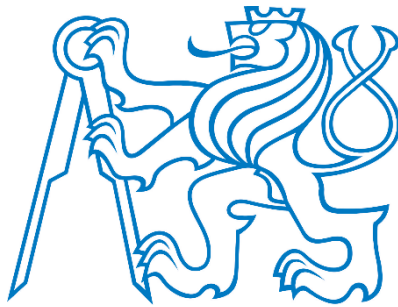


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VĚTRÁNÍ BYTOVÉHO DOMU VE CVIKOVĚ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BC. TEREZA KOTASOVÁ

Vedoucí diplomové práce : Ing., Zuzana Veverková, Ph.D.

2017/2018



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kotasová

Jméno: Tereza

Osobní číslo: 410012

Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Větrání bytového domu ve Cvikově

Název diplomové práce anglicky: Ventilation system of residential building in Cvikov

Pokyny pro vypracování:

Požadavky na vnitřní prostředí obytných budov, větrací systémy, analýza stávajícího stavu větrání zadaného bytového domu s ohledem na kvalitu vnitřního prostředí, návrh a posouzení možných variant řešení větrání zadaného objektu.

Vypracování projektové dokumentace vybraného systému větrání zadaného objektu. Obsahem dokumentace budou půdorysy a řezy větracího systému, výpočet množství vzduchu, hydraulické výpočty, návrh distribučních elementů, technická zpráva, posouzení hluku.

Seznam doporučené literatury:

ČSN EN 15665 - Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov

Günter Gebauer, Helena Horká, Olga Rubinová - Vzduchotechnika

Daniel Klaus, Technika budov - Příručka pro projektanty, Jaga

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Zuzana Veverková, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 9.10.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2018

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

9.10.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

V Praze, 7.1.2018

Podpis:

Poděkování

Chtěla bych poděkovat Ing. Zuzaně Veverkové, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky, vstřícnost a empatii při konzultacích mé diplomové práce.

Další dík patří také modelové rodině, která mi opakovaně dovolila měřit vnitřní prostředí v jejich bytové jednotce.

Obsah diplomové práce

1. Anotace, Klíčová slova	str. 5
2. Úvod	str. 6
3. Způsoby větrání bytových domů	str. 7
a. Přirozené větrání	str. 7
b. Šachtové větrání	str. 8
c. Hybridní větrání	str. 9
d. Decentrální nucené větrání	str. 9-10
e. Centrální nucené větrání	str. 10
4. Požadavky na vnitřní prostředí budov	str. 11
5. Možnosti větrání zkoumaného bytového domu a volba vhodné varianty	str. 12-13
6. Postup při tvorbě projektu	str. 14-18
7. Měření a dotazníkový průzkum	str. 19
I. Charakteristika vybraného bytového domu	str. 19
II. Hodnocení vybraného bytového domu	str. 19-21
III. Výsledky	str. 21-36
IV. Shrnutí	str. 37
8. Závěr	str. 38
9. Zdroje	str. 39

1. Anotace

Diplomová práce se zabývá problematikou větrání bytových domů a kvalitou vnitřního prostředí. V konkrétním bytovém domě byl mezi místními obyvateli proveden dotazníkový průzkum týkající se větrání. Ve vybrané modelové bytové jednotce bylo poté uskutečněno měření kvality vnitřního prostředí. V práci jsou obecně popsány možnosti větrání bytových domů. Jedna vybraná varianta je zpracována do podoby projektu pro provedení stavby pro zmíněný objekt.

Klíčová slova

Bytový dům; větrání; nucené větrání s rekuperací; kvalita vnitřního prostředí; vzduchotechnika; oxid uhličitý; relativní vlhkost vzduchu

Abstract

Master thesis deals with problems of residential houses ventilation and quality of interior environment. In given residential house was made the research among its inhabitants about their habits and quality of natural air change. There were made measurements of air conditions in one chosen flat. There are generally described possibilities of ventilation in residential houses. And one of them is executed in more detailed documentation for construction of the building.

Keywords

Residential house; ventilation; mechanical ventilation heat recovery; quality of interior environment; air conditioning; carbon dioxide; relative humidity;

2. Úvod

Ještě před několika lety se ve spojitosti s budvami pro bydlení mluvilo převážně o jejich ekonomické a energeticky úsporné stránce. Budovy se zateplovaly novými izolačními obvodovými plášti a okna se vyměňovala za co nejtěsnější. V dnešní době v těchto domech řešíme problém s plísněmi a vlhkostí a také nedostatek kvalitního vzduchu. A také proto se čím dál více zabýváme větráním objektů k bydlení. Ať je primární ochrana budovy nebo čerstvý vzduch či odvod škodlivých látek (NO_x, formaldehyd), oba tyto požadavky mohou mít společné řešení.

V České Republice žije v bytových domech více než pět milionů obyvatel. Vybrala jsem si tedy konkrétní dům ve Cvikově s nejčastější konstrukční soustavou nacházející se v České a Slovenské Republice. Nazývá se T06B. Rozhodla jsem se do něj navrhnout aplikovatelný systém větrání, který by zvýšil komfort užívání budovy jejími obyvateli.

Nejprve jsem tedy mezi rezidenty udělala dotazníkový průzkum o jejich spokojenosti se současným větráním a jejich povědomí o vzduchotechnice. Následně jsem v modelovém bytě provedla měření kvality vzduchu a nakonec navrhla vhodný systém nuceného větrání.

3. Způsoby větrání bytových domů

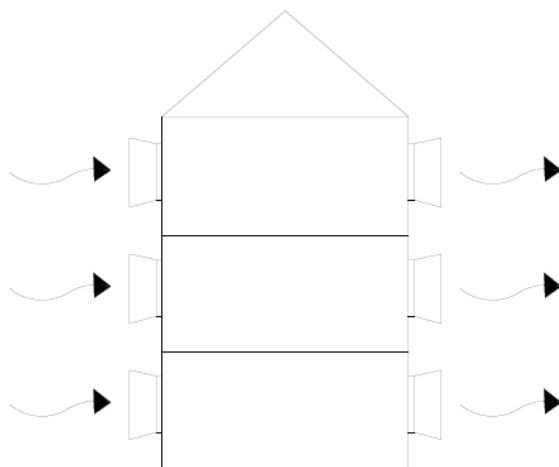
První dva způsoby větrání jsou v dnešní době vnímány spíše jako nedostatečné či nekomfortní z hlediska regulace, přísunu čerstvého vzduchu či hrozícího hluku. V dnešní době existují lokality s vysokou prašností, hlučností či jinak znečištěné a přirozené větrání je zde zkrátka nevhodné. Důležitý je také fakt, že v posledních letech zateplujeme fasády a vyměňujeme okna stávajících objektů, abychom optimalizovali jejich energetickou náročnost na minimum. Málokdo se však po takovém utěsnění obálky budovy zabývá následnou kvalitou vnitřního prostředí.

a. Přirozené větrání (s infiltrací)

Jedná se o výměnu vzduchu pomocí oken, dveří a dalších stavebních otvorů. Pokud však nefouká vítr, probíhá větrání jen díky rozdílu teplot v exteriéru a interiéru.

Klady a zápory tohoto systému větrání:

- + - levné a bezúdržbové
- - v případě bezvětří je výměna vzduchu zajišťována pouze díky rozdílu teplot (venkovní nižší než vnitřní), který je převážně v letním období velice nízký -> nedostatečné!
 - velké tepelné ztráty
 - v případě infiltrace není možné ovlivnit výši výměny vzduchu a to je v technickém zázemí, ale také v dalších místnostech, nepřijatelné (intenzitu větrání lze zvýšit otevřením oken)
 - infiltrace je u nových nebo zrekonstruovaných objektů téměř nulová



PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ

b. Šachtové větrání

a) Přísun vzduchu je zprostředkován z velké části otvory na fasádě. Odvod vzduchu je zajištěn centrální šachtou, potrubím, apod. na střechu.

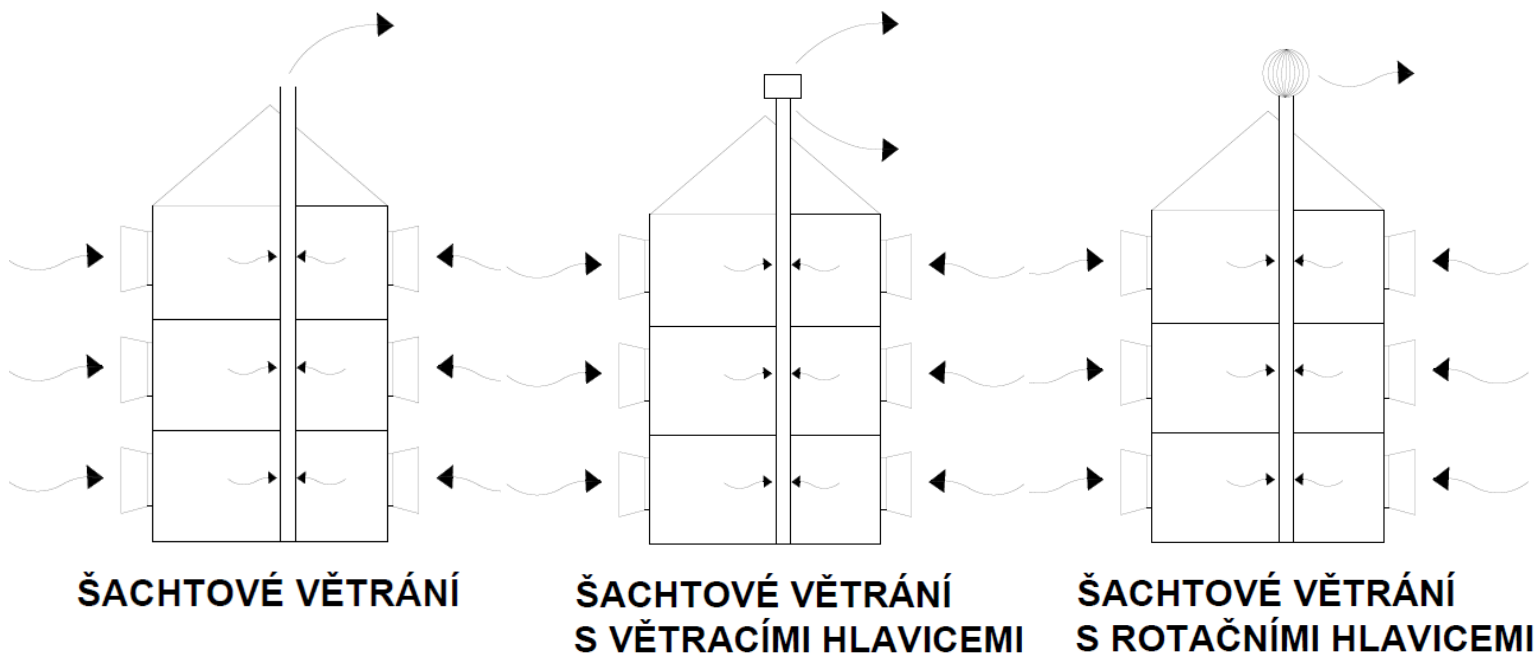
- + - levné a bezúdržbové
- - může být hlučné
- - v bezvětří a letním období prakticky nepoužitelné (závislé na intenzitě větru)
- - v zimním období naopak dochází k intenzivnímu větrání a velkým tepelným ztrátám
- - neregulovatelné

b) Šachtové větrání s větracími hlavicemi

- + - větrání má díky větracím hlavicím vyšší intenzitu
- - nebezpečí vysoké hlučnosti

c) Šachtové větrání s rotačními hlavicemi

- + - systém větrání ideální pro nenáročné neobytné prostory
- - spotřeba elektřiny pro pohon rotačních hlavic
- - není možné tlumit hluk z přívodního otvoru ani z rotačních hlavic z důvodu nízkého vztlaku



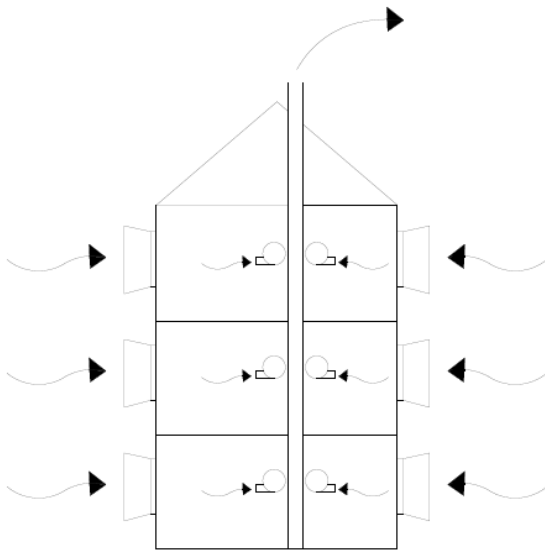
c. Hybridní větrání

V bytové jednotce je zajištěn nucený odvod vzduchu z technických místností (kuchyně, koupelna, WC) ventilátory. Přívod vzduchu je přirozený, podpořen podtlakem způsobeným ventilátory.

