

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala:

Bc. Jana Hušková

Vedoucí práce:

Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.

2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Hušková</u>	Jméno: <u>Jana</u>	Osobní číslo: <u>468208</u>
Zadávající katedra: <u>K125 - Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>N3649 Budovy a prostředí</u>		
Studijní obor: <u>3608T006 Budovy a prostředí</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Vytápění bytového domu</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Heating system in a residential building</u>	
Pokyny pro vypracování:	
Studie na téma: <u>Vliv systémů vytápění a větrání na kvalitu vnitřního prostředí obytných budov.</u>	
Vypracování projektu vytápění. Projekt bude obsahovat: výpočet tepelných ztrát, návrh otopných ploch, návrh otopné soustavy, technickou zprávu, příslušné půdorysy, řezy a schémata.	
Seznam doporučené literatury: Prof. Ing. Karel Kabele, CSc. a kolektiv - Energetické a ekologické systémy 1 Doc. Ing. Karel Papež, CSc. a kolektiv - Energetické a ekologické systémy budov 2 Miroslav Jokl - Zdravé obytné a pracovní prostředí R. Ansaldi, E. Asadi, J. J. Costa, M. Filipi, J. Kaczmarczyk a další - Indoor Climate Quality Assessment Vladimír Zmrhal - Větrání rodinných a bytových domů Kol. autorů - Topenářská příručka 3	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>29.9.2021</u>	Termín odevzdání diplomové práce: <u>2.1.2022</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div> Podpis vedoucího práce	<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div> 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“.

<u>29.9.2021</u>	<div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

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

Ve Smidarech dne

Podpis:

Jana Hušková

PODĚKOVÁNÍ

Tímto chci poděkovat své vedoucí diplomové práce paní Ing. Pavle Dvořákové, Ph.D. za to, že mě provedla magisterským studiem, za její odborné konzultace, usměrňování a rady v průběhu studia a během zpracování diplomové práce. Dále bych hlavně chtěla poděkovat mým rodičům, celé rodině a partnerovi za jejich podporu a trpělivost během bakalářského a magisterského studia.

OBSAH DIPLOMOVÉ PRÁCE:

ANOTACE.....	1
ANNOTATION	1
KLÍČOVÁ SLOVA.....	1
KEY WORDS	1
1. STUDIE	2
A. Textová část.....	3
A.1 Úvod	3
A.2 Požadavky na vnitřní prostředí v obytných budovách	3
A.2.1 Tepelně-vlhkostní požadavky.....	3
A.2.2 Požadavky na větrání	5
A.2.3 Hygienické limity hluku	7
A.2.4 Limity dalších škodlivin v interiéru.....	7
A.3 Vliv systémů vytápění a větrání na kvalitu vnitřního prostředí.....	9
A.3.1 Vliv teplotních parametrů na člověka	9
A.3.2 Vliv systémů vytápění na tepelný komfort	10
A.3.3 Vliv vlhkostních parametrů na člověka	16
A.3.4 Zásah a optimalizace tepelně-vlhkostního mikroklimatu	16
A.3.5 Vliv parametrů kvality vzduchu na člověka.....	17
A.3.6 Systémy větrání a vliv na vnitřní prostředí.....	19
A.3.7 Zásah a optimalizace kvality vzduchu	22
A.4 Měření vnitřního prostředí v daných objektech	23
A.4.1 Měření ve starším rodinném domě ve Smidarech.....	23
A.4.2 Měření v novém rodinném domě ve Smidarech	29
A.4.3 Měření v bytě a v rodinném domě v Kolíně.....	34
A.5 Dotazníkový průzkum.....	39
A.5.1 Otázky v dotazníkovém průzkumu.....	39
A.5.2 Výsledky dotazníkového průzkumu	42
A.5.3 Vyhodnocení dotazníkového průzkumu	50
B. Předprojektová část.....	52
B.1 Úvod	52
B.2 Příklady dobré praxe	52
B.2.1 Příklady z České republiky.....	52
B.2.2 Příklady ze světa.....	56
B.3 Koncepční řešení daného objektu.....	61
B.3.1 Popis objektu.....	61

B.3.2 Vytápění	61
B.3.3. Větrání.....	62
B.3.4. Vodovod	62
B.3.5. Splašková kanalizace	62
B.3.6. Hospodaření s dešťovou vodou	62
B.3.7. Elektroinstalace.....	63
B.3.8. Blokové schéma konceptu	63
B.4 Stanovení požadavků vnitřního prostředí pro daný objekt.....	63
ZÁVĚR.....	63
C. Seznam literatury a použitých podkladů	64
C.1 Seznam použitých obrázků.....	64
C.2 Seznam použitých tabulek.....	64
C.3 Seznam použitých zdrojů.....	65
D. PŘÍLOHY K ČÁSTI 1	
2. PROJEKTOVÁ ČÁST	

ANOTACE

Tématem diplomové práce je vytápění bytového domu. Tato diplomová práce je rozdělena na teoretickou textovou studii a na praktickou projekční část.

V textové části se diplomová práce zabývá vnitřním prostředím v obytných budovách a vlivem systémů vytápění a větrání na vnitřní prostředí. Dále zahrnuje předprojektovou část, která se zabývá praktickými příklady užití různých typů větrání, vytápění a hospodaření s vodou na konkrétních bytových domech a konceptem technického zařízení budov na dané budově.

V projektové části se diplomová práce zabývá návrhem vytápění konkrétního bytového domu, který navazuje na koncept. V rámci projektové části je výkresová dokumentace, výpočty, technická zpráva a technické listy.

ANNOTATION

The topic of the diploma thesis is the heating of an apartment building. This diploma thesis is divided into a theoretical study or text part and a practical projection part.

The text part deals with the indoor environment in residential buildings and the influence of heating and ventilation systems on the indoor environment. Text part also includes the pre-project part which deals with practical examples of the use of different types of ventilation, heating and water management in specific apartment buildings and the concept of technical equipment of buildings in a specific building.

In the project part, the diploma thesis deals with the design of heating a specific apartment building, which follows the concept. Within the project part there is drawing documentation, calculations, technical report and technical sheets.

KLÍČOVÁ SLOVA

větrání, vytápění, vnitřní prostředí, obytné budovy, bytový dům

KEY WORDS

ventilation, heating, indoor environment, residential buildings

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



1. STUDIE

A. TEXTOVÁ ČÁST

A.1 ÚVOD

Vnitřní prostředí je důležitou a prozatím obvykle podceňovanou součástí našich životů. Ve vnitřním prostředí člověk bývá většinu svého času, ať se jedná o domov, práci, školu, obchody nebo kulturní a sportovní objekty. Parametry, které ovlivňují komfort lidí v obytných budovách, jsou například akustika, osvětlení, škodliviny a zápachy ve vnitřním prostředí, dostatečný přísun čerstvého vzduchu do obytných místností, či teplota v jednotlivých místnostech.

Tato část diplomové práce se věnuje vlivu systémů vytápění a větrání na vnitřní prostředí, zejména vlivu na tepelnou pohodu a kvalitu vzduchu. Je zde zhodnocen vliv parametrů vnitřního prostředí na člověka a analýza měření vnitřního prostředí v konkrétních objektech. Dále byl v rámci diplomové práce proveden dotazníkový průzkum zaměřený na systémy větrání a vytápění v běžných domácnostech.

A.2 POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ V OBYTNÝCH BUDOVÁCH

Vnitřní prostředí budov řeší tepelnou pohodu, optimální vlhkost, oděry, kvalitu vzduchu, toxické látky, prachy, aerosoly, mikroby, radon, elektromagnetické pole, hluk, světlo a vliv barev na psychiku člověka. Tato diplomová práce se zabývá především tepelnou pohodou a kvalitou vzduchu ve vnitřním prostředí.

A.2.1 TEPELNĚ-VLHKOSTNÍ POŽADAVKY

Požadavky na teplotu v jednotlivých místnostech z pohledu vytápění je stanoveno normou ČSN EN 12831-1 a na vlhkost vzduchu jsou stanoveny normou ČSN 06 0210, která je v současné době zrušená a nebo jsou hodnoty pro zvlhčování a odvlhčování vzduchu uvedeny v normě ČSN EN 16798-1. Ve vyhlášce č. 194/2007 Sb. jsou hodnoty relativních vlhkostí orientační. Systém vytápění musí dosáhnout těchto vnitřních teplot při nejnižší výpočtové teplotě, které jsou pro jednotlivé oblasti stanoveny v ČSN EN 12831-1. [18,19,20]

Tabulka 1: Výpočtové vnitřní teploty a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu v otopném období ve vytápěných místnostech [20]

Druh místnosti s požadovaným stavem vnitřního prostředí	Vnitřní výpočtová teplota v otopném období θ	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu
	θ [°C]	rh [%]
Obytné budovy		
Trvale užívané objekty		

Obytné místnosti (obývací pokoje, ložnice, jídelny, pokoje, pracovny)	20	50-60
Kuchyně	20	50-60
Koupelny	24	90
Klozety	20	50-60
Vytápěné vedlejší místnosti (předsíně, chodby, aj.)	15	50-60
Vytápěná schodiště	10	50-60
Občasně užívané rekreační objekty v době provozu		
Obytné místnosti (obývací pokoje, ložnice, jídelny, pokoje, pracovny)	20	50-60
Kuchyně	20	50-60
Koupelny	24	90
Klozety	20	50-60
Vytápěné vedlejší místnosti (předsíně, chodby, aj.)	15	50-60
Vytápěná schodiště	10	50-60
Mimo provoz	5	80

Jak již bylo zmíněno vlhkost v obytných budovách není nijak stanovena, ale obecně doporučená vlhkost v bytě je v zimě 45-60 % a v létě 40-55 %. Nebo dle vyhlášky č. 6/2003 Sb., která stanovuje hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb je relativní vlhkost v pobytových místnostech v zimním období nejméně 30 % a v letním období nejvýše 65 %. Tato vyhláška také stanovuje rychlost proudění vzduchu v pobytových místnostech, a to v zimním období 0,13-0,2 m.s⁻¹ a v letním období 0,16-0,25 m.s⁻¹. [22, 23]

Obytné budovy by dále měli dle ČSN 73 0540–2 měli splňovat letní stabilitu budovy, tedy nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období. Dle normy ČSN 730540-2 je hlavním kritériem nejvyšší denní teplota vzduchu $\theta_{ai,max}$ pro 21. srpen. Kritickou místností je místnost s největší plochou osluněných výplní otvorů orientovaných na Z, JZ, JV, V. [21]

Tabulka 2: Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období dle ČSN 730540-2 [21]

Druh budovy	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období
	$\theta_{ai,max,N}$ [°C]
Nevýrobní	27
U obytných budov je možné připustit překročení požadované hodnoty nejvíce o 2 °C na souvislou dobu nejvíce 2 hodin během normového dne, pokud s tím investor (stavebník, uživatel) souhlasí.	

Dále jsou teploty v obytných budovách například také stanoveny dle kategorizace vnitřního prostředí, které stanovují teploty dle očekávání a citlivosti obyvatel, tyto hodnoty jsou stanoveny v ČSN EN 16798-1. [25]

Tabulka 3: Kategorizace vnitřního prostředí dle ČSN EN 16798-1 [25]

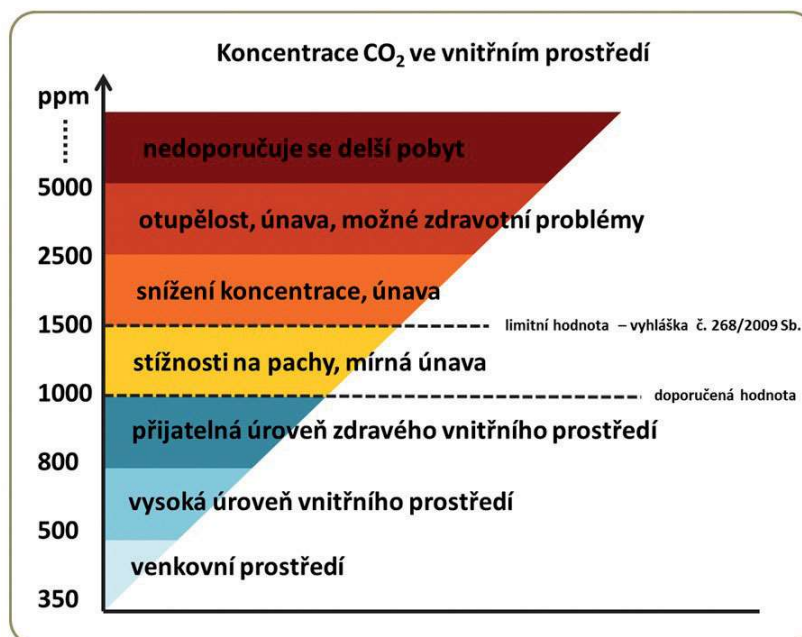
Kategorie	Popis
I	Vysoká úroveň očekávání, (doporučená pro prostory obsazené velmi citlivými osobami s křehkým zdravím a se zvláštními požadavky, např. osoby postižené, nemocné, velmi malé děti a starší osoby).
II	Střední úroveň očekávání. (Vhodné využití pro nové budovy a rekonstrukce.)
III	Mírná úroveň očekávání. (Použitelná pro stávající budovy.)
IV	Nízká, hodnoty mimo kritéria kategorie III. (Použitelná pouze pro omezenou část roku.)

Tabulka 4: Teplotní rozsah pro hodinový energetický výpočet chlazení a vytápění pro čtyři kategorie vnitřního prostředí dle ČSN EN 16798-1 [25]

Typ budovy a činnosti	Kategorie	Teplotní rozsah pro vytápění [°C], oděv 1,0 clo	Teplotní rozsah pro chlazení [°C], oděv 0,5 clo
Obytné budovy – obytné místnosti, osoby vsedě 1,2 met	I	21-25	23,5-25,5
	II	20-25	23-26
	III	18-25	22-27
Obytné budovy – ostatní místnosti, osoby stojící a přecházející 1,5 met	I	18-25	-
	II	16-25	-
	III	14-25	-

A.2.2 POŽADAVKY NA VĚTRÁNÍ

Ukazatelem kvality vzduchu je oxid uhličitý CO₂, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby nesmí překročit hodnotu 1500 ppm. Oxid uhličitý je bezbarvý plyn, který nejde cítit a podílí se na znečištění vnitřního prostředí. Při vyšších koncentracích dochází k únavě, nepozornosti, bolestem hlavy, a i ke zdravotním potížím. (viz Obrázek 1). [24]



Obrázek 1: Vliv koncentrace CO₂ na člověka [26]

Z důvodů koncentrace CO₂, vlhkosti a jiných škodlivin je nutné obytné prostory větrat. Dle vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby: “Pobytové místnosti musí mít zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty. Pro větrání pobytových místností musí být zajištěno v době přítomnosti osob v budově minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m³.h⁻¹ na osobu, nebo minimální intenzita větrání 0,5 h⁻¹.” [24] V tabulce č.5 jsou stanoveny požadované hodnoty na větrání obytných budov dle národní přílohy Z1 ČSN EN 15665. Dále v tabulce č.6 jsou stanoveny požadavky s ohledem na náročnost vnitřního prostředí, která je stanovena v tabulce č. 3. Více informací zmíněno v kapitole A.3.5 Vliv parametrů kvality vzduchu na člověka

Tabulka 5: Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15665/Z1 [27]

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

Tabulka 6: Požadavky na větrání během obsazenosti místností dle kategorií kvality vnitřního prostředí dle ČSN EN 15251 [28]

Kategorie	Intenzita větrání [h ⁻¹]	Množství venkovního vzduchu (do obytných místností)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
		na osobu [m ³ .h ⁻¹ .os ⁻¹]	Na m ² [m ³ .m ⁻² .h ⁻¹]	Kuchyně [m ³ .h ⁻¹]	Koupelna [m ³ .h ⁻¹]	WC [m ³ .h ⁻¹]
I (vysoká úroveň)	0,7	36	5,04	100	72	50
II (běžná úroveň)	0,6	25	3,6	72	54	36
III (přijatelná úroveň)	0,5	15	2,16	50	36	25

A.2.3 HYGIENICKÉ LIMITY HLUKU

Dle Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací je hygienický limit hladiny akustického tlaku pro vnitřní prostředí 40 dB s korekcí podle druhu objektu. Korekce pro obytné budovy je 0 dB mezi 6.00 a 22.00 hodinou a -10 dB mezi 22.00 a 6.00 hodinou. Maximální hladina akustického tlaku v obytných budovách se tedy pohybuje mezi 30 a 40 dB dle času. [29]

A.2.4 LIMITY DALŠÍCH ŠKODLIVIN V INTERIÉRU

Uvnitř budov se vyskytuje nejen škodlivina oxid uhličitý, ale také další, jako je např. oxid dusičitý, toulén, ozón, styren, prachové částice, formaldehyd, benzen, azbest, radon, odéry a oxid uhelnatý, které mohou způsobit nepříjemné zdravotní potíže jako je dráždění sliznic očí, nosu a některé látky mohou způsobit i těžké zdravotní problémy s játry, nervovou soustavou nebo dýchací potíže apod. [30]

Požadavky na hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb jsou stanoveny ve vyhlášce č. 6/2003 Sb.: Vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. [22]

Tabulka 7: Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu

Ukazatelé	jednotka	limit ⁴⁾
oxid dusičitý	μg·m ⁻³	100
frakce prachu PM10 ¹⁾	μg·m ⁻³	150
frakce prachu PM2,5 ²⁾	μg·m ⁻³	80
oxid uhelnatý	μg·m ⁻³	5000
ozón	μg·m ⁻³	100
azbestová a minerální vlákna ³⁾	počet vláken·m ⁻³	1000
amoniak	μg·m ⁻³	200

benzen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	7
toluen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	300
suma xylenu	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	200
styren	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	40
etylbenzen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	200
formaldehyd	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	60
trichloretylen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	150
tetrachloretylen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	150

Vysvětlivky:

- 1) Frakce prachu PM10 - prachové částice s převládající velikostí částic o průměru 10 μm , které projdou speciálním selektivním filtrem s 50% účinností.
- 2) Frakce prachu PM2.5 - prachové částice s převládající velikostí částic o průměru 2,5 μm , které projdou speciálním selektivním filtrem s 50% účinností.
- 3) Průměr vlákna < 3 μm , délka vlákna > 5 μm , poměr délky a průměru vlákna je > 3:1.
- 4) Limity jsou stanoveny pro koncentrace látek vztažené na standardní podmínky.

