i reálnější hodnoty množství kondenzátu na ZTZ. Tyto výpočty počítaly s návrhovými okrajovými podmínkami a s rozdílem venkovního a vnitřního vzduchu 39 K.

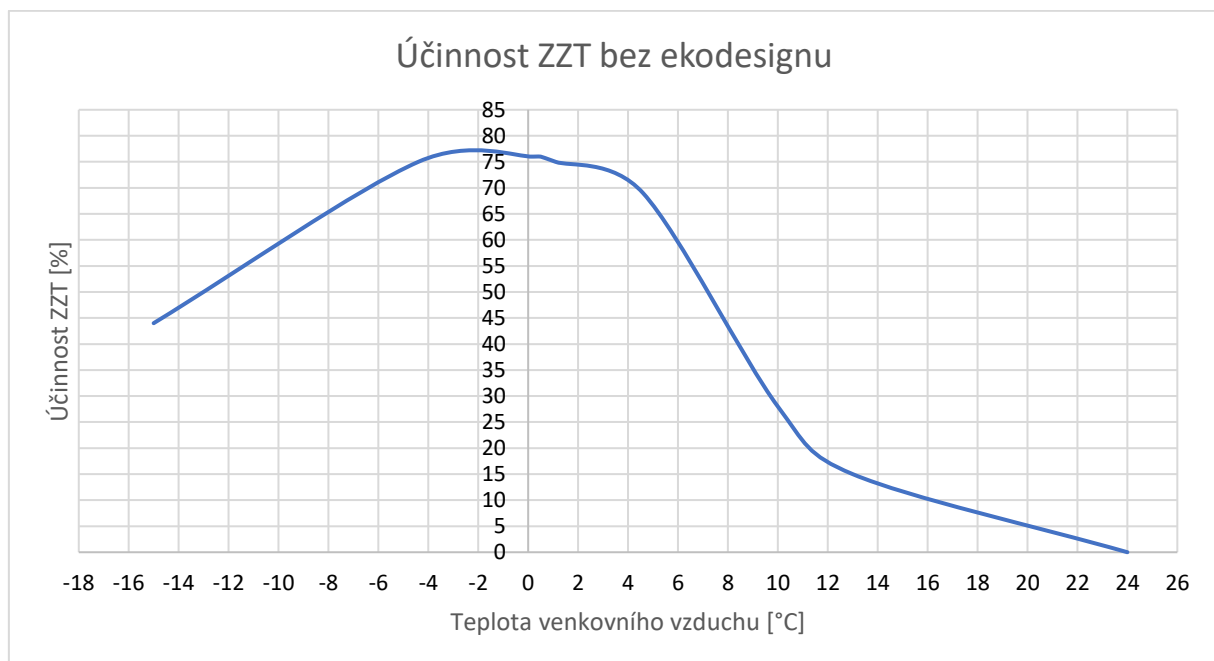
V další modelaci jednotky byl použit rozdíl venkovní a vnitřní teploty vzduchu 20 K, který uvádí nařízení komise EU č. 1253/2014 v definici tepelné účinnosti systému ZZT. V tomto případě namodelovaném pro požadavky na ekodesign byla vypočtena účinnosti výměníku 72 %. O 1 % jednotka nevyhoví na požadavky ekodesignu.



Obr. 24 Parametry jednotky při rozdílu teplot 20 K – z.č. 3 Janka

4.1.2 Měsíční spotřeby energií

Předpokládané teoretické účinnosti jednotky jsou odečteny z následujícího grafu:

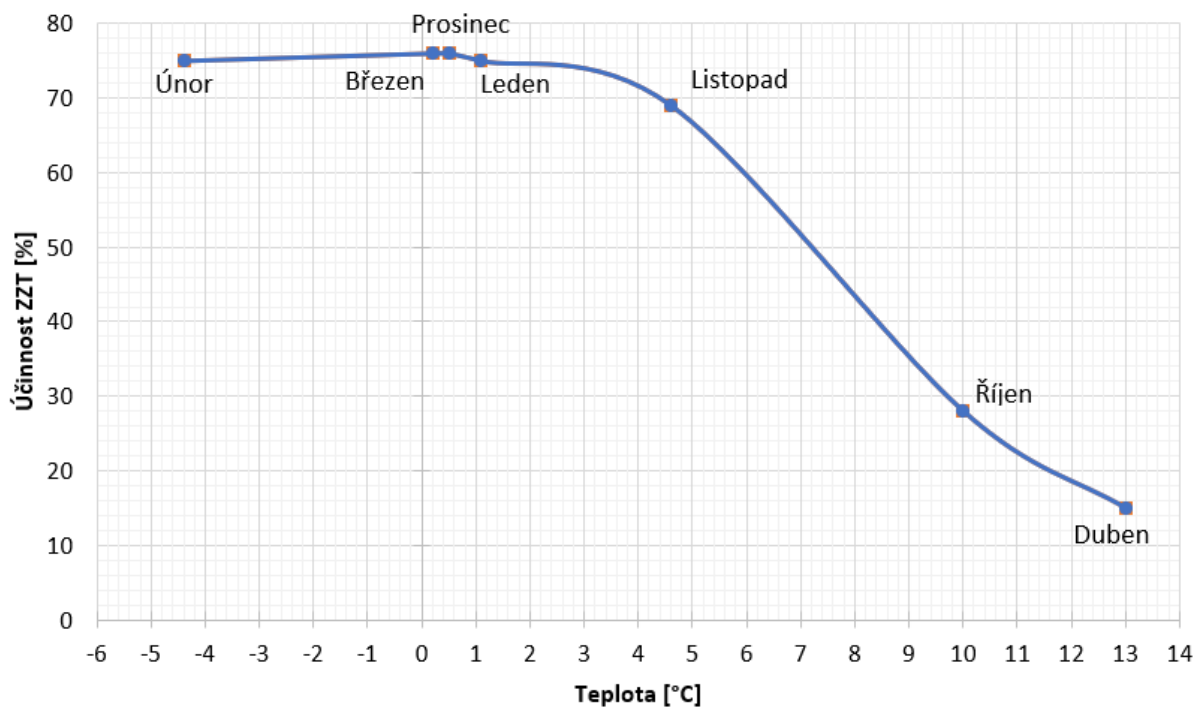


Graf 1 Závislost účinnosti ZZT na venkovní teplotě vzduchu (bez ekodesignu)

Měsíc		Leden	Únor	Březen	Duben	Říjen	Listopad	Prosinec
Průměrná teplota	°C	1,1	-4,4	0,2	13	10	4,6	0,5
Účinnost	%	75	75	76	15	28	69	76
Spotřeba tepla se ZTZ	MWh	9,23	8,78	7,22	13,3	11,54	8,31	8,55
Spotřeba tepla bez ZTZ	MWh	23,52	22,36	18,77	15,14	14,93	18,85	22,23
Spotřeba el. energie	MWh	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11

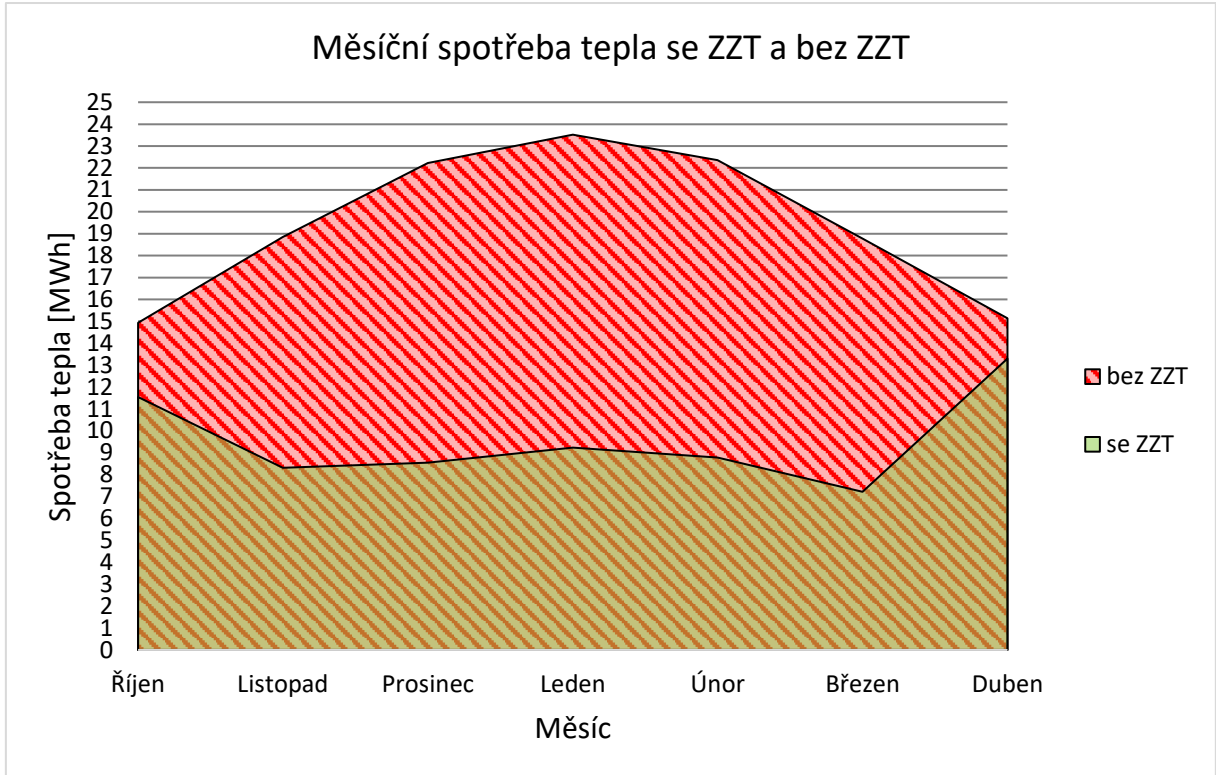
Tab. 17 Měsíční spotřeby tepelné a elektrické energie – z.č. 3 Janka

Závislost účinnosti na teplotě



Graf 2 Závislost účinnosti na teplotě – z.č.3 Janka

Z grafu 2 vyplývá, že účinnost systému ZTZ se snižuje s klesajícím rozdílem vnitřní a venkovní teploty.

