

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta



**Technicko-ekonomické hodnocení
vzduchotechnických jednotek**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

Autor práce: Jan Kočka

© 2014 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kočka Jan

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Technicko-ekonomické hodnocení vzduchotechnických jednotek

Anglický název

Technical- economic evaluation of ventilation units

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je provést zhodnocení vzduchotechnických jednotek. Zaměřit se na vzduchotechnické jednotky, využitelné v náročných podmínkách pro zlepšování vnitřního prostředí budov z hygienického hlediska především v objektech pro zemědělství, průmysl a v různých dílenských provozech.

Metodika

Na základě poznatků z literatury i vlastních úvah provést rozbor možností využití různých vzduchotechnických jednotek a uvést princip výpočtu základních podkladů pro volbu vzduchotechnických zařízení. Navrhnout a využít vhodnou metodiku měření potřebných parametrů a doporučit vhodná opatření a řešení pro praxi.

Osnova práce

1. Úvod
2. Zhodnocení existujících vzduchotechnických jednotek
3. Výpočet základních podkladů pro volbu vzduchotechnických jednotek
4. Výběr vhodných metod zlepšení tepelné bilance pomocí vzduchotechnických jednotek
5. Metodika měření základních parametrů
6. Ekonomické zhodnocení
7. Závěr a doporučení pro praxi

Rozsah textové části

30 až 40 stran textu

Klíčová slova

vzduchotechnika; větrání; klimatizace; hygiena; pohoda prostředí

Doporučené zdroje informací

Nový, R. et al: Technika prostředí. ČVUT, Praha, 2000, 265 s.
Kic, P.-Brož, V.: Zařízení pro větrání a klimatizaci stájí. IVV Mze ČR, 2000, 71 s.
Daniels, K.: Technika budov. Jaga, Bratislava, 2003, 519 s.
Dahlsveen, T.-Petráš, D.-Hirš, J.: Energetický audit budov. Bratislava, 2003, 295 s.
Tywoniak, J.: Nízkoenergetické domy - principy a příklady. Grada, Praha, 2005, 194 s.
Széklyová, M.-Ferstl, K.-Nový, R.: Větrání a klimatizace. JAGA, Bratislava 2006, 359 s.
Časopisy: Vytápění, větrání, instalace.

Vedoucí práce

Kic Pavel, prof. Ing., DrSc.

Termín zadání

listopad 2012

Termín odevzdání

duben 2014

Elektronicky schváleno dne 12.1.2012

doc. Ing. Miroslav Píkrýl, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25.1.2012

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan fakulty

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Technicko-ekonomické hodnocení vzduchotechnických jednotek jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány na konci mé práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze, dne 8. dubna 2014

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé práce, panu prof. Ing. Pavlu Kicovi, DrSc., za jeho rady, pomoc a odborné konzultace k mé bakalářské práci. Dále bych poděkoval firmě Killtec spol. s.r.o. za poskytnutí prostorů a dalších potřebných podkladů pro vytvoření mého vlastního měření.

Technicko-ekonomické hodnocení vzduchotechnických jednotek

Technical-economic evaluation of ventilation units

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo vytvořit přehled vzduchotechnických jednotek se základními výpočty pro jejich projektování. Práce stručně popisuje výhody a nevýhody problematiky zpětného získávání tepla. Hlavní část obsahuje vlastní měření, kde jsem pomocí přístrojů měřil tři důležité veličiny, které vysoce ovlivňují, jak se člověk cítí při pobytu v místnosti, v tomto případě se jednalo o prodejní plochu v obchodním centru. Jsou zde zmíněny základní přístroje a metody pro měření vzduchotechnických parametrů. V závěru práce je zhodnoceno mé vlastní měření a doporučení pro praxi.

KLÍČOVÁ SLOVA: vzduchotechnika, větrání, klimatizace, pohoda prostředí

ABSTRACT

The aim of this bachelor's work was to create an overview of air – handling units with a basic calculation for their designing. The work briefly describes advantages and disadvantages of the heat recovery. The main part includes measurement itself – i was measuring by the help of instruments three important parameters which influence significantly how people feel while staying in a room, in this case in the retail space of the shopping centre. There are mentioned the basic instruments and methods for measuring of ventilation parameters. My own measurements and recommendations for practice are reviewed in the conclusion of the work.

KEYWORDS: air - handling, ventilation, air conditioning, comfortable environment

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Cíl práce a metodika	2
3.	Zhodnocení existujících vzduchotechnických jednotek	3
3.1	Rozdělení vzduchotechnických jednotek podle jejich funkce	3
3.1.1	Odvodní větrací jednotka	3
3.1.2	Přívodní větrací jednotka	4
3.1.3	Přívodní i odvodní větrací jednotka s možností zpětného získávání tepla ..	5
3.1.4	Jednotka pro teplovzdušné vytápění	6
3.2	Rozdělení podle technického provedení	7
3.2.1	Sestavné vzduchotechnické jednotky	8
3.2.2	Kompaktní vzduchotechnické jednotky	8
3.2.3	Vnitřní cirkulační jednotky	9
3.3	Klimatizační zařízení	9
3.3.1	Kompaktní klimatizační jednotky	10
3.3.2	Dvoudílná kompaktní klimatizace	10
3.3.3	Nástěnné splitové jednotky	11
3.3.4	Kazetové jednotky	12
4.	Výpočet základních podkladů pro volbu vzduchotechnických jednotek	14
4.1	Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla	14
4.2	Produkce tepla lidmi	14
4.3	Produkce tepla osvětlením	15
4.4	Teplo produkované elektromotory	16
4.5	Stanovení množství vzduchu	17
4.5.1	Výpočet z produkce škodlivin	17

5.	Metoda pro zlepšení tepelné bilance	19
5.1	Zařízení pro zpětné získávání tepla.....	19
5.1.1	Výměníky typu vzduch - vzduch.....	19
5.1.2	Výměníky v zapojení vzduch – kapalina – vzduch	20
5.2	Princip rekuperace	20
5.3	Zpětné získávání tepla a ekonomické zhodnocení.....	21
6.	Metodika měření základních parametrů a vlastní měření.....	23
6.1	Měření teploty.....	25
6.2	Měření vlhkosti.....	25
6.3	Měření obsahu CO ₂ v ovzduší	26
6.4	Naměřené hodnoty a závěr měření	27
7.	Ekonomické zhodnocení.....	32
7.1	Finanční otázka.....	36
8.	Závěr.....	38
9.	Seznam použité literatury:	39
10.	Seznamy obrázků, tabulek, grafů a symbolů.....	41

1. Úvod

Vzduchotechnika a klimatizace je nedílnou součástí našich dnů. Již v období starověku bychom našli první záznamy technických řešení větrání v obydlích a stavbách, které by byly plně funkční i v dnešní době. Počáteční jednoduchá zařízení se zakládala na přirozených principech proudění a přenosu tepla. Vývoj úpravy vzduchu začínal nejjednoduššími úpravami pro zpříjemnění každodenního života či pro zdokonalení výrobních postupů v průmyslu.

Rozmach u nás nastal po roce 1990, obor větrání a klimatizace se dočkal zlepšení výrobků a to díky rozvíjejícímu se trhu, na kterém se začaly objevovat nové firmy. Byly to firmy, které se věnovaly pouze výrobě komponentů a montováním samotných větracích a klimatizačních zařízení. Aby se uspokojila poptávka, logicky začaly vznikat projektové firmy, které působí na našem trhu dodnes. Projektové firmy se zabývají kompletním zpracováním vzduchotechnických projektů, od návrhu přes ekonomické a energetické studie až po samotnou montáž. V současnosti se na našem trhu prosazují české firmy, které se zabývají výrobou zařízení a různých komponentů pro klimatizaci a větrání. S rozšiřujícím se vývojem, současně české firmy zdokonalují svůj sortiment a výrobky určené pro vzduchotechniku.

V našich končinách byla klimatizace stále vnímána jako přepych či nadbytečný luxus. Nějakou dobu trvalo, než lidé pochopili, jak nám tato technická zařízení mohou zpříjemnit pobyt v kancelářích či obytných objektech jak v letním období, tak i období zimním, jelikož vývoj tohoto oboru jde stále kupředu, tak skoro veškerá vzduchotechnická zařízení obsahují možnosti vytápění, zvlhčování či filtrace vzduchu. Všechny tyto možnosti slouží ke zlepšování ovzduší v uzavřených objektech, a tudíž přispívají k lepším pracovním výkonům a celkové pohodě člověka. Každý stroj a zařízení, objekty pro bydlení a shromažďování, průmyslové haly či dopravní prostředky jsou spojeny se zdroji, přenosem nebo působením látek a energií, které svými vlastnostmi ovlivňují okolní prostředí. Obor větrání a klimatizace je neustále se rozvíjející odvětví, bez kterého bychom se už jen stěží v dnešní době obešli.

2. Cíl práce a metodika

Cílem bakalářské práce je seznámit čtenáře s hlavními součástmi vzduchotechnických zařízení. V práci jsou popsány různé druhy větracích a klimatizačních zařízení. Uvedeny jsou základní výpočty pro volbu vzduchotechnických jednotek a metody měření základních vzduchotechnických parametrů s vlastním měřením.

Pro zpracování své bakalářské práce jsem využil informace, které jsem získal prostudováním různých zdrojů, ať už knižní literatura, internetové zdroje nebo odborné časopisy či skripta. Ve své práci jsem využil zapůjčených přístrojů a provedl jsem vlastní měření vzduchotechnických parametrů, které jsem následně zpracoval do bakalářské práce. Mojí snahou bylo práci zpracovat podle aktuálního vývoje ve vzduchotechnice a uspořádat práci do ucelené a dobře srozumitelné formy.

3. Zhodnocení existujících vzduchotechnických jednotek

Vzduchotechnická jednotka je soubor funkčních prvků sloužících k úpravě vzduchu a jeho dopravě v rozvodech systému. Dále svým chodem významně ovlivňuje cílový prostor (např. teplota, rychlost vzduchu, hluk) a jiné prostory (okolí jednotky).

3.1 Rozdělení vzduchotechnických jednotek podle jejich funkce

Větrací a klimatizační zařízení lze rozdělit podle jejich funkce a to na jednotky pro klasické větrání, částečnou nebo úplnou klimatizaci a v neposlední řadě teplovzdušné vytápění. Dále rozdělujeme větrací jednotky pouze pro přívod vzduchu (přetlaková), kde je odvod vzduchu zajištěn pomocí otvorů a netěsností např. kolem oken či dveří. Tato jednotka může obsahovat i ohřívač pro ohřev přiváděného vzduchu. Základními prvky v těchto jednotkách jsou filtry a ventilátor, ve výjimečných případech může obsahovat i zvlhčovač. Další možnost větrání je opačná, tudíž přívod vzduchu do místnosti je pomocí netěsností a otvorů a odvod vzduchu je zajištěn pomocí odtahových ventilátorů. Tepelnou úpravu vzduchu musí zajistit systém vytápění, vlhčení v tomto případě není zajištěné. Poslední možnost větrání, je nucený přívod i odvod vzduchu. Jednotky pro nucený přívod a odvod obsahují dva ventilátory, filtr, který musí být vždy umístěn na přívodu vzduchu, popřípadě i na odvodu. Dále ohřívač a v některých případech i zařízení pro zpětné získávání tepla [4].

3.1.1 Odvodní větrací jednotka

Nejvíce se využívají při větrání hygienických zařízení a menších provozoven. Vzduch se do místnosti dostává netěsnostmi ze sousedících místností. V tomto případě není zajištěné vytápění prostoru, které musí zajistit systém vytápění, jediný funkční prvek v této jednotce je odtahový ventilátor [4].

Jednotky jsou nejčastěji sestavovány s využitím axiálních ventilátorů, ty mají svůj vstup, který musí zajistit, aby se na lopatky ventilátoru nedostal větší předmět, dále je na výstupu nutné zajistit, aby nedošlo ke vniknutí prolétajícího ptactva či proniknutí deště [8].

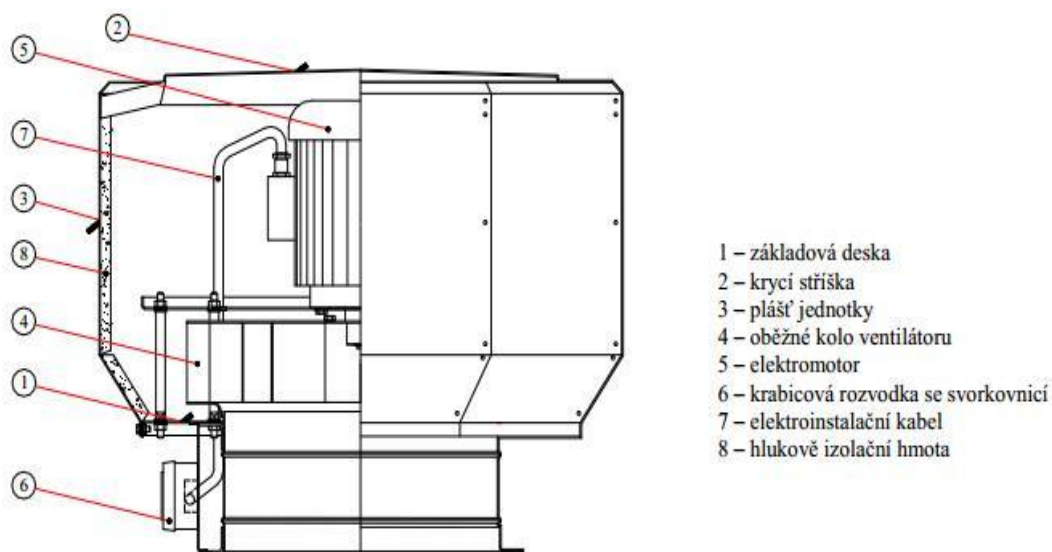
Na obr. 1, je zobrazena střešní větrací jednotka, která je vhodná pro větrání průmyslových hal. V této větrací jednotce se nachází radiální oběžné kolo, které je poháněné elektromotorem. Elektromotor, oběžné kolo a odsávaný prostor je chráněn šestihranným krytem. Na základové desce, která umožňuje připojení jednotky na odsávací potrubí je na držácích připevněn elektromotor s oběžným kolem. Přívod elektrické energie kabelem je proveden přímo na kontakty svorkovnice elektromotoru. Kryt jednotky lze snadno sejmout a

tak umožnit přístup k elektromotoru, oběžnému kolu, a dalším částem ventilátoru pro případ montáže, údržby a revizí. Plášť ventilátoru je vyložen tlumící hmotou. Detailnější popis je zobrazen na obr. 2 [19].