A.3 VLIV SYSTÉMŮ VYTÁPĚNÍ A VĚTRÁNÍ NA KVALITU VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

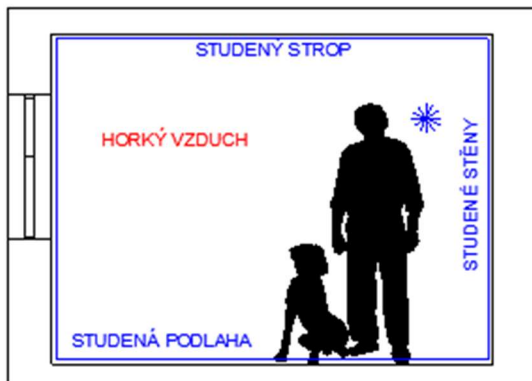
A.3.1 VLIV TEPLOTNÍCH PARAMETRŮ NA ČLOVĚKA

Tepelně vlhkostní mikroklima tvoří tepelné a vlhkostní toky v interiéru, které působí na člověka a vytvářejí jeho celkový stav. Nízké teploty či velké změny teplot při přechodu do různých prostor mohou způsobit nachlazení, naopak vysoké teploty nejsou pro člověka také příznivé, při vysokých teplotách je silně prokrvený povrch těla a je více namáháno srdce. Zdroji tepla a vlhkosti v interiéru jsou nejen zdroje vytápění, ale i činnosti člověka jako je vaření, praní, sušení prádla, žehlení a také jen samotné bytí člověka. Dále zdrojem vlhkostí je například vyšší výskyt rostlin v interiéru. [31]

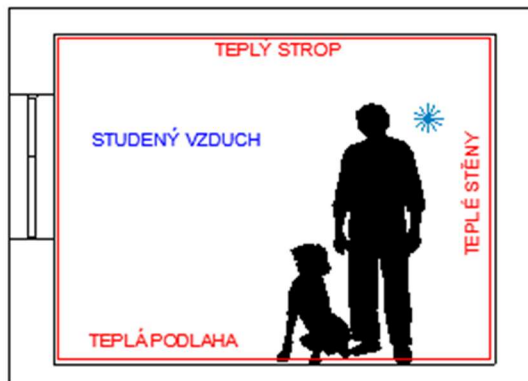
Ideální teplota vzduchu se liší od člověka ke člověku a vyjadřuje se jako stav mysli. Odvíjí se to od teploty vzduchu, sálavé teploty, relativní vlhkosti, rychlosti proudění vzduchu a parciálním tlaku vodní páry, jak hodně je člověk oblečen a také na metabolickém teplu, jak se hodně člověk hýbe a kolik tepla vyprodukuje životními funkcemi (hodnoty jsou uvedeny v tabulce 8). Vliv systémů vytápění na tepelnou pohodu se udává například indexem PMV, který předpovídá průměrnou hodnotu tepelných pocitů velké skupiny lidí. Individuální pocit jednotlivců se mohou pohybovat v jiných hodnotách, toto zohledňuje index PPD, který vyjadřuje procento nespokojených s konkrétním klimatem v místnosti. [31,35,36]

Člověk se cítí v tepelné pohodě, pokud je v tzv. tepelné neutralitě, kdy je teplo vyrobené jeho metabolismem v rovnováze s teplotou okolního prostředí, to znamená jeli odvedeno více tepla do chladnějšího okolí, člověk pociťuje chlad, pokud je metabolické teplo nižší než teplota vzduchu, nastává pocit tepla. Dalším vlivem na tepelně-vlhkostní pohodu člověka je, zda člověk má dostatek tepla z okolí radiací a teplo odevzdává konvekci neboli ochlazováním okolním vzduchem. Proto člověk pociťuje větší tepelnou pohodu u sálajících kamen nežli mezi studenými stěnami v koupelně nebo u oken. Tepelná pohoda dále závisí na rychlosti proudění vzduchu, vertikálním rozdílu teplot a teplotě podlahy. Na obrázku 2 je znázorněn různý poměr a kombinace parametrů tepelného komfortu. K nejlepšímu tepelnému komfortu docílíme zamezením všech nepříjemných teplotních vlivů v interiéru. [32,35,37]

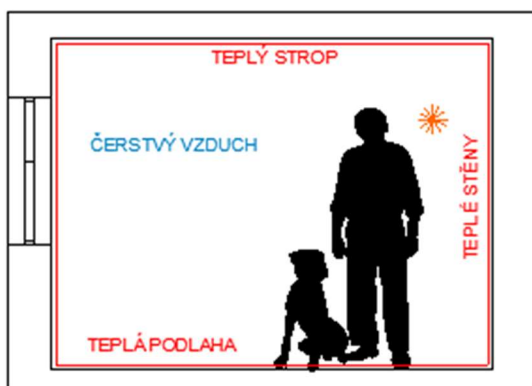
Příklad 1: horký vzduch do 30 °C a stěny, strop, podlaha do 10 °C = **nekomfort - příliš zima**



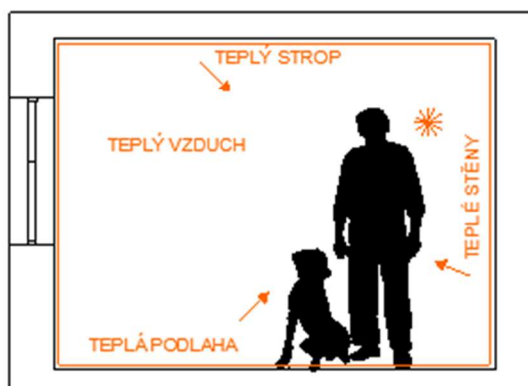
Příklad 2: vzduch do 5 °C a stěny, strop, podlaha do 25 °C = **nekomfort - CHLAD**



Příklad 3: čerstvý vzduch do 15 °C a stěny, strop, podlaha do 25 °C = **příjemné**



Příklad 4: čerstvý vzduch 20 °C a stěny, strop, podlaha do 20 °C = **KOMFORT**

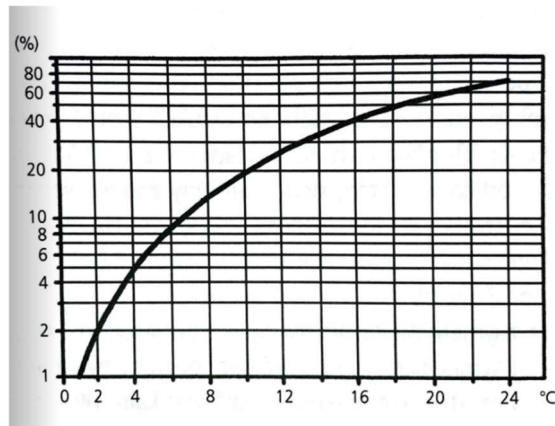


Obrázek 2: Příklady kombinací požadavků pro tepelný komfort [40]

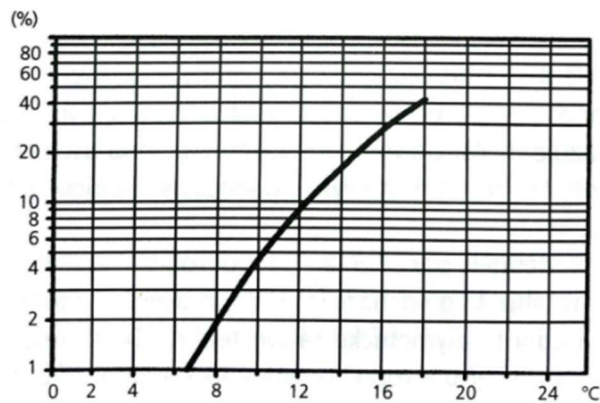
A.3.2 VLIV SYSTÉMŮ VYTÁPĚNÍ NA TEPELNÝ KOMFORT

ASYMETRIE TEPELNÉHO SÁLÁNÍ

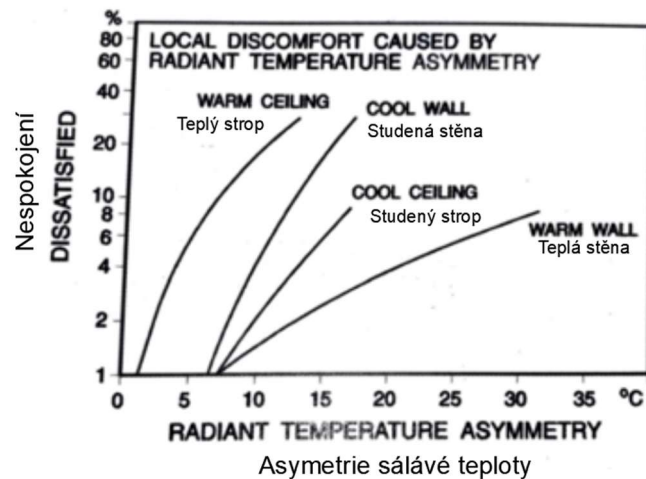
Asymetrii tepelného sálání dochází, když je vysoký rozdíl teplot mezi sáláním z vytápění a teplotou sálající z okolních stěn a oken. Například v místnosti s velkým oknem a velkým krbem na člověka stojícího uprostřed místnosti z části táhne a z části na něj sálá krb. Asymetrie sálání by neměla být od těchto vertikálních zdrojů tepla a chladu větší než 10 °C, od vodorovných ploch, třeba stropních sálavých panelů, větší než 5 °C. Intenzita sálání by ve výšce hlavy člověka neměla překročit 200 W/m². Z obrázků 3 a 4 je čitelné, že jsou lidé citlivější k asymetrické sálavé teplotě u stropního vytápění než na sálání od chladných povrchů nebo od stěnového vytápění. [31,32,35,37]



Obrázek 3: Graf procenta nespokojených jako funkce asymetrické sálavé teploty u stropního sálavého vytápění [35]



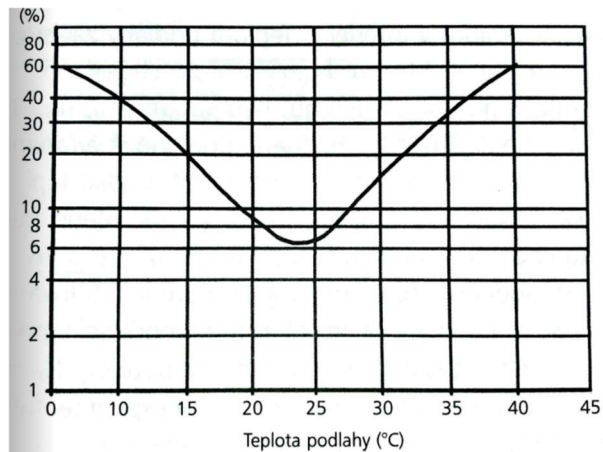
Obrázek 4: Procento nespokojených jako funkce asymetrické sálavé teploty u ochlazovaných oken, stěn [35]



Obrázek 5: Vztah mezi procentem nespokojených a radiační asymetrií [38]

TEPLOTA PODLAHY

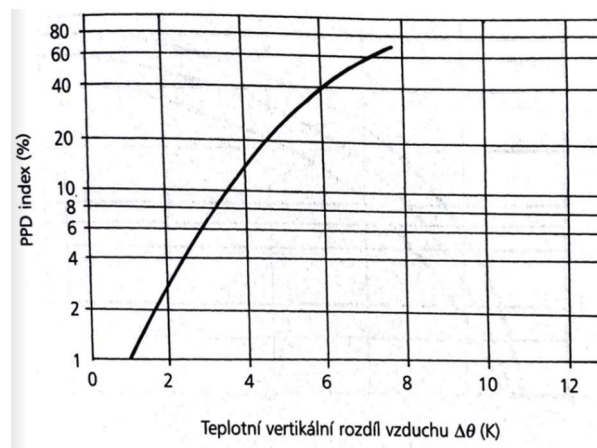
Dalším aspektem pro tepelnou pohodu je příliš vysoká či nízká teplota podlahy. Teplota podlahy ovlivňuje také průměrnou sálavou teplotu v interiéru. Obecně se doporučují povrchové teploty při návrhu podlahového vytápění 19–29 °C, to vyplývá i z obrázku 6, kde je znázorněno procento nespokojených v závislosti na teplotě podlahy. Optimální povrchovou teplotou je 25 °C u sedících osob a 23 °C u osob v pohybu. [31,35]



Obrázek 6: Procento nespokojených jako funkce teploty podlahy

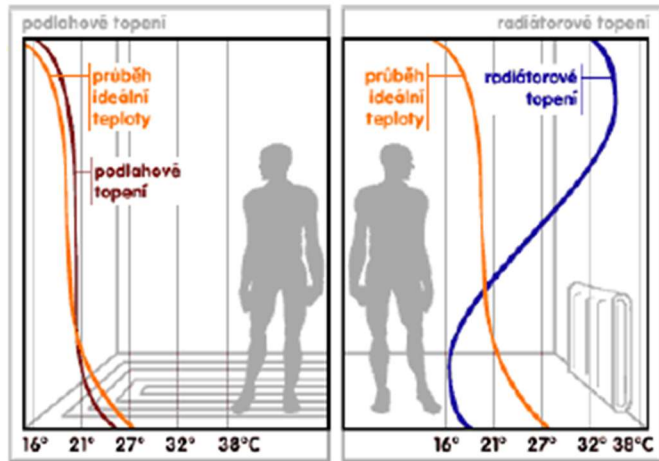
VERTIKÁLNÍ ROZDÍL TEPLOT

Tepelná pohoda je také ovlivněna rovnoměrností odvodu metabolického tepla člověka do okolí, teplota v oblasti nohou by měla být tedy podobná jako v oblasti hlavy. V tomto případě může docházet k tepelné nepohodě i přes to, že je podmínka tepelné neutrality splněna. Tento rozdíl teplot by neměl být vyšší než 3 °C, s tím, že většina lidí má raději nohy v teple a hlavu v chladu. Na obrázku 7 lze vidět vliv teplotního vertikálního rozdílu teplot na procento nespokojených. [31,35,37]

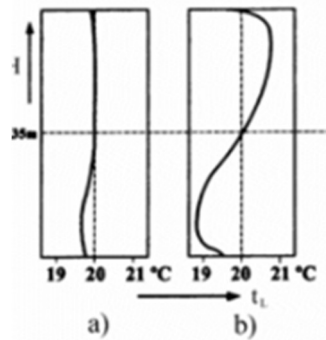


Obrázek 7: Procento nespokojených jako funkce vertikálního teplotního gradientu mezi hlavou a kotníky [35]

Obrázek 8 znázorňuje průběh ideální teploty po výšce místnosti v porovnání s podlahovým vytápěním a s deskovými tělesy. Podlahové vytápění se oproti deskovým tělesům velmi blíží průběhu ideální teploty. Na obrázku 9 je porovnání průběhů vertikálních teplot při různých typech vytápění. Delší otopné těleso má rovnoměrnější průběh teplot oproti krátkému tělesu s teplejším příívodem vody. Obrázek 10 znázorňuje průběh vertikálních teplot ovlivněný prouděním vzduchu v místnosti. Menší teplotní rozdíl je při umístění příívodních výústek v podlaze u ochlazované stěny. [41]