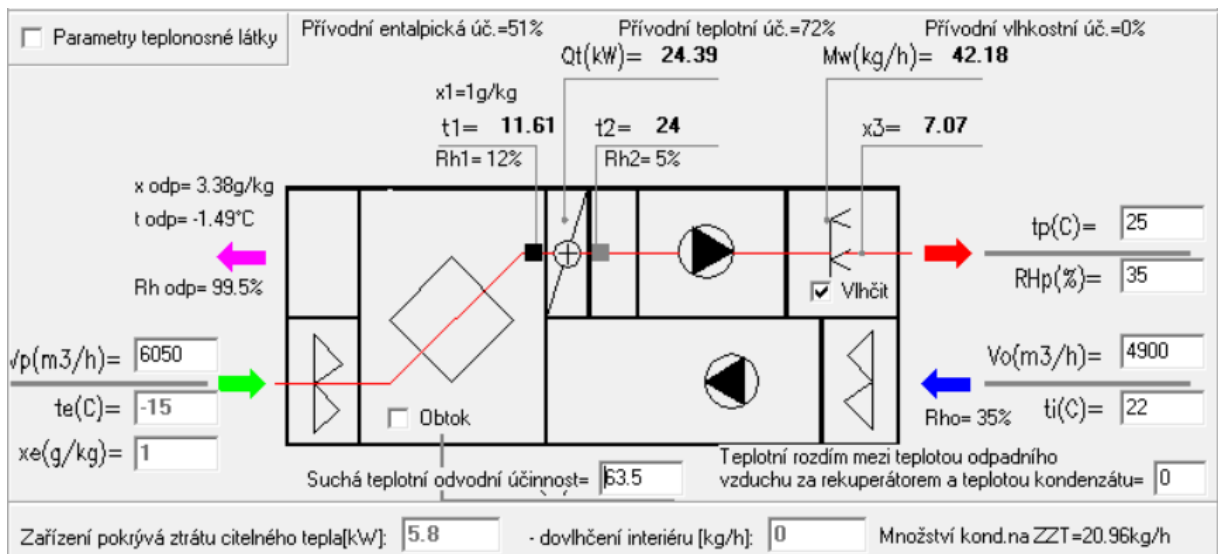


Graf 3 Měsíční spotřeby tepla se ZTZ a bez ZTZ – z.č. 3 Janka

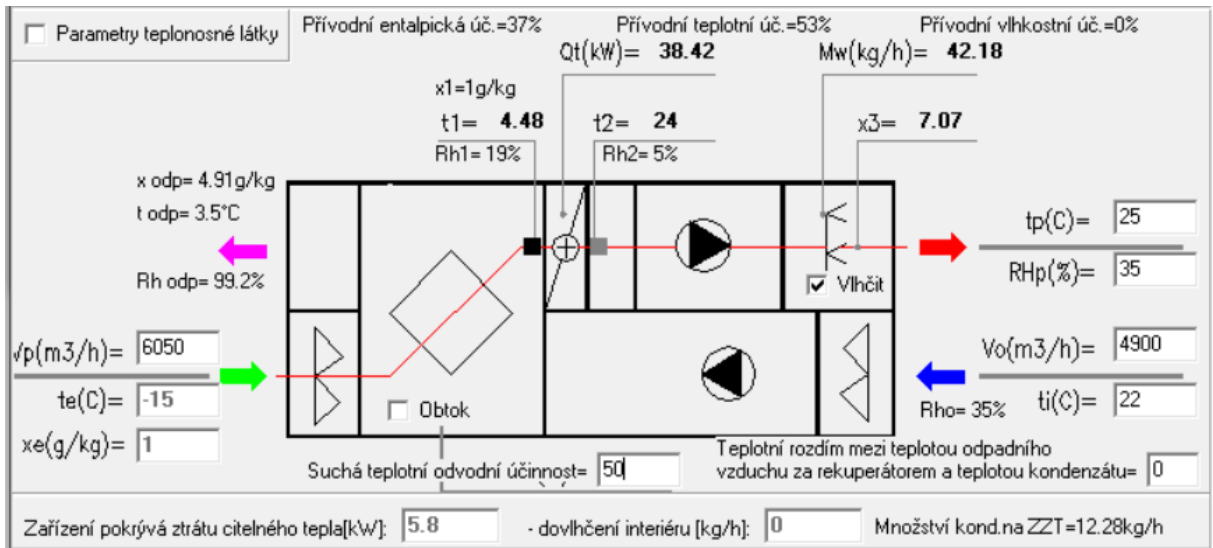
Z grafu 3 je viditelná významná úspora tepelné energie při využití systému ZTZ.

4.2 VZT jednotka po ekodesignu

4.2.1 Parametry jednotky a účinnosti



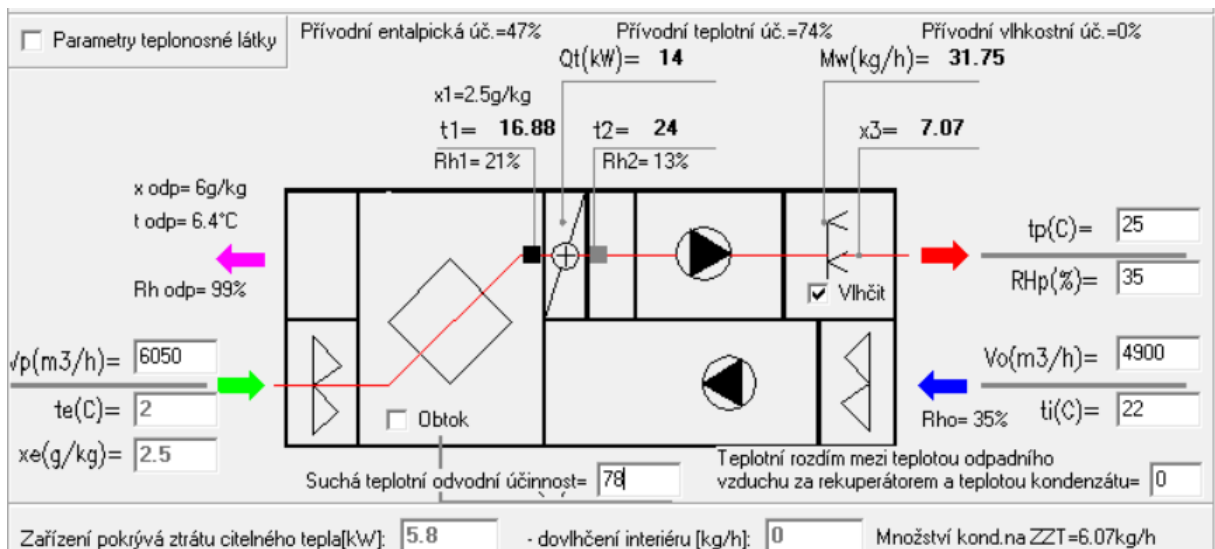
Obr. 25 Parametry jednotky dle technického listu výrobce – z.č.3 Remak



Obr. 26 Parametry jednotky upravené podle předpokladu reálného chování jednotky – z.č. 3 Remak

Výrobce jednotky Remak uvádí ve svém technickém listu účinnost ZZT 72 %. Tato účinnost ale neodpovídá uvedené hodnotě teploty výstupního vzduchu. Při teplotě $-1,49\text{ °C}$ ($-3,5\text{ °C}$ dle tech. listu) by docházelo k namrzání deskového rekuperátoru a tím k poničení jednotky. Po vymodelování jednotky s účinností 53 % bylo dosaženo teploty výstupního vzduchu $3,5\text{ °C}$, při které by již k namrzání výměníku nedocházelo. Tyto výpočty počítaly s návrhovými okrajovými podmínkami a s rozdílem teplot venkovního a vnitřního vzduchu 37 K.

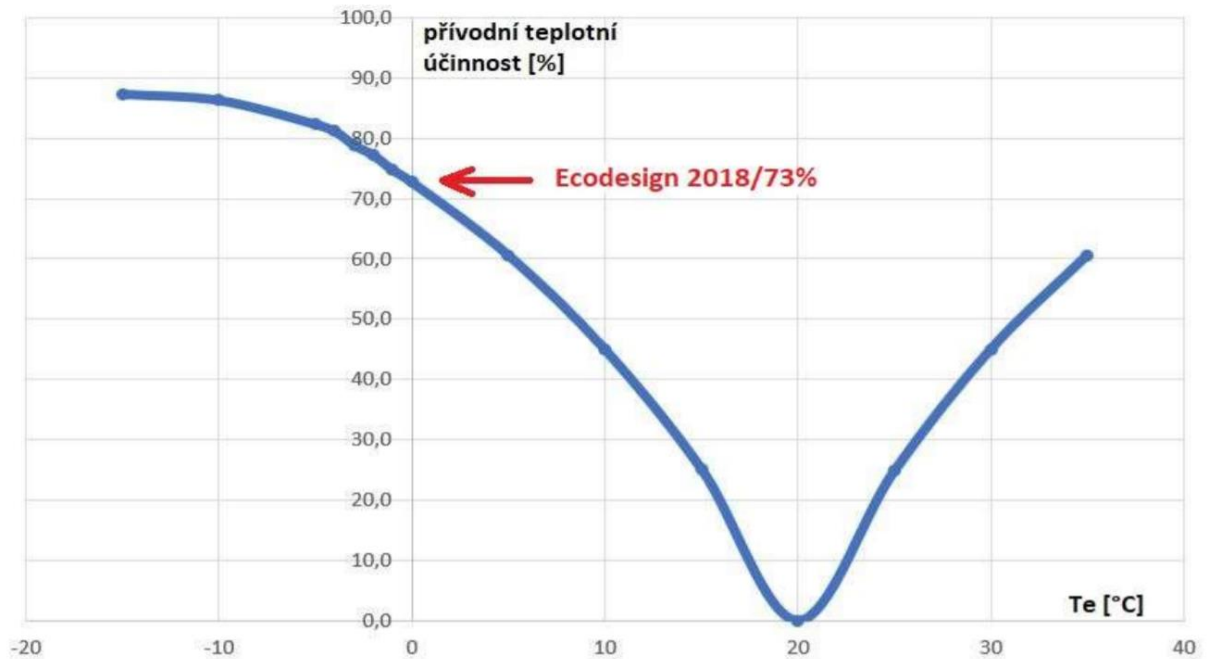
Při účinnosti 53 % by ale nebyl splněn požadavek na ekodesign. Požadavky na ekodesign u větracích jednotek pro jiné než obytné budovy ale počítá s rozdílem teplot 20 K. Při namodelování jednotky s rozdílem venkovního a vnitřního vzduchu 20 K byla vypočítána účinnost 74 %, která požadavky na ekodesign splňuje.