Obr. 1 Střešní větrací jednotka N – RVJ – C [19]



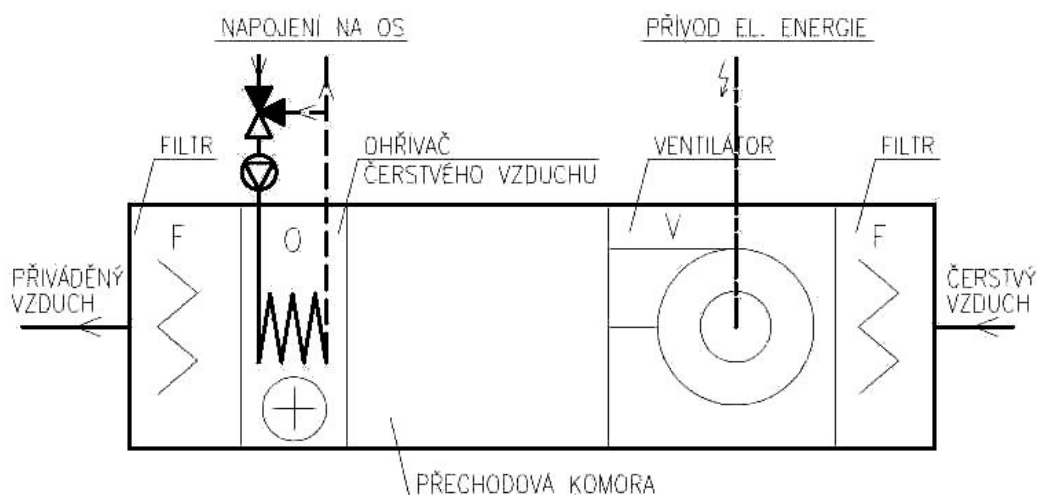
Obr. 2 Schéma střešní větrací jednotky N – RVJ – C [19]



3.1.2 Přívodní větrací jednotka

Jednotka zajišťuje pouze přívod čerstvého vzduchu do větraného prostoru. V tomto případě dle obrázku 3 dochází i k ohřevu přiváděného čerstvého vzduchu.

Obr. 3 Přívodní větrací jednotka[16]

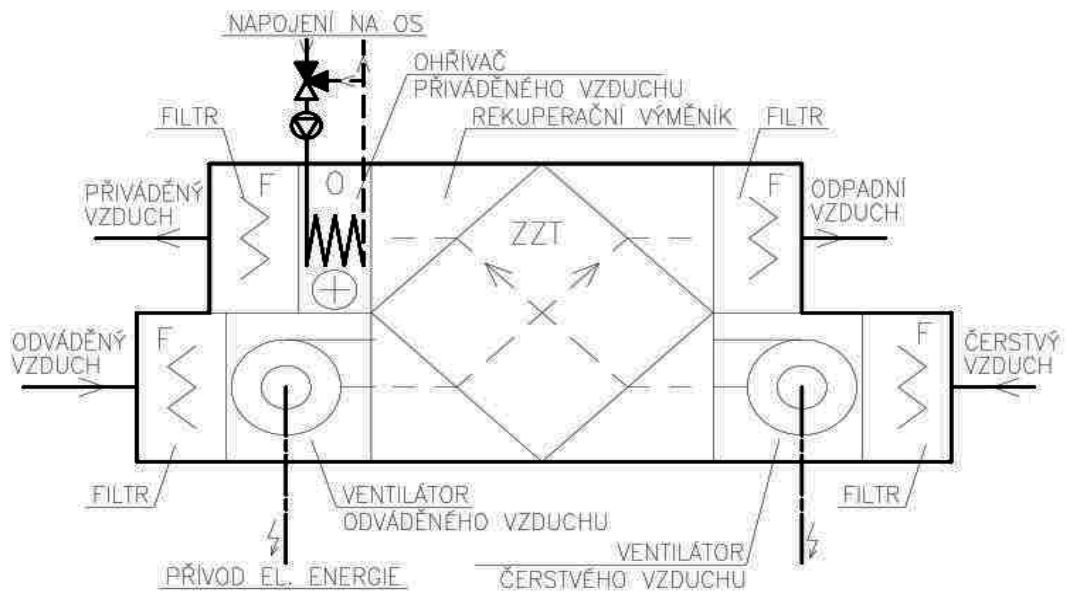


Větrací jednotka obsahuje filtr, který slouží k odstranění biologických a mechanických částic ze vzduchu, filtr musí být vždy umístěn na vstupu, ale je vhodné filtr umístit také na výstup z jednotky, a to proto, že nám pomůže při odlučování částic, které ulpí na zařízení jednotky. V další komoře je ventilátor a ten má za úkol dopravit určité množství vzduchu v [m³/h] při překonávání tlakových ztrát systému potrubí, což vyžaduje určitou hodnotu celkového pracovního tlaku [Pa]. Přechodová komora slouží pouze ke zklidnění a stabilizování proudu vzduchu za ventilátorem. Potom následuje ohřivač, který ohřívá čerstvý vzduch na požadovanou teplotu. Při použití přívodní větrací jednotky, je odvod vzduchu z místnosti zajištěn pomocí otvorů a netěsností. Tudíž dochází k tomu, že ve větrané místnosti vzniká přetlak. Aby byl odvod vzduchu bezproblémový, je nutné dbát na správné dimenzování otvorů a to hlavně v případech větších průtoků vzduchu [4].

3.1.3 Přívodní i odvodní větrací jednotka s možností zpětného získávání tepla

Jak už z názvu vypovídá, tak tyto jednotky slouží k odvodu i přívodu čerstvého vzduchu. Nejčastěji se vyskytují jako střešní či podstropní. U těchto jednotek je možné zařadit do sestavy výměníky pro zpětné získávání tepla. Při zpětném získávání tepla se z budovy odvádí vzduch, ze kterého se odebírá teplo a toto teplo se předává do vzduchu, který je do budovy přiváděn a zároveň nahrazuje odvedený vzduch. U zařízení pro získávání tepla může v zimě nastat problém v podobě kondenzace par, tudíž dochází k namrzání povrchů. Proto je dobré při návrhu myslet na správné odvádění zkondenzované vody, aby nedocházelo ke smáčení plechových částí a nezvyšovala se tak jejich koroze [8].

Obr. 4 Přívodní i odvodní jednotka s možností zpětného získávání tepla [16]

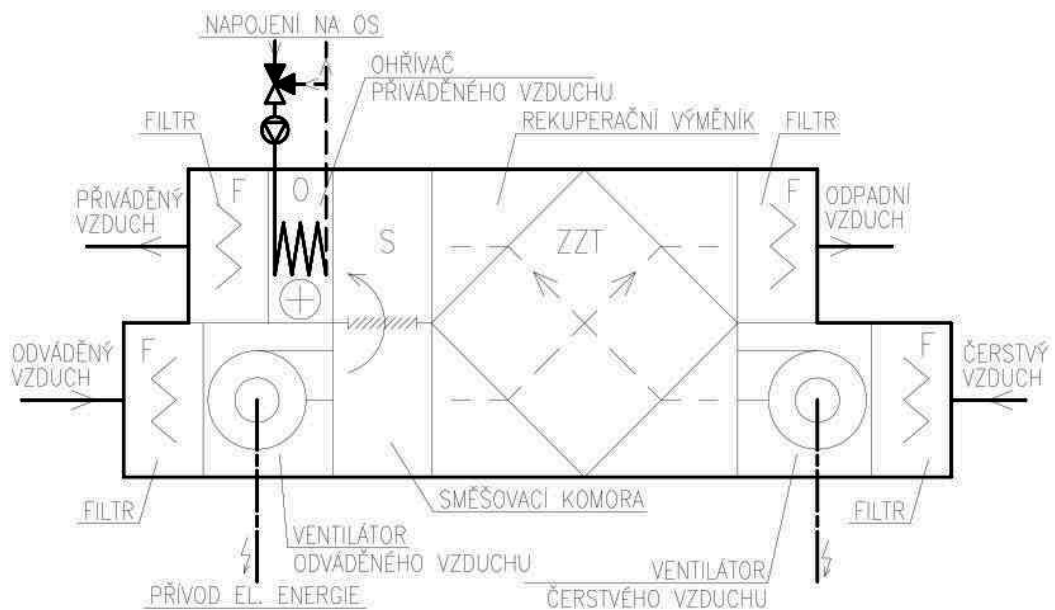


Z obr. 4 je patrné, že jednotka se zpětným získáváním tepla obsahuje dva ventilátory. Z toho jeden slouží pro přívod a druhý pro odvod vzduchu. Na odvodu i na přívodu jsou zpravidla umístěny filtry. Jako další prvek je zde zařízení pro zpětné získávání tepla a v neposlední řadě ohřivač, který slouží pro ohřátí přiváděného vzduchu.

3.1.4 Jednotka pro teplovzdušné vytápění

Teplovzdušné vytápění je vzduchotechnický systém. Při vytápění je přiveden vzduch o vyšší teplotě, než který se nachází ve vytápěném prostoru. Jednotka také zpravidla zajišťuje výměnu znehodnoceného vzduchu, což je větrání prostoru. Provoz teplovzdušného vytápění lze realizovat přerušovaně nebo nepřerušovaně. Pokud je provoz přerušovaný, tak je nutné ho zkombinovat s teplovzdušným vytápěním. Teplené ztráty z části pokryje soustava vytápění a o zbylou část se postará vzduchotechnické zařízení. Teplovzdušné vytápění se uplatňuje v průmyslových a občanských budovách, vyskytuje se i v rodinných domech a v letním období se tyto jednotky mohou provozovat jako nucené větrání [7].

Obr. 5 Jednotka teplovzdušného vytápění [16]



Filtr a ventilátor plní stejnou funkci jako u předešlých vzduchotechnických jednotek. Ohřivač slouží k ohřevu přiváděného vzduchu na teplotu, která je požadována provozem vzduchotechnické jednotky a teplovzdušně vytápěného prostoru. U teplovzdušného vytápění, musí být stanovena teplota podle tepelné ztráty a vzduchu, který přivedeme do místnosti. Jako další prvek se v jednotce nachází směšovací komora, která slouží k míšení čerstvého a cirkulačního vzduchu v nastaveném poměru. Ve většině případů jde o komoru se samostatnými vstupy pro čerstvý a cirkulační vzduch. Tyto vstupy obsahují regulační klapky, které řídí poměry jednotlivých proudů vzduchu. Nastavení nebývá vždy plně přesné, jelikož se občas výrazněji změní objemový průtok jednotlivých proudů vzduchu [16].

3.2 Rozdělení podle technického provedení

V této podkapitole je nastíněn stručný přehled vzduchotechnických jednotek, které jsou rozděleny podle technického provedení:

- sestavné jednotky
- kompaktní jednotky
- vnitřní cirkulační jednotky

3.2.1 Sestavné vzduchotechnické jednotky

U sestavných jednotek mají komory stejného typu shodné přípojovací rozměry, díky tomu je lze sestavovat do různých kombinací podle konkrétních požadavků na úpravu vzduchu. Jednotky určené pro montáž pod strop jsou konstruovány pro menší průtoky, což je od 500 až do 4500 m³/h. Průřez podstropních jednotek je obdélníkový a zpravidla má delší vodorovnou stranu. Díly pro odvod vzduchu se umísťují vedle přívodních, z důvodu zachování nízké stavební výšky. Přístup k jednotlivým dílům pro údržbu a servis bývá zajištěn ze spodu.

Sestavné jednotky pro větší průtoky vzduchu v rozmezí od 2000 až do 10000 m³/h jsou konstruovány v provedení čtvercovém či mírně obdélníkovém. Jednotky jsou sestavovány na základovém rámu, kde plášť jednotek je většinou tvořen dvěma předem povrchově upravenými ocelovými plechy, mezi nimiž je vložena tepelná izolace. V případě, že je jednotka určena pro montáž do venkovního prostředí, je kladen větší důraz na kvalitnější tepelnou izolaci i ochranu proti povětrnostním vlivům a vlhkosti [4].

3.2.2 Kompaktní vzduchotechnické jednotky

U těchto jednotek jsou vloženy různé funkční prvky do jedné celé skříně. Díky celistvému tvaru ušetří prostor a zajistí úsporné uspořádání jednotlivých prvků v jednotce. Jednotky jsou vyrobeny a sestaveny z rámu, na které se postupně připevňují stěny sendvičové konstrukce z pozinkovaného nebo hliníkového plechu mezi které je vložena tepelně-izolační výplň. Nevýhoda se skrývá v tom, že jednotky se vyrábějí jako celek. Tudíž hotovou sestavu u některých výrobců nelze sestavit dle našich přání a požadavků [7].

Obr. 6 Kompaktní jednotka DUPLEX S-1600 [12]



Dalším typem jsou nástřešní kompaktní jednotky. Jednotky obsahují jeden nebo více ventilátorů, jako ostatní jednotky zajistí filtraci, ohřev či chlazení, přičemž celý chladicí okruh je vestavěn do jednotky. Dle požadavků mohou jednotky obsahovat výměníky pro zpětné

získávání tepla. Využití nástřešních jednotek nejčastěji bývá pro průmyslové haly, kde mohou být umístěny na střeše ve větším počtu. Jelikož jsou jednotky využívány ve venkovním prostředí, je kladen důraz na povrchovou úpravu pláště, který musí mít odolnost proti korozi [7].

3.2.3 Vnitřní cirkulační jednotky

Tyto jednotky jsou nazývané také jako podparapetní. Umisťují se nejčastěji pod okna v místnostech a mohou nahrazovat vytápění. Regulace a ovládání těchto jednotek je jejich součástí a lze upravovat vzduch přímo pro danou místnost dle požadavků uživatele. Vzduch se bere z místnosti, kde probíhají tyto činnosti – filtrace, ohřev a popřípadě chlazení, vzduch je dále vháněn zpět do místnosti ventilátorem. Může se zde vyskytnout problém v podobě přívodu čerstvého vzduchu do větrané místnosti, který je požadován v minimální výši 15 % čerstvého vzduchu.