+ - nejlevnější varianta nuceného větrání

- - v dnešní době je nutné vzít v úvahu, že s novými těsnými okny přichází

nulová přirozená infiltrace -> je tedy důležité, aby v bytě nevznikal příliš velký podtlak a do interiéru proudil vzduch



HYBRIDNÍ VĚTRÁNÍ

d. Decentrální nucené větrání

System větrání je individuální pro každou bytovou jednotku. Může se jednat o centrální rozvod vzduchotechniky pro byt nebo o lokální větrací jednotky či ventilátory umístěné v jednotlivých místnostech.

Centrální VZT pro obytnou jednotku:

+ - celý byt je provětráván v rovnotlaku dle potřebných parametrů

- vysoký komfort užívání

- v některých případech dokáže při instalaci čidel reagovat na aktuální hladiny vlhkosti a CO₂

- - rozvody vzduchu zasahují v bytové jednotce do prostoru podhledu nebo do skladby podlahy, ne v každém prostoru je toto možné akceptovat (např. u některých rekonstrukcí)

- VZT jednotka je umístěna do neobytných místností a je pro ni také nutné nalézt vhodný prostor

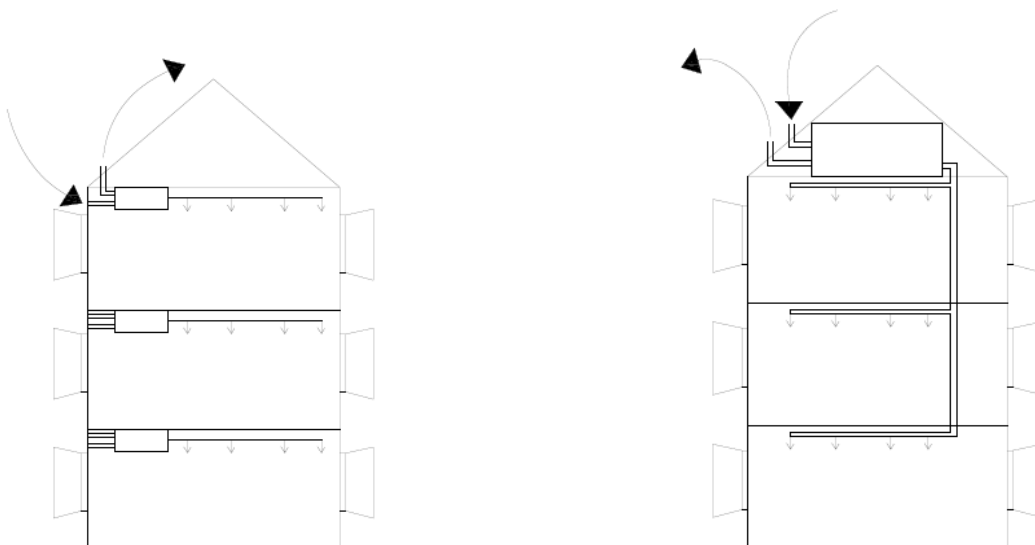
Lokální větrací jednotky:

- + - prostorově nenáročné
- každý byt si může zvolit jak a ve kterých místnostech, chce větrat
- - často jsou větrány pouze některé místnosti
- jednotky mohou být již velice tiché, ale přesto určitý akustický smog vytvářejí a někteří lidé na něj mohou být citliví

e. Centrální nucené větrání

Větrání zajišťuje centrální VZT jednotka umístěná nejčastěji na střeše daného objektu. Z jednotky vede vzduch stoupací potrubí do jednotlivých bytů.

- + - jednotka je nenáročná z hlediska místa v jednotlivých bytech nebo na chodbách bytového domu
- ventilátor (zdroj hluku) je tedy také umístěn mimo tyto prostory
- - potrubí je větších rozměrů než u necentrálních systémů
- může docházet k přeslechům mezi jednotlivými patry
- větrání je většinou instalováno do všech bytů s povinností každého bytu podílet se na nákladech



DECENTRÁLNÍ NUCENÉ VĚTRÁNÍ CENTRÁLNÍ NUCENÉ VĚTRÁNÍ

4. Požadavky na vnitřní prostředí budov

Někdy je složité určit správné požadavky na kvalitu vnitřního prostředí v bytových domech. Ne všechny limity jsou jasně stanoveny. Je však důležité se řídit platnými vyhláškami a co nejlépe s nimi naložit.

Požadavky na větrání obytných budov podle národní přílohy Z1 k ČSN 15665:

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

Tabulka ze zdroje c.

Pro hodnocení koncentrace CO₂ v bytech můžeme použít ČSN 15251. v této normě nejsou hodnoty přesně dané, jsou závislé na koncentraci oxidu uhličitého v okolí.

Zvýšení koncentrace CO₂ nad venkovní koncentrací – ČSN 15251:

kategorie	CO ₂ [ppm]
I	350
II	500
III	800
IV	> 800

Pozn.:

- Kategorie I vysoká úroveň očekávání – používá se pro prostředí se speciálními požadavky, u zdravotně oslabených osob apod.
- Kategorie II normální prostředí – používá se pro nové a rekonstruované budovy
- Kategorie III přijatelné prostředí – pro staré budovy
- Kategorie IV má omezené použití, jen pro část roku

Tabulka ze zdroj d.

Pro mě tedy bude závazná kategorie II. a koncentrace CO₂ do 1000 ppm.

V objektu, který má nová okna, lze takovou výměnu vzduchu v dnešní době již jen těžko zajistit.

5. Možnosti větrání zkoumaného bytového domu a výběr vhodné varianty

Nejprve jsem zvažovala možnost větrání pouze přirozeně. Tímto způsobem větrání však není možné zaručit potřebné množství čerstvého vzduchu přiváděného do interiéru. Vždy samozřejmě záleží na zvyklostech obyvatel daného bytu, na které ale není možné z pozice projektanta spoléhat. Zároveň je nutné myslet na pravděpodobnou obměnu obyvatel v bytových jednotkách v průběhu let. Také je nutné zdůraznit, že objekt, na jež je větrání navrhováno, byl zateplen a byla v něm vyměněna okna. Není tedy možné spoléhat na infiltraci, jako na alespoň minimální přirozenou výměnu vzduchu.

Variantou přirozeného větrání je instalace indikátoru hladiny CO₂ v místnosti. V průběhu noci však indikátor sledován nebude, proto má větší význam např. ve školách.

Šachtové větrání se v dnešní době nově instaluje spíše do prostor, kde není požadována vysoká kvalita vnitřního prostředí. Jedná se například o sklady, sklepy. Proto jsem tento způsob větrání pro svůj bytový dům také vyloučila.

Dále jsem uvažovala nad možností ponechání hybridního větrání. Vzhledem k častým stížnostem obyvatel domu na hluk, jsem tento způsob větrání také vyřadila. Snížení komfortu také způsobuje aktivace ventilátoru ve všech bytech zároveň.

Volila jsem tedy mezi decentrálním a centrálním nuceným způsobem větrání. Kromě dalších výše uvedených důvodů jsem zohlednila fakt, že 14-20 % oblastí České republiky trpí znečištěním ovzduší. Větrací jednotky také odvlhčují vzduch a tím chrání budovu před plísněmi, což můžeš být v některých objektech primární důvod pro nucené větrání. Dostatečným větráním se kromě zvyšování kvality vzduchu a bránění vzniku plísní také odvádějí další nežádané látky jako například NO_x nebo formaldehyd.

Samotná volba mezi centrálním a decentrálním systémem byla složitá. Z mého pohledu je to volba velice subjektivní. V rámci dotazníkového průzkumu ve zkoumaném bytové době jsem dotázaným vysvětlovala rozdíl mezi zmíněnými systémy a zjišťovala, který by ze svého laického subjektivního pohledu zvolili. Téměř všichni si vybrali decentrální jednotku.

Centrální systém má levnější pořizovací náklady. Na druhou stranu v případě decentrální jednotky si každá bytová jednotka může svobodně vybrat, jestli chce

nuceně větrat. Také soukromé vlastnictví dané jednotky a možnost ji kdykoli vypnout či přenastavit je pro potenciálního majitele z psychologického hlediska velice lákavá. To je také pravděpodobně důvod, proč si většina dotázaných vybrala decentrální jednotku. Decentrální jednotka může být také napojena na webové rozhraní.

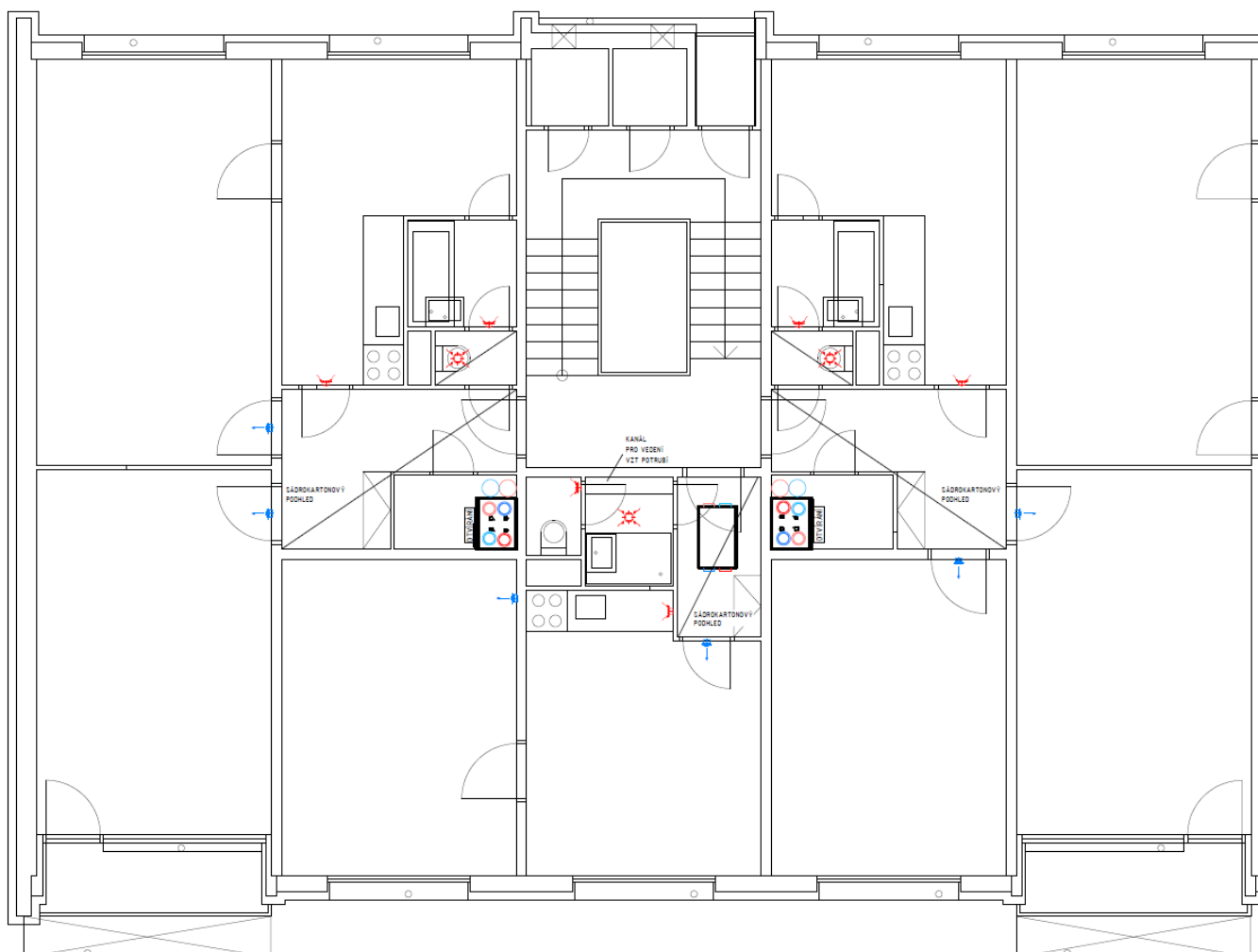
Po zvážení výše jsem pro svůj projekt zvolila decentrální systém větrání. Respektive centrální systém pro každý jednotlivý byt.