Obr. 27 Parametry jednotky při rozdílu teplot 20 K – z.č. 3 Remak

4.2.2 Měsíční spotřeby energií

Předpokládané teoretické účinnosti jednotky jsou odečteny z následujícího grafu:

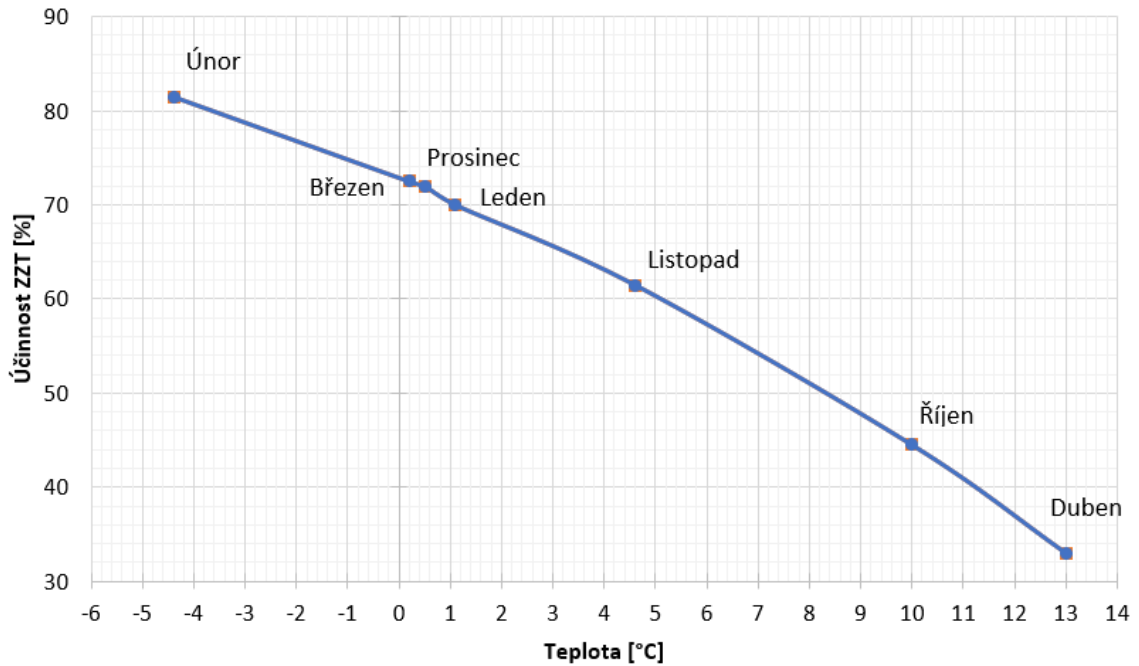


Graf 4 Závislost účinnosti ZT na venkovní teplotě [20]

Měsíc		Leden	Únor	Březen	Duben	Říjen	Listopad	Prosinec
Průměrná teplota	°C	1,1	-4,4	0,2	13	10	4,6	0,5
Účinnost	%	70	81,5	72,5	33	44,5	61,5	72
Spotřeba tepla se ZT	MWh	10,19	7,6	7,75	11,1	9,55	8,91	9,27
Spotřeba tepla bez ZT	MWh	23,52	22,36	18,77	15,14	14,93	18,85	22,23
Spotřeba el. energie	MWh	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3

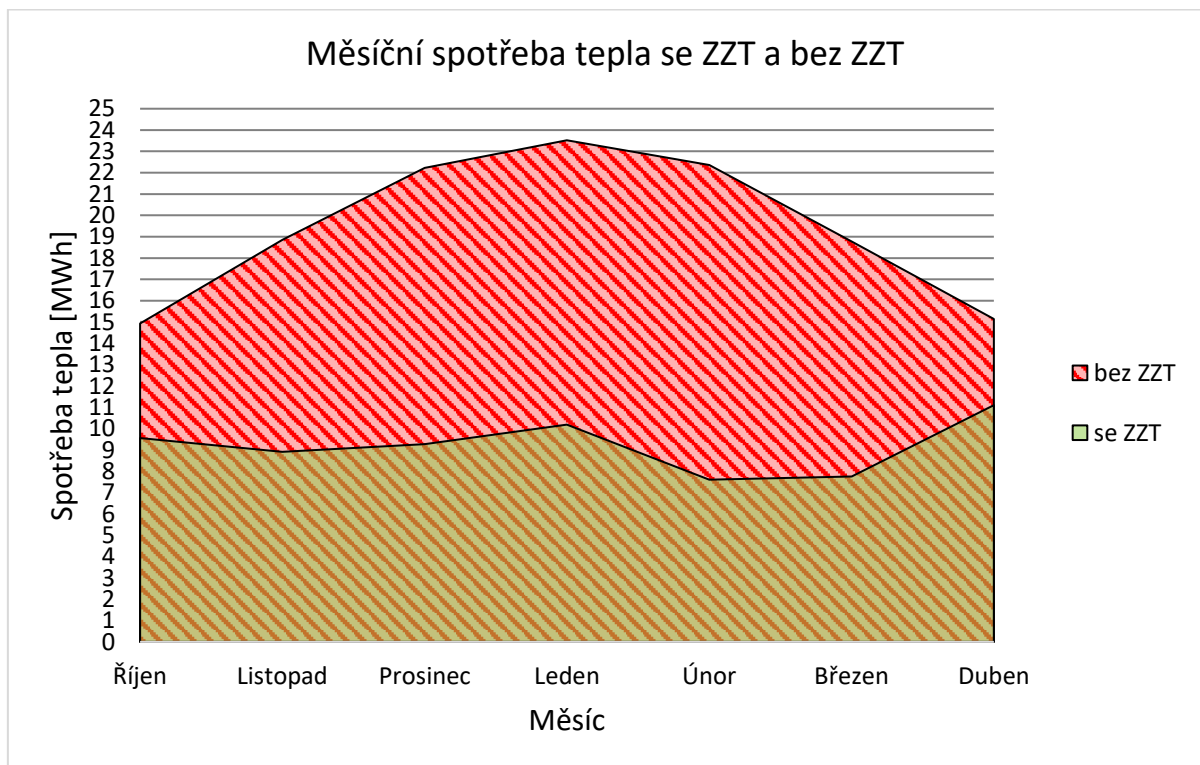
Tab. 18 Měsíční spotřeby tepelné a elektrické energie – z.č. 3 Remak

Závislost účinnosti na teplotě



Graf 5 Závislost účinnosti na teplotě – z.č.3 Remak

Z grafu 5 vyplývá, že účinnost systému ZTT se snižuje s klesajícím rozdílem vnitřní a venkovní teploty.



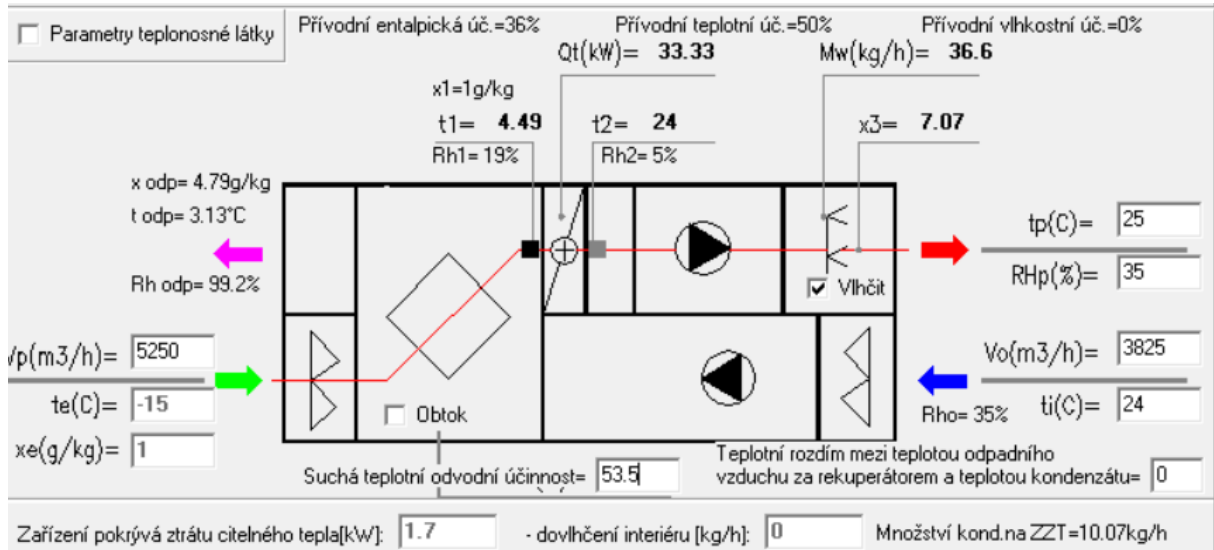
Graf 6 Měsíční spotřeby tepla se ZTT a bez ZTT – z.č. 3 Remak

Z grafu 6 je viditelná významná úspora tepelné energie při využití systému ZZT.