3.3 Klimatizační zařízení

Klimatizace zajišťuje úpravu vzduchu podle přesně požadovaných parametrů, tedy teploty a vlhkosti. Na projektantovi závisí posouzení vhodnosti použití klimatizace a volba vhodného systému. Při návrhu klimatizačních zařízení se musí postupovat uváženě s ohledem na investiční a provozní náklady. Vlastní návrh a výpočet klimatizačního zařízení se provádí pro zimní a letní provoz [5].

Klimatizační zařízení zajišťuje nucené větrání, dále musí zajistit základní psychrometrické funkce jako je chlazení, ohřívání, odvlhčování a zvlhčování, aby v klimatizovaném prostoru byl dosažen požadovaný stav vzduchu. Úkolem klimatizačního zařízení je:

- přivést upravený vzduch bezprůvanovým způsobem,
- odvést znečištěný vzduch (prachem, škodlivinami, zápachem apod.),
- odvést tepelné zátěže, případně produkovanou vlhkost,
- kompenzovat jejich tepelné ztráty a zabezpečit v nich potřebnou vlhkost,
- udržovat v budově potřebný tlak, aby se předešlo nežádoucí výměně vzduchu [17]

Všechny tyto úkoly zajišťují klimatizační zařízení pomocí klimatizačních jednotek. V naší republice se zabývá nespočet firem výrobou vzduchotechniky a klimatizací, na našem trhu se vyskytuje spousta prodejců vzduchotechnických zařízení, kteří nabízejí široký

sortiment od těch nejzákladnějších klimatizací do domácností až po velké větrací a klimatizační zařízení, která se používají například v halových objektech.

Pokud se jedná o domácnost, tak na tuzemském trhu si můžeme vybírat ze dvou základních klimatizací:

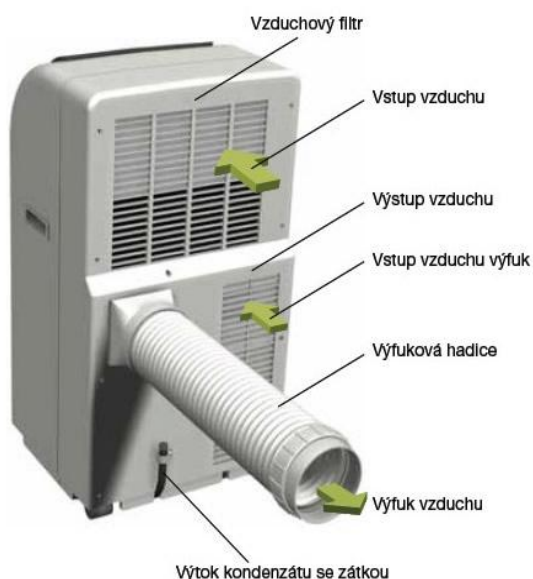
- kompaktní jednotky
- split jednotky

3.3.1 Kompaktní klimatizační jednotky

Kompaktní jednotky nazývané také jako mobilní či okenní klimatizace bývají zpravidla hlučnější než split jednotky. Mobilní klimatizaci, která je zobrazena na obrázku 7, většinou umístíme v námi zvolené místnosti a teplo odvádíme hadicí ven [9].

Tyto klimatizace nasávají teplo z místnosti a zároveň vyfukují chladný vzduch do místnosti. Při horkých letních dnech jsou tyto klimatizace přijatelným ekonomickým řešením. Pokud zvolíme kvalitnější těsnění při odvodu vzduchu trubicí, tak zvýšíme efektivitu chlazení, ale musíme mít na paměti, že u jednodílných klimatizací platí pravidlo 1 klimatizace = 1 chlazená místnost [15].

Obr. 7 Mobilní klimatizace [15]

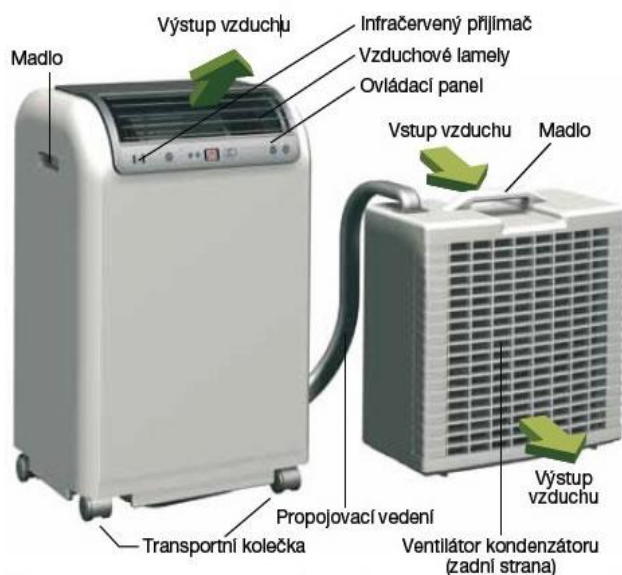


3.3.2 Dvoudílná kompaktní klimatizace

Pokud bychom chtěli větší výkon a potřebovali vychladit více místností najednou, tak ekonomicky i technicky dobré řešení je dvoudílná mobilní klimatizace (obr. 8). Při použití

této klimatizace nevzniká podtlak, a to je způsobeno tím, že mezi vnitřní jednotkou a výměníkem, který umístíme ven, proudí chladivo v ohebné trubici. Vnější výměník se nejčastěji umísťuje na venkovní parapet či balkon nebo terasu.

Obr. 8 Dvoudílná mobilní klimatizace [15]



3.3.3 Nástěnné splitové jednotky

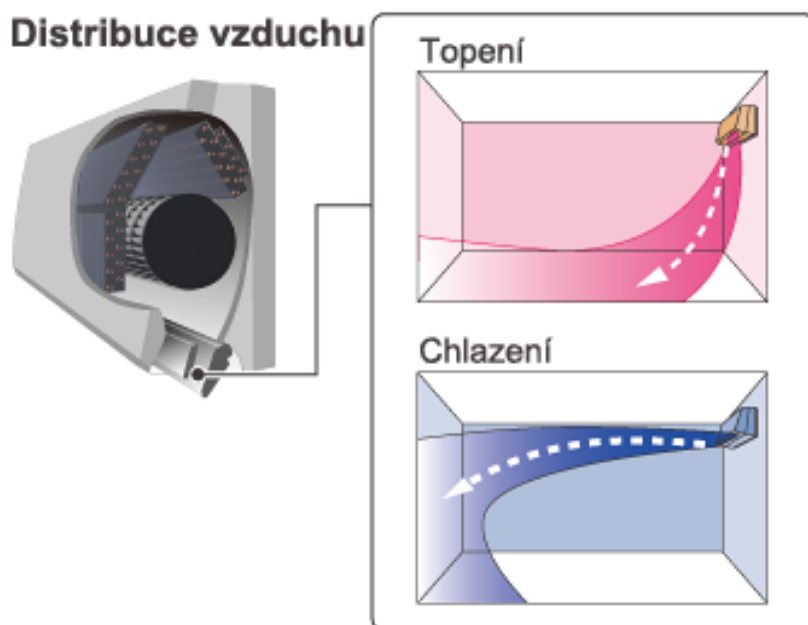
Nástěnné jednotky, jak už z názvu vyplývá, se zavěšují na stěnu, a tudíž nikde nepřekáží a uživatel si může nasměrovat proudění vzduchu podle své aktuální potřeby. Klasický vzhled nástěnné jednotky můžeme vidět na obr. 9. Plášť jednotky může být z plastu či hliníku a dosahuje různých délek. Výrobci se snaží klást důraz na menší hloubku jednotek a to hlavně z důvodu estetičnosti. Oběh vzduchu je zajištěn pomocí elektrického radiálního ventilátoru, jehož pohon je umístěn v zadní části jednotky. Komfortnější typy split jednotek disponují několikanásobnou filtrací, což přispívá ke zlepšení a kvalitnějšímu ovzduší v klimatizovaném prostoru.

Obr. 9 Nástěnná klimatizace [14]



Většina nástěnných jednotek má ve výbavě dvě až tři lamely, které slouží k vyfukování vzduchu. Pokud se jednotka nachází v režimu chlazení, lamely zajišťují horizontální proudění, tudíž nefouká vzduch přímo na osoby v místnosti. V režimu topení je tomu naopak a lamely vyfukují vzduch vertikálně, což má za následek, že proud teplého vzduchu se pomocí odrazu od podlahy šíří rovnoměrněji po místnosti (obr. 10) [18].

Obr. 10 Ukázka rozdílné distribuce vzduchu při chlazení a vytápění [6]



3.3.4 Kazetové jednotky

Tyto jednotky jsou určeny ve většině případů pro umístění do podhledu, abychom na stropě viděli pouze výfukovou mřížku. Zde na obr. 11 vidíme jednotku, která vyčnívá pláštěm do prostoru, což je méně časté, ale právě v tomto případě to nijak nezasahuje do vzhledu místnosti. Pokud je jednotka správně umístěna na střed místnosti měl by proud při nejvyšším výkonu dosahovat až do rohů místnosti. Vzduch je vyfukován postranními výfuky, které mohou být v provedení jedno-, dvou-, tří- anebo čtyřcestném. Výhodu oproti jiným typům jednotek představuje, že nepřekáží a nezabírají místo na podlaze. Pro použití v domácnosti nejsou vhodné, jelikož jejich pořizovací cena je vysoká a nevyplácí se do nich investovat, jediné řešení pro domácí využití mohou být jednotky, které disponují chladícími a topnými výkony od 2 do 10 kW. Každá jednotka musí být vybavena odvodňovacím čerpadlem, jelikož

při chlazení dochází na výměníku tepla ke srážení vodní páry z procházejícího vzduchu. Vznikající kapky se sbírají do misky, která je součástí jednotky a je nutné je právě pomocí čerpadla odčerpat. Čerpadlo přečerpává vodu do nejbližšího odpadního svodu, který musí být opatřen zápachovou uzávěrou. Tyto jednotky se mohou kombinovat s nástěnnými či parapetními a následně skupinově řídit [18].

Obr. 11 Kazetová jednotka SkyStar 42 určena pro přívod vzduchu [vlastní zdroj]



4. Výpočet základních podkladů pro volbu vzduchotechnických jednotek

Podklady pro volbu vzduchotechnických zařízení jsou výpočty, pomocí kterých se stanovují parametry při jejich navrhování. Jedná se o tepelné zisky a tepelné ztráty a dále jsou zde zahrnuty výpočty z produkce škodlivin. Pro výpočet teplených zisků a ztrát je nutné především znát parametry venkovního a vnitřního prostředí, tepelně technické vlastnosti budovy, vnitřní zdroje tepla a vlhkosti a jako další je důležité vědět jakou má budova orientaci vůči světovým stranám. Při dimenzování vzduchotechnických zařízení se rozlišují dva pojmy, které jsou často zaměňovány, ale jejich význam není totožný [17, 8].

Jsou to:

- tepelná zátěž
- tepelné zisky

Tepelná zátěž – „celkový tok tepla vstupující do klimatizovaného prostoru, který musí být eliminován chladičím výkonem klimatizačního zařízení. V tepelné zátěži je zahrnuto také teplo větracího vzduchu a teplo produkované klimatizačním zařízením“ (Székelyová, 2006, str. 144).

Tepelné zisky – „tepelný tok vstupující do klimatizovaného prostoru. Zahrnují se sem tepelné zisky ze vstupu teplého vzduchu do místnosti (např. při otvírání oken), ale nejsou zahrnuty tepelné zisky z přívodu vnějšího vzduchu do klimatizačního zařízení“ (Székelyová, 2006 str. 144)

4.1 Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla

Jako vnitřní zdroje tepla jsou uváděny produkce tepla svítidly, lidmi, produkce tepla stroji, prostup tepla z vedlejších místností. Dalším zdrojem tepla může být i výrobní technologie. Důležité je počítat i s teplem, kterým se vzduch ohřeje během proudění mezi chladičem a klimatizovanou místností, zde se vzduch ohřívá ventilátorem a dále prostupem tepla stěnami potrubí. Dále je při výpočtu nutné odečíst teplo, které je potřebné pro vypařování vody v klimatizovaných prostorech [17, 8].

4.2 Produkce tepla lidmi

Člověk produkuje teplo jak při pohybu, tak i v klidu. Velmi často je příčinou porušení tepelné pohody prostředí, a to zejména při větším počtu osob v místnosti. Hodnoty metabolismu pro různé druhy činností lze vyjádřit jako teplený výkon člověka měřený ve

wattech. Tyto hodnoty při různých činnostech jsou uvedeny v tab. 1. Celkovou tepelnou produkci je třeba rozdělit na teplo citelné, které zvyšuje teplotu vzduchu a teplo latentní, které se váže na vlhkost [5].

Do produkce tepla lidmi se zahrnuje pouze citelné teplo a to závisí na tělesné práci, teplotě vzduchu a složení skupiny lidí. Jako základ se uvažuje produkce tepla muže 62 W při mírně aktivní práci u stolu, při teplotě 26 °C. Budeme – li provádět výpočet pro jinou teplotu vzduchu, musíme udělat korekci podle vztahu 1.

$$Q_l = 6,2 \cdot (36 - t_i) \cdot i_l \quad [W] \quad (1)$$

kde i_lpočet lidí

t_iteplota vnitřního vzduchu $[\text{°C}]$

Tab. 1 Produkce tepla v těle pro různé činnosti člověka [8]

Činnost člověka	místo činnosti	metabolické teplo [W]	teplota vzduchu					
			24 °C		26 °C		28 °C	
			teplo citelné [W]	vodní pára [g/h]	teplo citelné [W]	vodní pára [g/h]	teplo citelné [W]	vodní pára [g/h]
sedící, odpočívající	divadlo, kino	115	74	60	62	79	50	97
sedící, mírně aktivní	kancelář, byt	140	74	98	62	116	50	135
stojící, lehká práce	obchody, sklady	150	72	116	60	134	48	152
chodící, přecházející	obchodní domy, banky	160	77	124	64	143	51	162
lehká práce u stolu	dílny	230	79	225	66	244	53	264
mírný tanec		260	92	250	77	273	62	296

Produkce citelného tepla u žen se bere jako 85 % produkce citelného tepla mužem a produkce dětí jako 75 % produkce citelného tepla mužem. Je – li v místnosti různorodé složení skupiny lidí, musíme provést přepočítání na ekvivalentní počet

$$i_l = 0,85i_z + 0,75i_d + i_m \quad [-] \quad (2)$$

kde i_zpočet žen

i_dpočet dětí

i_mpočet mužů

4.3 Produkce tepla osvětlením

Má význam ve všech klimatizovaných prostorech, kde je nutno svítit i v době, kdy za normálních okolností vyhovuje přirozené osvětlení okny (posluchárny, výstavní sály, apod.). S trvalým osvětlením je třeba počítat i u půdorysně rozlehlých místností, je to při větší

vzdálenosti než 5 m od oken a dále u bezokenních prostor. Přivedené teplo se vypočítá z celkového příkonu svítidel, a to s ohledem na současnost používání. Při výpočtech se počítá s intenzitami, které požaduje projektant. Nejsou-li tyto hodnoty k dispozici, použijí se intenzity osvětlení a odpovídající produkce tepla podle tab. 2. Není-li udáno jinak, počítá se u žárovek se světelným tokem 5 lm/W, u zářivek 15 lm/W. Je-li u zářivek udán příkon bez předřadníku, násobí se tato hodnota součinitelem 1,25. Osvětlení 100 lx představuje u žárovek produkci tepla 21 až 25 W/m², u zářivek 5 až 7 W/m² [8].