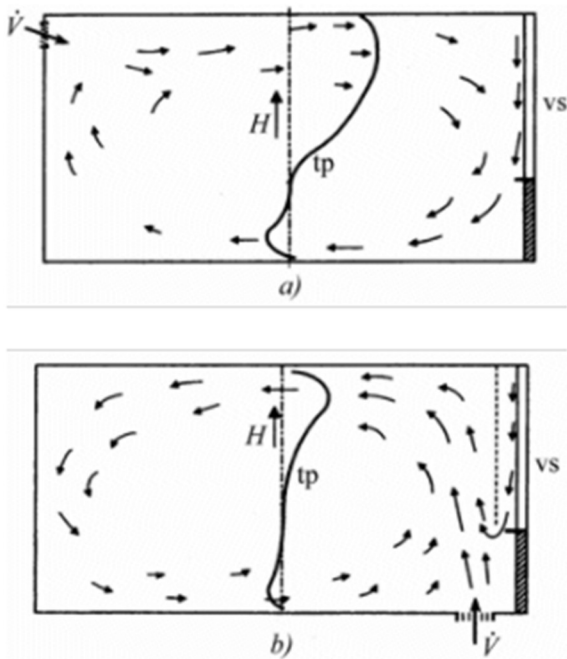


Obrázek 8: Průběh ideálních vertikálních teplot v porovnání se systémy [39]



Vysvětlivky:
 a) otopné těleso při $t_{wm} = 57,5 \text{ } ^\circ\text{C}$
 b) krátké otopné těleso při $t_{wm} = 80 \text{ } ^\circ\text{C}$

Obrázek 9: Příklad typických průběhů teplotních profilů po výšce místnosti H ve vytápěném prostoru pro různá otopná tělesa [41]

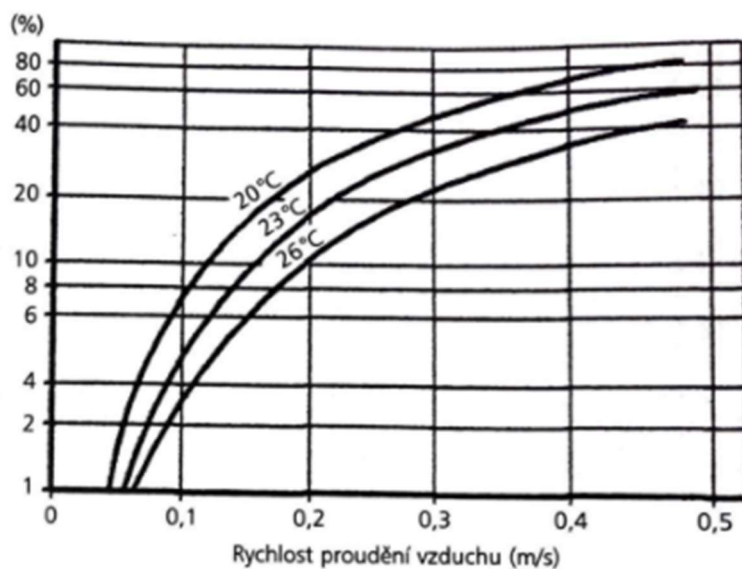


Vysvětlivky:
 (vs – vnější stěna; t_p – teplotní profil; H – výška místnosti)
 a) přívod vzduchu pod stropem u vnitřní stěny
 b) přívod vzduchu v podlaže u venkovní stěny

Obrázek 10: Proudění vzduchu v místnosti s teplotně-vzdušným vytápěním [41]

RYCHLOST PROUDĚNÍ VZDUCHU

Poslední důležitou příčinou tepelné nepohody je rychlost proudění vzduchu a vznik průvanu. Obecně se na základě měření doporučuje maximální rychlost proudění vzduchu 0,25 m/s při teplotách 23-26 °C a 0,15 m/s při teplotách 20–24 °C. [31,35]

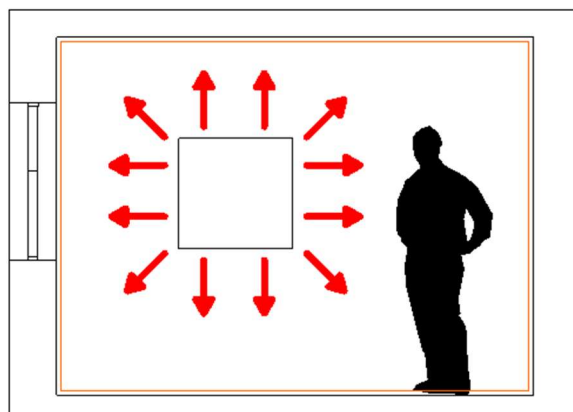


Obrázek 11: Procento nespokojených jako funkce průměrné rychlosti proudění vzduchu [35]

VLIV UMÍSTĚNÍ TĚLES NA TEPELNOU POHODU

SÁLAVÉ VYTÁPĚNÍ

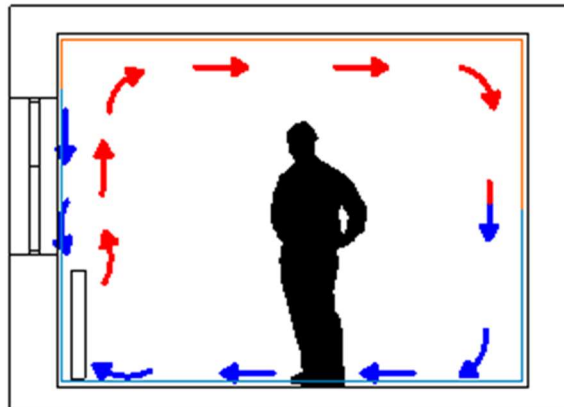
Vytápění s vyšším podílem sálavé teploty (sálavé panely, plošné vytápění, kamna a krby) vyznačuje příjemné teplo do místnosti a nedochází k výraznému proudění vzduchu v místnosti. Teplota vzduchu může být pocitově chladnější, než je tomu u konvekčního vytápění. [39, 42]



Obrázek 12: Možnost sálavého vytápění – infrapanely [42]

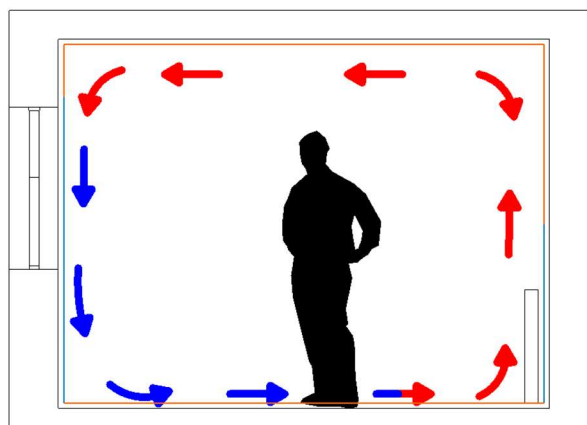
KONVEKČNÍ VYTÁPĚNÍ

Při vytápění s vyšším podílem konvekční teploty (konvektory, teplovzdušné systémy, částečně i otopná tělesa) dochází k ohřívání vzduchu a k proudění do místnosti. Při tomto typu vytápění jsou konstrukční prvky místnosti chladnější než vzduch. V tomto případě velmi záleží na umístění tělesa v místnosti, tedy na rychlosti a směru proudění vzduchu. [39, 42]



Obrázek 13: Proudění vzduchu s otopným tělesem pod ochlazenou plochou, oknem

Rychlost a směr proudění ve vytápěné místnosti závisí na umístění a velikosti otopných ploch vůči ochlazeným plochám. Pokud máme těleso umístěno u ochlazené stěny, těleso zabrání chladnému vzduchu dostat se k podlaze, ale ohřeje se a stoupá vzhůru (obrázek 13). Tento děj je pouze v délce otopného tělesa, proto se doporučuje navrhovat otopná tělesa v délce kolem 70% délky okna. Máme-li však otopná tělesa u vnitřních stěn, anebo máme v místnosti podlahové vytápění, chladný vzduch od oken jde v úrovni podlahy a ohřívá se postupně až v místnosti a může docházet k průvanu. (obrázek 14). [39,41]



Obrázek 14: Proudění vzduchu ve vytápěném prostoru s podlahovou otopnou plochou nebo tělesem u vnitřní stěny [41]

A.3.3 VLIV VLHKOSTNÍCH PARAMETRŮ NA ČLOVĚKA

V letních dnech bývá problém s vysokou relativní vlhkostí vzduchu, v zimě naopak s nízkou vlhkostí, sice relativní vlhkost je vysoká, ale měrná vlhkost je nízká z důvodů mrznutí vodních par klesajících k zemi. Po přívodu vzduchu do interiéru se relativní vlhkost po ohřátí snižuje. Tyto vlhkosti v interiéru souvisí samozřejmě s větráním. Větrání je v dnešní době podceňované, při zateplení objektů a utěsnění objektů novými okny nedochází ani k velké infiltraci. Většina domácností větrá právě jen okny, a závisí tedy na lidském faktoru, jaká kvalita vzduchu v jejich domácnosti bude. V těchto případech dochází v zimě k opačnému problému, a to je zvýšená vlhkost v interiéru způsobená lidskou činností, a proto se řada domácností potýká s výskytem plísní, kondenzací vodních par, vlhnutím konstrukcí apod. [33] Při nízké vlhkosti vzduchu pod 30 % dochází k vysychání sliznic dýchacích cest, a tím se oslabuje obranný mechanismus člověka proti vnikání mikroorganismů a aerosolů do organismu. Při nízké vlhkosti dochází k pálení očí a k problémům s horními a dolními dýchacími cestami. Nízká vlhkost také podporuje šíření částic v interiéru. Vysoká vlhkost vzduchu nad 70 % může vyvolat pocit dusna. Vysoká relativní vlhkost může způsobit kondenzování vodních par a vznik plísní, či roztočů. [23,31] V následující tabulce je shrnuta produkce metabolického tepla a vodních par člověkem za určitých činností.

Tabulka 8: Produkce tepla a vodní páry při různých činnostech [34,35]

Lidská činnost	Prostory	M [met]	Metabolické teplo [W]	Teplota vzduchu					
				24°C		26°C		28°C	
				Q _{cit} [W]	M _w [g/h]	Q _{cit} [W]	M _w [g/h]	Q _{cit} [W]	M _w [g/h]
Ležení	Ložnice, hotely	0,8	46						
Sezení uvolněné	Divadlo, kino	1,0	115	74	60	62	79	50	97
Činnost vsedě	Kancelář, byt	1,2	140	74	98	62	116	50	135
Lehká činnost vstoje	Obchody, sklady	1,6	150	72	116	60	134	48	152
Chůze bez zátěže	Chodby	1,9	160	77	124	64	143	51	162
Lehká práce u stolu	Dílny	3-4	230	79	225	66	244	53	264

A.3.4 ZÁSAH A OPTIMALIZACE TEPELNĚ-VLHKOSTNÍHO MIKROKLIMATU

Ke zlepšení tepelně-vlhkostního mikroklimatu lze dosáhnout přímo ovlivněním zdrojem tepla, chladu a vodních par a vhodnou volbou systému vytápění. Dále například vylepšením tepelněizolačních vlastností obálky budovy, zejména se zaměřit na výplně otvorů, kterými v létě proniká teplo dovnitř, to lze vylepšit kvalitním stíněním oken například venkovními žaluziemi. V zimě naopak okny uniká teplo ven z interiéru, to se dá optimalizovat

volbou kvalitnějších oken s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi. Vlhkostní mikroklima se může optimalizovat rovněž okny, která budou zajišťovat dostatečné větrání a odvedení vlhkosti a vodních par do exteriéru. [31]

Další možností optimalizace je zásah do systémů vytápění a větrání. Tepelná pohoda v zimě je zabezpečena typem vytápění, které má dostatečnou složku sálavého tepla, umožňuje regulaci výkonu a je bezprůvanové. Bezprůvanové vytápění lze zajistit umístěním zdroje tepla ke zdroji chladu například otopné těleso pod okno, v případě centrálního teplovzdušného vytápění je potřeba se soustředit na správný návrh z hlediska rychlosti proudění a také typu proudění vzduchu. Správným návrhem je přívod vzduchu shora, aby nedocházelo ke smršťování proudů, a tím vytvoření chladných prostor. U teplovzdušného vytápění stojí za úvahu i to, že tento typ vytápění postrádá sálavou složku vytápění, a proto se doporučuje dodat další zdroje tepla, které obsahují i sálavou složku. [31,39]

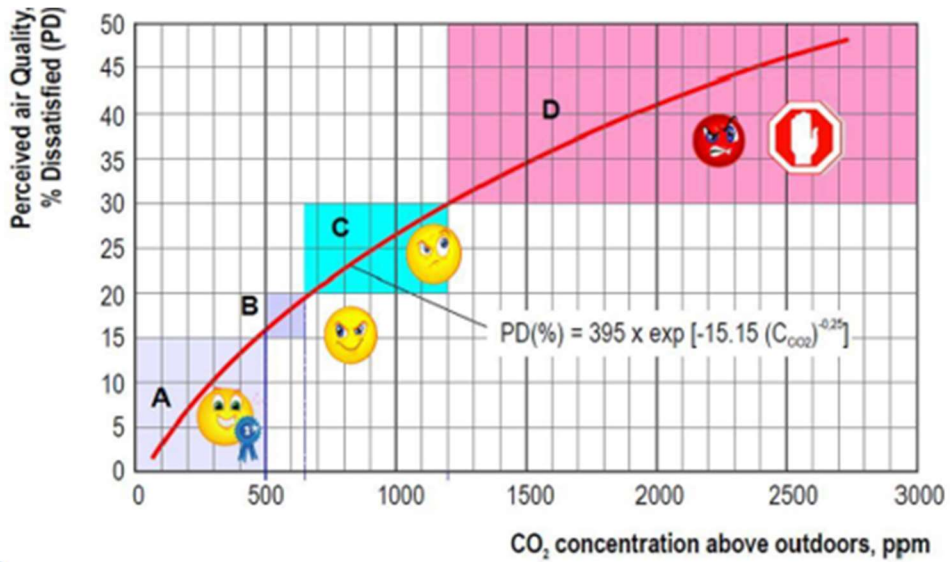
Co se týče vlhkosti vzduchu, k zabránění nízké relativní vlhkosti je menší přetápění místnosti. Případně je-li potřeba, mohou se použít zvlhčovače vzduchu. Když je vysoká vlhkost vzduchu obvykle stačí dostatečné větrání, zejména kuchyní a koupelen, případně použití odvlhčovačů vzduchu. [31]

A.3.5 VLIV PARAMETRŮ KVALITY VZDUCHU NA ČLOVĚKA

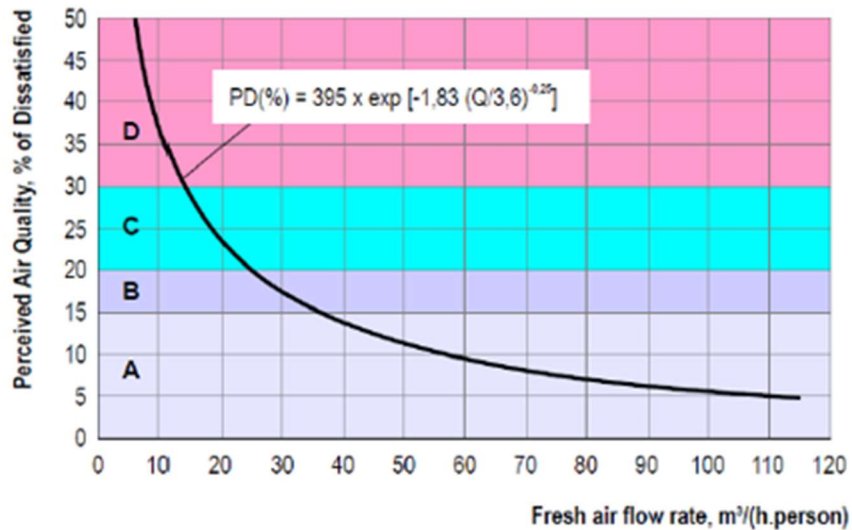
Do kvality vnitřního vzduchu se řadí například aerosoly, mikroby, toxické plyny, ionizační zařízení nebo odéry. Jeden z hlavních parametrů kvality vzduchu jsou odéry, které mají na člověka jak pozitivní, tak negativní vliv. Nepříjemné odéry ve vnitřním prostředí při určité koncentraci ovlivňují výkonnost, únavu nebo způsobují nevolnosti. Naopak příjemné odéry mohou uklidňovat nebo podporovat výkonnost. [31,39]