6. Postup při tvorbě projektu

Při tvorbě projektu jsem postupně zjišťovala, že navrhovat nucené větrání do bytových domů je poměrně složité z důvodu velice omezených prostor pro vedení potrubí či umístění jednotek.

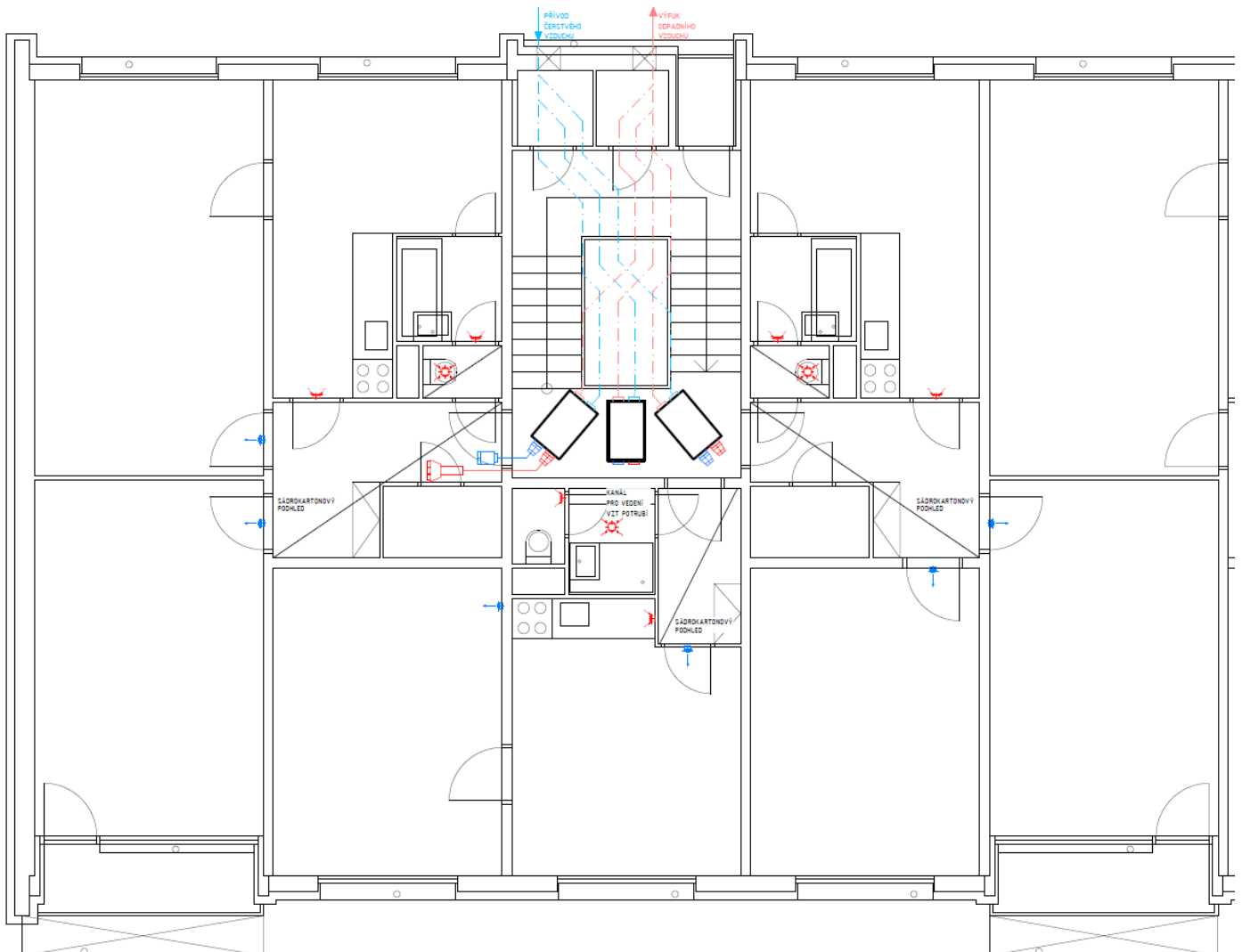
V rámci snížení nákladů jsem zvažovala použití jedné jednotky pro více bytů v jednom vchodě na jednom patře, ale poté by navržené řešení ztrácelo výhody decentrálního systému větrání.

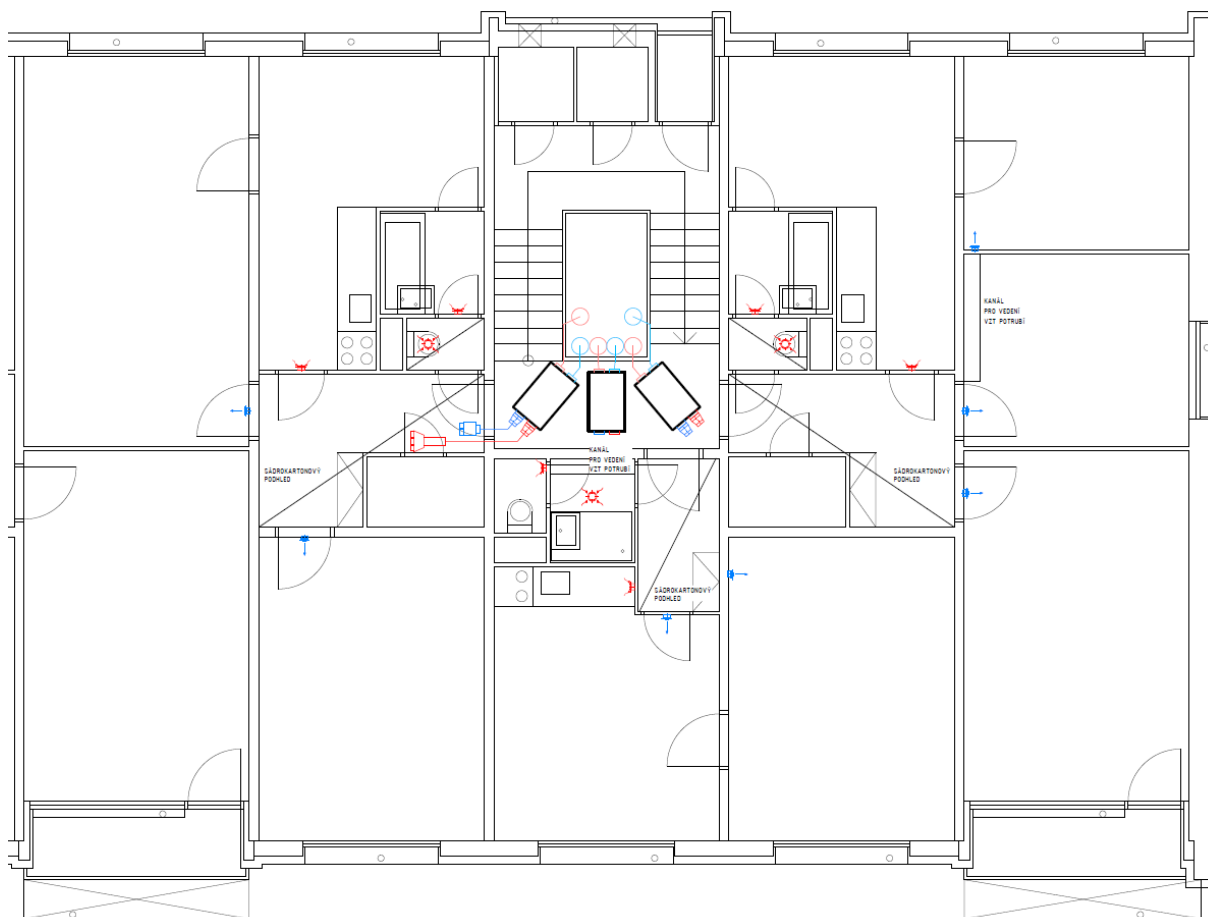
Dále jsem hledala vhodné umístění pro jednotku. Původní předpoklad byl umístění jednotky v šatně (v případě bytů o velikosti 2kk v chodbě) bytových jednotek. V tomto případě jsem ale narážela na problém s přívodem a odvodem vzduchu do exteriéru. Z důvodu minimální povolené výšky 2,6 metrů v obytných prostorách bytových domů nebylo možné vést toto potrubí přímo na fasádu. A v případě užití stoupacího potrubí hrozí šíření nadměrného hluku v bytových jednotkách a pravděpodobně také nedostatek místa pro potrubí.



Další variantou bylo umístění decentrálních větracích jednotek do podhledu hlavních podest bytového domu. Opět jsem ale řešila problém s vedením vzduchu z exteriéru a do exteriéru. Vedení potrubí je ve společných prostorách možné pouze na podestách a v zrcadle schodiště. Vzhledem k vypočtené minimální tloušťce izolace na chodbě 50 mm nebylo reálné umístit do zrcadla schodiště (o šířce 1350 mm) tři přívody a tři odvody vzduchu o průměru 160 mm. V tomto případě nebylo důležité, jestli by se jednalo a vedení na fasádu nebo nad střechu budovy.

Také jsem zvažovala umístění rozdělovacích boxů do bytů. Počet místností, potažmo větracích ventilů, je však velice nízký a regulace tlakových ztrát bude jednoduchá, proto jsem se následně rozhodla je nepoužít.





Poslední a konečnou variantou umístění jednotek (a tedy i vyřešení problému s přiváděním vzduchu z exteriéru a odváděním odpadního vzduchu do exteriéru) je podhled mezipodesty. Stále jsem však řešila neustále problém s místem pro toto potrubí, ale také například pro umístění tlumičů.

Objem vzduchu přiváděného do jednotlivých místností jsem volila podle objemu místnosti nebo dle předpokládaného počtu osob danou místnost obývajících. Vždy jsem volila minimální či doporučenou hodnotu čerstvého vzduchu. Doporučenou hodnotu jsem navrhla vždy, pokud se jednalo o místnost, ve které lidé spí. Minimální hodnota je navržena většinou do obývacího pokoje v bytech o velikosti 3+1. Předpokládám, že se zde mohou potkat všichni členové domácnosti, ale pouze na maximálně pár hodin denně. Nižší hodnota větracího vzduchu je navržena v kuchyni. Zde je předpoklad, že se obyvatelé bytu potkají nejvýše na dvě až tři hodiny denně. Objemy odváděného odpadního vzduchu jsou nastavené úměrně přiváděnému vzduchu tak, aby byla bytová jednotka v rovnováze.