Tab. 2 Doporučené intenzity osvětlení a produkce tepla pro různá pracoviště [8]

Místnosti	Intenzita osvětlení (lx)	Tepelný zisk od osvětlení (Wm ⁻²)	
		žárovky	zářivky
byt, restaurace, divadla, sklady	120	20 až 30	7 až 9
učebny, pokladny	250	40 až 55	13 až 18
kanceláře, výpočetní střediska, čítárny	500	75 až 105	25 až 35
obchodní domy, výstavní haly	750	115 až 160	38 až 53
televizní studia	2000	-	nad 140

4.4 Teplo produkované elektromotory

Elektromotory pohánějí většinu točivých strojů. Elektrický příkon elektromotoru se v koncové fázi celý přemění na teplo. Při výpočtu je třeba respektovat skutečný příkon, účinnost motoru a současnost chodu. Produkce tepla z elektromotorů se vypočítá podle rovnice 3.

$$Q_m = c_1 \Sigma \left(c_2 \cdot c_3 \cdot \frac{N}{\eta_m} \right) \quad [W] \quad (3)$$

- kde Nštitkový výkon elektromotoru [W]
 c_1součinitel současnosti používání [-]
 c_2zbytkový součinitel při odsávání (bez odsávání $c_2 = 1$)
 c_3průměrné zatížení stroje [-]
 η_múčinnost elektromotoru (účinnost elektromotorů v tabulce č. 3) [-]

Tab. 3 Průměrné účinnosti elektromotorů [8]

jmenovitý výkon N (kW)	0,2	0,5	1	2	3	5	10	20
účinnost (%)	63	70	76	80	82	84	88	90

4.5 Stanovení množství vzduchu

Stanovení množství vzduchu je jednou z nejdůležitějších činností při projektování. Pokud není správně stanovené množství vzduchu, znamená to, že větrání či klimatizace neplní svůj účel. Špatné dimenzování vzduchového výkonu, může mít za následek nesplnění požadavků na koncentraci škodlivin.

4.5.1 Výpočet z produkce škodlivin

Škodliviny jsou látky znehodnocující prostředí. Napomáhají k tvorbě zdravotních problémů a velkou měrou se podepisují na kvalitě pohody prostředí. Množství větracího vzduchu se stanoví výpočtem z produkce škodlivin.

Pokud je místnost větraná trvale a do ovzduší uniká pouze jedna škodlivina, lze množství vzduchu potřebné pro její odvod stanovit z rovnice 4 [5].

$$M_{\xi} + V \cdot k_e = V \cdot k_i \quad (4)$$

- kde M_{ξ}množství škodliviny, která uniká do prostoru [gs^{-1}]
 k_ekoncentrace škodlivin v přiváděném vzduchu
 (pokud není přiváděn, je =0) [gm^{-3}]
 k_ikoncentrace škodlivin v odváděném vzduchu [gm^{-3}]
 Vmnožství vzduchu [m^3s^{-1}]

Pokud bude škodlivinou teplo, množství potřebného vzduchu pro odvod škodlivin je třeba stanovit z množství citelného tepla (stroje, svítidla apod.). Citelné teplo je teplo od vnitřních zdrojů a tepelné zisky z venkovního prostoru. Citelné teplo má za následek zvýšení teploty vzduchu v místnosti. Potřebné množství vzduchu se stanoví z rovnice 5 [5].

$$Q_{cit} = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_e) \quad (5)$$

kde Q_{cit}množství citelného tepla [W]

Vobjemový průtok vzduchu [m^3s^{-1}]

ρhustota vzduchu [kgm^{-3}]

cměrná tepelná kapacita vzduchu [= $1010 Jkg^{-1}K^{-1}$]

t_i, t_eteplota (vnitřního a přívodního) vzduchu [K]

5. Metoda pro zlepšení tepelné bilance

Jedna z nejdůležitějších věcí pro člověka co se týče vzduchotechniky, je přívod čerstvého vzduchu. Bez pravidelného větrání si člověk přijde malátný, unavený a čerstvý vzduch je nepostradatelný pro zdraví člověka. Nedostatečné větrání má za následek větší vlhkost a tudíž také tvorbu plísní. Zde právě dochází k řešení a zlepšování prostředí pro člověka, ale zároveň si zde klademe otázky jak větrat co nejekonomičtěji a dosáhnout úspor energie. Klasickým větráním otevřenými okny ztrácíme především v zimních měsících spousty tepla, a tudíž přicházíme i o finance, které vynaložíme na ohřev větracího vzduchu. A proto je velmi vhodné zvážit využití rekuperace [10].

5.1 Zařízení pro zpětné získávání tepla

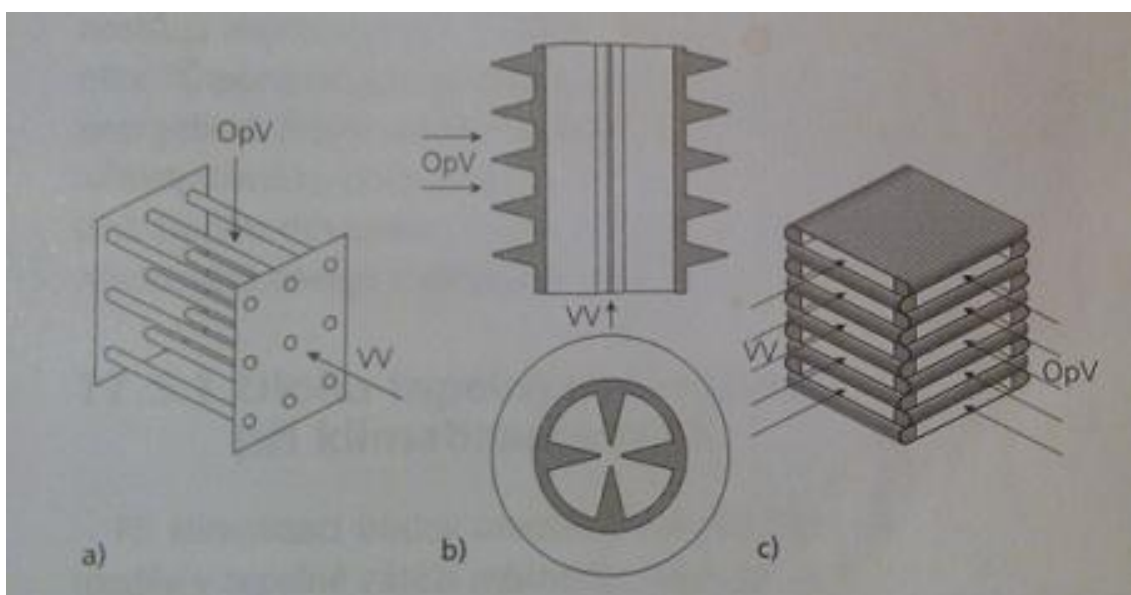
Pro zpětné získávání tepla můžeme využít dva druhy výměníků. Lze je rozdělit takto:

- rekuperační – u tohoto výměníku dochází k oddělení odpadního a vnějšího vzduchu pomocí tuhé stěny. Rekuperační výměník může přenášet pouze citelné teplo.
- regenerační – u regeneračního výměníku dochází k přenosu jak citelného tepla, tak také k přenosu vlhkosti. Regenerační výměníky obsahují akumulaci látku, s níž jsou střídavě ve styku odpadní a vnější vzduch.

5.1.1 Výměníky typu vzduch - vzduch

Uvnitř těchto výměníků dochází k přechodu tepla mezi odpadním a vnějším vzduchem přes stěny, které je oddělují. Výměníky sloužící pro zpětné získávání tepla, zejména s příčným průtokovým uspořádáním, mají tři druhy přenosových prvků. U výměníku z hladkých trubek (obr. 12a) dochází k proudění vnějšího vzduchu v trubkách, přičemž odpadní vzduch proudí mezi trubkami a obtéká je. Pokud chceme dosáhnout kvalitnějšího přenosu tepla, je dobré využít kompaktnější řešení a tím jsou trubky, které jsou z obou stran žebrované. (obr. 12b). Poslední výměník je sestaven z desek (obr. 12c). Desky bývají kovové z tenkostěnných hliníkových plechů. Tyto tři zmíněné typy výměníků slouží v zimě k předehřevu a v létě naopak k předchlazení vnějšího vzduchu [17].

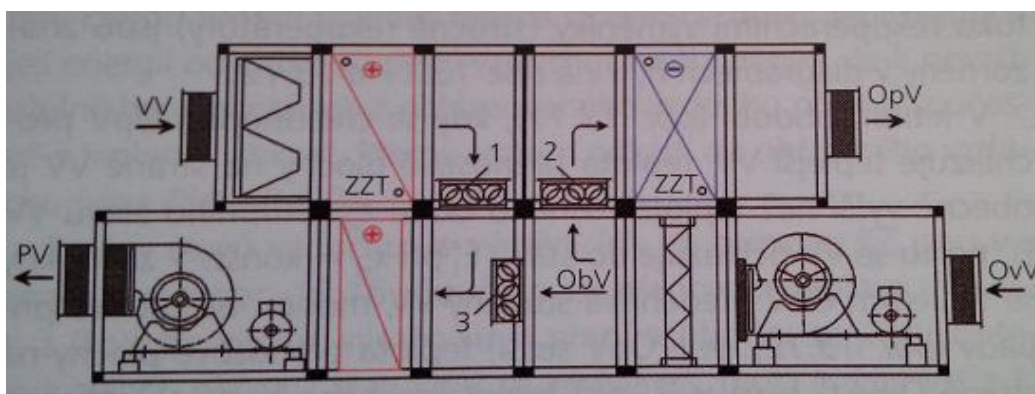
Obr. 12 Přenosové prvky rekuperačních výměníků [17]



5.1.2 Výměníky v zapojení vzduch – kapalina – vzduch

Pomocí tohoto zapojení se uskutečňuje nepřímý přenos tepla mezi odpadním vzduchem a vnějším vzduchem a to za pomoci kapaliny mezi dvěma vzájemně vzdálenými výměníky. Díky tomu je zajištěno, že nedochází k průniku odpadního vzduchu do vnějšího vzduchu v případě jakýkoliv netěsností. Přenos tepla je uskutečněn pouze mezi odpadním vzduchem a kapalinou, z které je následně teplo předáno do vnějšího vzduchu. Na obr. 13 je větrací jednotka, která obsahuje dva výměníky pro zpětné získávání tepla společně s obíhající kapalinou [17].

Obr. 13 Větrací jednotka se zapojenými výměníky pro zpětné získávání tepla [17]



5.2 Princip rekuperace

Rekuperace zajistí výměnu vzduchu bez velkých energetických ztrát, rekuperační zařízení využívá teploty vzduchu odsávaného z místnosti nebo bytu k ohřevu chladného

vzduchu, který je přiváděn z venku. V létě je tato situace naopak, když teplý vzduch je odváděn ven a dovnitř proudí chladný. Nejpodstatnější věcí u zpětného získávání tepla je, že příchozí a odchozí vzduch se nikde spolu nepotkají, ale pouze si přes speciální výměník předávají teplotu. Odvod vzduchu je zajištěn včetně všech pachů a nečistot [10].

5.3 Zpětné získávání tepla a ekonomické zhodnocení

Tepelné ztráty spojené s provozem vzduchotechniky jsou vysoké, a tvoří tak nemalé náklady. Teplo, které spotřebujeme pro ohřev větracího vzduchu, většinou unikne do venkovního prostředí, aniž bychom ho nějak zužitkovali. Jedná-li se o klimatizaci, tak u té je spotřeba tepla, které je potřeba pro vlhčení o 20 až 30 % větší než pro samotné větrání.

Pokud to s ohledem na druh škodlivin v odváděném vzduchu dovolují předpisy, používá se odváděný vzduch jako přívodní vzduch pro větrání méně náročných prostorů, například dílen, garáží. Rovněž lze tento odváděný vzduch použít k cirkulaci, pokud dodržíme minimální požadovaný podíl čerstvého vzduchu 15%. Pro využití tepla v odváděném vzduchu, který obsahuje škodliviny zamezující použití například cirkulace, se používá zařízení, které toto teplo zužitkuje, nejčastěji pro předehřev čerstvého vzduchu. Takovému systému se říká zpětné získávání tepla – ZZT.

Před pořízením zařízení, které využívá ZZT, je vždy nutné provést ekonomické vyhodnocení. Ekonomické zhodnocení bývá jednou z nejobtížnějších částí projektu, a v každém případě musíme zvážit několik variant, které se nabízejí. Důležité je navrhnout ekonomii, jak by zařízení fungovalo bez ZZT a posléze přepočítat několik variant použití různých druhů výrobků zpětného získávání tepla. Velmi snadno lze prokázat, že při malém využívání ZZT je provoz neekonomický. V mnoha případech se může paradoxně stát, že pořizovací a provozní náklady spojené se zpětným získáváním tepla jsou vyšší než úspora energie. Ekonomické zhodnocení bývá mnohdy obtížné, neboť je třeba odhadovat řadu vstupních údajů nutných pro stanovení efektivnosti použití daného zařízení [5].