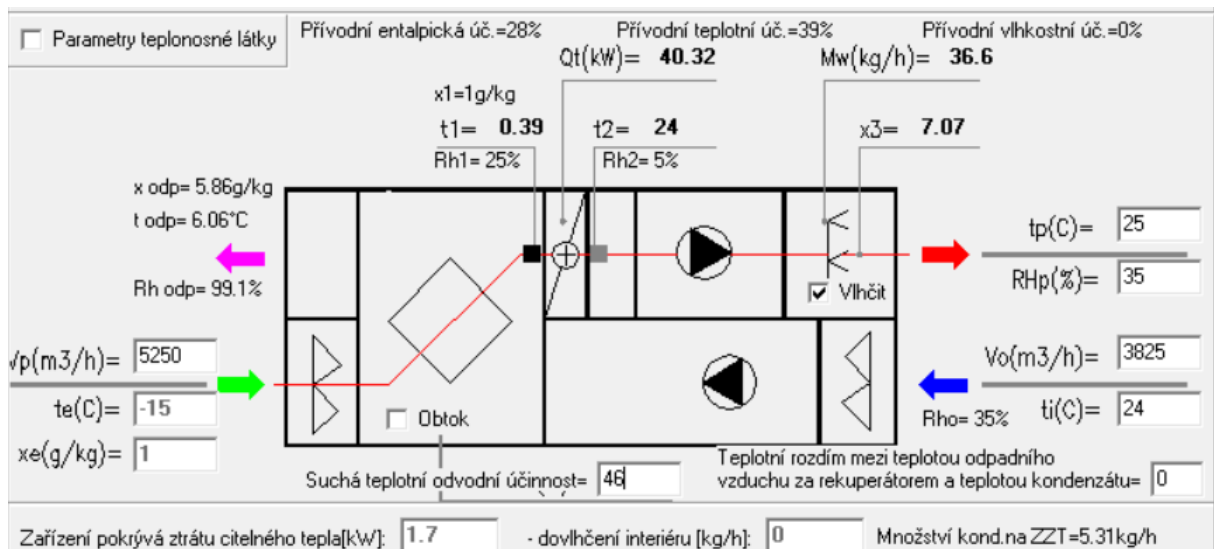
5. Zařízení č. 4

5.1 VZT jednotka před ekodesignem

5.1.1 Parametry jednotky a účinnosti



Obr. 28 Parametry jednotky dle technického listu výrobce - z.č. 4 Janka

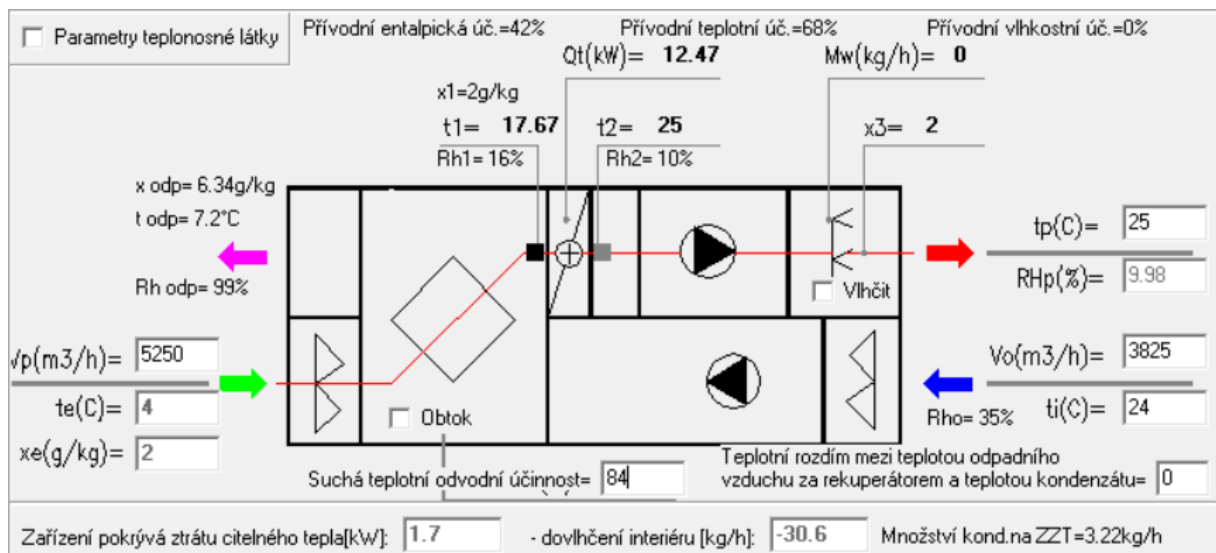


Obr. 29 Parametry jednotky upravené podle předpokladu reálného chování jednotky - z.č. 4 Janka

Výrobce jednotky Janka uvádí ve svém technickém listu účinnost ZZT 50 %. Tato účinnost ale neodpovídá uvedené hodnotě teploty výstupního vzduchu. Po vymodelování jednotky s účinností 39 % bylo dosaženo uvedené teploty výstupního vzduchu i reálnější hodnoty

množství kondenzátu na ZZT. Tyto výpočty počítaly s návrhovými okrajovými podmínkami a s rozdílem venkovního a vnitřního vzduchu 39 K.

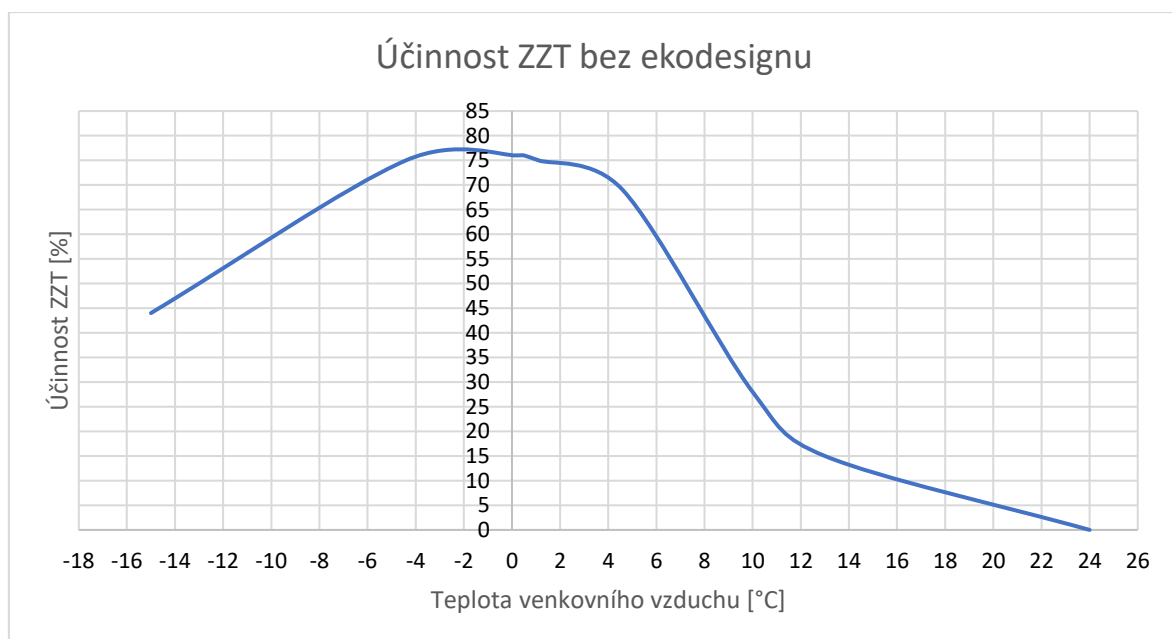
V další modelaci jednotky byl použit rozdíl venkovní a vnitřní teploty vzduchu 20 K, který uvádí nařízení komise EU č. 1253/2014 v definici tepelné účinnosti systému ZZT. V tomto případě namodelovaném pro požadavky na ekodesign byla vypočtena účinnosti výměníku 68 %. O 5 % jednotka nevyhoví na požadavky ekodesignu.



Obr. 30 Parametry jednotky při rozdílu teplot 20 K – z.č. 4 Janka

5.1.2 Měsíční spotřeby energií

Předpokládané teoretické účinnosti jednotky jsou odečteny z následujícího grafu:

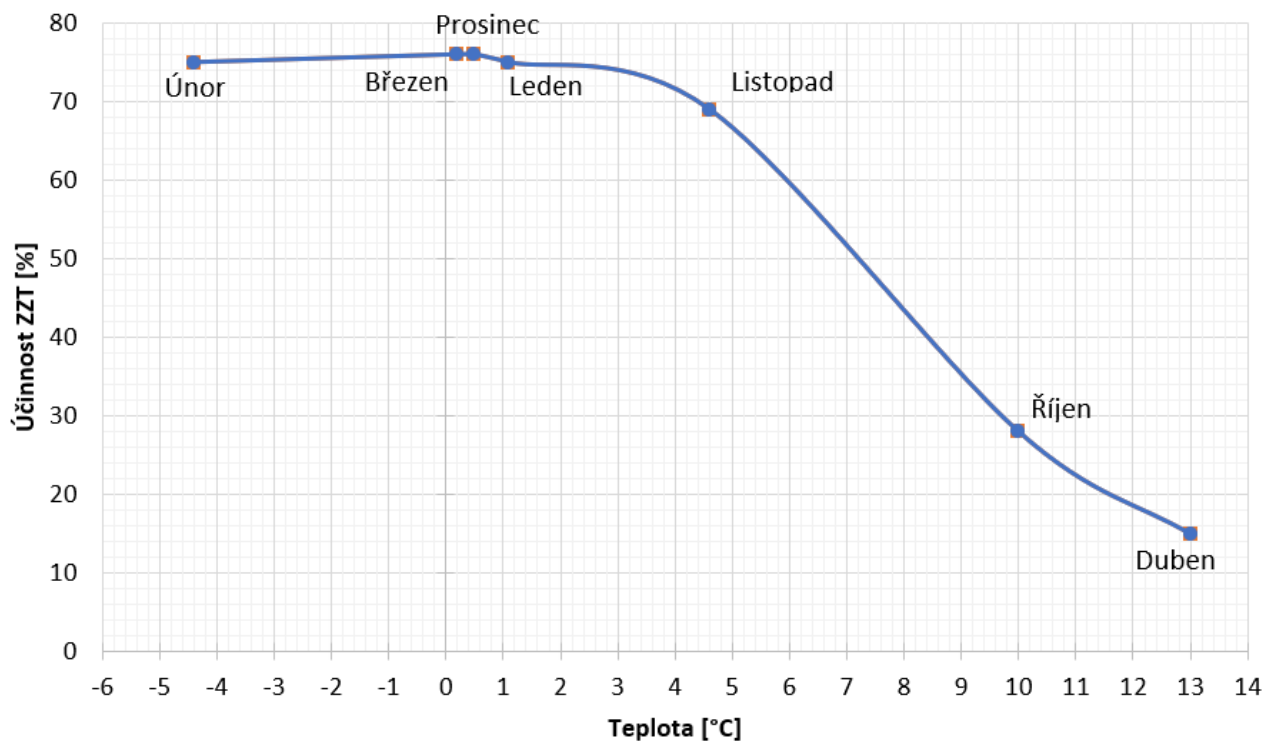


Graf 7 Závislost účinnosti ZZT na venkovní teplotě vzduchu (bez ekodesignu)