Jedním z hodnocených parametrů kvality vzduchu je koncentrace CO₂, která má také špatný vliv na zdraví člověka, vyšší koncentrace oxidu uhličitého nad 1500 ppm mohou způsobovat únavu, bolesti hlavy, nepozornost a další. Dalším parametrem jsou například těkavé organické látky (TVOC), které mohou vycházet ze stavebních materiálů, nátěrů nebo nábytku, TVOC způsobují dráždění sliznic a při delší expozici i poruchy jater a nervové soustavy. Dalšími látkami jsou například oxid uhelnatý, ozon, oxidy dusíku a formaldehyd, všechny tyto látky obvykle způsobují dráždění očí a nosu, bolesti hlavy některé jsou karcinogenní, anebo snižují imunitu a při dlouhodobé expozici způsobují různá závažná onemocnění. [31,39]

Mezi aerosoly patří malé kapalně nebo pevně částice tvořené pylem, prachem, plísněmi, mlhou a zbytky ze spalovacích procesů. Tyto aerosoly se mohou dostat do plic, některé menší částičky až do krve a mohou způsobit podráždění sliznic, blokování cest v plicích, alergické reakce, astma, plicní záněty, zhoubné bujení a další. Mezi mikrobiální mikroklima řadíme roztoče, plísně, bakterie a viry. Do ionizačního mikroklimatu řadíme radon, radioaktivní materiály a rentgenové záření, které ovlivňují dýchací cesty, sliznice, kůži a mohou mít i genetické účinky na potomky. [31,39]



Obrázek 15: Vliv koncentrace CO₂ na procento nespokojených z hlediska vnitřní kvality vzduchu [43]



Obrázek 16: Procento nespokojených s kvalitou vnitřního vzduchu jako funkce množství čerstvého vzduchu na osobu [43]

A.4.6 SYSTÉMY VĚTRÁNÍ A VLIV NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ

ZPŮSOBY VĚTRÁNÍ A JEJICH VLIV NA KVALITU VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ

Jedním z typu a zároveň nejběžnějším a nejjednodušším typem větrání je přirozené větrání, které funguje na principu vztlakových sil. Dochází k němu, když jsou v místnosti alespoň dva otvory a dostačující klimatické podmínky. Toto větrání je závislé na větru a rozdílech teplot venkovního a vnitřního vzduchu. Funkčnost přirozeného větrání je také závislá na lidském faktoru, protože obvykle se jedná o provětrávání okny a záleží na tom, kdy je člověk zrovna otevře či zavře. Jednou z lepších možností je například šachtové větrání, kde přívod do místnosti je pomocí mřížek a odvod šachtami. Přirozeným větráním se nedá dosáhnout dostatečné kvality vzduchu, protože postrádá filtraci, ohřev a jedná se o nekontrolovatelné větrání. Přirozeným větráním dochází k velkým tepelným ztrátám a dostává se jím hluk z venkovního prostředí do interiéru. Přirozené větrání není vždy funkční, a proto může být v interiéru zvýšená vlhkost a může docházet ke tvorbě plísní. [42]

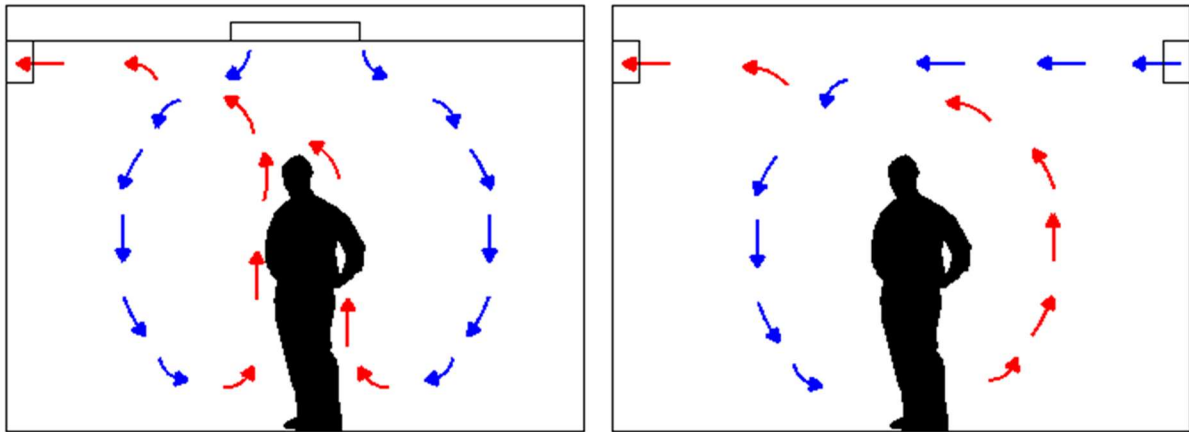
Opakem přirozeného větrání je větrání nucené poháněné ventilátory. Tento způsob větrání více zajišťuje hygienické požadavky na větrání a kvalitněji odvádí škodliviny jako například oxid uhličitý nebo vlhkost z interiéru. Dělí se na podtlakové, přetlakové a rovnotlaké. Jednou z výhod je možnost použití doplňujících zařízení, jako je filtrace, ohřev, chlazení, zpětné získávání tepla, zvlhčování a další. Tímto máme větší kontrolu nad kvalitou vzduchu než u přirozeného větrání okny. Při užití zpětného získávání tepla nedochází k velkým ztrátám energie, na druhou stranu je potřeba elektrická energie na pohon ventilátorů. Jedná se o komfortní řešení s možností nastavení výkonu a větrání dle času nebo dle koncentrací škodlivin v interiéru. [30,42]

Kombinací těchto dvou typů je větrání hybridní, které využívá výhod obou systémů. Při nedostačujících tlakových podmínkách pro přirozené větrání se zapne ventilátor a jedná se o podtlakový nucený systém. [30]

SYSTÉMY DISTRIBUCE VZDUCHU A JEJICH VLIV NA TEPLITU A RYCHLOST PROUDĚNÍ

SMĚŠOVÁNÍ

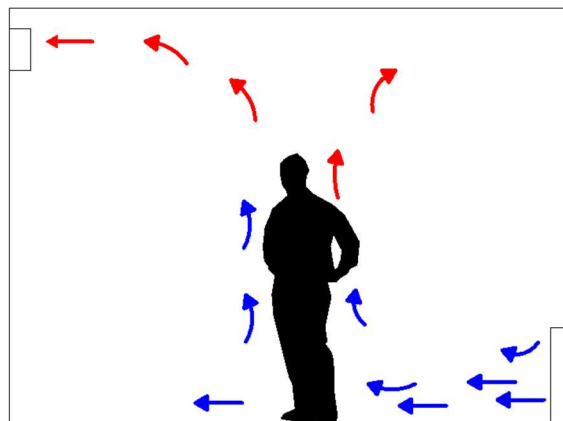
Při směšování dochází ke směšování vnitřního vzduchu a vzduchu přiváděného, a tím dochází k rovnoměrnému ředění škodlivin a čerstvý vzduch se rychle znečišťuje. Při tomto typu distribuce vzduchu je rychlost přivodního proudu 2-6 m.s⁻¹. Přiváděný vzduch je vyšší než 4 K z důvodu vyšších rychlostí přivodu. Distribuční elementy používané v tomto systému distribuce vzduchu jsou například anemostaty, dýzy, štěrby, žaluziové vyústky a obdélníkové vyústky. Tento typ větrání je závislý na rozmístění nábytku v interiéru a na dosahu proudu ve vysokých prostorech. [30,44]



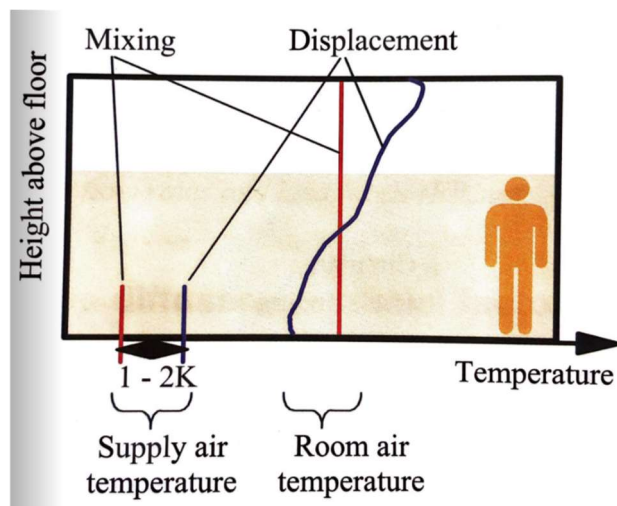
Obrázek 17: Proudění vzduchu při směšování

ZAPLAVOVÁNÍ

U systému větrání zaplavování je vzduch přiváděn malými rychlostmi do $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ obvykle velkoplošnou výustí umístěnou u podlahy a u zdroje tepla. U tohoto způsobu větrání nedochází k cirkulaci vzduchu v místnosti. Přiváděný vzduch je o 1-3 K chladnější než vzduch v místnosti a ohřívá se. Ohřátý vzduch stoupá vzhůru ke stropu. Škodliviny v prostoru jsou díky vztlaku zdržovány pod stropem a lépe odvedeny než u směšovacího větrání. Tento typ větrání se používá hlavně pro chlazení, protože čerstvý vzduch je díky vztlakovým silám držen u podlahy. V zimě je přiváděný vzduch ohříván zdroji tepla. U tohoto typu větrání se vyskytuje riziko vnímání chladu a průvanu v blízkosti podlahy. Oproti směšování lze odvést menší tepelnou zátěž, ale poskytuje lepší odvod škodlivin. [30,44]



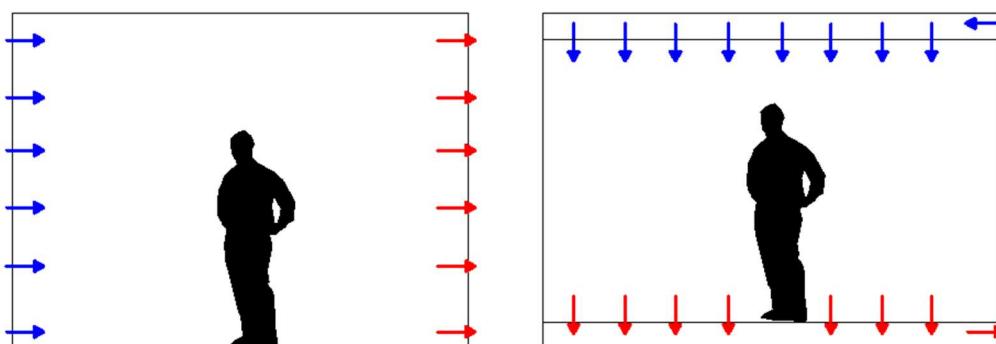
Obrázek 18: Proudění vzduchu při zaplavovacím větrání



Obrázek 19: Typické vertikální rozložení teplot pro směšovací a zaplavovací větrání [45]

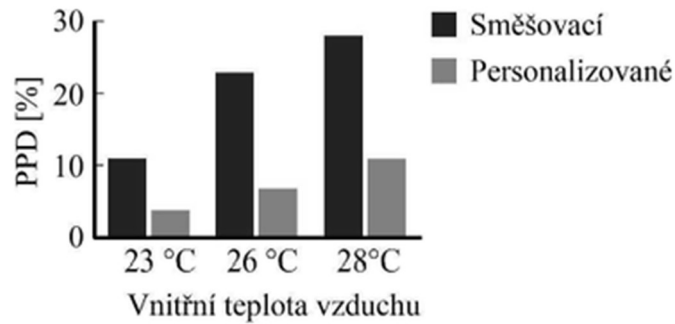
VYTĚŠŇOVÁNÍ

Tento způsob větrání je tvořen laminárním prouděním vzduchu a znečištěný vzduch je rovnoměrně vytlačován z místnosti vzduchem čerstvým. Tento typ se používá nejčastěji v prostorech, kde jsou vysoké nároky na čistý provoz. [30,44]

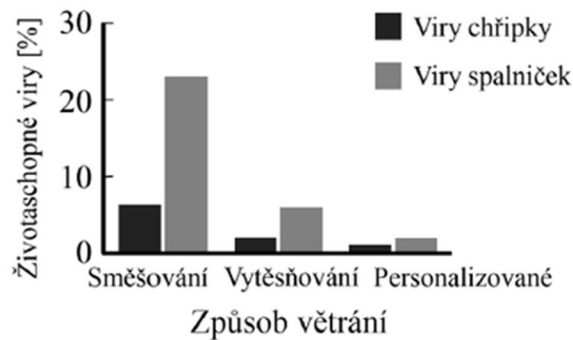


Obrázek 20: Proudění vzduchu při vytěšňování

Specifickým případem systému distribuce vzduchu je místní větrání neboli personalizované větrání, které je omezeno jen na danou část prostoru například jedno kancelářské pracovní místo. Tento typ větrání má zajistit ochranu před nepříznivými vlivy okolí, zamezit šíření infekcí a zajistit tepelnou pohodu a kvalitu vzduchu dle požadavku konkrétního pracovníka. Vzduch, který je přiváděn v blízkosti pracovního místa není tolik znečištěn jako vzduch přivedený centrálním větráním v podobě směšování nebo zaplavování. Nevýhodou tohoto typu větrání je malá dostupnost na trhu a tím i vysoká cena. [44,46]



Obrázek 21: Procento nespokojených v závislosti na typu distribuce vzduchu při různých teplotách vzduchu [46]



Obrázek 22: viry přenesené mezi jednotlivými pracovními místy při různých typech větrání místnosti

A.3.7 ZÁSAH A OPTIMALIZACE KVALITY VZDUCHU

Kvalita vnitřního vzduchu lze optimalizovat zásahem do zdroje škodlivin, zásahem do pole přenosu (neboli ovzduší) a změnou chování uživatele. Zásahem do zdroje škodlivin je myšleno například používání čistších paliv, dostatečnou údržbou vytápěcích zařízení, volba jiných materiálů, které neuvolňují dané škodliviny, použití rychleschnoucích barev, zamezení tvorbě plísní konstrukcemi a technologiemi a zajištění bezpečného provozu spotřebičů. [31,39]

Zásah do pole přenosu může být například správnou volbou systému větrání oproti pouhému přirozenému větrání okny, omezení šíření škodlivin po budově, deodorizace a éterické oleje, přívod dostatečného množství vzduchu do interiéru, filtrace vzduchu, dezinfekce, ionizace vzduchu, použití čističek vzduchu, omezení výskytu alergenů sítěmi v oknech, údržba vzduchotechniky, při prašných činnostech kropení vodou proti zamezení prášení do ovzduší a umístěním vhodných rostlin do interiéru. [31,39]

Uživatel může ovlivnit vnitřní prostředí častějším větráním, omezením kouření cigaret, v případě vysoké koncentrace škodlivin použitím protiplynových masek a osobních ochranných pomůcek. [31,39]

A.4 MĚŘENÍ VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ V DANÝCH OBJEKTECH

V rámci diplomové práce bylo provedeno měření v různých obytných objektech pro zjištění kvality vnitřního prostředí v běžných domácnostech. Cílem bylo ukázat, že je nutné vnímat technické zařízení budov jako důležitou součást našich životů, protože mají vliv na prostředí, ve kterém žijeme. Měření proběhlo celkem ve 4 objektech. Měření ve všech objektech probíhalo pomocí meteorostanic Netatmo Smart Home Weather Station, které měří teplotu vzduchu, vlhkost vzduchu, koncentraci CO₂, hluk a tlak. V rámci diplomové práce budou posuzovány pouze hodnoty koncentrace CO₂, teploty a vlhkosti vzduchu. Z každého měření byly vybrány pouze dva nejextrémnější týdny, kdy teploty v exteriéru byly nejvyšší a nejnižší. Data z měření byla v 5minutovém kroku.

A.4.1 MĚŘENÍ VE STARŠÍM RODINNÉM DOMĚ VE SMIDARECH

Jedno z měření probíhalo v rodinném domě z 80. let 20. století. Objekt je dvougenerační a dvoupodlažní, nezateplený, má pouze vyměněná okna za plastová s izolačním dvojsklem. Jako zdroj vytápění pro celý objekt je kotel na tuhá paliva a vytápění deskovými tělesy, ve spodním bytě v kombinaci s podlahovým vytápěním. Dále je možnost spodní byt vytápět lokálními kamny na dřevo. Větrání je zajištěno pouze okny s ventilátory v hygienickém zázemí.