Provozní náklady

Vstupní hodnotou pro ekonomický výpočet je množství energie (tepla), které se při použití ZZT ušetří tím, že se vzduch nemusí ohřívat v tradičních výměnících. Je nutné zjistit, z jakého zdroje by klasický výměník získal energii a její cenu. A právě největším problémem bývá odhadnout vývoj cen energií, které se s časem mění. Ušetřená cena za úsporu energie je z hlediska uživatele ziskem. Za ztrátu je naopak nutno považovat energii vloženou do provozu zpětného získávání tepla, a to podle typu použitého výměníku. Jedná se například o nárůst

elektrické energie pro pohon ventilátoru vzduchotechnické jednotky, neboť se použitím výměníku ZZT zvýší tlaková ztráta vzduchotechnického zařízení. Dále je nutno posoudit účinnost, dobu provozu zařízení a s tím spojenou životnost zařízení ZZT, která se pohybuje od 8 až do 12 roků. Rovněž se nesmí zapomínat na náklady spojené s běžnou údržbou a na mzdové náklady s tím spojené.

Investiční náklady

Při posuzování je třeba zahrnout také veškeré investiční náklady. Pořizovací náklady nejsou jen cena výrobku, ale i další položky. Cena projektu obsahující výpočet a ekonomické zhodnocení ZZT je dalším z nich. Dále pak montáž a zaškolení obsluhy. A v neposlední řadě náklady spojené s většími požadavky na prostor strojovny vzduchotechniky uvnitř objektu, popřípadě stavební úpravy z důvodu hmotnosti výrobku pro zpětné získávání tepla.

6. Metodika měření základních parametrů a vlastní měření

Při navrhování zařízení na úpravu vzduchu či prostředí se setkáváme, se stále se zvyšujícími nároky na zlepšení prostředí v mikroklimatu. Jsou jimi obytné a pracovní prostory, haly, čisté prostory či jiné různé objekty.

Proto, abychom dosáhli pohody prostředí pro člověka, který se bude v dané místnosti cítit spokojeně, a kladně se to projeví na jeho pracovním výkonu, slouží měření a regulace. Na našem trhu je řada specializovaných firem, u nichž základ jejich práce spočívá právě v měření skutečného stavu prostředí a parametrů technických zařízení, které nám zajišťují přívod a úpravu vzduchu. Právě tyto poznatky a naměřené výsledné hodnoty, které se dále zpracovávají, nám mohou posloužit při posuzování výkonu a kvality stávajícího zařízení či přímo při objevování a návrhu zcela nového zařízení na úpravu prostředí [13].

Pokud se jedná o měření v technice prostředí, tak lze tento technický úkon rozčlenit do třech skupin:

- měření laboratorní (výzkum a vývoj)
- měření pro řízení a regulaci (čidla a přístroje jsou natrvalo součástí zařízení)
- měření provozní (měřené přímo v provozních podmínkách)

„Aby výsledky měření odpovídaly skutečnosti, je nutné při měření dodržovat určité základní zásady. Nedodržení těchto zásad má za následek nemožnost měřit nebo nárůst chyb měření až k naprosté nepoužitelnosti výsledků“ (Matuška, 2005 str.13).

Základem pro správné a kvalitní měření je důležitá samotná příprava na měření. Příprava začíná u návrhu měřícího zařízení, dále je vhodné určit si počet měřících bodů a místa, na kterých bude měření provedeno a připravit si formulář do kterého se zapisují naměřené hodnoty. Pokud provádíme měření mimo laboratoř je důležitá předcházející prohlídka místa a vyjednání povolení pro uskutečnění samotného měření. [11]

Jelikož jsem uskutečnil a zpracovával své měření, tak jsem si právě toto povolení musel vyjednat a provedl vlastní měření u klimatizačních kazetových jednotek v nákupním centru na Černém Mostě v Praze. Konkrétně v obchodní jednotce firmy Killtec. Firma se zabývá prodejem zimního vybavení, jde především o textil, jako jsou lyžařské bundy a kalhoty či obuv.

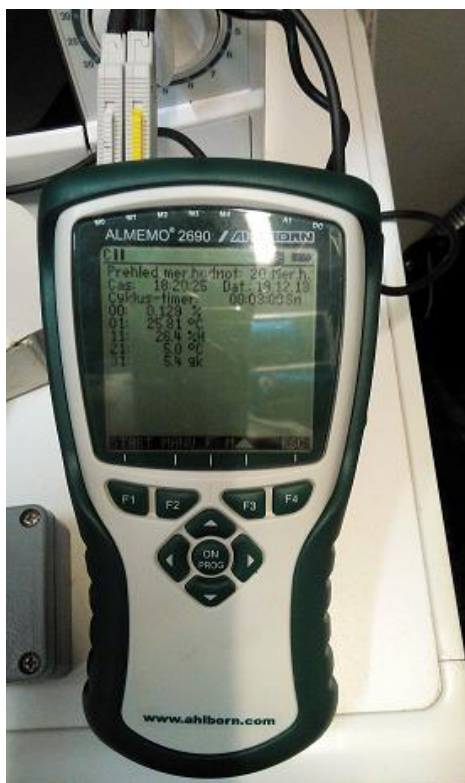
V obchodě jsou dvě klimatizační jednotky, jedna při vchodu do prodejny a druhá na opačném konci v blízkosti pokladny. Na prodejně jsou instalovány kazetové jednotky SkyStar

42 od dodavatele Hydronic. Větrání zde plní funkci zajištění přísunu čerstvého vzduchu a distribuci chladného vzduchu pro zajištění požadovaného klimatu v prodejně. Podle hygienických předpisů je požadováno 50 m³/h čerstvého vzduchu na osobu. Při uvažování 16 osob v prodejně včetně personálu, bude celkové množství přiváděného čerstvého a odváděného vzduchu 800 m³/h. Čerstvý vzduch je dodáván podtlakově přes pasáže do prodejny provozovatelem centra. Vzduch je v zimě ohříván na 18°C a v letním období je chlazen na 26°C. Pro větrání a odvedení teplených zisků z prodejny jsou instalovány v prodejně dvě kazetové jednotky s vodním chladícím výměníkem. Odvod vzduchu je realizován samostatným potrubním rozvodem.

Samotné měření jsem prováděl pomocí zapůjčených přístrojů. Data, která jsem následně zapisoval do připraveného formuláře, mi zobrazoval datalogger od firmy Ahlborn ALMEMO 2690 (obr. 14), do kterého lze připojovat všechny snímače fyzikálních, chemických, optických a elektrických veličin. Technická data používaného dataloggeru jsou uvedena v tab. 4.

Obr. 14 Datalogger ALMEMO 2690[vlastní zdroj]

Tab. 4 Technická data [2]



Technická data Ahlborn ALMEMO 2690	
měřicí vstupy	5 vstupů pro ALMEMO-konektory
výstupy	USB, RS 232, Ethernet, analogový
displej	grafický, 128x128 bodů
paměť	1MB (pro 200 000 naměřených hodnot)
napájení	3 NiMH akumulátory s rychlodobíjením, síťový adaptér
funkce	diference, nastavení nuly, výpočet průtoku max a min, pouzdro proti otřesům a vodě, výstup na PC a tiskárnu, nastavitelný interval ukládání hodnot

6.1 Měření teploty

„V technice prostředí se teplota měří prakticky u všech měřících úloh. Teplota je základní stavová veličin. Je to veličina, která charakterizuje, zda látka při tepelném kontaktu s jinou látkou bude či nebude v tepelné rovnováze (zda bude či nebude přijímat nebo předávat teplo)“ (Matuška, 2005, str. 19).

Pro vlastní měření jsem si zvolil 10 měřících stanovišť, které jsou vyznačeny v půdorysu prodejny na obr. 16. Na každém místě jsem měřil dvakrát a to nejdříve v úrovni kotníků člověka, tudíž u podlahy a druhé měření přibližně ve výšce hlavy. Teplotu jsem měřil pomocí kombinovaného čidla pro teplotu a vlhkost vzduchu (obr. 15).

Tab. 5 Parametry čidla [2]

Kombinované čidlo teplota-vlhkost	
měřící kanály	teplota, relativní vlhkost
měřící rozsahy	teplota: -20 až +80 °C vlhkost: 5 až 95 %

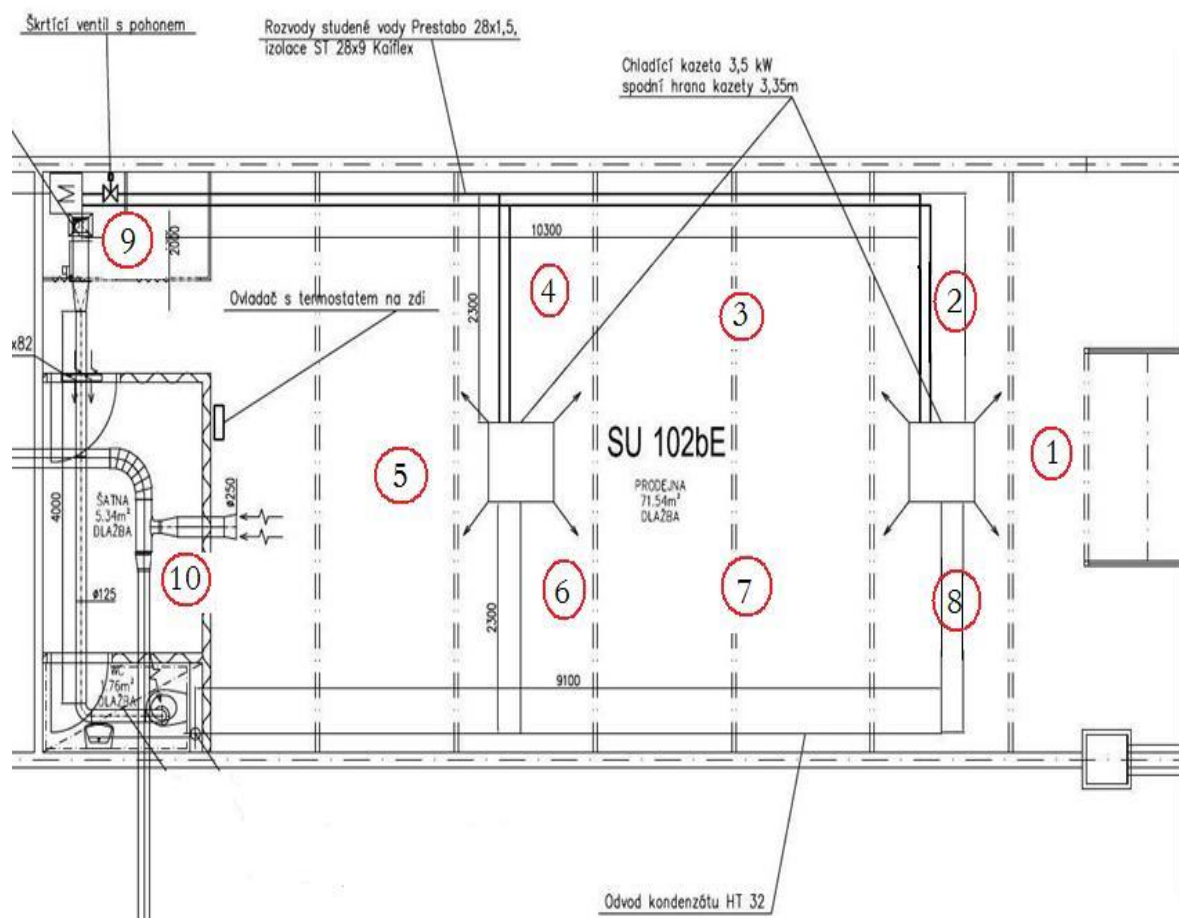
Obr. 15 Čidlo pro teplotu a vlhkost [vlastní zdroj]



6.2 Měření vlhkosti

Jako další jsem do protokolu měřil a zapisoval, jaké jsou hodnoty vlhkosti v obchodní jednotce. Pro zjištění vlhkosti na jednotlivých měřících místech jsem použil již zmíněné čidlo pro teplotu a vlhkost vzduchu. Hodnoty vlhkosti, které byly naměřené na prodejně, jsou zobrazeny v tab. 6 a 7.

Obr. 16 Půdorys prodejny s vyznačenými body pro měření [zdroj: Killtec]

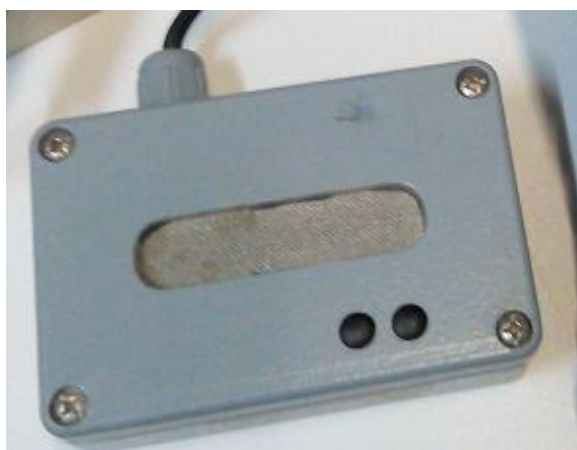


6.3 Měření obsahu CO₂ v ovzduší

Obsah CO₂ v ovzduší ovlivňuje, to jak se cítíme například při práci či jiné činnosti. Vyšší obsah CO₂ má za následek snížení soustředění, dochází k bolestem hlavy a člověk se může cítit malátný. Obsah CO₂ se dá snižovat přirozeným větráním, ale jelikož to v obchodní jednotce nelze, tak je výměna vzduchu zajištěna pomocí kazetových jednotek. Jednotky přivádějí čerstvý vzduch s nižším obsahem CO₂. Lidé jsou velkým zdrojem, který produkuje právě CO₂. Čím vyšší výskyt lidí tím více se zvyšuje koncentrace CO₂.

Měření obsahu CO₂ v obchodní jednotce jsem prováděl na již zmíněných deseti měřicích místech ve dvou výškových úrovních. K měření jsem využil snímač CO₂ ve vzduchu. Snímač se zapojí pomocí kabelu do dataloggeru, na každém místě se musí setrvat delší dobu než se hodnoty CO₂ ustálí a mohou se zapsat do protokolu. Snímač je zobrazen na obr. 17.