Měsíc		Leden	Únor	Březen	Duben	Říjen	Listopad	Prosinec
Průměrná teplota	°C	1,1	-4,4	0,2	13	10	4,6	0,5
Účinnost	%	75	75	76	15	28	69	76
Spotřeba tepla se ZT	MWh	9,23	8,78	7,27	11,7	10,31	8,13	8,61
Spotřeba tepla bez ZT	MWh	20,41	19,41	16,29	13,14	12,95	16,36	19,29
Spotřeba el. energie	MWh	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99

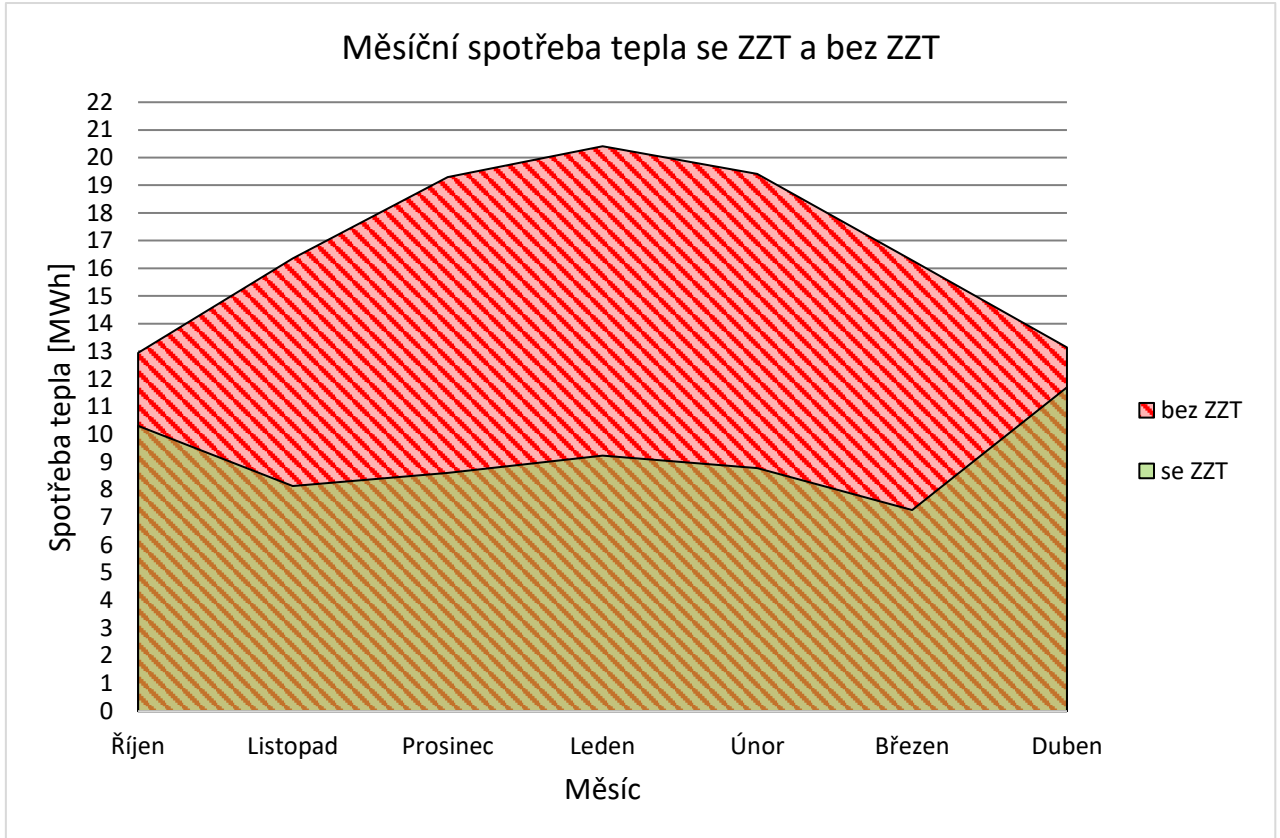
Tab. 19 Měsíční spotřeby tepelné a elektrické energie – z.č. 4 Janka

Závislost účinnosti na teplotě



Graf 8 Závislost účinnosti na teplotě – z.č.4 Janka

Z grafu 8 vyplývá, že účinnost systému ZT se snižuje s klesajícím rozdílem vnitřní a venkovní teploty.

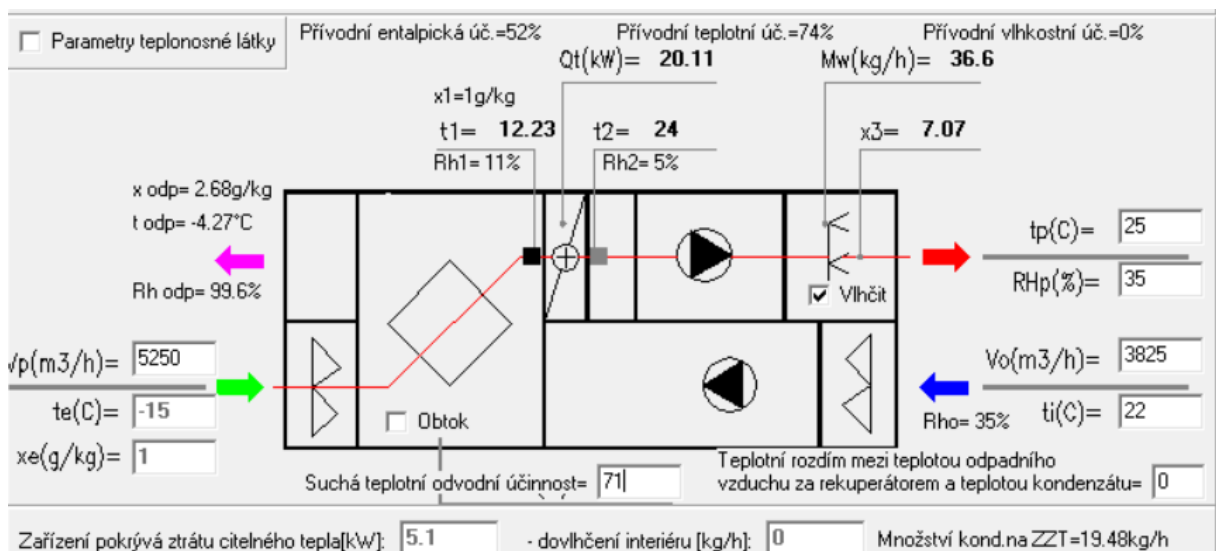


Graf 9 Měsíční spotřeby tepla se ZZT a bez ZZT – z.č. 4 Janka

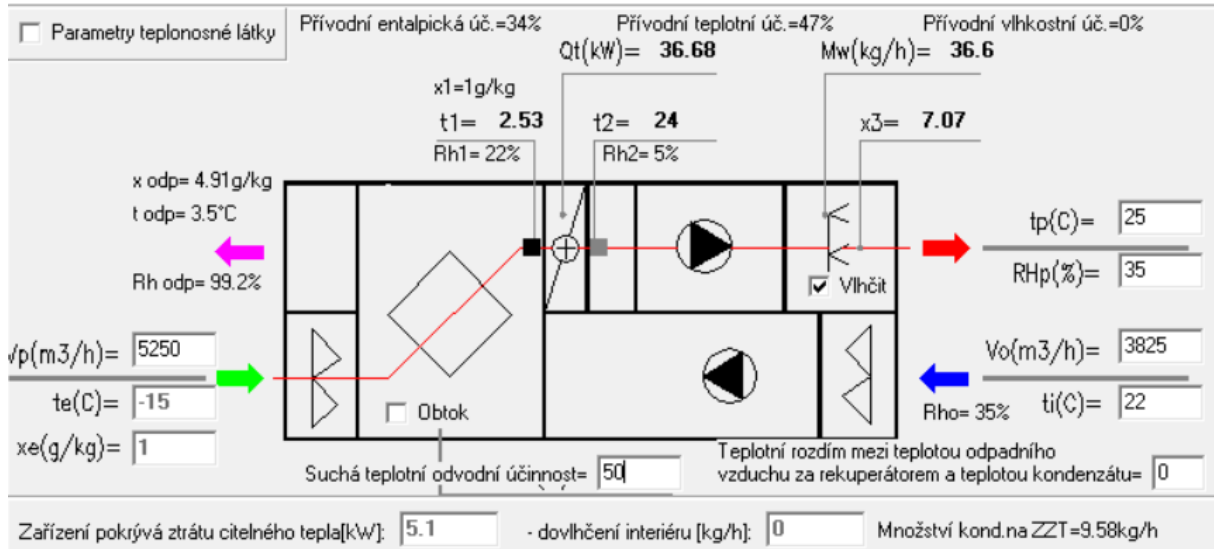
Z grafu 9 je viditelná významná úspora tepelné energie při využití systému ZZT.