Přívod vzduchu do místností je zajištěn dýzami, odvod z technických místností talířovými ventily.

7. Měření a dotazníkový průzkum

I. Charakteristika vybraného bytového domu

Objektem mé diplomové práce je bytový dům (obr.) nacházející se ve městě Cvikov na Českolipsku v Libereckém kraji. Dům byl postaven v roce 70. letech 20. století. Má čtyři vchody, jedno podzemní podlaží a čtyři nadzemní podlaží. V 1. nadzemním podlaží se nachází dva byty na podlaží a jeden vchod, ve 2. -4. nadzemním podlaží se nachází tři byty na podlaží a vchod. V bytovém domě se tedy nachází 44 bytů o velikosti 2kk, 2+1 nebo 3+1.

Dům má svou vlastní plynovou kotelnu. V objektu se používá přirozené větrání. Nucený odvod vzduchu je instalován pouze v koupelnách, na WC a v kuchyních a využívá společných šachet. Každý šachta má jeden ventilátor. Při spuštění odtahu v jedné bytové jednotce se aktivuje ventilace ve všech patrech v dané linii.

Konstrukční systém celého domu je z prefabrikovaných panelů. V rámci rekonstrukce v roce 2015 byla vyměněna okna za plastová s izolačním dvojsklem a bytový dům byl zateplen minerální vlnou tl. 160 mm. Střecha byla zateplena již v minulosti izolací tl. 100 mm.

II. Hodnocení kvality vnitřního vzduchu

V části své diplomové práce se věnuji hodnocení kvality vnitřního vzduchu v již charakterizovaném bytovém domě. Hodnocení probíhalo na základě měření a dotazníkového průzkumu.

II.1. Dotazníkový průzkum

Dotazníkový průzkum byl použit pro subjektivní hodnocení kvality vnitřního vzduchu obyvatel zkoumaného bytového domu. Cílem bylo zjistit, jak obyvatelé zajišťují výměnu vzduchu ve svých bytech, respektive jaké jsou jejich základní zvyklosti v oblasti větrání a jestli jsou si vědomi nutnosti výměny vzduchu. Dále jsem se ptala na to, jaký mají pohled na nucené větrání a zda se o něj někdy zajímali.

Dotazník byl prováděn ústně a veškeré otázky byly pokládány či dovysvětleny tak, aby jim dotazovaný dobře porozuměl. (Je přiložen v příloze.)

II.2. Měření

II.2.1. Čas a místo

První měření probíhalo na přelomu léta a podzimu na konci září 2017 devět dní jdoucích za sebou. Druhé měření se konalo na přelomu listopadu a prosince 2017 také po dobu devíti dnů. Přístroje na snímání parametrů kvality vzduchu byly umístěny ve vzorové bytové jednotce o velikosti 3+1 v bytovém domě ve Cvikově. V daném bytě žije čtyřčlenná rodina o dvou dospělých osobách a dvou dětech.

Při prvním měření jsem zkoumala koncentraci CO₂ v místnostech pro spaní. V dětském pokoji, ve kterém spí obě děti, byl umístěn snímač hladiny CO₂. V ložnici rodičů byl umístěn snímač CO₂ a vlhkosti. Při druhém měření byly zaznamenávány vlhkost a teplota vzduchu v koupelně, kuchyni a v exteriéru. Přístroj snímající koncentraci CO₂, vlhkost a teplotu byl vždy po třech nocích přesunut do další místnosti. Měřil tedy postupně v ložnici rodičů, dětském pokoji a v obývacím pokoji.

Přístroje byly umístěny tak, aby zaznamenávaly kvalitu vzduchu ve výšce hlavy, ale nebyly v přímém kontaktu s člověkem. Také bylo nutné brát ohled na přítomné osoby a možnosti daného prostoru. V dětském pokoji jsem jako nejvhodnější umístění zvolila průměrnou výšku mezi sedící a ležící osobou (90 cm nad podlahou). V ložnici jsem vybrala výšku hlavy ležící osoby (50 cm nad podlahou). V obývacím pokoji a v kuchyni jsem bylo nutné udělat kompromis a umístit přístroj níže než do výšky hlavy sedící osoby (80 cm nad podlahou v obývacím pokoji, 92 cm nad podlahou v kuchyni). V koupelně se snímač vlhkosti během měření nacházel ve výšce 183 cm nad podlahou, což je odhadovaná výška sprchující se osoby ve vaně. Výška hlavy sedící dospělé osoby a dítěte se však liší, proto je vhodná výška pro měření sporná. Na balkoně byl přístroj 87 cm nad podlahou.

II.2.2. Měřicí přístroje

Sběr dat pro sledování koncentrace oxidu uhličitého v dětském pokoji a v ložnici zajistil snímač CO₂ značky CO2meter.com. Čidlo relativní vlhkosti a teploty je značky Comet.

II.2.3. Měřené veličiny

CO₂ – koncentrace oxidu uhličitého (ppm)

Vlhkost – relativní vlhkost vzduchu Rh (%)

II.2.4. Okrajové podmínky

Exteriérové teploty během prvního měření na konci září 2017 se pohybovaly mezi třemi a dvaceti stupni. Obecně v tomto období panovalo „babí léto“.

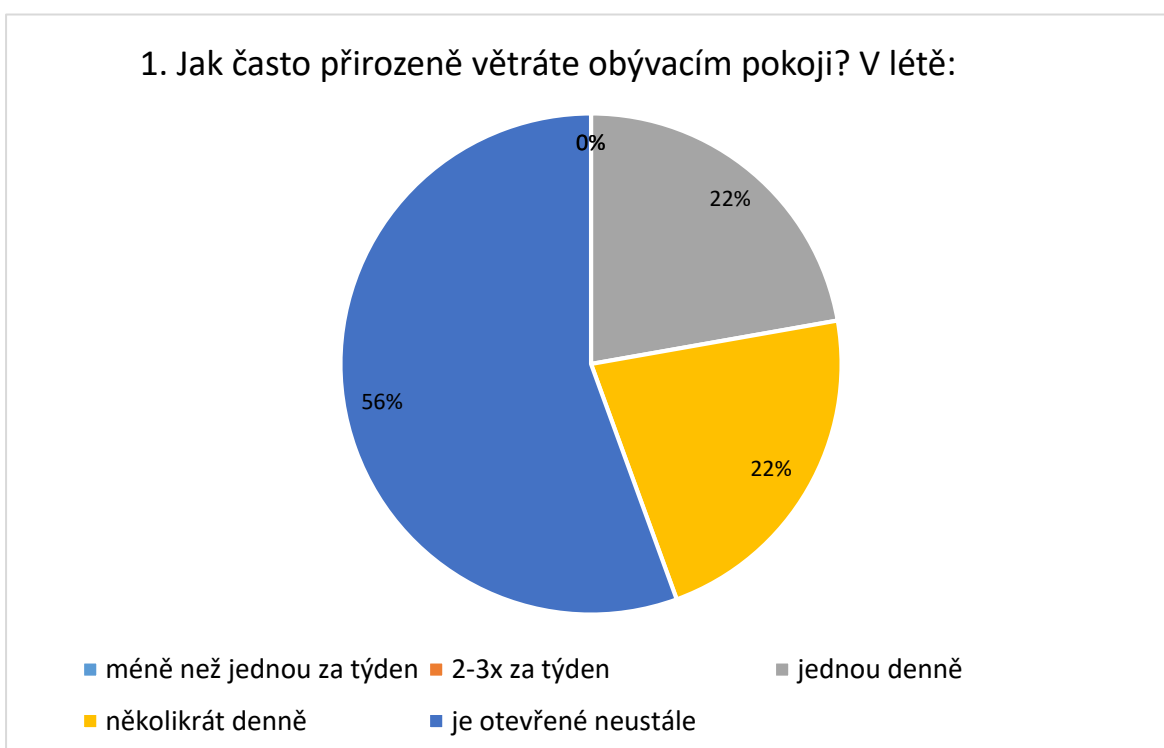
Exteriérové teploty během druhého měření se na konci listopadu 2017 pohybovaly od -3 °C až do 13 °C.

III. Výsledky

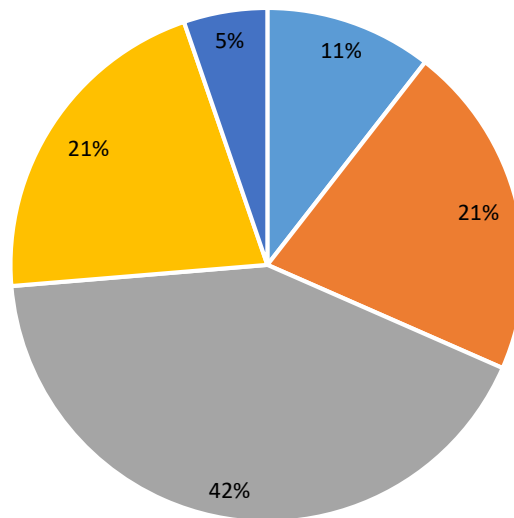
III.1. Výsledky dotazníkového průzkumu

V první části dotazníkového průzkumu jsem zjišťovala jak často a proč lidé otevírají nebo neotevírají okna. Chtěla jsem poukázat na rozdíly v přístupech k výměně vzduchu jednotlivých obyvatel domu. Vzhledem k tomu, že byla v celém bytovém domě vyměněna původní dřevěná okna s jednoduchým sklem za nová plastová s izolačním dvojsklem, není již zajišťována téměř žádná přirozená infiltrace a je potřeba se soustředit na větrání o to více. To však není informace, kterou při zateplování objektu a výměně oken lidé dostávají. A přestože někteří informovaní jsou, je těžké změnit zaběhnuté “větrací návyky”, které mohly být nedostatečné již v minulosti.

Prvním bodem byl tedy dotaz na intenzitu přirozeného větrání v obývacím pokoji v létě a v zimě. Jak je vidět v grafu, více než polovina dotázaných větrá v létě neustále a nikdo nevětrá méně než jednou denně. Pokud větrají několikrát denně, je to v průměru třikrát denně 10 minut. V zimě jsou obecně mnohem větší rozdíly v návycích jednotlivých obyvatel. Někteří namítají, že častějším větráním dojde k velkému úniku tepla. Téměř polovina obyvatel otevírá v tomto období okno v obývacím pokoji jednou denně. Úplně všichni dotazovaní si však myslí, že větrají dostatečně.



Jak často přirozeně větráte obývacím pokoji? V zimě:

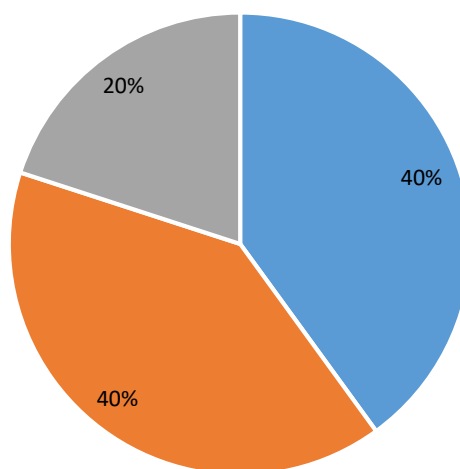


■ méně než jednou za týden ■ 2-3x za týden ■ jednou denně
■ několikrát denně ■ je otevřené neustále

Další dotaz se týkal důvodu, na základě kterého obyvatelé přirozeně vyvětrají. 70 % respondentů označilo odpověď „pocit vydýchaného“ vzduchu“, dalších 30 % otevře okno při vaření, kvůli zápachu nebo kouři z cigaret.