Obr. 17 Snímač CO₂ ve vzduchu [vlastní zdroj]



6.4 Naměřené hodnoty a závěr měření

Prodejnu jsem navštívil dvakrát, nejprve 19. prosince 2013, což bylo v době předvánočního shonu a tudíž nákupní centrum bylo plné lidí. Když jsem vstoupil do prodejny, tak zde bylo opravdu citelné teplo, vedoucí prodeje měla klimatizaci nastavenou na 25°C, což s ohledem na vnitřní výpočtové teploty v prodejní místnosti 20 – 21°C byla opravdu příliš vysoká hodnota teploty. Na některých místech prodejní jednotky teplota dosahovala i více než 26°C. Výsledky prvního měření jsou zobrazeny v tab. 6. Průměrné, maximální a minimální hodnoty z deseti měřících stanovišť taktéž nalezneme v tab. 6. Je zde také vypočtena průměrná odchylka, která je spočítána vždy z průměrné hodnoty. Po dobu tohoto měření navštívilo a déle se v místnosti zdrželo 12 osob.

Druhou návštěvu prodejny za účelem měření jsem uskutečnil 7. ledna 2014. Měření proběhlo v odlišných podmínkách. Jelikož po prvním měření jsem vedoucí prodeje upozornil na příliš vysokou teplotu a okrajově vysvětlil jak s klimatizací zacházet, tak pobyt na prodejně už byl příjemný a to z důvodu nastavení teploty na 21°C. V obchodním centru se vyskytovalo mnohem méně lidí než při mém prvním měření. Během probíhajícího měření prodejnu navštívily 4 osoby a z toho pouze jedna se zdržela po delší čas. Nižší teplota se odrazila na vyšších a lepších hodnotách vlhkosti (tab. 7).

Tab. 6 Naměřené hodnoty z měření č. 1 [vlastní zdroj]

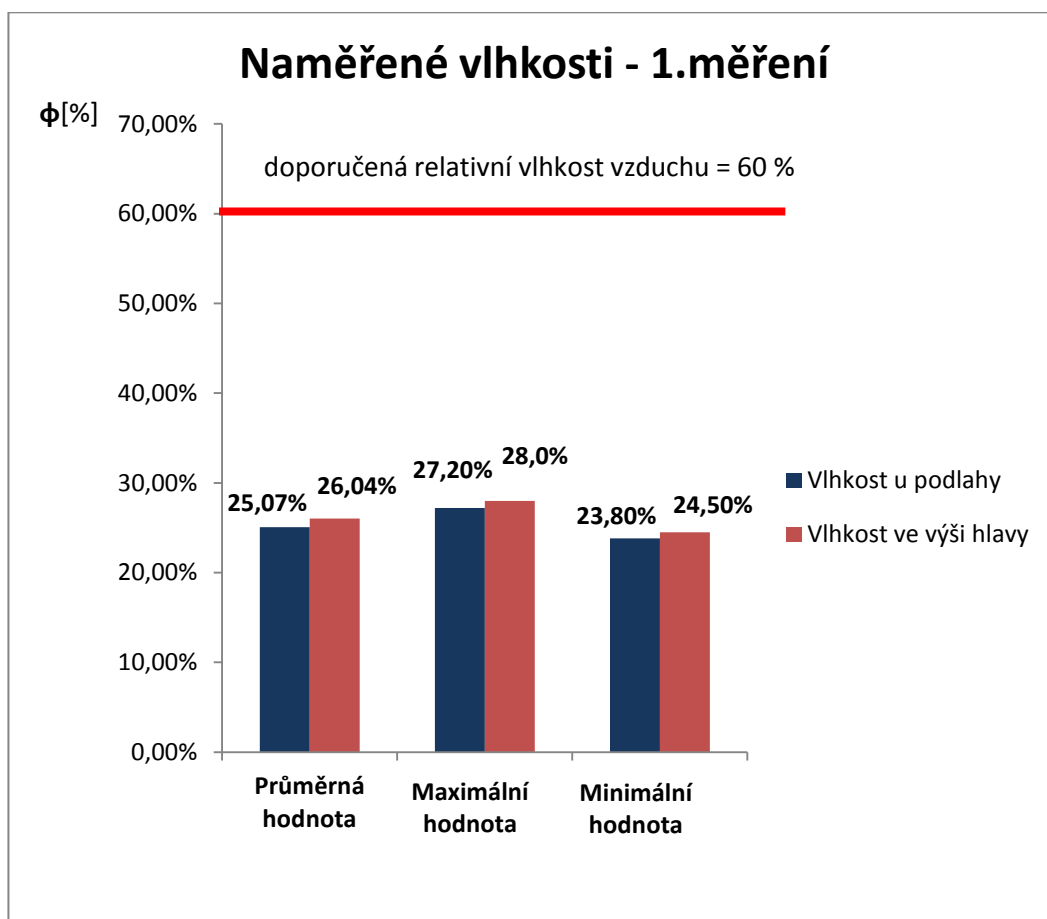
Měřicí bod	Teplota u podlahy [°C]	Teplota ve výši hlavy [°C]	Vlhkost u podlahy [%]	Vlhkost ve výši hlavy [%]	Obsah CO ₂ u podlahy [%]	Obsah CO ₂ ve výši hlavy [%]
1	25,55	25,9	27,2	26,3	0,13	0,133
2	26,05	26,14	25	27	0,124	0,127
3	26,24	26,5	24	28	0,12	0,13
4	26,4	26,2	23,8	24,5	0,123	0,13
5	26,1	26	24,1	24,6	0,125	0,121
6	25,32	25,3	25,4	25,3	0,119	0,122
7	25,38	25,37	25,5	26,2	0,116	0,122
8	25,5	25,48	24,9	25,3	0,117	0,118
9	25,36	25,45	25	26,7	0,119	0,122
10	25,44	25,63	25,8	26,5	0,12	0,128
Průměrná hodnota	25,73°C	25,8°C	25,07%	26,04%	0,121%	0,125%
Maximální hodnota	26,4°C	26,5°C	27,20%	28,0%	0,130%	0,133%
Minimální hodnota	25,32°C	25,3°C	23,80%	24,50%	0,116%	0,118%
Průměrná odchylka	0,371	0,351	0,724	0,892	0,003	0,004

Tab. 7 Naměřené hodnoty z měření č. 2 [vlastní zdroj]

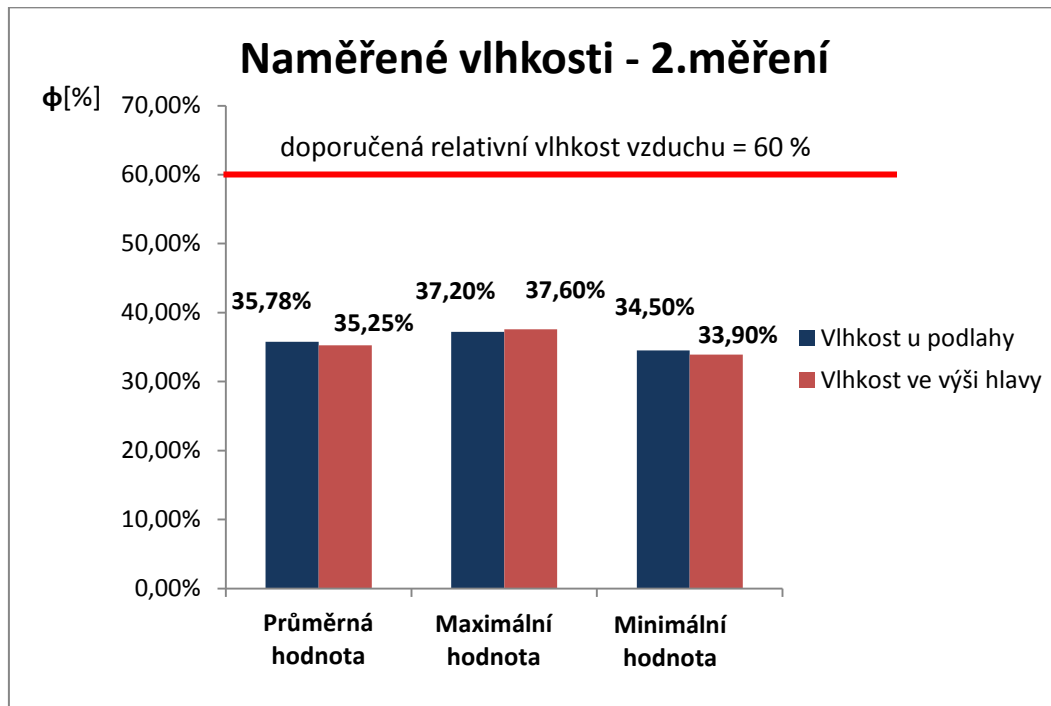
Měřicí bod	Teplota u podlahy [°C]	Teplota ve výši hlavy [°C]	Vlhkost u podlahy [%]	Vlhkost ve výši hlavy [%]	Obsah CO ₂ u podlahy [%]	Obsah CO ₂ ve výši hlavy [%]
1	21,16	21,7	37,2	36,3	0,072	0,073
2	20,93	21,88	36,3	37,6	0,075	0,072
3	20,9	22,55	36,3	35	0,073	0,073
4	21,16	22,58	36,7	33,9	0,073	0,087
5	21,7	22,56	36	34,3	0,073	0,084
6	21,66	22,59	35,4	35,8	0,073	0,083
7	21,76	22,56	35,2	35,1	0,073	0,083
8	21,83	22,53	34,9	34	0,073	0,079
9	22,2	22,48	35,3	36	0,072	0,079
10	22,25	22,52	34,5	34,5	0,072	0,08
Průměrná hodnota	21,56°C	22,40°C	35,78%	35,25%	0,073%	0,079%
Maximální hodnota	22,25°C	22,59°C	37,20%	37,60%	0,075%	0,087%
Minimální hodnota	20,90°C	21,70°C	34,50%	33,90%	0,072%	0,072%
Průměrná odchylka	0,414	0,242	0,720	0,940	0,001	0,004

Vlhkost a CO₂ jsou zobrazeny a zpracovány v grafech. Dle ČSN EN 12831 je doporučená relativní vlhkost vzduchu v prodejní místnosti 60 %. V grafech 1 a 2 jsou zobrazeny vlhkosti, které jsem naměřil. Z grafu lze vyčíst, že relativní vlhkost v obou případech zdaleka nedosahuje doporučené hodnoty. Pokud se podíváme na hodnotu vlhkosti, je zde patrné velice nízké procento. Z toho vyplývá, že v obchodní jednotce je velice suchý vzduch. Nízká vlhkost má negativní vliv na lidský organismus, ta je pocíťována jako suchost, pálení a dráždění sliznic. Důsledkem nízké vlhkosti, je právě větší teplota, která byla naměřena a větší výskyt osob na prodejně, které jsou samozřejmě také zdrojem tepla a produkují ho do svého okolí. [3]

Graf 1 Naměřené hodnoty v porovnání s doporučenou relativní vlhkostí [vlastní zdroj]



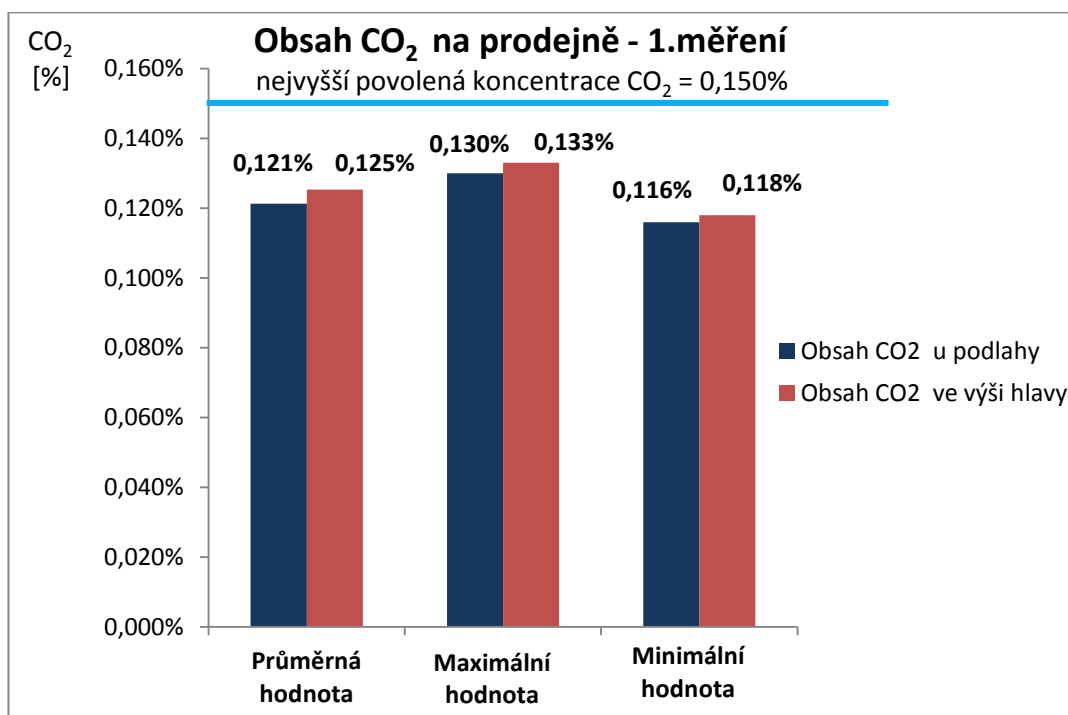
Graf 2 Naměřené hodnoty v porovnání s doporučenou relativní vlhkostí [vlastní zdroj]



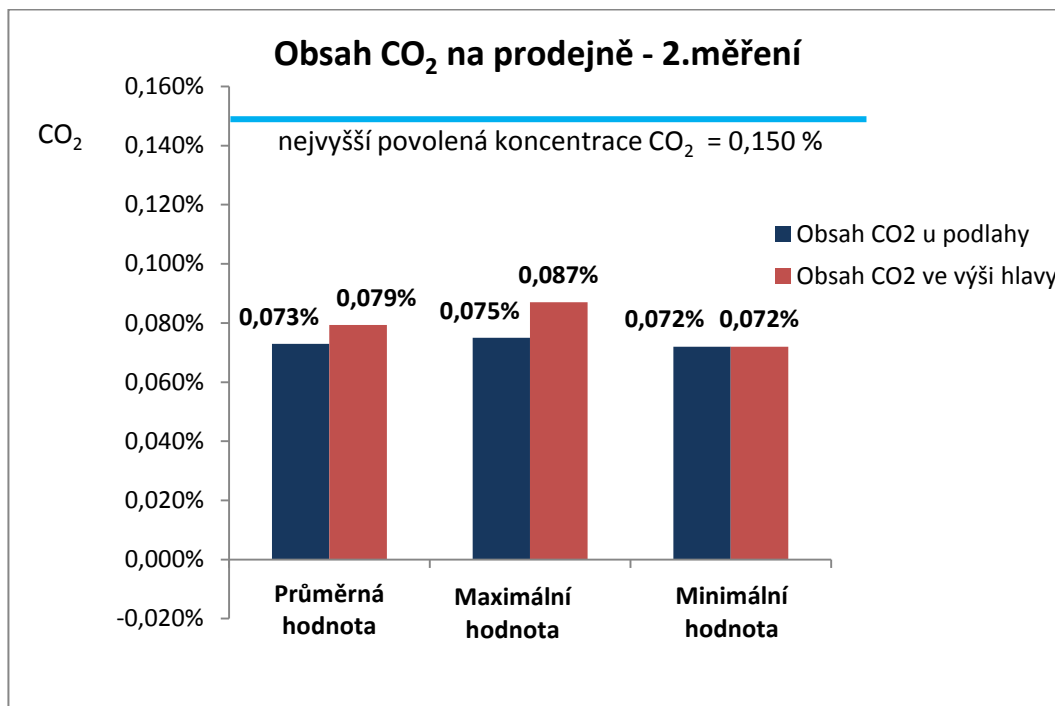
Podle vyhlášky č. 268/2009 Sb. je nejvyšší povolená koncentrace CO₂ na prodejní ploše 1500 ppm, což v přepočtu na procenta činí 0,150 %. Z obou dvou grafů (3 a 4) vyplývá, že mnou naměřené hodnoty v obchodní jednotce jsou v normě a v případě druhého měření došlo k výraznému zlepšení hodnot a to díky menší teplotě na prodejně, kde svou roli, také sehrál menší výskyt osob jak už v celém obchodním centru, tak přímo na prodejní ploše, kde bylo měření prováděno.