5.1 VZT jednotka po ekodesignu

5.1.1 Parametry jednotky a účinnosti



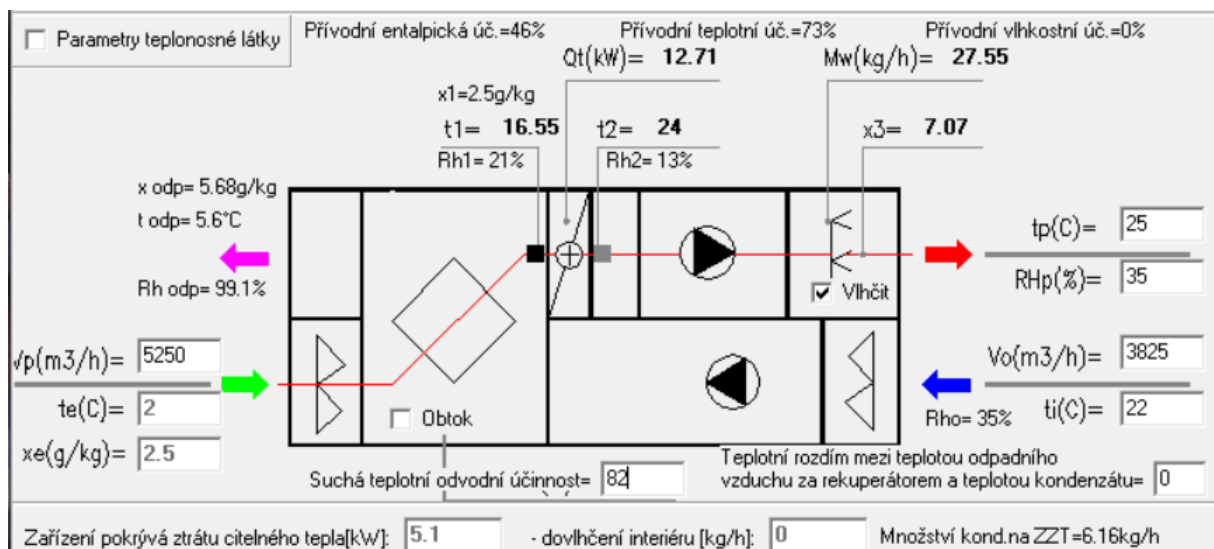
Obr. 31 Parametry jednotky dle technického listu výrobce – z.č. 4 Remak



Obr. 32 Parametry jednotky upravené podle předpokladu reálného chování jednotky – z.č. 4 Remak

Výrobce jednotky Remak uvádí ve svém technickém listu účinnost ZZT 74 %. Tato účinnost ale neodpovídá uvedené hodnotě teploty výstupního vzduchu. Při teplotě $-4,27^\circ\text{C}$ ($-4,7^\circ\text{C}$ dle tech. listu) by docházelo k namrzání deskového rekuperátoru a tím k poničení jednotky. Po vymodelování jednotky s účinností 47 % bylo dosaženo teploty výstupního vzduchu $3,5^\circ\text{C}$, při které by již k namrzání výměníku nedocházelo. Tyto výpočty počítaly s návrhovými okrajovými podmínkami a s rozdílem teplot venkovního a vnitřního vzduchu 37 K .

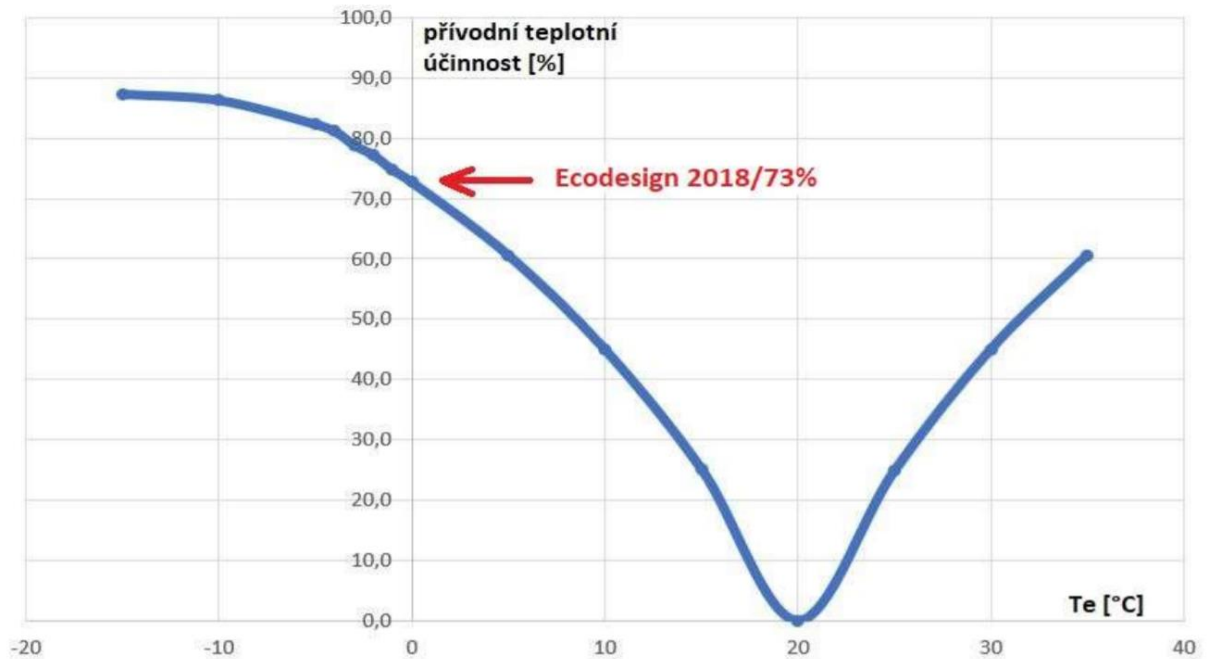
Při účinnosti 53 % by ale nebyl splněn požadavek na ekodesign. Požadavky na ekodesign u větracích jednotek pro jiné než obytné budovy ale počítá s rozdílem teplot 20 K . Při namodelování jednotky s rozdílem venkovního a vnitřního vzduchu 20 K byla vypočítána účinnost 73 %, která požadavky na ekodesign splňuje.



Obr. 33 Parametry jednotky při rozdílu teplot 20 K – z.č. 4 Remak

5.1.1 Měsíční spotřeby energií

Předpokládané teoretické účinnosti jednotky jsou odečteny z následujícího grafu:

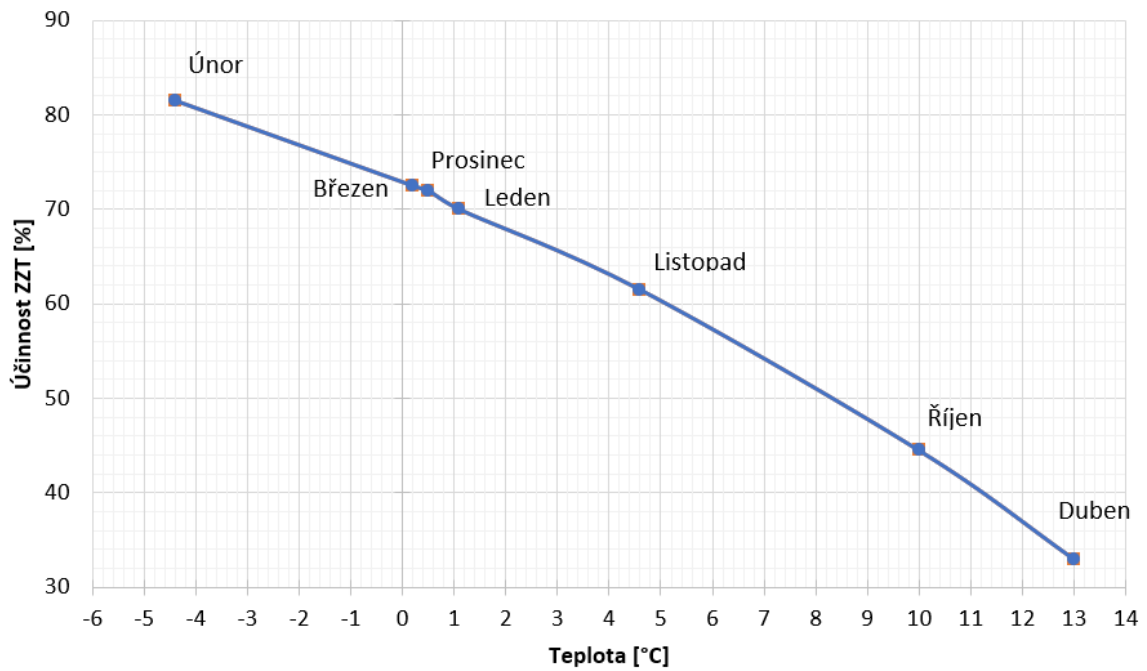


Graf 10 Závislost účinnosti ZT na venkovní teplotě [20]

Měsíc		Leden	Únor	Březen	Duben	Říjen	Listopad	Prosinec
Průměrná teplota	°C	1,1	-4,4	0,2	13	10	4,6	0,5
Účinnost	%	70	81,5	72,5	33	44,5	61,5	72
Spotřeba tepla se ZT	MWh	10	7,88	7,68	9,98	8,75	9,03	9,17
Spotřeba tepla bez ZT	MWh	20,41	19,41	16,29	13,14	12,95	16,36	19,29
Spotřeba el. energie	MWh	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26