Měření proběhlo v obou podlažích, a to konkrétně v 1.NP v obytné ložnici na jižní straně a v kuchyni na severní straně. Ve 2.NP měření probíhalo v obývacím pokoji na jižní straně a v ložnici na straně severní. Měřena byla teplota, vlhkost vzduchu, koncentrace CO₂. Dále probíhalo měření teploty venkovního vzduchu. V rámci diplomové práce budou posuzovány pouze dvě místnosti, obývací pokoj ve 2.NP na jižní straně a obytná ložnice v 1.NP na jižní straně. Venkovní čidlo bylo umístěno na venkovním parapetu na východní straně objektu. Měření probíhalo ve dnech od 24.6.2021 16:00 do 4.8.2021 16:00 a dále ve dnech od 25.9. 16:55 do 25.10. 17:00, je tedy zaměřeno jak na letní období, tak i na začátek otopné sezóny v září a říjnu.

VÝSLEDKY MĚŘENÍ

1. MĚŘENÍ – CHLADNÉ OBDOBÍ

Prvním extrémním týdnem, kdy teploty venkovního vzduchu dosahovaly 1 °C v nočních hodinách byl týden 20.10.2021 – 26.10.2021. Nutno podotknout, že vzhledem k nižším venkovním teplotám v exteriéru se v tomto období začalo v objektu vytápět centrálním kotlem na tuhá paliva (dřevo).

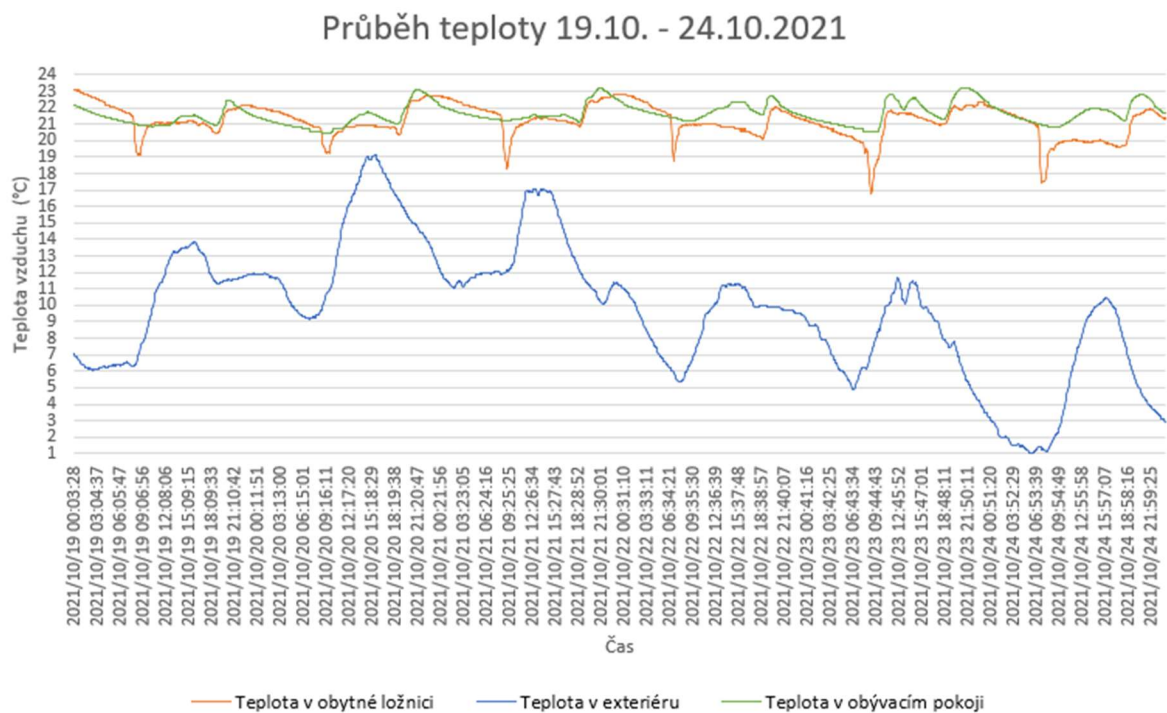
Na grafu vidíme, že teploty v obou řešených místnostech jsou průměrně stejné kolem 21,5 °C. S několika extrémy 16,8 °C a 23,2 °C, vlivem vytápění a větrání.

V obytné ložnici umístěné na jižní straně v 1.NP lze vidět častý pokles teplot kolem 19 °C, to se opakuje v ranních hodinách z důvodů větrání přímo v dané místnosti před vytápěním a částečně z důvodu prochladnutí budovy v nevytápěném nočním čase. I přes pravidelné dopolední větrání se v obytné ložnici dostaly hodnoty

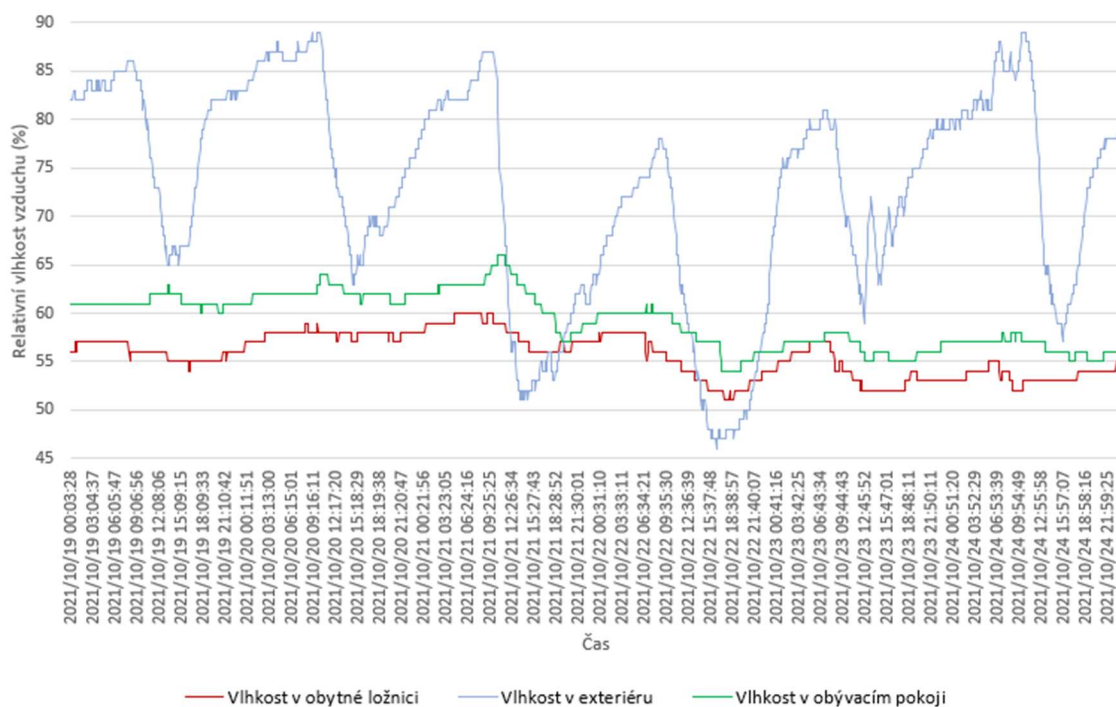
koncentrace CO₂ několikrát nad limitní hodnotu 1500 ppm až na hodnotu 2392 ppm. Z toho lze říci, že větrání 1x denně i na několik minut není dostačující, protože tato místnost je permanentně obývána, ve večerních hodinách jako obývací pokoj, v noci jako ložnice a v denních hodinách jako pracovna. Z tohoto důvodu plyne doporučení častějšího a kratšího větrání i přes to, že jsou v exteriéru nízké teploty.

V obývacím pokoji na jižní straně ve 2.NP jsou hodnoty koncentrací CO₂ v lepších rozmezích, a to obvykle o 250 ppm menší. Ale i tyto koncentrace často překračují limitní hodnotu 1500 ppm. Teploty v obývacím pokoji jsou oproti 1.NP stabilnější. Důvodem může být to, že tato místnost je otočena na jižní stranu bez jakéhokoliv stínění oken, oproti tomu obytná ložnice v 1.NP je stíněna předsazeným vystupujícím podlažím, které tvoří tzv. podloubí a dále hlavně z důvodu, že místnost není větrána přímo daným oknem, ale obvykle se větrají ostatní místnosti v patře. Dalším důvodem je také, že se jedná o starý dům, kde je obecně přízemí chladnější než místnosti pod střechou.

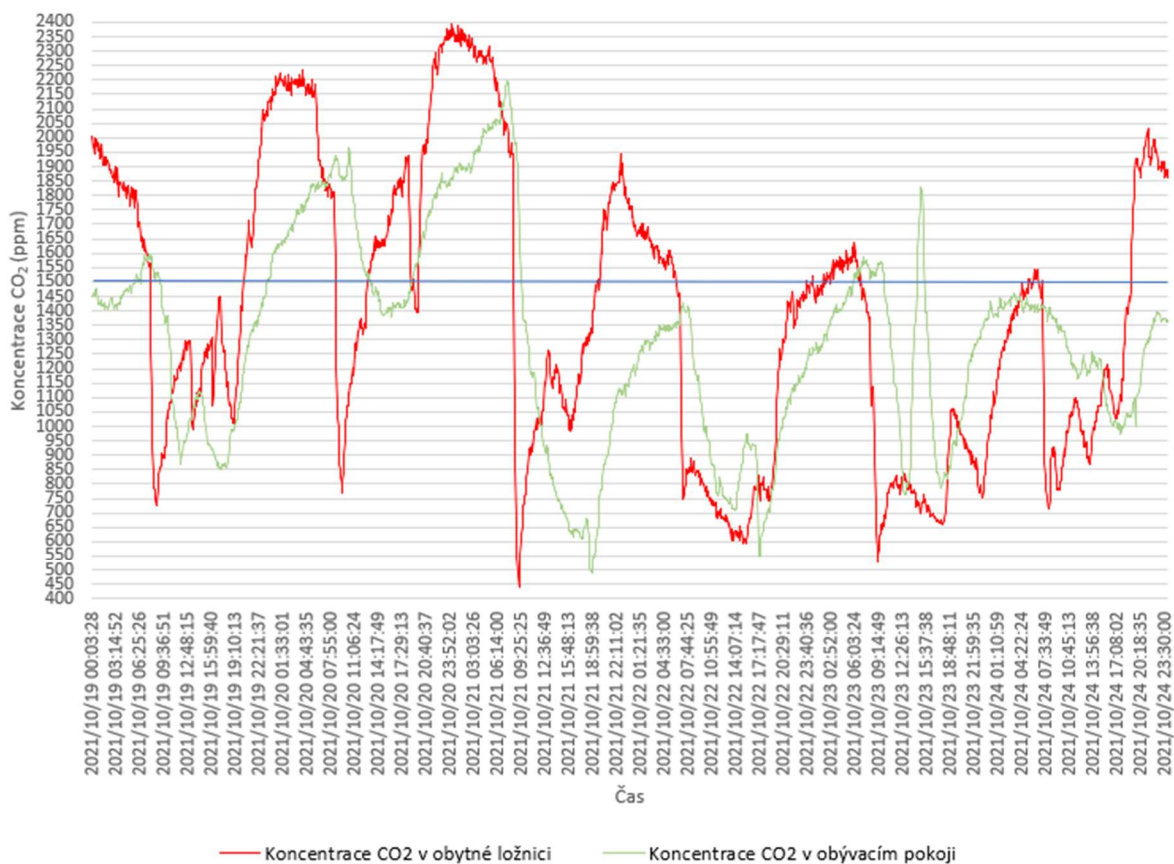
Relativní vlhkost vzduchu je obvykle v obou řešených místnostech dostačující v hodnotách mezi 50-60 %.



Průběh relativní vlhkosti 19.10. - 24.10.2021



Koncentrace CO₂ 19.10. - 24.10.2021



2. MĚŘENÍ – TEPLÉ OBDOBÍ

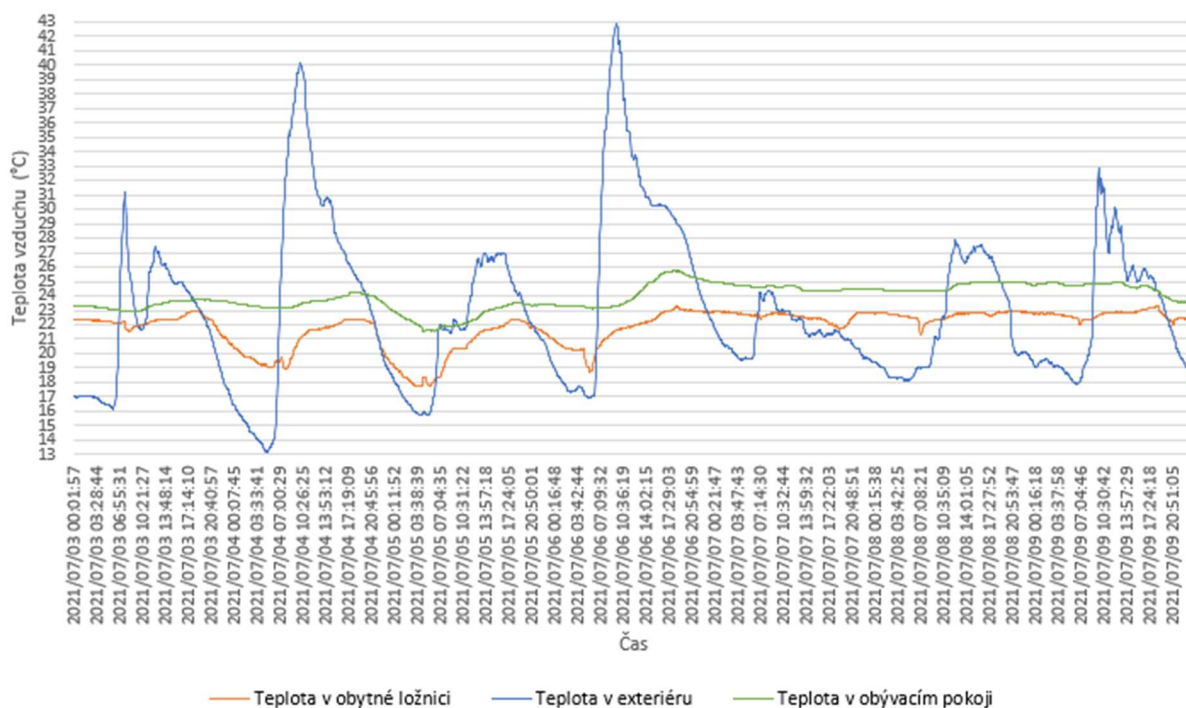
Dny, kdy teploměr zachytil naopak vysoké teploty na východním okně 42,9 °C byly v týdnu 3.7. – 9.7. 2021. Tato vysoká hodnota byla v dopoledních hodinách, kdy slunce bylo na východě a svítilo přímo na teplotní čidlo. Lze vidět, že měření může být lehce nepřesné právě, když nelze venkovní čidlo dát na severní stranu objektu tak, jak je doporučeno.

Denní venkovní teploty se pohybují kolem 25 °C, a proto je z grafu koncentrace CO₂ patrné, že bylo v obývacím pokoji obvykle větráno celý den a celou noc, oproti tomu v obytné ložnici 4 noci ze 7 nebyly větrané, a proto koncentrace CO₂ vystoupala až k hodnotám 2400 ppm.