Vlhkost a teplota se ukázaly jako faktor, který ovlivňuje, jak se lidé právě například při nakupování cítí. Ukázalo se, jak je důležitá pravidelná výměna vzduchu v tomto případě pomocí kazetových jednotek. Vzhledem k velmi suchému vzduchu na prodejně by bylo vhodné přemýšlet o investici do zvlhčování. Dalším velice zásadním problémem byl neproškolený personál, co se týče obsluhy a nastavení chodu klimatizace v obchodní jednotce. Po mém prvotním upozornění a základním proškolení personálu, jak klimatizaci používat a nastavit, došlo k výraznému zlepšení prostředí na prodejně a pro člověka se v tomto případě stalo nakupování určitě příjemným zážitkem.

Graf 3 Naměřené hodnoty v porovnání s nejvyšší povolenou koncentrací[vlastní zdroj]



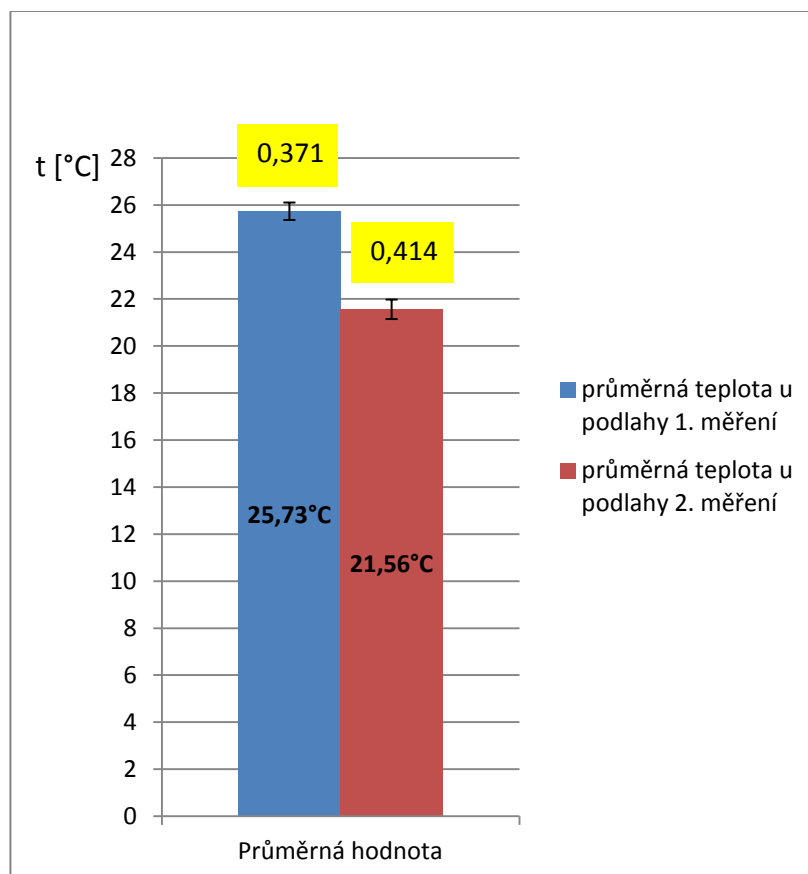
Graf 4 Naměřené hodnoty v porovnání s nejvyšší povolenou koncentrací[vlastní zdroj]



Pro ukázkou a porovnání odchylek naměřených teplot u podlahy slouží graf 5. Jsou zde vyznačeny odchylky výsledných průměrných hodnot, které byly na prodejně naměřeny.

Průměrné odchylky jsou zapsané ve žlutém poli nad sloupci v grafu.

Graf 5 Porovnání odchylek naměřených teplot u podlahy v prodejní místnosti [vlastní zdroj]



7. Ekonomické zhodnocení

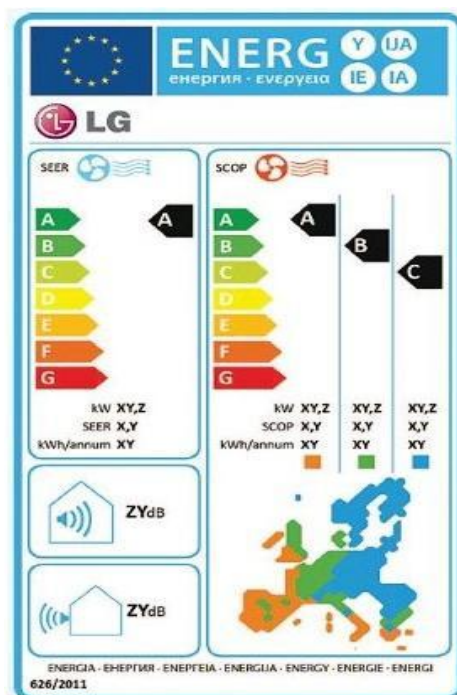
Kvůli poloze naší republiky si spousta lidí klade otázku, zdali se investice do klimatizace vůbec vyplatí. Vždyť jsou u nás extrémní vedra jen pár týdnů v roce a investice do klimatizace není žádná levná záležitost. Vzhledem k tomu, že ceny klimatizací sklouzly oproti minulosti rapidně dolů, tak se v Čechách setkáváme s rostoucím zájmem právě o tyto technologie, které nám pomohou překonat horké letní dny. Spoustu lidí od pořízení klimatizace odradí, jenom když si vyhledají ceny energií, které mají tendenci se pohybovat spíše směrem vzhůru. Bohužel lidé jsou málo informováni o možnostech klimatizačních zařízení, a pokud se nějaké informace dočtou, zpravidla to bývají neodborné články či recenze, které potencionální uživatele klimatizací pouze mystifikují.

Funkce, o které často lidé nevědí, a tudíž ztrácí zájem o využívání klimatizace, je funkce vytápění. Pokud tuto funkci vytápění prodejce klimatizací zákazníkovi přiblíží, je

vnímána jako pozitivní a při rozhodování pořídít či nepořídít klimatizaci hraje velkou roli. Funkci vytápění obsahuje téměř každá klimatizační jednotka, kromě klasických mobilních klimatizací, které slouží pouze k rychlému ochlazení místnosti v teplých letních dnech. Vytápění lidé využijí hlavně v podzimních a zimních měsících. Tudíž investice není pouze do pár týdnů v roce, ale klimatizační zařízení je schopno plnohodnotně nahradit ústřední topení. Klimatizací si lze přitápět v jednotlivých místnostech, kde jsou nainstalované jednotky. Některé jednotky, lze používat jako topení i do -15°C venkovní teploty. Velká výhoda se skýtá v okamžitém naběhnutí bez jakéhokoliv rozehrívání a delšího čekání například u klasického přímotopu.

Pár důležitých kritérií, která je dobré sledovat při výběru klimatizace. První ukazatel a zároveň základní ukazatel, který musíme nejprve sledovat, je výkon klimatizace. Nejdříve je dobré zjistit tepelné zisky a objem místnosti a poté můžeme určit, jaký výkon pro nás bude dostačující. Dalšími faktory, které ovlivňují výpočet výkonu klimatizace, jsou počítače či jiné zdroje, které produkují teplo, situovanost místností podle světových stran nebo počet osob v místnosti. V každém případě je lepší klimatizaci trochu předimenzovat a zvolit vyšší výkon. Za prvé tím ulevíme kompresoru a prodloužíme jeho životnost a zároveň ochlazování či případné vytápění pomocí klimatizace, bude účinnější. Spotřeba energie je neodmyslitelně další faktor, který nelze při výběru přehlížet. Při výběru splitové klimatizace je důležité klást důraz na energetický štítek (obr. 18), kterým musí být každá klimatizace dle stanovených norem označena. U klimatizačního zařízení je důležité sledovat a věnovat pozornost celoročním účinnostem SEER a SCOP. Dříve to byli pouze zkratky EER a COP. Nově zavedené označení s písmenem "S" na začátku znamená sezonní.

Obr. 18 Energetický štítek [1]



Energetický štítek je součástí balení každé klimatizační jednotky. Najdeme na něm všechny důležité informace, které souvisejí se spotřebou zařízení, hlavně údaj o třídě energetické účinnosti. Klimatizace se zařazují do tříd energetické účinnosti označovaných písmeny A-G dle koeficientu využitelnosti energie (výkon/příkon). Čím vyšší hodnota, tím lepší zařízení [1].

Co si pod pojmem SEER a SCOP představit?

- SEER – ukazuje poměr tepelného výkonu a příkonu klimatizačního zařízení při různé míře zatížení (chlazení). Jedná se o chladicí výkon klimatizace, dělený elektrickou energií, která je pro dosažení tohoto výkonu zapotřebí.
- SCOP – ukazuje poměr tepelného výkonu a příkonu zařízení při různé míře zatížení (topení). Zde se jedná o topný výkon klimatizace, dělený elektrickou energií, která je pro dosažení tohoto výkonu zapotřebí [1].

U obou dvou pojmů platí čím vyšší je jejich hodnota, tím vyšší je energetická účinnost klimatizační jednotky. Abychom měli představu, v jakých číslech se mohou tyto hodnoty pohybovat, můžeme se podívat na tab. 8.

Tab. 8 Hodnoty energetických účinností pro chlazení a vytápění [1]

	SEER	SCOP
A+++	SEER \geq 8,5	SCOP \geq 5,1
A++	6,1 \leq SEER < 8,5	4,6 \leq SCOP < 5,1
A+	5,6 \leq SEER < 6,1	4,0 \leq SCOP < 4,6
A	5,1 \leq SEER < 5,6	3,4 \leq SCOP < 4,0
B	4,6 \leq SEER < 5,1	3,4 \leq SCOP < 4,0
C	4,1 \leq SEER < 4,6	2,8 \leq SCOP < 3,1
D	3,6 \leq SEER < 4,1	2,5 \leq SCOP < 2,8
E	3,1 \leq SEER < 3,6	2,2 \leq SCOP < 2,5
F	2,6 \leq SEER < 3,1	2,2 \leq SCOP < 2,5
G	SEER < 2,6	SCOP < 1,9

K porovnání a technickému zhodnocení jsem si vybral dva typy klimatizací, prvním typem je mobilní klimatizace RKL 360 S-line od firmy Remko jakožto zástupce klimatizace dostačující v horkých letních dnech na ochlazování kanceláře či obytných místností. Klimatizace obsahuje automatický časovač a dálkové ovládání pro komfortnější použití. Mobilní klimatizace RKL se vyznačuje vynikajícím vzduchovým výkonem. Tato klimatizace disponuje také funkcí odvlhčování. Výhodou je, že automatický výparník odpaří kondenzát do odpadního vzduchu, tudíž nemusíme sami kondenzát vylévat. Tato klimatizace vychází na 17 410,- Kč včetně DPH.

Druhý typ klimatizace, který porovnávám je nástěnná klimatizace ML 263 také od firmy Remko. Klimatizace je určena pro bytové prostory, v tomto případě až do 80 m³. Výhodou je, že neposlouží pouze v letním období pro ochlazování, ale také v jarních a podzimních měsících, kdy s její pomocí můžeme ekonomicky přitápět. Disponuje velice nízkou hlučností i při vyšším výkonu. Samozřejmostí je dálkový ovladač. Pro uživatele je zde funkce naprogramování doby vypnutí a zapnutí. Funkce invertoru uzpůsobuje výkon aktuální potřebě a znamená energetickou úsporu. Co se týče energetické třídy, tak pro chlazení je hodnota SEER 5,7 a spadá do energetické třídy A+. Pro vytápění je hodnota SCOP 3,8 a řadí jí do energetické třídy A. Cena této klimatizace je přibližně o tři tisíce vyšší než mobilní klimatizace, tudíž vychází na 20 990,- Kč včetně DPH.

Tab. 9 Technická data RKL 360 [14]



Tab. 10 Technická data ML263[14]



TECH. SPECIFIKACE	RKL360 S-LINE
Chladicí výkon	3,6 kW
Odvlhčovací výkon	max. 2,1 L/h
Třída energetické náročnosti	A (EER 2,7)
Vzduchový výkon	450 m3/h
Objem prostoru	100 m3
Příkon	1,33 kW
Spotřeba energie	1,33 kW/h
Hlučnost	49 - 53 dB
Výška	840 mm
Šířka	450 mm
Hloubka	380 mm
Hmotnost	35 kg

TECH. SPECIFIKACE	ML263
Energetická třída topení	A
Energetická třída chlazení	A+
Chladicí výkon	2,8 (1,0 - 3,7) kW
Topný výkon	2,6 (0,9 - 3,8) kW
Vzduchový výkon	max. 620 m3/h
Objem prostoru	80 m3
Hlučnost	26 - 43 dB
SEER	5,7
SCOP	3,8
Provozní teplota topení	5 - 30 °C
Provozní teplota chlazení	5 - 50 °C
Výška	275 mm
Šířka	800 mm
Hloubka	188 mm
Hmotnost	6 kg

7.1 Finanční otázka

Co se týče konečného výběru a finanční stránky je závěr následující:

- 1) **Mobilní klimatizace** příkon: 1,33 kW
 cena: 18. 990 Kč
- 2) **Nástěnná klimatizace** příkon: 1,07 kW
 cena: 20. 990 Kč

Vzhledem k tomu, že se roční spotřeba předem těžko odhaduje, budeme počítat s hodnotami, které nám poskytne prodejce. U mobilní klimatizace je roční spotřeba udávána 500 kW. Nástěnná klimatizace má tuto hodnotu o něco vyšší a je to 535 kW. K výpočtu vezmeme průměrnou roční cenu energie 4,64 Kč/kWh.