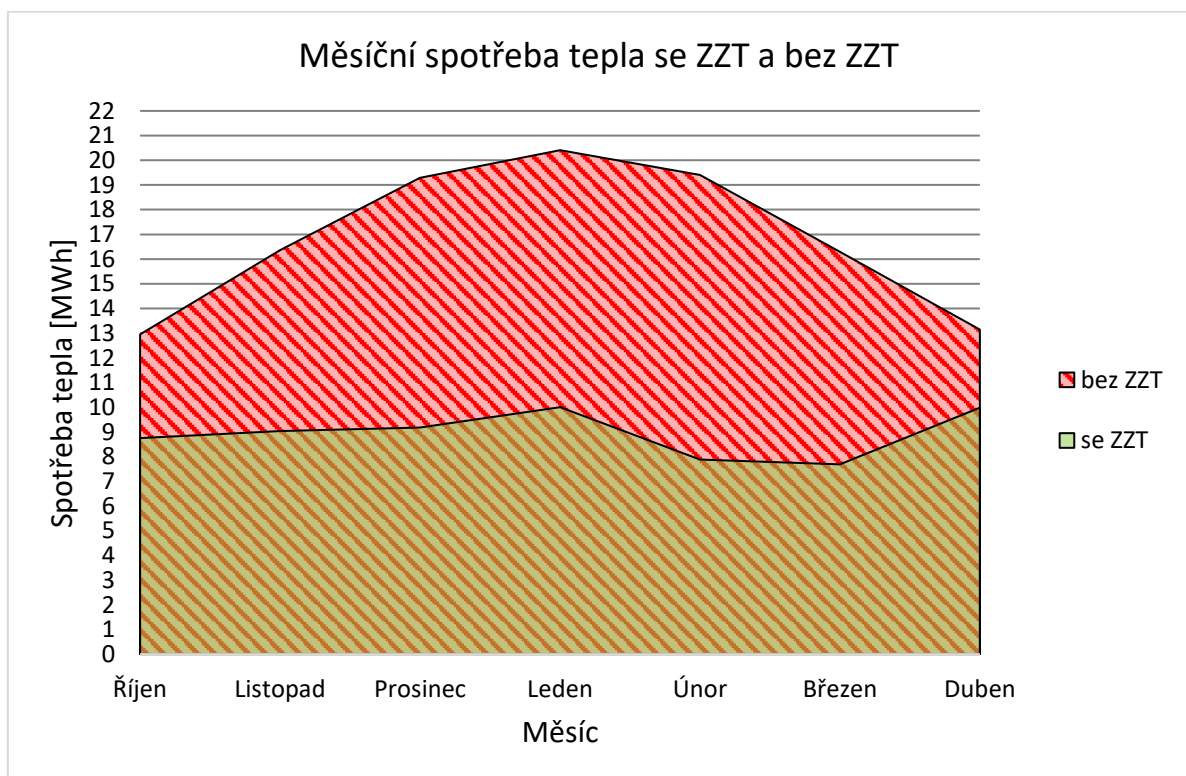
Tab. 20 Měsíční spotřeby tepelné a elektrické energie – z.č. 4 Remak

Závislost účinnosti na teplotě



Graf 11 Závislost účinnosti na teplotě – z.č.4 Remak

Z grafu 11 vyplývá, že účinnost systému ZST se snižuje s klesajícím rozdílem vnitřní a venkovní teploty.



Graf 12 Měsíční spotřeby tepla se ZST a bez ZST – z.č. 4 Remak

6. Vyhodnocení

Ve výpočtech vyčíslení ročních nákladů na spotřeby energií jsou použity tyto tarify:

Tepelná energie: 522 Kč/GJ

[21]

Elektrická energie: 2712,6 Kč/MWh

[22]

6.1 Zařízení č. 3

6.1.1 Spotřeba tepelné energie

Spotřeba tepla se ZT								
z.č. 3	měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Říjen	Listopad	Prosinec
Remak	MWh	10,19	7,6	7,75	11,1	9,55	8,91	9,27
Janka	MWh	9,23	8,78	7,22	13,3	11,54	8,31	8,55

Tab. 21 Z.č. 3 – srovnání spotřeb tepelné energie jednotek

z.č. 3	Rok celkem		Náklady celkem
	MWh	GJ	Kč/rok
Remak	64,37	231,732	127 916,06
Janka	66,93	240,948	133 003,30
Roční úspora - Remak			5 087,23

Tab. 22 Z.č. 3 - vyčíslení ročních nákladů na spotřebu tepelné energie

6.1.2 Spotřeba elektrické energie

Spotřeba elektrické energie za rok			
z.č. 3	Roční spotřeba		Kč/rok
Remak	16,1	MWh	43 672,86
Janka	7,7	MWh	20 887,02
Úspora - Janka	8,4	MWh	22 785,84

Tab. 23 Z.č. 3 – srovnání spotřeb elektrické energie jednotek a vyčíslení ročních nákladů

6.2 Zařízení č. 4

6.2.1 Spotřeba tepelné energie

Spotřeba tepla se ZT								
z.č. 4	měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Říjen	Listopad	Prosinec
Remak	MWh	10	7,88	7,68	9,98	8,75	9,03	9,17
Janka	MWh	9,23	8,8	7,27	11,7	10,31	8,13	8,61

Tab. 24 Z.č. 4 – srovnání spotřeb tepelné energie jednotek

z.č. 4	Rok celkem		Náklady celkem
	MWh	GJ	Kč/rok
Remak	62,49	224,964	124 180,13
Janka	64,05	230,58	127 280,16
Roční úspora - Remak			3 100,03

Tab. 25 Z.č. 4 - vyčíslení ročních nákladů na spotřebu tepelné energie

6.2.2 Spotřeba elektrické energie

Spotřeba elektrické energie za rok			
z.č. 4	Roční spotřeba		2712,6 Kč/MWh
Remak	15,82	MWh	42 913,33
Janka	6,93	MWh	18 798,32
Úspora - Janka	8,89	MWh	24 115,01

Tab. 26 Z.č. 4 - srovnání spotřeb elektrické energie jednotek a vyčíslení ročních nákladů

6.3 Porovnání ročních nákladů na energie

Provozní náklady za rok/Kč				
Zařízení	z.č. 3		z.č. 4	
	Remak	Janka	Remak	Janka
Tepelná energie	127 916,06	133 003,30	124 180,13	127 280,16
Elektrická energie	43 672,86	20 887,02	42 913,33	18 798,32
Celkem	171 588,92	153 890,32	167 093,46	146 078,48
Rozdíl	17 698,61		21 014,98	

Tab. 27 Porovnání ročních nákladů

Z vyčíslení ročních provozních nákladů vyplývá, že z hlediska tepelné energie jsou jednotky navržené po ekodesignu 2018 úspornější. Naopak z hlediska spotřeb elektrické energie jsou úspornější starší jednotky, které byly navrženy před ekodesignem 2018 (rok 2006).

V celkovém součtu spotřeb energií vychází jako ekonomicky a energeticky úspornější jednotky, které byly navrženy bez požadavků na ekodesign. Tento výsledek je důsledkem většího příkonu potřebného pro pohon motorů jednotek Remak. V ročním měřítku je toto navýšení spotřeby elektrické energie značné.

Poznámka: Jednotky Janka mají ventilátory poháněné motorem se spirální skříní, zatímco ventilátory jednotky Remak jsou s volným oběžným kolem. Proto nelze tyto dva typy ventilátorů úplně přesně srovnávat.

Dalším vysvětlením velkého rozdílu ve spotřebě elektrické energie jednotek může být výrazný rozdíl v tlakových ztrátách jednotlivých komponent jednotky. Jedná se především o filtry, které mají v důsledku modernější technologie a kvalitnějšího provedení podstatně vyšší tlakovou ztrátu než starší jednotky. Další velký rozdíl v tlakových ztrátách je u deskového výměníku. Ten je kvůli požadavkům na ekodesign 2018 nejen rozměrově větší, ale také má mnohem větší tlakovou ztrátu při proudění vzduchu.

Tlaková ztráta [Pa]		z. č. 3			z. č. 4		
		Remak	Janka	Rozdíl	Remak	Janka	Rozdíl
Přívod	Filtr M5 F5	116	66	50	119	52	67
	Filtr F9 F9	208	200	8	215	164	51
	Deskový výměník	176	5	171	243	5	238
Odvod	Filtr M5 G4	112	38	74	112	34	78
	Deskový výměník	128	34	94	151	22	129

Tab. 28 Srovnání tlakových ztrát jednotek Janka a Remak

7. Závěr – část C

Z provedené analýzy průběhu tepelné přívodní účinnosti je spotřeba tepelné energie u zařízení s ekodesignem pro provoz pozitivním jevem. V tomto konkrétním případě je ale velmi pravděpodobné, že vysoké pořizovací náklady a spotřeba elektrické energie u nových zařízení převažují efekt úspory tepla. Z mého pohledu se nemusí jednat při záměně nových zařízení za starší typy bez ekodesignu o pravidelný jev u jiných vzduchotechnických zařízení, ale s ohledem na zjištěné skutečnosti doporučuji, aby před každou takovouto záměnou byla v technické praxi provedena obdobná analýza. Kromě navýšení spotřeby elektrické energie se u takovýchto záměn při rekonstrukcích musí počítat i s většími prostorovými nároky jednotek.

ZÁVĚR

Nařízení o ekodesignu vzešlo ze snahy o snižování spotřeby energií, které se neustále zvyšují. Větrací jednotky spotřebovávají více než 2 % elektrické energie v rámci celé Evropské unie a patří tak mezi největší spotřebitele elektřiny pro vnitřní prostory. Ekodesignu se týká několik závazných právních předpisů. Požadavky na ekodesign větracích jednotek se zabývá Nařízení komise EU č. 1253/2014.

Vzduchotechnika má ve zdravotnických zařízeních dvě hlavní funkce – zajišťovat požadované vnitřní mikroklima a zamezit nozokomiálním nákazám a šíření infekce. Tyto funkce zajišťují úpravy vzduchu jako je filtrace (dvoustupňová a třístupňová), ohřev a chlazení, řízené vlhčení a odvlhčování, dále správně navrhnuté výměny vzduchu, tlakové poměry a samotné chování personálu zdravotnických zařízení.

Řešená část budovy nemocnice je rozdělena do dvou funkčních celků, které obsluhují dvě samostatná vzduchotechnická zařízení. Zařízení č. 3 obsluhuje prostory diagnostického centra a zařízení č. 4 obsluhuje prostory urgentního příjmu pacientů a vyšetřovny. Vzduchotechnika je navržena s ohledem na veškeré právní předpisy a splňuje provozní, hygienické a funkční požadavky. Projekt je navržen ve stupni pro stavební povolení.