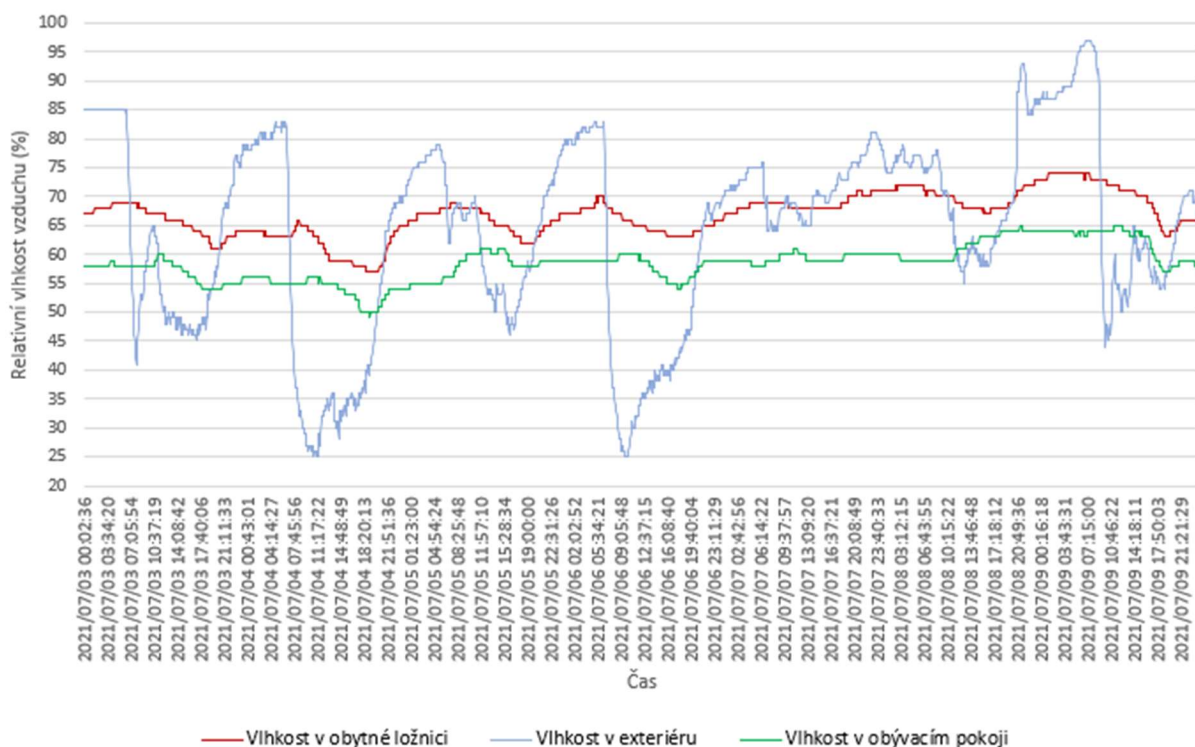
Teploty v obytné ložnici jsou nižší právě kvůli stáří domu, kdy starší domy nejsou dostatečně izolovány a zdivo z cihel plných pálených má vysokou tepelnou jímavost a dobrou akumulaci tepla/chladu. Proto trvá déle, než se takové masivní zdi ohřejí. Zároveň spodní patro se hůře ohřívá kvůli nízkému počtu prosklených ploch na jižní straně. V horním patře jsou vyšší teploty a tyto teploty se nemění nijak rychle, horní patro je totiž vyhřáto denním sluncem skrz prosklené plochy a také teplým půdním prostorem nad tímto patrem.

Vlhkost v obývacím pokoji ve 2.NP je v normě mezi hodnotami 50-65%, v obytné ložnici jsou vlhkosti vyšší do 75%, tyto hodnoty mohou vyvolat pocit dusna a může začít docházet k tvorbě plísní, k takto vyšším hodnotám došlo tehdy, když v noci nebyla místnost větraná.

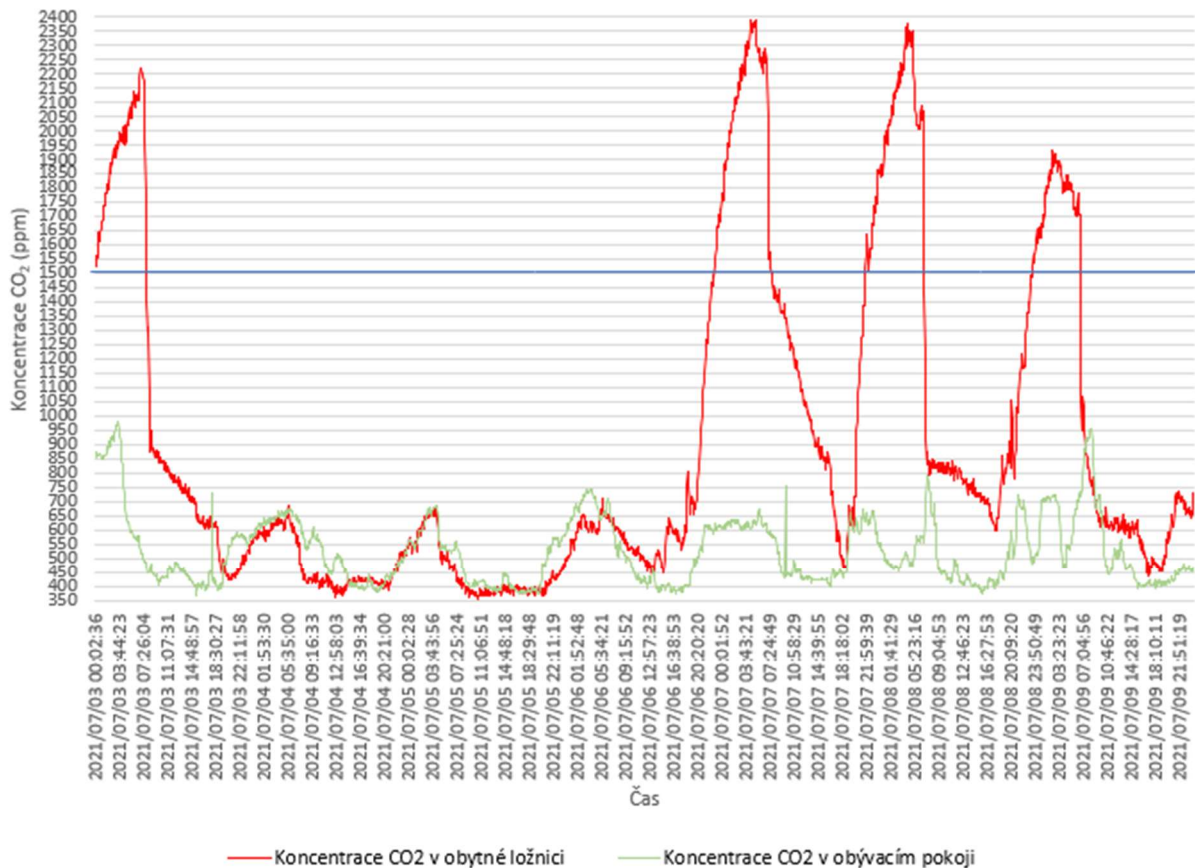
Průběh teploty 3.7. - 9.7.2021



Průběh relativní vlhkosti 3.7. - 9.7.2021



Koncentrace CO₂ 3.7. - 9.7.2021



ZÁVĚR

I přes absenci systémů větrání lze říci, že ve 2.NP rodina daleko více větrá než obyvatelé v prvním nadzemním podlaží. Rodina ve 2.NP má větší povědomí o důležitosti větrání. Lidé obecně často nemají povědomí o hlídání koncentrací CO₂ a důležitosti větrání, a proto je pro ně v zimních obdobích tepelný komfort přednější nežli kvalita vzduchu.

Spodní byt by měl být mnohem častěji větrán, zejména v nočních hodinách, což je ovlivněno lidským faktorem. To se může vyřešit buďto apelováním na častější větrání, anebo je možno doporučit nové systémy větrání například fasádní větrací prvky s rekuperací, které jsou vhodné kvůli své jednoduchosti do starších budov. Vhodné jsou také například základní měřiče koncentrace CO₂, které mohou prohloubit povědomí o potřebě větrání. Dále lze vyčíst, že v patře je mnohem lepší tepelná stabilita jak v chladných, tak ve studených dnech. To je ovlivněno počtem prosklených ploch na jižní stranu, akumulací schopnostmi zdiva a umístěním půdy nad 2.NP.

A.4.2 MĚŘENÍ V NOVÉM RODINNÉM DOMĚ VE SMIDARECH

Další měření bylo provedeno v novostavbě rodinného domu z roku 2017. Jedná se o jednogenerační rodinný dům, objekt má obytné podkroví. Objekt je vyzděn ze sendvičových betonových tvárnic se zabudovaným EPS. Objekt má dřevěná okna s izolačním trojsklem, podkroví je zatepleno nadkroevní izolací PIR. Stínění objektu je pouze vnitřními roletami a prosklená stěna v obývacím pokoji je dále stíněna markýzou. Vytápění objektu je křbovou vložkou umístěnou v obývacím pokoji, křbová vložka je vybavena rozvodou teplého vzduchu. Další možným zdrojem je elektrokotel, který vytápí místnosti pomocí podlahového elektrického vytápění. Větrání objektu je přirozené okny a s ventilátory v hygienickém zázemí.

Měření probíhalo v 1.NP v obývacím pokoji orientovaném na jih, pracovně na sever a ve 2.NP v ložnici orientované na sever a v dětském jižním pokoji. V rámci diplomové práce byli porovnány pouze dvě místnosti a to obývací pokoj umístěný v 1.NP na jižní straně a jižně orientovaný dětský pokoj ve 2.NP. Venkovní teplotní čidlo bylo umístěno na severovýchodní straně v krytém vstupu. Cílem bylo porovnat rozdílnost teplot a větrání v 1.NP a 2.NP. Měření bylo ve dnech od 4.8. 2021 17:45 do 25.9. 15:40, tudíž bylo vynecháno otopné období a jsou naměřeny pouze letní dny.

VÝSLEDKY MĚŘENÍ

1. MĚŘENÍ – CHLADNÉ OBDOBÍ

Prvním extrémním týdnem, kdy teploty venkovního vzduchu dosahovaly až 11,9 °C je týden 23.8.2021 až 29.8.2021.

Z grafů a hodnot lze vyčíst, že teploty v exteriéru se pohybují od 11 °C do 20 °C a vnitřní teploty se obvykle odvíjí od venkovních teplot. Větší rozdíl je pouze v obývacím pokoji mezi 14. a 18. hodinou dne 28.8., kdy hodnoty venkovního vzduchu od rána stouply ze 14 °C na 17 °C a v interiéru naopak klesly z 22,5 °C na 20,5 °C. Tento pokles teploty je skutečně kvůli většímu větrání během dne. To nám potvrzuje graf koncentrace CO₂, kdy hodnoty koncentrace v průběhu dne klesly na venkovní hodnoty koncentrace kolem 400 ppm.

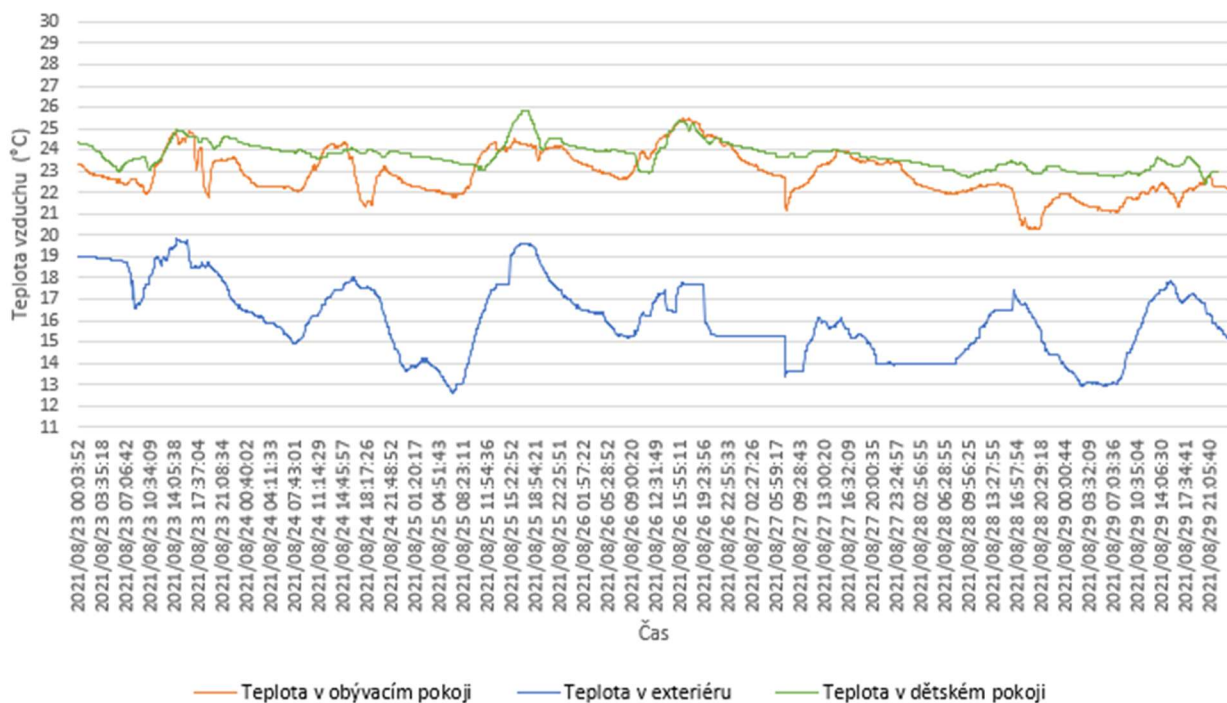
Teploty v dětském pokoji jsou stálejší a zároveň cca o 1-2 °C vyšší nežli v obývacím pokoji, to lze přisoudit menší intenzitě větrání, tepelné stabilitě místnosti, jinému režimu užívání a zejména také větším solárním ziskům z důvodů absence dalšího exteriérového stínění.

Vlhkost vzduchu v obývacím pokoji i v dětském pokoji je v dostačujících hodnotách, a to obvykle mezi 45 % až 60 % až na malé výkyvy, kdy hodnoty stouply nad 60 %, které souvisí s vlhkostí vzduchu v exteriéru. Vlhkost v obývacím pokoji i v dětském pokoji je poměrně podobná až na jednu rozdílnost, která souvisí s většími koncentracemi CO₂ a nižší intenzitou větrání v dětském pokoji.

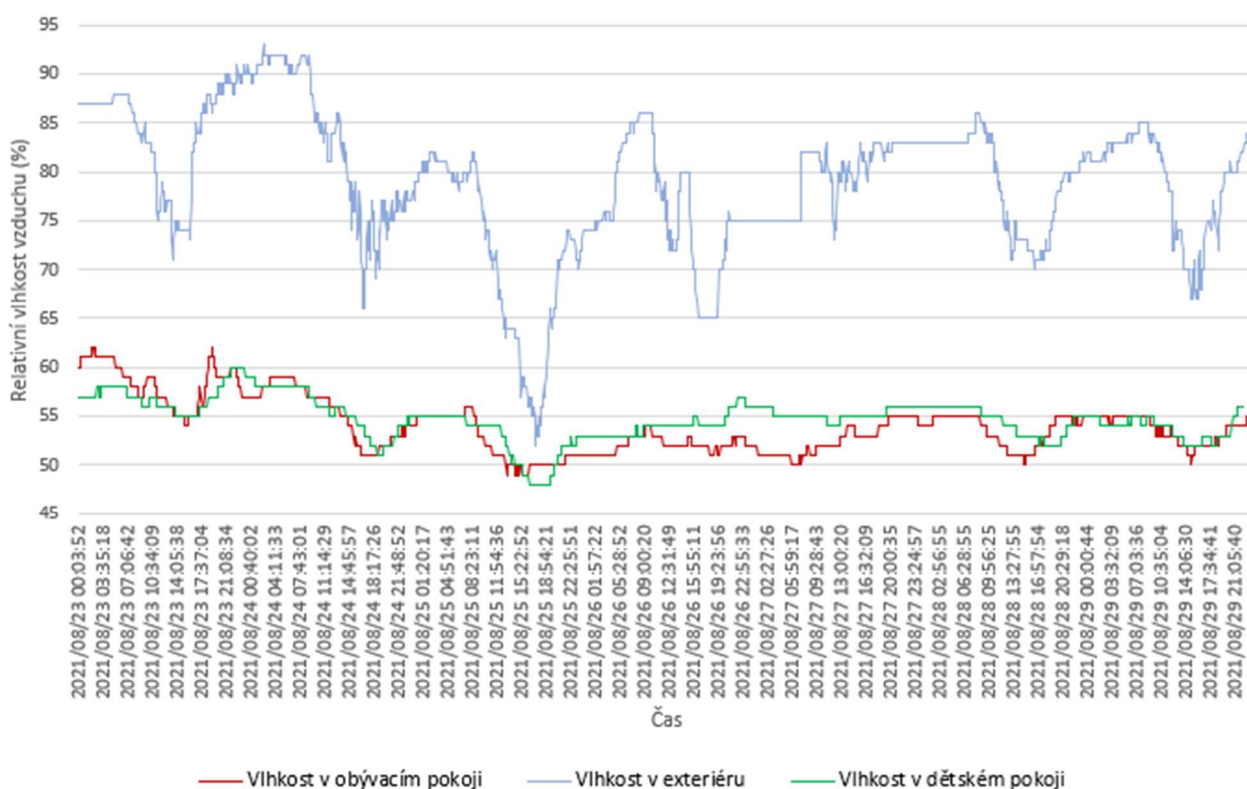
Z grafu koncentrací CO₂ lze vyčíst, že obývací pokoj byl v těchto dnech dostatečně větrán a hodnota 1000 ppm byla dosažena pouze párkrát, limitní hodnota 1500 ppm nebyla dosažena vůbec. V dětském pokoji byla přesažena hodnota 1550 ppm, což je nad limitní hodnotou, toto bylo pravděpodobně způsobeno absencí

větrání v nočních hodinách. Větrání v noci bylo pravděpodobně vynecháno každý den, ale z důvodu dostatečného větrání pokoje během dne nebyly limitní koncentrace CO₂ překročeny.