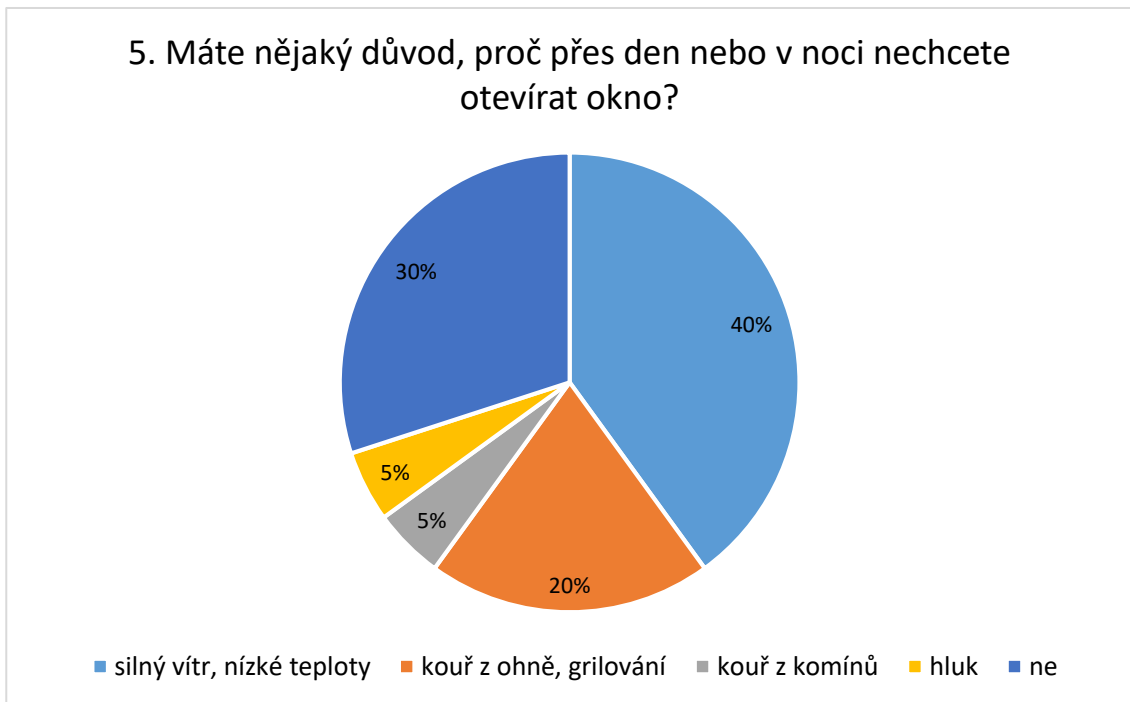
Z dalšího grafu vyplývá, že okno v ložnici na noc si otevírá 40 % dotázaných, dalších 40 % pouze v létě a 20 % obyvatel nevětrá v noci nikdy.

4. Otevíráte v ložnici na noc okno?



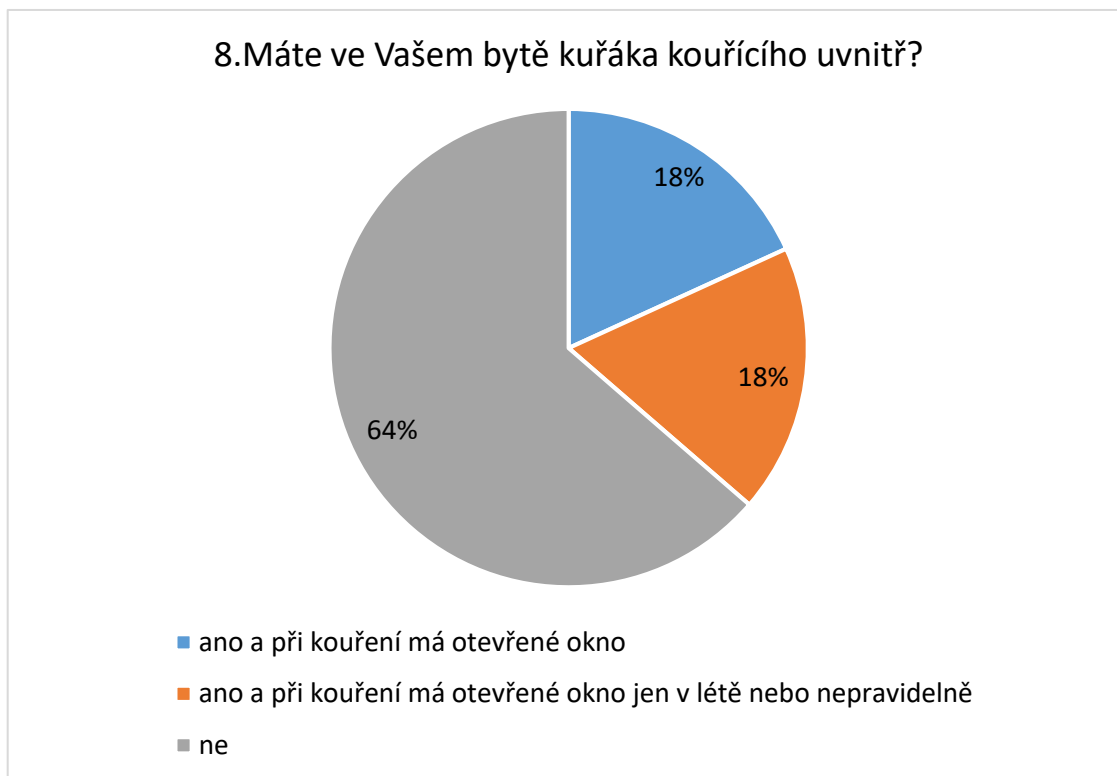
■ ano ■ ano, ale jen v létě ■ ne

Dále mě zajímaly konkrétní důvody, proč dotazovaní někdy nechtějí otevírat okno. Ze 40% se jednalo o důvody týkající se počasí jako například silný vítr nebo nízké teploty. 20 % obyvatel zmínilo kouř z ohně a grilování, další si stěžovali na kouř z komínů v zimních měsících. 30 % dotázaných žádný takto omezující problém nenachází.



V následující otázce jsem zjišťovala, jestli obyvatelé pociťují nějaké změny po nedávném zateplení fasády. Téměř ode všech jsem se dozvěděla, že jsou se zateplením velice spokojeni a že od té doby v zimě tlumí topení.

Také mě zajímalo, jestli jsou v domě kuřáci kouřící uvnitř. Ve více než 30% domácnostech někdo kouří. Z toho pouze polovina má během kouření otevřené okno vždy, druhá polovina kouř větrá jen v létě nebo nepravidelně.



Dále jsem se dotazovala na potíže, které v souvislosti s užíváním bytů nastávají.

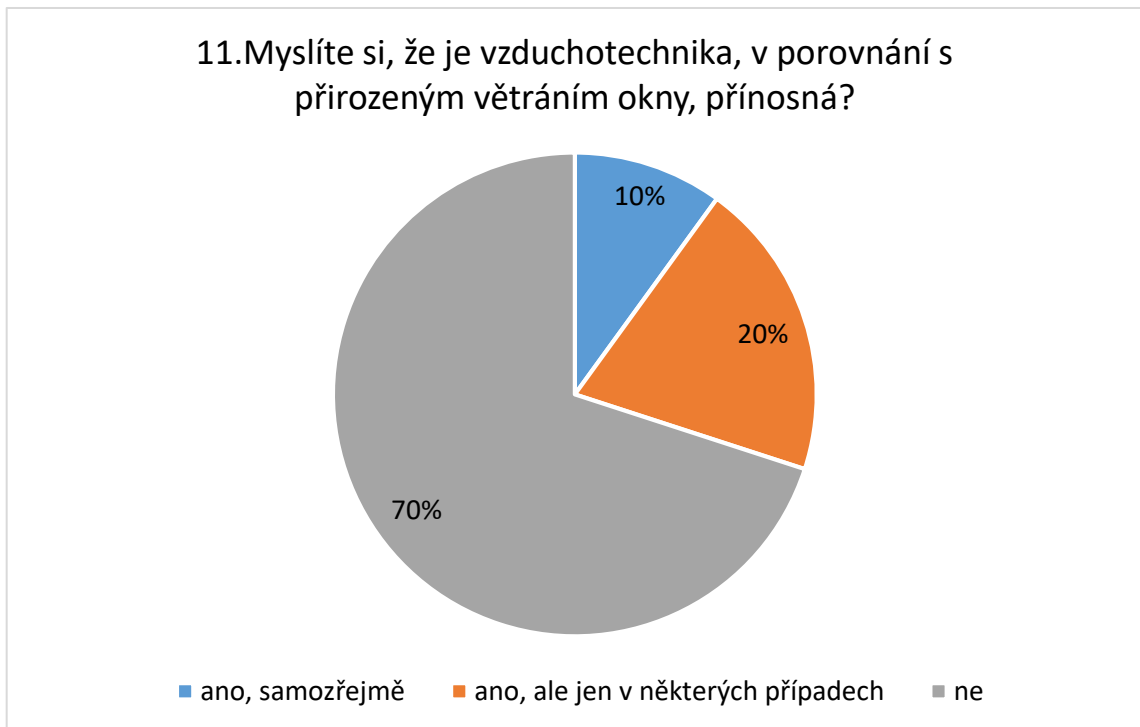
V žádném bytě nemají problém s vlhkostí ani plísněmi. Naopak někdo řeší problém se suchým vzduchem. Vlhčení vzduchu řeší nádobkami s vodou umístěnými na otopném tělese či hojným zaléváním pokojových rostlin.

Jak jsem již zmínila, na střeše objektu je umístěn ventilátor pro každou šachtu, který slouží pro odvod vzduchu z koupelen, kuchyní a WC. Obyvatelé z vyšších pater zmiňovali vysoký hluk, který vzniká při spuštění odtahu v nižších podlažích.

V závěrečné části dotazníku jsem se zabývala pohledem místních na vzduchotechniku. Snažila jsem se jim přiblížit, jak funguje a jaké možnosti provedení existují.

Laická veřejnost je podle mého názoru obecně kvzduchotechnice velice skeptická. 70 % dotázaných si myslí, že vzduchotechnika není, v porovnání s přirozeným větráním okny, přínosná. Někteří říkají, že stačí byt občas vyvětrat

přirozeně i za cenu tepelných ztrát v zimním období. Je však otázkou jestli je takové větrání dostatečné a jestli je důsledně dodržováno. Dalších 20 % obyvatel tvrdí, že může být prospěšná v některých případech. Například v oblastech se znečištěným ovzduším. Pouze 10 % je přesvědčených, že je nucené větrání vždy užitečné. Žádný z obyvatel se však nikdy nezajímal o možnosti vzduchotechniky pro svůj byt.



Mou snahou bylo také vysvětlit rozdíly mezi centrálním a decentrálním systémem nuceného větrání. Mezi odpověďmi vítězil jednoznačně decentrální systém, ale velké množství dotazovaných si na tuto otázku nedokázalo vytvořit během našeho rozhovoru názor.

III.2. Výsledky měření

III.2.1. První měření

Při prvním měření jsem se zaměřila na místnosti, ve kterých obyvatelé bytu spí. Jedná se podle mého názoru o místnosti, ve kterých je kvalita vzduchu nejdůležitější a zároveň ale také nejhorší.