Spotřebovanou energii v jednom roce vypočteme takto:

príkón * počet hodin, kdy je klimatizace v provozu (udáváno prodejcem) * cena za 1 kWh

- 1) mobilní klimatizace: $1,33 \times 500 \times 4,64 = 3\,086$ Kč/rok
- 2) nástěnná klimatizace: $1,07 \times 535 \times 4,64 = 2\,656$ Kč/rok

Po takto jednoduchých výpočtech můžeme vidět, že nástěnná klimatizace ušetří ročně 430 Kč oproti mobilní klimatizaci. Rozdíl v pořizovací ceně je 2 000 Kč, tudíž po zhruba 5 letech provozu se investice do nástěnné klimatizace vyrovná levnější mobilní klimatizaci. A v polovině 5. roku začne docházet k úsporám. Zde se bavíme pouze o nákladech při chlazení. Jelikož nástěnná klimatizace disponuje funkcí vytápění, můžeme předpokládat, že při využívání přitápění v chladnějších měsících náklady na provoz ještě lehce vzrostou.

Jako vhodné mi přijde vybrat sice dražší, ale z hlediska výkonu a funkcí určitě vybavenější jednotku a tou je nástěnná klimatizace. Investice, zhruba o dva tisíce vyšší nám přináší například možnost vytápění. Vytápění u klimatizace v mírnějších zimních měsících dokáže plnohodnotně nahradit například funkci ústředního topení a ušetřit tak nemalé částky. Co se týče hluku, tak hodnota decibelů také hovoří pro nástěnnou klimatizaci. Nástěnná klimatizace má tu výhodu, že nikde nevyčnívá do prostoru, je pouze zavěšena na stěně a uživateli nikterak nepřekáží. Je tedy určitě lepší si připlatit a mít k dispozici vysoce funkční klimatizaci.

8. Závěr

Vzduchotechnika je velmi rozsáhlý obor, který má velký význam v praxi a jsme s ním v každodenním kontaktu a v dnešní době bychom se bez něj jen stěží obešli. Vzhledem k obsáhlosti tohoto oboru nelze popsat veškeré informace o větrání a klimatizaci, a proto jsem v této práci vytvořil ucelený přehled základních větracích a klimatizačních jednotek, kde jsou uvedeny základní výpočty potřebné pro návrh vzduchotechnických zařízení. Dále jsem se snažil přiblížit problematiku zpětného získávání tepla a nastínit ekonomické zhodnocení při výběru klimatizace pro běžného uživatele a využití v domácnosti. V hlavní části práce je zpracováno vlastní měření.

Při zpracování jsem vycházel z odborné knižní literatury, z internetových zdrojů, ale také z názorů od odborníků s mnohaletou praxí v oboru.

Díky firmě Killtec, která mi umožnila přístup do prodejní jednotky, jsem mohl uskutečnit vlastní měření a následně vyhodnotit naměřené hodnoty. Měření probíhalo na prodejní ploše umístěné v obchodním centru. Pro měření a zpracování výsledků jsem použil zapůjčené školní měřicí přístroje, které mi poskytl vedoucí bakalářské práce. Měřené veličiny, jako teplota, vlhkost a obsah CO₂ ve vzduchu na prodejní ploše jsou zpracovány v tabulkách a následně vyhodnoceny v grafech, kde jsou porovnávány s hodnotami, které předepisují normy

Při 1. měření byla zjištěna nízká vlhkost a vysoká teplota, což vedlo také ke zvýšení koncentrace CO₂ ve vzduchu. Po informování a základním proškolení personálu, jak klimatizaci správně ovládat a používat, jsem zhruba po měsíci uskutečnil 2. měření. Zde se ukázalo, že správné používání klimatizace vedlo k výraznějšímu zlepšení stavu vzduchu na prodejní ploše. Nutno dodat, že výskyt osob na prodejně byl při druhém měření výrazně nižší než při prvním.

Z měření vychází, že správné zaškolení personálu, co se týče obsluhy klimatizační jednotky na prodejně, je prvním krokem ke zkvalitnění ovzduší na prodejně. V tomto případě nebylo dosaženo doporučené vlhkosti ani v případě druhého měření. Často se při nakupování cítíme unavení či malátní, povětšinou je to právě z důvodu nízké vlhkosti a vysoké teploty v obchodních centrech. Zde stojí za zvážení, jestli by provozovatelé center neměli klást větší důraz na zlepšování a zkvalitňování ovzduší uvnitř obchodních center. Lidé by neměli obchodní centra spojená pouze s pocitem vydýchaného a suchého vzduchu a rádi by se vraceli do míst, kde se cítí příjemně. Zároveň by pravděpodobně nákupní centra navštěvovali častěji, což by mělo v důsledku pozitivní dopad na růst zisků a tržeb pro obchodníky.

9. Seznam použité literatury:

- [1] ABKLIMATIZACE. Energetické třídy. *AB Klimatizace* [online]. Praha: AB Klimatizace, © 1992-2013 [cit. 28. 2. 2014]. Dostupný z: www.abklimatizace.cz/energeticke-tridy/
- [2] AHLBORN. *ahlborn.cz* [online] Praha: © AHLBORN.cz, [cit. 17. 3. 2014] Dostupné z: <http://www.ahlborn.cz/>
- [3] ČSN EN 12831. *Tepelné soustavy v budovách - výpočet tepleného výkonu*. 1. 3. 2005. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- [4] DRKAL, František, ZMRHAL, Vladimír, LAIN, Miloš, SCHWARZER, Jan. *Klimatizace a průmyslová vzduchotechnika* [online] Praha: Evropský sociální fond, 2009. Dostupné z: http://www.ib.cvut.cz/sites/default/files/Studijni_materialy/KPV/Klim_a_prum_vzd.pdf
- [5] FLEKNOVÁ, Věra. *Vzduchotechnika*. Praha. 2006. Skripta určená pro studenty. SPŠ Na Třebešíně. Technická zařízení budov.
- [6] FUJITSU. Split systémy, *fujitsu-general.com* [online] Praha: © 1996-2014, [cit. 17. 3. 2014] Dostupné z: <http://www.fujitsu-general.com/cz/products/split/wall/std/index.html>
- [7] GEBAUER, Günter. *Vzduchotechnika*. Era, 2005, xviii, 262 s. ISBN 80-736-6027-X.
- [8] CHYSKÝ, Jaroslav a HEMZAL, Karel. *Větrání a klimatizace*. Praha: Nakladatelství BOLIT, 1993. ISBN 80-901574-0-8
- [9] KARPÍŠKOVÁ, Dana. Klimatizace do bytu: Jak jí vybrat?, *nazeleno.cz* [online]. © 2008 xBizon, poslední aktualizace 27. 6. 2012 [cit. 14. 3. 2014]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/vetrani-1/klimatizace-do-bytu-jak-ji-vybrat.aspx>
- [10] KNESCHKE, Jana. Rekuperace v praxi: fungování a instalace, *nazeleno.cz* [online]. ©2008 xBizon, poslední aktualizace 15. 11. 2010 [cit. 15. 3. 2014] Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/vytapeni-1/rekuperace-v-praxi-fungovani-a-instalace.aspx>
- [11] MATUŠKA, Tomáš. *Experimentální metody v technice prostředí*. Praha: Česká technika – nakladatelství ČVUT. ISBN 80-01-03291-4

- [12] MORÁVEK, Daniel. Nové univerzální kompaktní jednotky, *atrea.cz* [online]. © ATREA 1998-2014, poslední aktualizace 9. 6. 2011 [cit. 16. 3. 2014] Dostupné z:
<http://www.atrea.cz/cz/365.nove-univerzalni-kompaktni-jednotky-duplex-s-1600-a-duplex-s-2600>
- [13] PAVELEK, Milan a ŠTĚTINA, Josef. *Experimentální metody v technice prostředí*. Vyd. 1. V Brně: VUT, 1997. ISBN 80-214-0970-3
- [14] REMKO. Klimatizace nástěnná ML, *technika-remko.cz* [online] Praha: © 2008-2014, [cit. 17. 3. 2014] Dostupné z:
<http://www.technika-remko.cz/klimatizace/split-klimatizace/klimatizace-nastenna-ml>
- [15] REMKO. Mobilní klimatizace, *mobilni-klimatizace-rk.cz* [online]. Praha: Remko © 2013 [cit. 14. 3. 2014]. Dostupné z: <http://mobilni-klimatizace-rk.cz/>
- [16] *Schémata vzduchotechnických jednotek* [online]. [cit. 15. 3. 2014] Katedra technických zařízení budov. České vysoké učení technické. (Praha) Dostupné z:
http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/tz2/Schemata_vzduchotechnickych_jednotek.pdf
- [17] SZÉKYOVÁ, Marta, FERSTL, Karol a NOVÝ, Richard. *Větrání a klimatizace*. 1. Vydání, Bratislava: Nakladatelství Jaga, 2006. ISBN 8080760373
- [18] TŮMA, Jan. *Domácí klimatizace a čističky vzduchu*. 1. vyd. Brno: ERA, 2007, 200 s. ISBN 978-80-7366-081-9
- [19] VZDUCHOTECHNIK. Větrací jednotky N-RVJ-C. *vzduchotechnik.cz* [online] [cit. 17. 3. 2014] Dostupné z:
<http://www.vzduchotechnik.cz/domain/vzt/files/prumyslovenormy/vetraci%20jednotky%20N-RVJ-C.pdf>

10. Seznamy obrázků, tabulek, grafů a symbolů

Seznam obrázků

- Obrázek 1 Střešní větrací jednotka N – RVJ – C [17]*
- Obrázek 2 Schéma střešní větrací jednotky N – RVJ – C [17]*
- Obrázek 3 Přívodní větrací jednotka [18]*
- Obrázek 4 Přívodní i odvodní jednotka s možností zpětného získávání tepla [18]*
- Obrázek 5 Jednotka teplovzdušného vytápění [18]*
- Obrázek 6 Kompaktní jednotka DUPLEX S-1600 [11]*
- Obrázek 7 Mobilní klimatizace [9]*
- Obrázek 8 Dvoudílná mobilní klimatizace [9]*
- Obrázek 9 Nástěnná klimatizace [12]*
- Obrázek 10 Ukázka rozdílné distribuce vzduchu při chlazení a vytápění [13]*
- Obrázek 11 Kazetová jednotka SkyStar 42 umístěna v obchodní jednotce [vlastní zdroj]*
- Obrázek 12 Přenosové prvky rekuperačních výměníků [1]*
- Obrázek 13 Větrací jednotka se zapojenými výměníky pro zpětné získávání tepla [1]*
- Obrázek 14 Datalogger ALMEMO 2690 [vlastní zdroj]*
- Obrázek 15 Čidlo pro teplotu a vlhkost [vlastní zdroj]*
- Obrázek 16 Půdorys prodejny s vyznačenými body pro měření [vlastní zdroj]*
- Obrázek 17 Snímač CO₂ ve vzduchu [vlastní zdroj]*
- Obrázek 18 Energetický štítek [7]*

Seznam tabulek

- Tabulka 1 Produkce tepla v těle pro různé činnosti člověka [2]*
- Tabulka 2 Doporučené intenzity osvětlení a produkce tepla pro různá pracoviště [2]*
- Tabulka 3 Průměrné účinnosti elektromotorů [2]*
- Tabulka 4 Technická data [14]*
- Tabulka 5 Parametry čidla [14]*
- Tabulka 6 Naměřené hodnoty z měření č. 1 [vlastní zdroj]*
- Tabulka 7 Naměřené hodnoty z měření č. 2 [vlastní zdroj]*
- Tabulka 8 Hodnoty energetických účinností pro chlazení a vytápění [7]*

Tabulka 9 Technická data RKL 360 [12]

Tabulka 10 Technická data ML263 [12]

Seznam grafů

Graf 1 Naměřené hodnoty v porovnání s doporučenou relativní vlhkostí [vlastní zdroj]

Graf 2 Naměřené hodnoty v porovnání s doporučenou relativní vlhkostí [vlastní zdroj]

Graf 3 Naměřené hodnoty v porovnání s nejvyšší povolenou koncentrací [vlastní zdroj]

Graf 4 Naměřené hodnoty v porovnání s nejvyšší povolenou koncentrací [vlastní zdroj]

Graf 5 Porovnání odchylek naměřených teplot u podlahy v prodejní místnosti [vlastní zdroj]

Vybrané pojmy

Značka	Jednotka	Význam
Tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla		
Q_l	W	produkce tepla lidmi
t_i	°C	teplota vnitřního vzduchu
i_l	-	počet lidí
i_z	-	počet žen
i_d	-	počet dětí
i_m	-	počet mužů
Q	W	tepelná zátěž svítidla
Q_m	W	produkce tepla elektromotory
N	W	štítkový výkon elektromotoru
c_1	-	součinitel současnosti používání
c_2	-	zbytkový součinitel při odsávání (bez odsávání $c_2 = 1$)
c_3	-	průměrné zatížení stroje
η_m	-	účinnost elektromotoru (účinnost elektromotorů v tabulce 3)
Stanovení množství vzduchu		
M_s	gs^{-1}	množství škodliviny, která uniká do prostoru
k_e	gm^{-3}	koncentrace škodlivin v přiváděném vzduchu
k_i	gm^{-3}	koncentrace škodlivin v odváděném vzduchu
V	m^3s^{-1}	množství vzduchu
Q_{cit}	W	množství citelného tepla
V	m^3s^{-1}	objemový průtok vzduchu
ρ	kgm^{-3}	hustota vzduchu
c	$1010 Jkg^{-1}K^{-1}$	měrná tepelná kapacita
t_i, t_e	K	teplota vnitřního a přivodního vzduchu