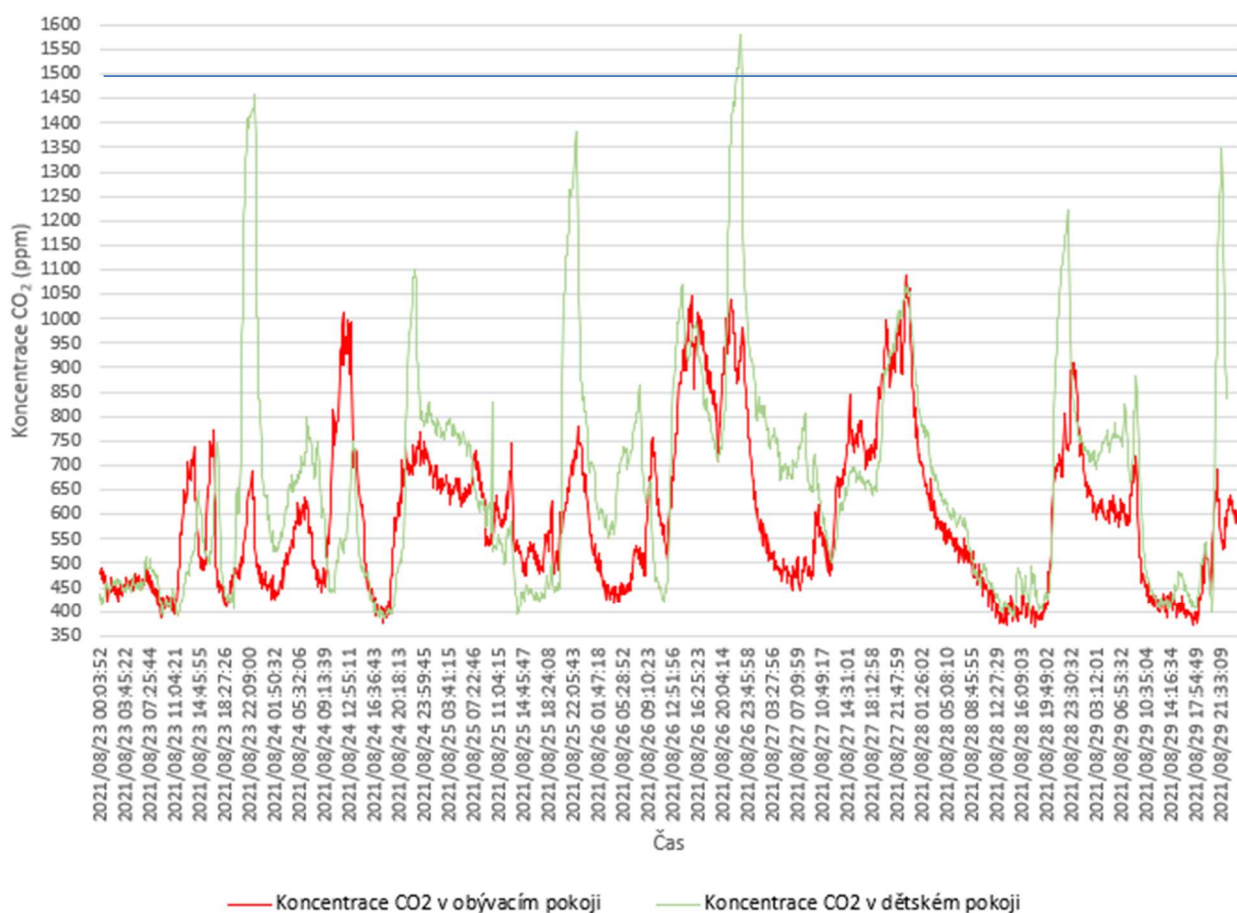
Průběh teploty 23.8. - 29.8.2021



Průběh relativní vlhkosti 23.8. - 29.8.2021



Koncentrace CO₂ 23.8. - 29.8.2021

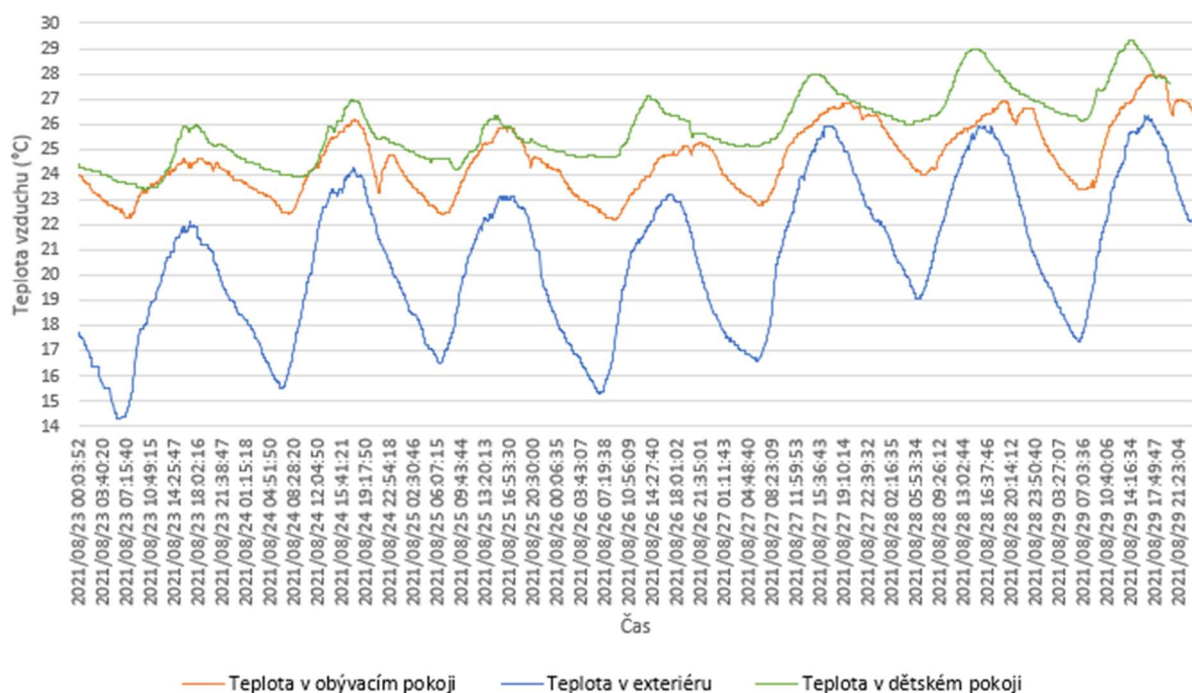


2. MĚŘENÍ – TEPLÉ OBDOBÍ

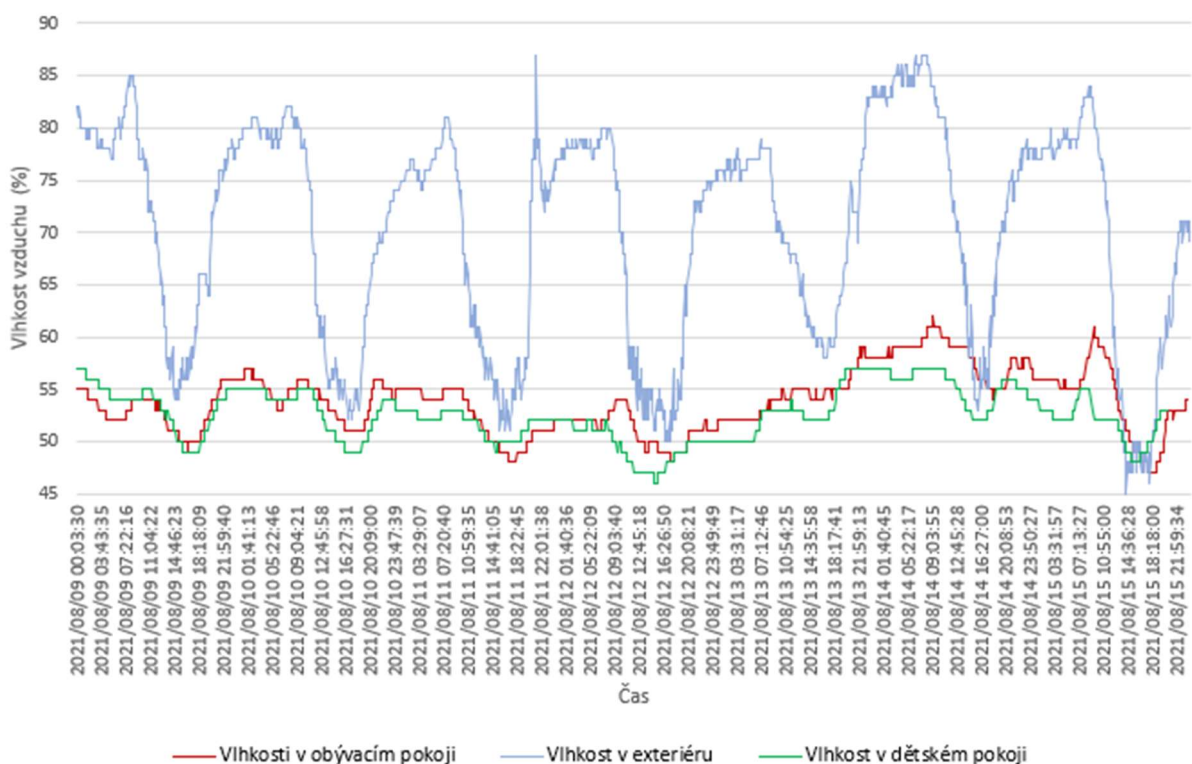
Dále, kdy hodnoty byly naopak vysoké byl týden 9.8.2021 až 15.8.2021 v tomto týdnu dosahovaly teploty venkovního vzduchu až 26,3 °C. Teploty se vyvíjí opět podle venkovních teplot s větší teplotní stálostí. Teploty v dětském pokoji ve 2.NP jsou opět jako u 1. měření vyšší zhruba o 1-3 °C než v obývacím pokoji. Teploty v dětském pokoji dosahují až hodnot nad 27 °C, dokonce k 29 °C z důvodů vyšších slunečních zisků a menší intenzity větrání než je tomu v obývacím pokoji. Obývací pokoj je totiž chráněn také markýzou proti slunečnímu záření.

Hodnoty koncentrací CO₂ v obývacím pokoji jsou v rozmezí od 420 ppm do 830 ppm, pravděpodobně bylo v obývacím pokoji větráno během dne i během noci, což bylo vítané kvůli vyšším letním teplotám v exteriéru. Hodnoty koncentrací v dětském pokoji jsou nižší než 1 000 ppm. Lze soudit, že obývací pokoj byl během dne i noci více větrán než dětský pokoj, pravděpodobně i z důvodů francouzských oken vedoucích z obývacího pokoje na terasu.

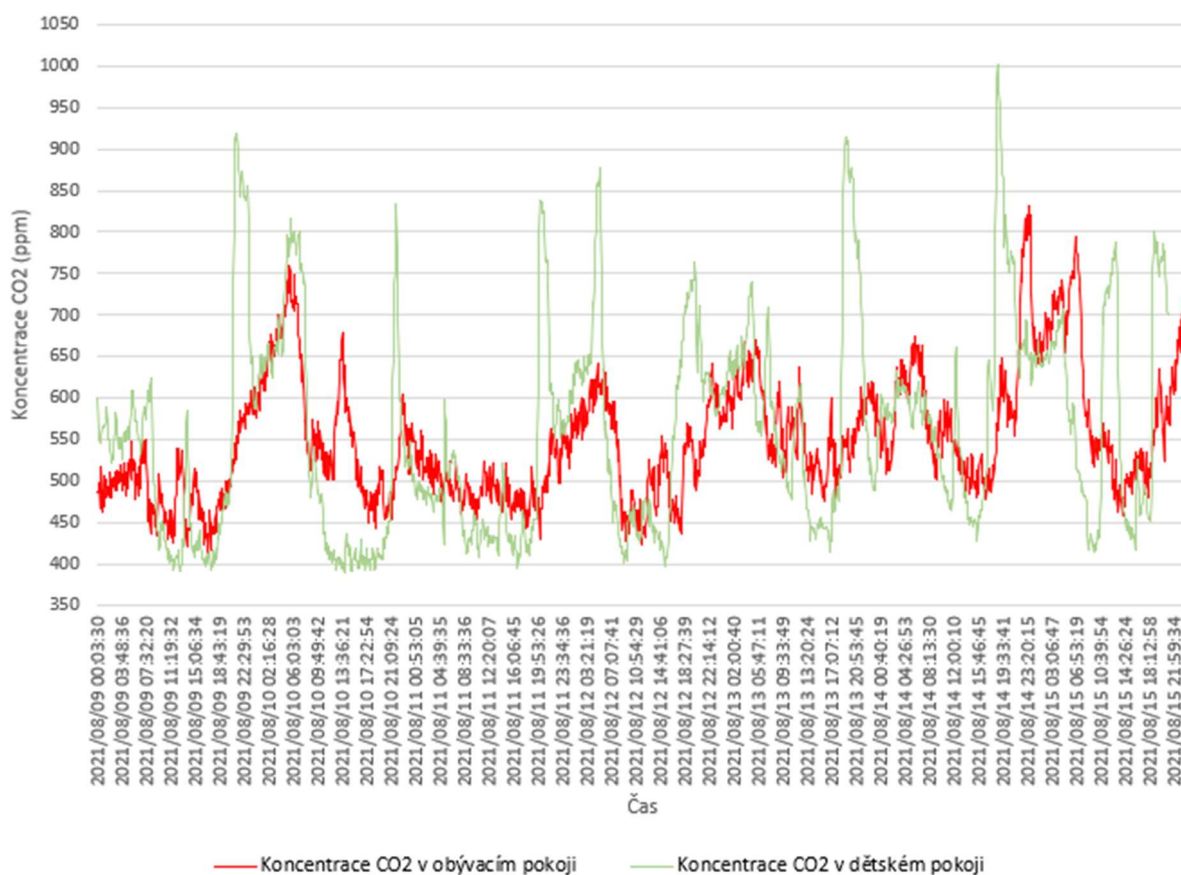
Průběh teploty 9.8. - 15.8.2021



Průběh relativní vlhkosti 9.8. - 15.8.2021



Koncentrace CO₂ 9.8. - 15.8.2021



ZÁVĚR

Tento rodinný dům splňuje požadované hodnoty, co se týče teplot, relativních vlhkostí i koncentrací CO₂. Lze zhodnotit, že i přes absenci systémů větrání je tento dům až na občasné výkyvy, zejména v nočních hodinách dostatečně větrán. Teploty v domě nemají vysoké rozdíly, ale v letních teplých dnech dochází k letnímu přehřívání interiéru v dětském pokoji v patře. Doporučením by byla investice do kvalitnějšího exteriérového stínění.

A.4.3 MĚŘENÍ V BYTĚ A V RODINNÉM DOMĚ V KOLÍNĚ

Měření v těchto dvou objektech probíhalo souběžně, a proto bylo cílem porovnání bydlení v bytovém domě pod střechou a v dřevostavbě rodinného domu a porovnání jejich systémů technických zařízení a jejich vlivu na vnitřní prostředí.

Měření v bytovém domě v Kolíně probíhalo během skoro celého roku od 1.října 2020 do 30.června 2021. Jedná se o měření v podkrovním bytě 3+kk ve 3.NP. Bytový dům byl kolem roku 2016 zateplen v pasivním standardu. Objekt je vytápěn centrálně dálkovým teplem přes výměňkovou stanici, místnosti jsou vytápěny otopnými tělesy. Objekt není mechanicky větrán a v nedávné době došlo k výměně vchodových dveří do bytu. Měření probíhalo v obývacím pokoji, ložnici a kumbálu. V celém bytě se měřila teplota, vlhkost vzduchu a koncentrace CO₂.

Rodinný dům v Kolíně, ve kterém probíhalo souběžné měření je přízemní dřevostavba z roku 2007. Objekt je vytápěn krbovými kamny, při nízkých venkovních teplotách je vytápěno i podlahovým vytápěním. Měření probíhalo v obývacím pokoji, kde se nachází krbová kamna. Měření probíhalo ve dnech od 1.10.2020 do 30.9.2021.

V diplomové práci budou porovnány pouze dvě místnosti ložnice v bytovém domě a obývací pokoj v rodinném domě.