Dětský pokoj:

V grafu průběhu koncentrace oxidu uhličitého v dětském pokoji během měřeného období je názorně vidět stoupající hladina v průběhu večera a noci. Během pracovního dne jsou obyvatelé dětského pokoje ve škole, ve večerních hodinách se však děti často zdržují ve svém pokoji, kde následně tráví i celou noc. V noci v dětském pokoji vždy zavřené okno. Dveře do místnosti jsou také zavřené. Přísun čerstvého vzduchu je tedy pouze přirozeným větráním každé ráno.

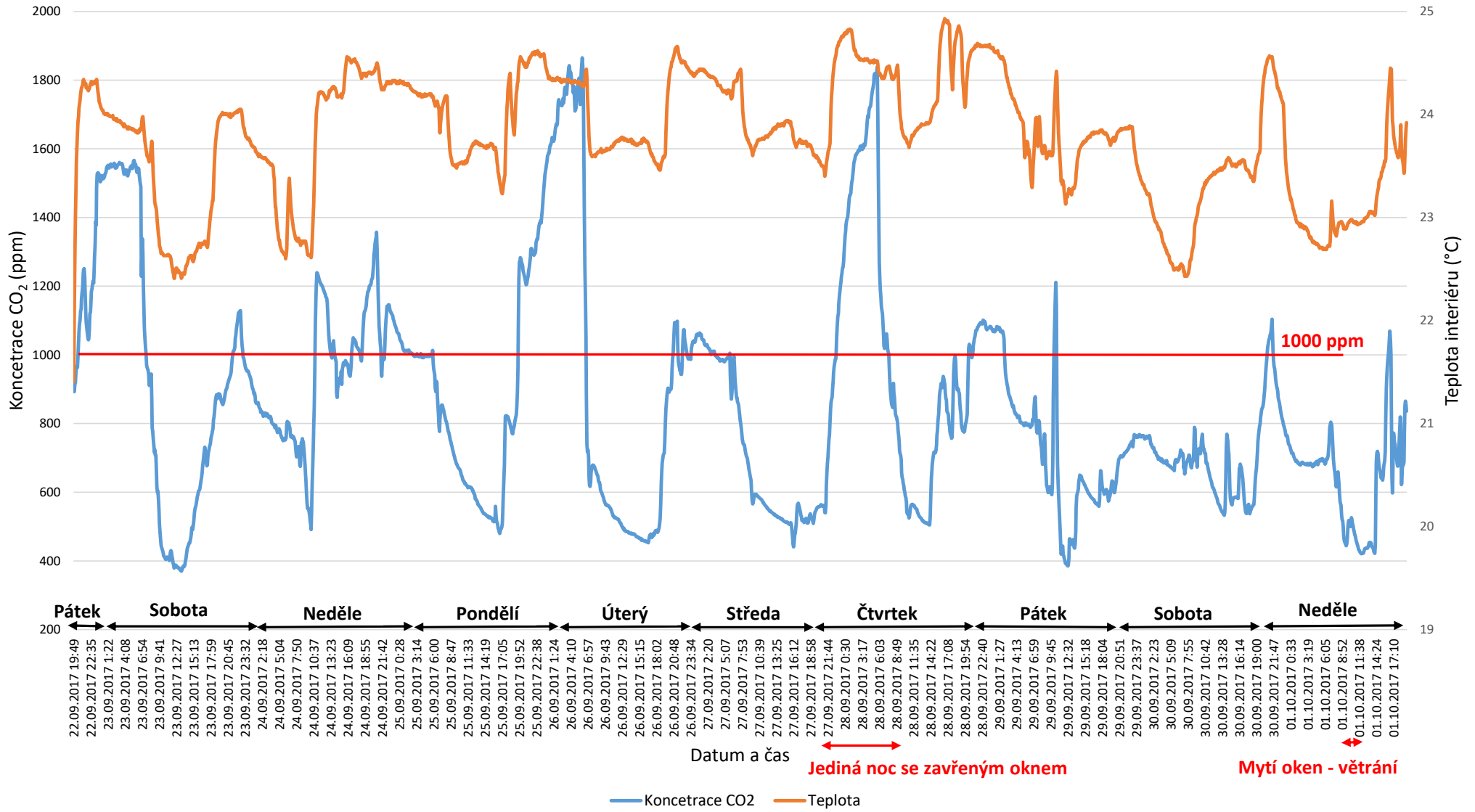
Koncentrace oxidu uhličitého tedy téměř každou noc stoupá nad 1000 ppm. Často se pohybuje až nad mezí 1500 ppm.

Ložnice:

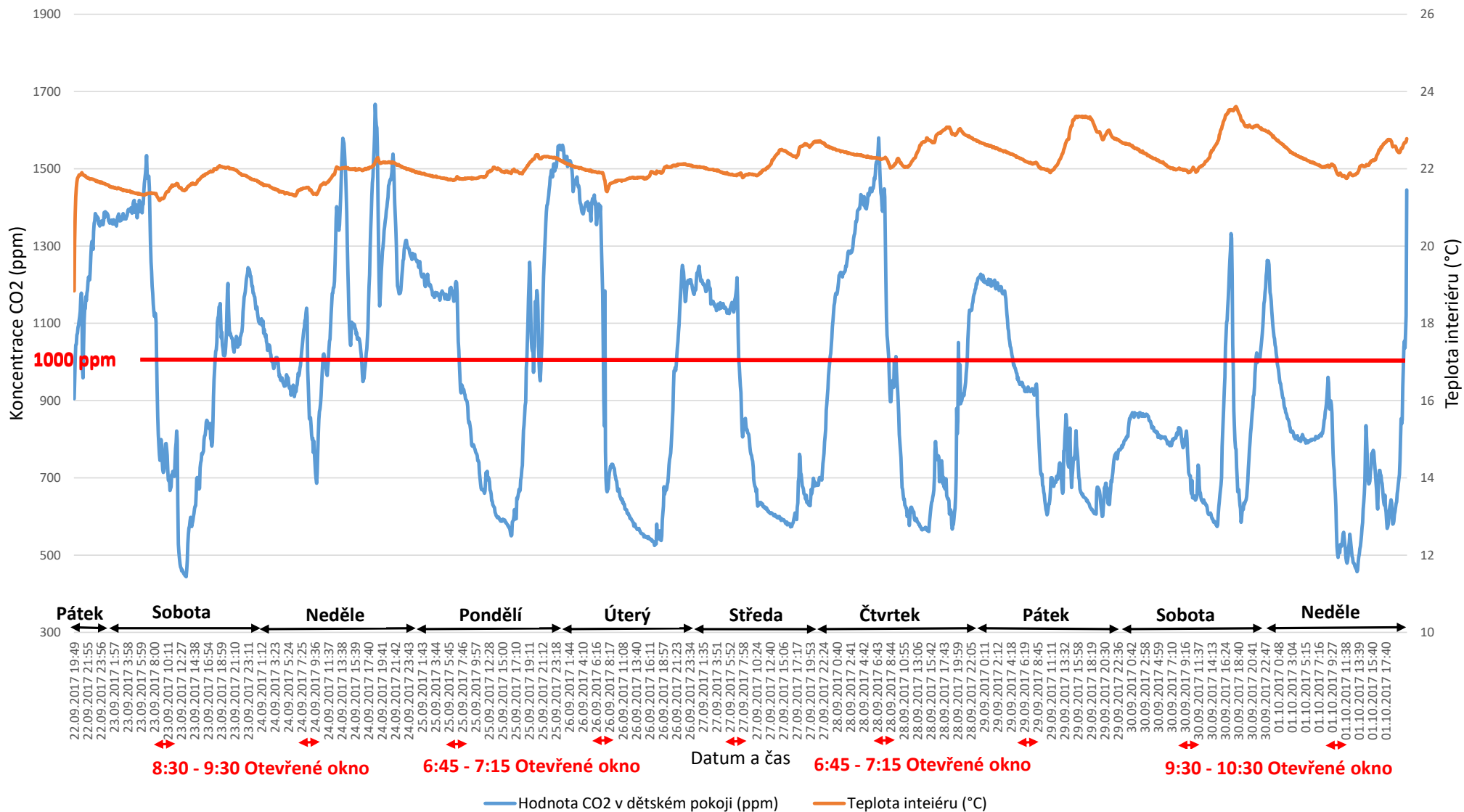
Přestože je, vyjma střeďeční noci, každou noc v ložnici otevřené okno na ventilaci, koncentrace oxidu uhličitého se v jednotlivých dnech významně liší. Příčinou může být například nižší intenzita proudění vzduchu v exteriéru. Nižší hladině CO₂ v místnosti napomáhají také otevřené dveře do společné chodby bytu.

Ani otevřené dveře a okno na ventilaci nejsou dle měření zárukou kvalitního vnitřního prostředí během noci. Hladina CO₂ však v kritické dny stoupá již během odpoledne a večera, proto nelze vyloučit ovlivnění pobytem v okolních místnostech. Vedle ložnice se přímo nachází kuchyň.

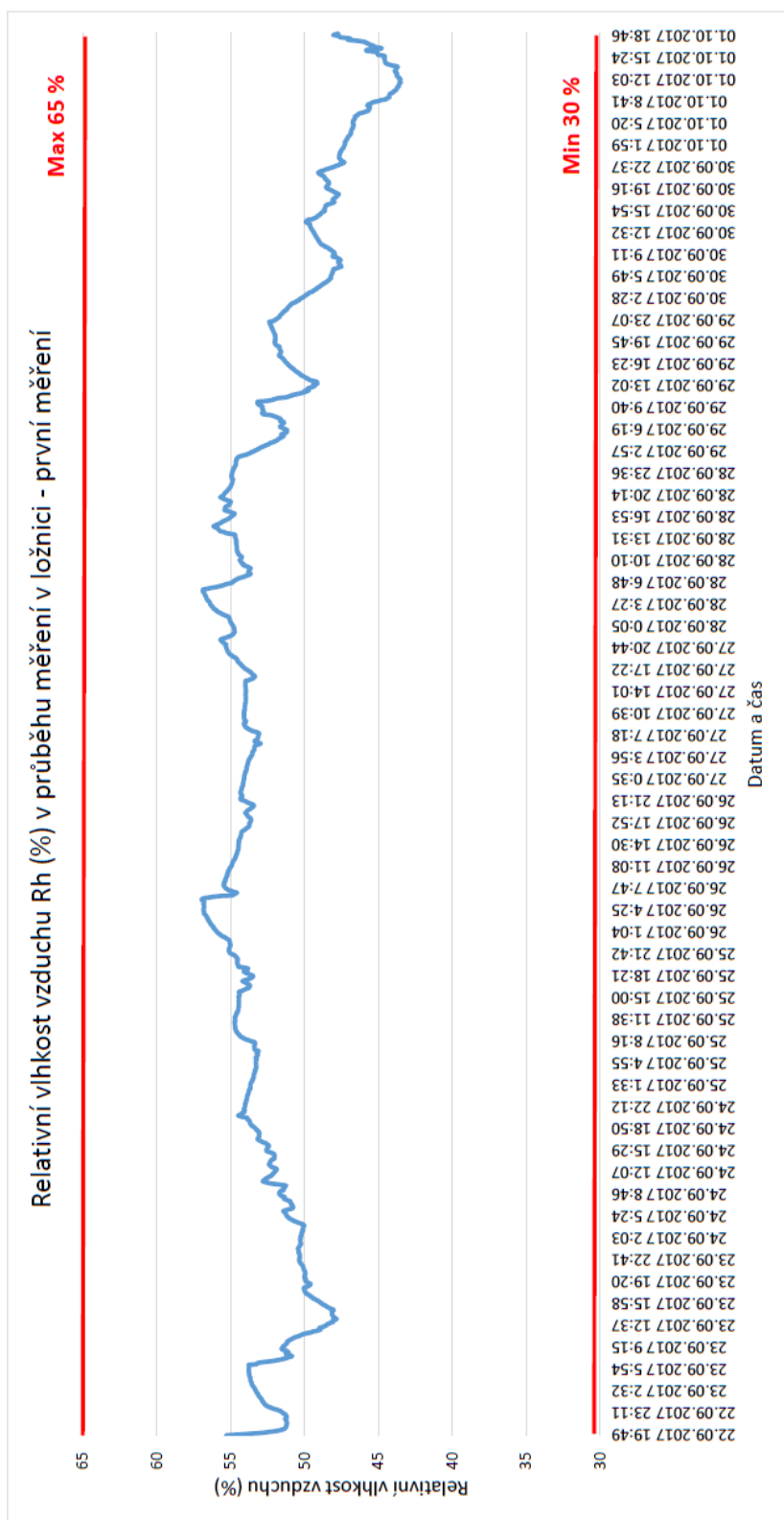
Graf závislosti teploty (°C) a hodnot CO₂ (ppm) v ložnici - první měření



Graf závislosti teploty (°C) a hodnot CO2 (ppm) v dětském pokoji - první měření



Graf relativní vlhkosti během měřeného období v ložnici znázorňuje rozptyl převážně v rozmezí 45 a 55 %. Vzhledem k tomu, že se ani jednou hodnotou neblíží stanovenému minimu 30 % ani maximu 65 %, jedná se o ideální hodnoty.