Z provedené analýzy průběhu tepelné přívodní účinnosti je spotřeba tepelné energie u zařízení s ekodesignem pro provoz pozitivním jevem. V tomto konkrétním případě je ale velmi pravděpodobné, že vysoké pořizovací náklady a spotřeba elektrické energie u nových zařízení převažují efekt úspory tepla. Z mého pohledu se nemusí jednat při záměně nových zařízení za starší typy bez ekodesignu o pravidelný jev u jiných vzduchotechnických zařízení, ale s ohledem na zjištěné skutečnosti doporučuji, aby před každou takovouto záměnou byla v technické praxi provedena obdobná analýza. Kromě navýšení spotřeby elektrické energie se u takovýchto záměn při rekonstrukcích musí počítat i s většími prostorovými nároky jednotek.

POUŽITÉ ZDROJE

- [1] Nařízení komise Evropské unie č. 1253/20144
- [2] Zákon 299/2011 Sb.
- [3] <https://www.mpo.cz/>
- [4] <https://www.tzb-info.cz/>
- [5] <http://ec.europa.eu>
- [6] LAIN, Miloš, František DRKAL a Jakub ŠIMEK. *Ekodesign větracích jednotek: otázky a odpovědi*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2017. ISBN 978-80-02-02771-3.
- [7] <https://vetrani.tzb-info.cz/uspory-energie-vetrani-klimatizace/11079-doporuceni-pro-merny-prikon-ventilatoru-sfp-a-ucinnost-vzduchotechnicky-systemu-i>
- [8] *Vytápění, větrání, instalace*. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 1992-. ISSN 1210-1389
- [9] <http://www.remak.eu>
- [10] ZEMAN, Miroslav a Zdeněk KRŠKA. *Chirurgická propedeutika: Třetí, doplněné a přepracované vydání*. 3. Praha: Grada, 2011, 512 s. ISBN 978-80-247-3770-6.
- [11] <http://www.nembce.cz> Nemocnice Boskovice
- [12] <http://www.szu.cz> Státní zdravotní ústav
- [13] RUBINA, Aleš. Vybrané statě ze vzduchotechniky – Analýza vnitřního mikroklima čistých prostorů. VUT v Brně, 2019
- [14] Bc. Barbora Stojanová *Aerosolové a mikrobiální mikroklima čistých prostorů*. Brno, 2018. 171 s., 1 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
- [15] https://www.wikiskripta.eu/w/Nozokomi%C3%A1ln%C3%AD_n%C3%A1kazy
- [16] <https://www.flaktgroup.com/>
- [17] <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/7745-vyznam-modelovani-fyzikalnich-jevu-a-uzitneho-vzoru-pro-vyvoj-nove-technologie>
- [18] Nařízení komise EU č. 327/2011
- [19] <https://www.univent.cz/>

[20] RUBINA, Aleš. Vybrané statě ze vzduchotechniky – Zpětné získávání tepla ve vzduchotechnice, Ecodesign 2018.VUT v Brně, 2019

[21] <http://www.teplarny.cz/cena-tepla>

[22] <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energie/14-prehled-cen-elektricke-energie>

[23] vlastní fotoarchiv

[24] <http://www.topin.cz/clanky/cisteni-jednotek-vzt-detail-5670>

[25] <http://www.psmos.sk/>

SEZNAM POUŽITÝCH PROGRAMŮ

[1] Teruna v1.5b : Modelování mikroklima a navrhování vzduchotechniky

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Definice větracích jednotek z Nařízení komise EU č. 1253/2014 [1]	17
Obr. 2 Rozhodovací strom pro určení funkce jednotky a působnost nařízení č. 1253/2014 [6]	19
Obr. 3 Zvláštní požadavky na ekodesign větracích jednotek pro jiné než obytné budovy podle čl. 3 odst. 2 a čl. 3 odst. 4 [1]	21
Obr. 4 H-x diagram – teplotní účinnost [20]	22
Obr. 5 Určení SFP_{int} – schéma [6]	23
Obr. 6 Doporučená skladba VZT jednotky v hygienickém provedení [9]	30
Obr. 7 Příklad konstrukčního uspořádání čistého nástavce CGF-H [16].....	32
Obr. 8 Vířivá výust čistého nástavce [23].....	32
Obr. 9 Kombinovaný laminární strop v zákrokovém sále [23].....	33
Obr. 10 Chemické čištění VZT jednotky [24]	34
Obr. 11 Rozdělení objektu do dvou provozních celků.....	38
Obr. 12 Ukázka vířivých anemostatů [19] Obr. 13 Ukázka talířového ventilu [19].....	42
Obr. 14 Specifikace zař. č. 3	43
Obr. 15 Posouzení shody s ErP zař. č. 3	44
Obr. 16 Bokorys servisní strany zař. č. 3	45
Obr. 17 Axonometrie zař. č. 3	45
Obr. 18 Specifikace zař. č. 4	46
Obr. 19 Posouzení shody s ErP zař. č. 4	47
Obr. 20 Bokorys servisní strany zař. č. 4	48
Obr. 21 Axonometrie zař. č. 4	48
Obr. 22 Parametry jednotky dle technického listu výrobce – z.č. 3 Janka	73
Obr. 23 Parametry jednotky upravené dle předpokládaného reálného chování – z.č. 3 Janka	73
Obr. 24 Parametry jednotky při rozdílu teplot 20 K – z.č. 3 Janka	74
Obr. 25 Parametry jednotky dle technického listu výrobce – z.č.3 Remak.....	76
Obr. 26 Parametry jednotky upravené podle předpokladu reálného chování jednotky – z.č. 3 Remak.....	77
Obr. 27 Parametry jednotky při rozdílu teplot 20 K – z.č. 3 Remak.....	77
Obr. 28 Parametry jednotky dle technického listu výrobce – z.č. 4 Janka	80
Obr. 29 Parametry jednotky upravené podle předpokladu reálného chování jednotky – z.č. 4 Janka	80
Obr. 30 Parametry jednotky při rozdílu teplot 20 K – z.č. 4 Janka	81
Obr. 31 Parametry jednotky dle technického listu výrobce – z.č. 4 Remak.....	83
Obr. 32 Parametry jednotky upravené podle předpokladu reálného chování jednotky – z.č. 4 Remak.....	84
Obr. 33 Parametry jednotky při rozdílu teplot 20 K – z.č. 4 Remak.....	84

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Třídy čistých prostor dle ČSN EN ISO 14644-1 [12].....	26
Tab. 2 Třídy čistých prostor dle SÚKL LEK-17 [12].....	26
Tab. 3 Příklady požadované kvality vnitřního prostředí [12].....	28
Tab. 4 Příklady požadavků na relativní vlhkost prostředí diagnostických pracovišť [8]	29
Tab. 5 Typy operačních sálů a jejich výměny vzduchu [11], [12]	30
Tab. 6 Provedení jednotky podle hygienických a běžných zón nemocničního provozu [9].....	31
Tab. 7 Zařízení č. 3 – tabulka místností a průtoky vzduchu.....	40
Tab. 8 Zařízení č. 4 – tabulka místností a průtoky vzduchu.....	41
Tab. 9 Zadané parametry VZT jednotek	41
Tab. 10 Limity vzduchotěsnosti dle ČSN EN 1507 [4]	42
Tab. 11 Tabulka výkonů po zařízeních.....	60
Tab. 12 Tabulka místností	62
Tab. 13 Specifikace položek	66
Tab. 14 Zadané základní parametry jednotky	71
Tab. 15 Srovnání jednotek dle technického listu – z.č.3.....	71
Tab. 16 Srovnání jednotek dle technického listu - z.č.4	72
Tab. 17 Měsíční spotřeby tepelné a elektrické energie – z.č. 3 Janka.....	75
Tab. 18 Měsíční spotřeby tepelné a elektrické energie – z.č. 3 Remak.....	78
Tab. 19 Měsíční spotřeby tepelné a elektrické energie – z.č. 4 Janka.....	82
Tab. 20 Měsíční spotřeby tepelné a elektrické energie – z.č. 4 Remak.....	85
Tab. 21 Z.č. 3 – srovnání spotřeb tepelné energie jednotek	87
Tab. 22 Z.č. 3 - vyčíslení ročních nákladů na spotřebu tepelné energie	87
Tab. 23 Z.č. 3 – srovnání spotřeb elektrické energie jednotek a vyčíslení ročních nákladů.....	87
Tab. 24 Z.č. 4 – srovnání spotřeb tepelné energie jednotek	87
Tab. 25 Z.č. 4 - vyčíslení ročních nákladů na spotřebu tepelné energie	88
Tab. 26 Z.č. 4 – srovnání spotřeb elektrické energie jednotek a vyčíslení ročních nákladů.....	88
Tab. 27 Porovnání ročních nákladů	88
Tab. 28 Srovnání tlakových ztrát jednotek Janka a Remak	89

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Závislost účinnosti ZZT na venkovní teplotě vzduchu (bez ekodesignu)	74
Graf 2 Závislost účinnosti na teplotě – z.č.3 Janka	75
Graf 3 Měsíční spotřeby tepla se ZZT a bez ZZT – z.č. 3 Janka	76
Graf 4 Závislost účinnosti ZZT na venkovní teplotě.....	78
Graf 5 Závislost účinnosti na teplotě – z.č.3 Remak	79
Graf 6 Měsíční spotřeby tepla se ZZT a bez ZZT – z.č. 3 Remak.....	79

Graf 7 Závislost účinnosti ZZT na venkovní teplotě vzduchu (bez ekodesignu)	81
Graf 8 Závislost účinnosti na teplotě – z.č.4 Janka	82
Graf 9 Měsíční spotřeby tepla se ZZT a bez ZZT – z.č. 4 Janka	83
Graf 10 Závislost účinnosti ZZT na venkovní teplotě	85
Graf 11 Závislost účinnosti na teplotě – z.č.4 Remak	86
Graf 12 Měsíční spotřeby tepla se ZZT a bez ZZT – z.č. 4 Remak.....	86