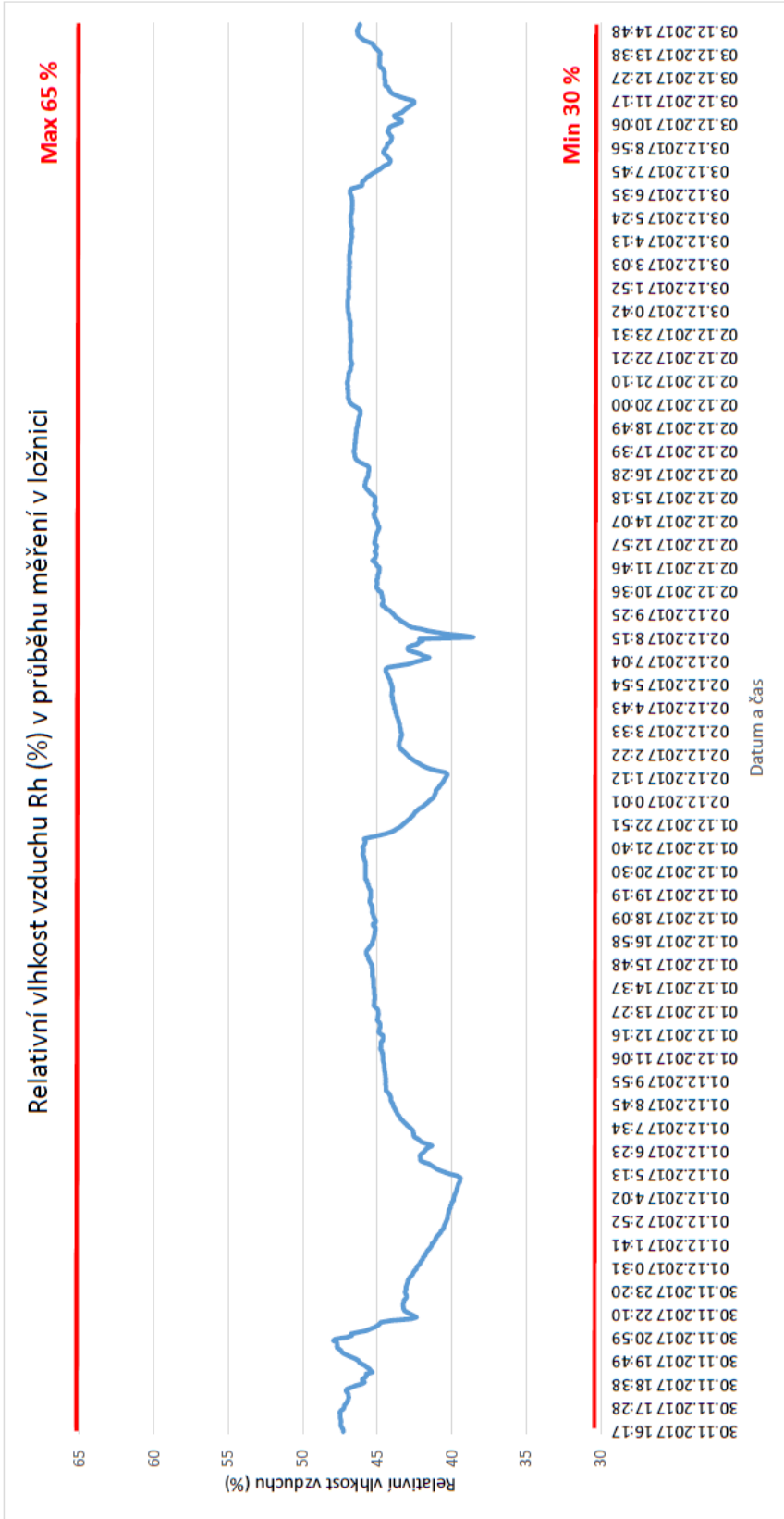


III.2.2. Druhé měření

Během ukládání dat došlo k jejich částečné ztrátě a uchovala se pouze data z vlhkostních čidel a data CO₂ naměřená v ložnici rodičů. Toto jsou však data, která jsou pro mou práci nejzajímavější a nejdůležitější pro porovnání s prvním měřením a také díky samotnému účelu této místnosti. V následujícím rozboru se tedy budu věnovat ložnici a následně vlhkosti v kuchyni a v koupelně.

Ložnice:

Jak je zřejmé z grafu, vlhkost se během celého měření (tři noci) v ložnici pohybovala stále mezi 40% a 50%, pouze jednou klesla na 39%. Podle vyhlášky č. 6/2003 Sb. jsou celoročně přípustné hodnoty relativní vlhkosti 30-65 %. V chladných měsících je limitující hodnota min. 30 %, v letních měsících se jedná o maximum 65 %.

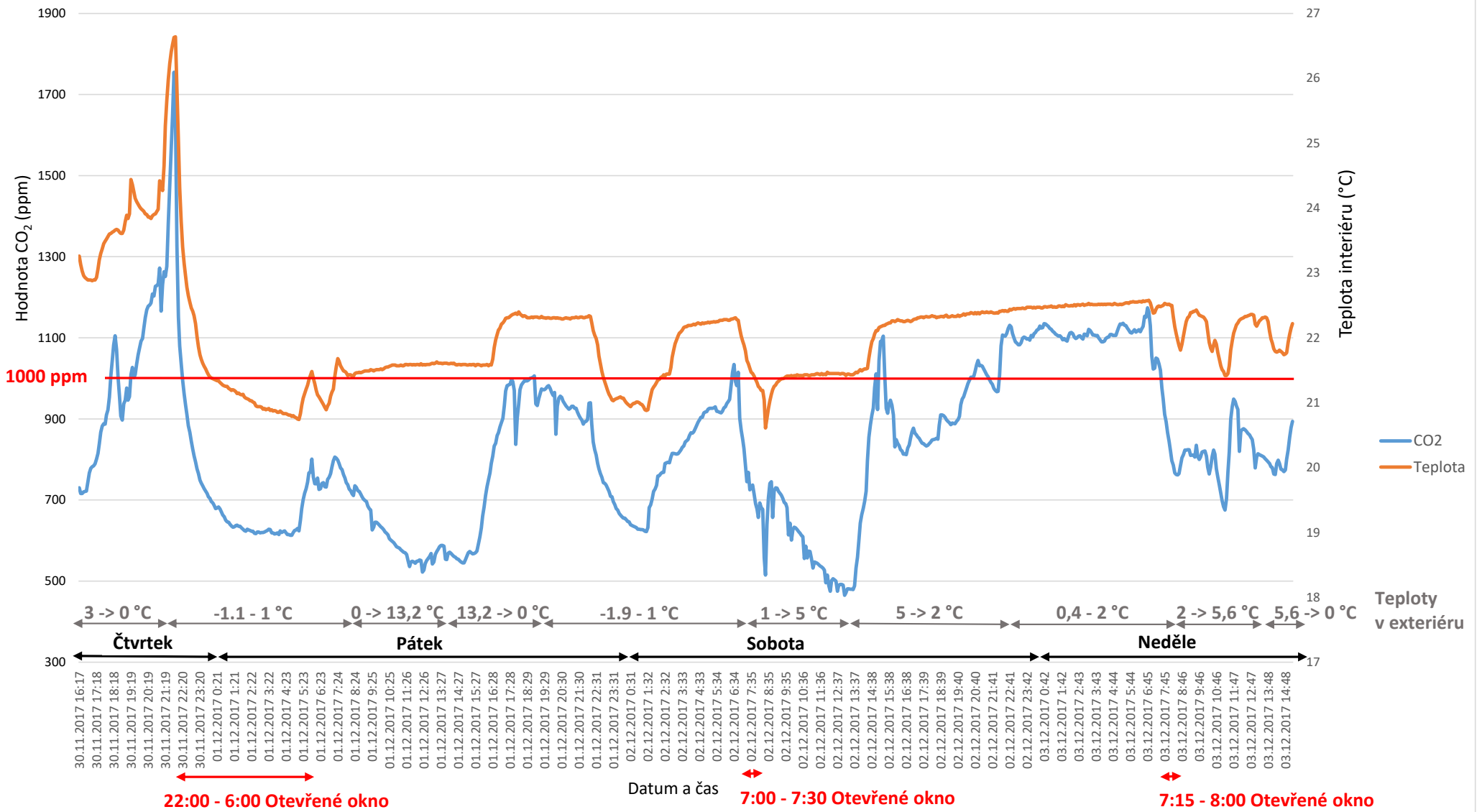


Druhé měření probíhalo v chladných měsících (na přelomu listopadu a prosince), proto hodnoty porovnávám se spodní hranicí rozpětí. 40 % tedy splňuje nastavené kritérium dostatečně.

Z grafu závislosti teploty a CO₂ v ložnici pravděpodobně vyplývá, že první večer měření byly otevřené dveře do ložnice a díky pobytu osob ve vedlejší místnosti (kuchyni) stoupala teplota i koncentrace CO₂ také v ložnici. A to až na hodnoty 1775 ppm a 26,6 °C. Ve 22 hodin bylo otevřeno okno na ventilaci a hodnota CO₂ až do třetí hodiny ranní postupně klesala, až na hodnotu téměř 600 ppm. Do šesté ranní opět vystoupala, ale jen na hodnotu 800 ppm.

Další dvě noci nenarostly hodnoty oxidu uhličitého výše než na necelých 1200 ppm, přestože byla úplně zavřená okna. Tato hodnota je vyšší než doporučených 1000 ppm, ale vzhledem k tomu, že bylo v těchto dnech větráno pouze ráno vyklopením okna na 30 minut (druhý den na 45 minut), jsou hodnoty překvapivě nízké. Důležité je také poznamenat, že ložnice má každou noc otevřené dveře do společné chodby bytu.

Graf závislosti teplot (°C) a hodnot CO₂ (ppm)



Kuchyň:

Měření vlhkosti v kuchyni probíhalo deset dní od pátku 24.11. do neděle 3.12. Z kuchyně se přímo vstupuje do koupelny, proto může být vlhkost ovlivněna výparry z mytí.

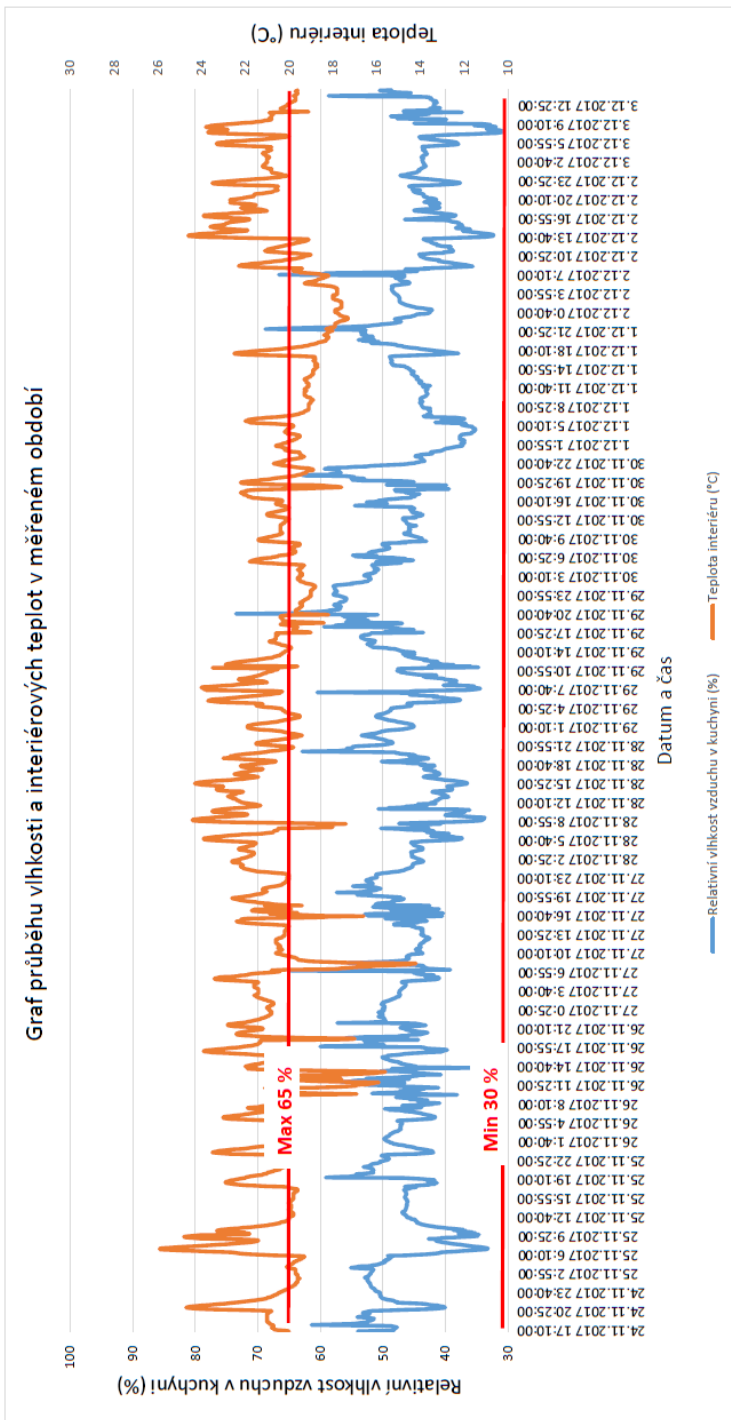
Od obyvatel v měřeném bytě vím, že 27. listopadu od 18:00 do 18:45 pekli. A 29. listopadu od 16:45 do 20:00 pekli a následně vařili. Vždy bylo na závěr otevřeno okno na ventilaci na 15 minut 27.11. a na 45 minut 29.11.

Z grafu ukazující hodnoty vlhkosti v kuchyni v průběhu měřeného období je možné vyčíst, že hodnota 65 % byla překročena pouze třikrát na krátkou dobu. V jednom případě se jednalo právě o zmíněné pečení a vaření. Znamená to, že výše vlhkosti v kuchyni se pohybuje ve stanovených mezích a není nijak problematická.

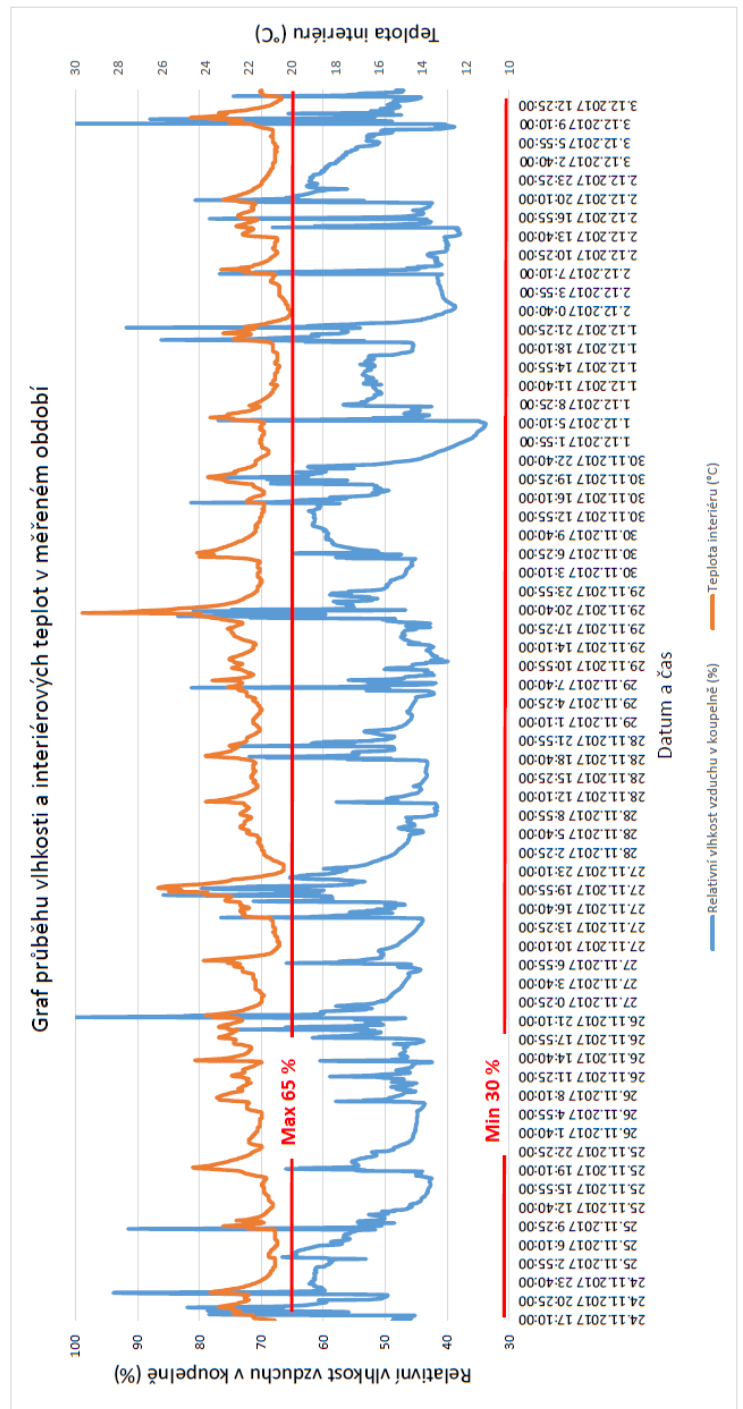
Koupelna:

Měření vlhkosti v koupelně také probíhalo deset dní od pátku 24.11. do neděle 3.12. Děti se myjí každý den mezi 18:30 a 19:30 a rodiče později v průběhu večera. Koupelna nemá žádné okno, pouze odtah vzduchu do společné šachty. Také sousedí s kuchyní, takže může být ovlivněna činností tam (například vařením).

V grafu průběhu vlhkosti v koupelně během měřeného období je vidět, že hodnota vlhkosti často překračovala mez 65 %. Nejednalo se o setrvalý jev, ale přesto velice častý. Důležité je také poznamenat, že tato hodnota nebyla překročena pouze v časech sprchování, ale i mimo ně.



Obrázek 1 Graf vlhkosti v kuchyni



Obrázek 2 Graf vlhkosti v koupelně

IV. Shrnutí

Pro shrnutí je potřeba říci, že modelová rodina, ve které jsem prováděla své měření, je mladá rodina, která se snaží větrat (oproti mnoha dalším obyvatelům) svědomitě. Přesto však není možné říci, že intenzita, se kterou přirozeně větrají, je pro kvalitu vzduchu dostatečná. Obecně je podle mne problém neotevírání oken v ložnicích přes noc.

Důležité je také poznamenat, že tato rodina zmínila fakt, že přístroj snímající CO₂ sledovali a všímali si hodnot na displeji. Proto jsem zamýšlela nad možností instalace pouze čidel indikujících vysokou hladinu oxidu uhličitého. V noci je však tato metoda nepoužitelná.

Dvě třetiny rezidentů by v případě instalace vzduchotechniky nemuseli řešit problémy, kvůli kterým nechtějí otevřít okno. 30% lidem v domě by nucené větrání mohlo vyřešit problém se znečištěným vnitřním prostředím kouřem a dalším 15% by pomohlo odstranit hlučnost stávajícího nuceného odtahu, na který si ztěžují obyvatelé 4.NP.

Na účinek zateplení jsem se ptala proto, abych zjistila, jestli je nutné vzduch dohřívát elektricky nebo jestli bude možné několik stupňů pokrýt (momentálně předimenzovanou) otopnou soustavou.

Ačkoliv jsem čekala úplně jiný výsledek, koncentrace CO₂ byla obecně nižší při měření v zimním období. Předpokládala jsem, že v ložnici již nebude přes noc otevřené okno a hladina CO₂ rapidně vzroste. Okno opravdu dvě ze tří nocí otevřené nebylo, ale oxid uhličitý dle očekávání nestoupl.

Problém s nízkou či vysokou vlhkostí v bytě obecně není. Pouze v koupelně je vlhkost vyšší, přestože je zde instalován nucený odtah. Hodnoty relativní vlhkosti v ložnici byly v zimním období podle očekávání nižší než v podzimním období. Ale v obou případech se jednalo o hodnoty v doporučených mezích.

8. Závěr

Závěrem musím říci, že projektovat vzduchotechniku do domů, kde s ní nebylo počítáno, není vůbec jednoduché. Člověk projde mnoho variant a slepých uliček než nalezne tu správnou. Na výsledku to nakonec není ani tolik patrné, ale práce to byla velice zajímavá a podle mého názoru svým tématem důležitá.

Velice přínosná byla také konfrontace s obyvateli bytového domu během dotazníkového průzkumu. Nebyla jsem překvapená, že se o vzduchotechniku nezajímali, to jsem předpokládala. Spíše mě překvapili různé pohledy na to, co je ještě pro někoho příjemné vnitřní prostředí.

Jsem moc ráda, že jsem si vyzkoušela měření vnitřního prostředí v praxi, přestože jsem narazila na několik překážek.

Došla jsem k závěru, že ohledně vnitřního prostředí v budovách není možné příliš generalizovat. Právě proto je mi asi také blízký decentrální systém vzduchotechniky. Každý se pro ni může rozhodnout sám za sebe a může mu být naprojektována zcela na míru. Ani zde samozřejmě není zárukou, že bude spokojen.

9. Zdroje

- a. Vyhláška č. 6/2003 Sb. kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- b. Vyhláška č. 20/2012 Sb. Větrání a koncentrace CO₂
- c. Zákon ČSN 15665/Z1 Požadavky na větrání obytných budov
- d. Zákon ČSN 15251 Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky
- e. Společnost pro techniku prostředí. *22. konference Klimatizace a větrání 2017. Sborník přednášek.* kolektiv. Praha: ČSVTVS, 2017. 978-80-02-02739-3.
- f. LIPTÁK, Marián. *Vývoj konstrukčních soustav. Vše o panelových domech* [online]. 2016. PINDEL, Tomáš. Praha, 2016 [cit. 7.1.2018]. Dostupné z: http://panelaky.info/vyvoj_panelaku/.