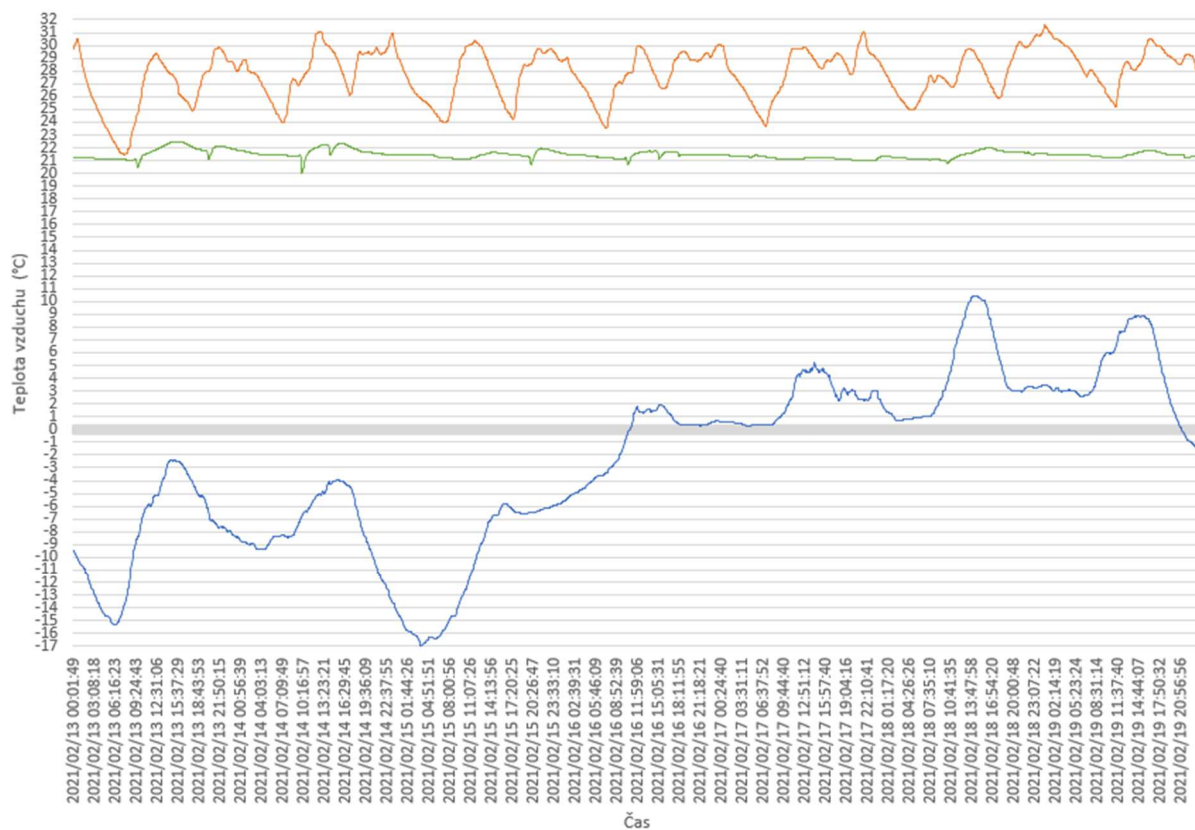
VÝSLEDKY MĚŘENÍ

1. MĚŘENÍ – CHLADNÉ OBDOBÍ

Prvním extrémním týdnem, kdy teploty venkovního vzduchu dosahovaly až -17 °C je týden 13.2.2021 až 19.2.2021. Teploty v bytovém domě jsou znatelně stálější oproti rodinnému domu. V rodinném domě je totiž znát vytápění lokálními kamny v obývacím pokoji a v některých případech dochází k vysokému přetápění až ke 31°C. V bytovém domě je pravděpodobně nastavena daná teplota, kterou systém regulace udržuje. Relativní vlhkosti vzduchu jsou v obou objektech mezi 35-50 %.

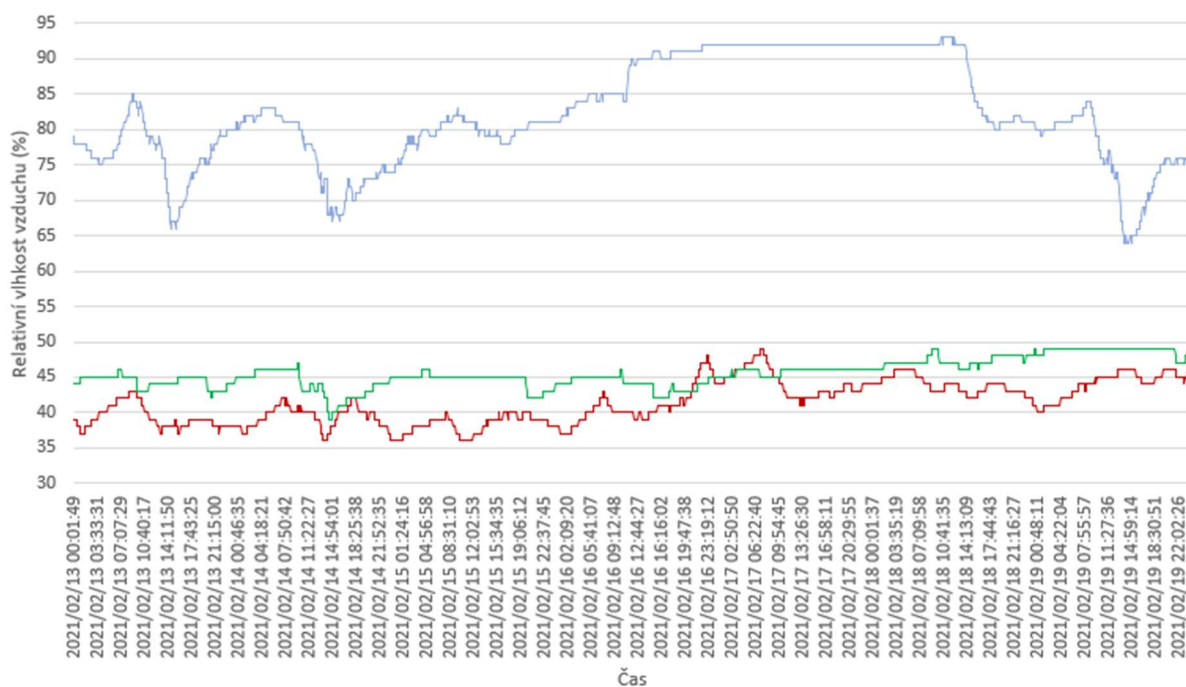
Hodnoty CO₂ v rodinném domě občas převyšují limitní hodnotu a v obou objektech se hodnoty dostávají často nad doporučené hodnoty 1000 ppm.

Průběh teploty 13.2.-19.2. 2021



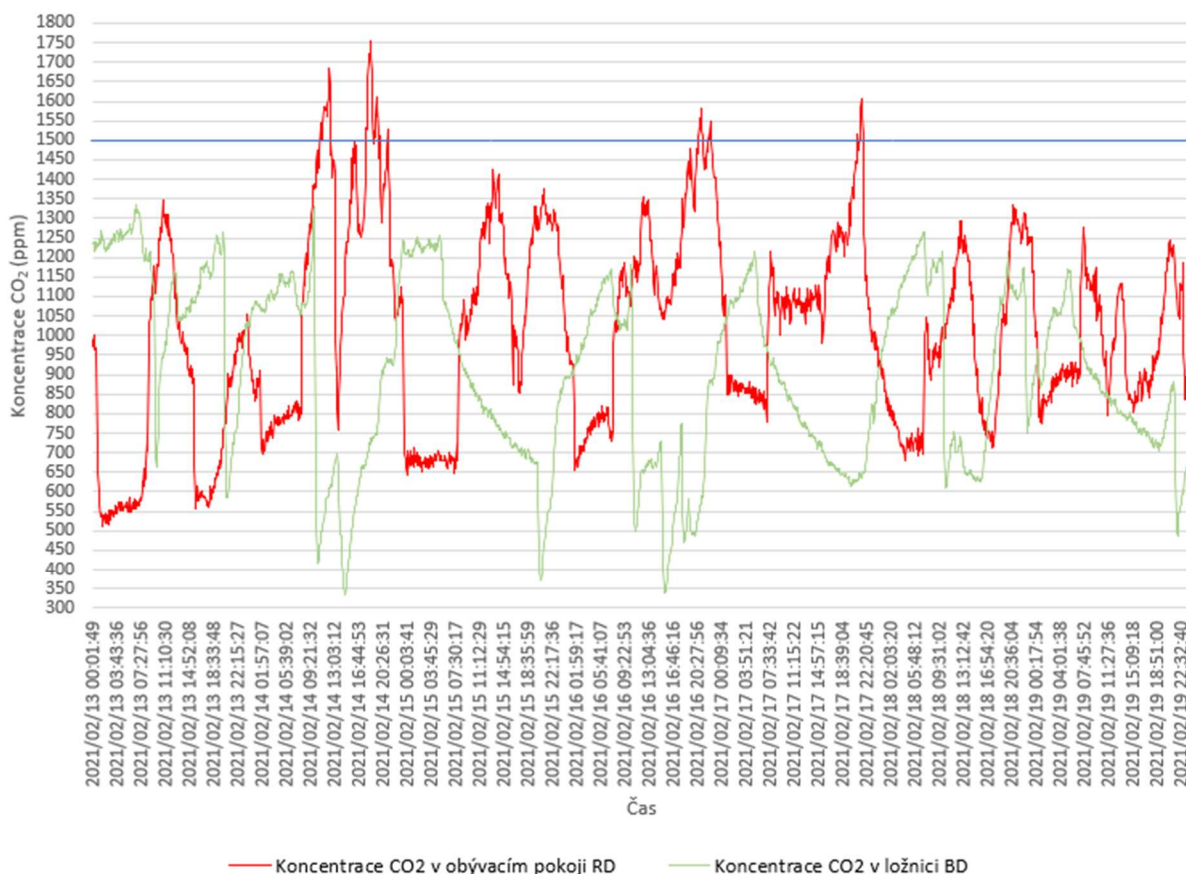
— Teplota v obývacím pokoji RD — Teplota v exteriéru — Teplota v ložnici BD

Průběh relativní vlhkosti 13.2.-19.2. 2021



— Vlhkost v obývacím pokoji RD — Vlhkost v exteriéru — Vlhkost v ložnici BD

Koncentrace CO₂ 13.2.-19.2. 2021



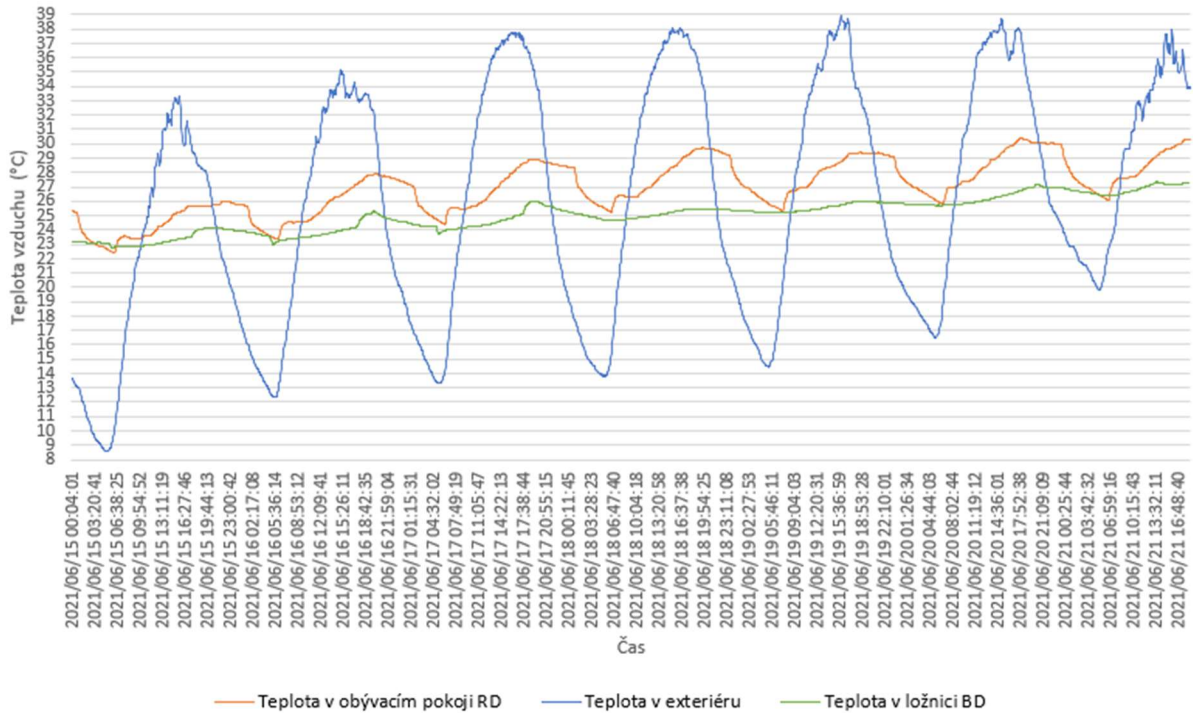
2. MĚŘENÍ – TEPLÉ OBDOBÍ

Dále, kdy teploty v Kolíně byly naopak vysoké, byl týden 15.6. 2021 až 21.6.2021 v tomto týdnu dosahovaly teploty venkovního vzduchu až 38,9 °C.

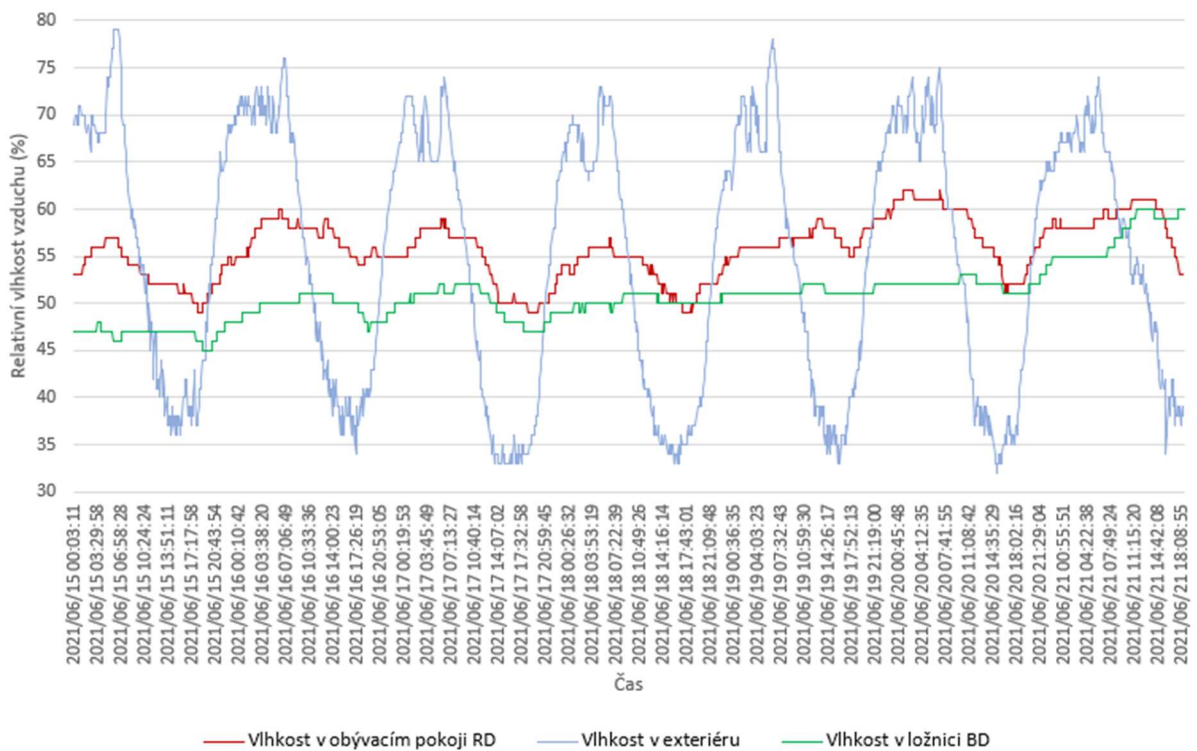
Teploty v rodinném domě se velmi odvíjí od teplot venkovního vzduchu a dochází k letnímu přehřívání, kdy jsou teploty v interiéru vyšší než 27 °C. Oproti tomu v bytovém domě jsou teploty stálejší a nižší než 27 °C.

Vlhkost v obou objektech je mezi 50 % a 60 %. Koncentrace CO₂ v obou objektech nepřevyšuje limitní hodnotu 1500 ppm, byt je oproti rodinnému domu lépe větrán, pravděpodobně byl větrán, celý den, protože hodnoty koncentrací jsou pod 700 ppm, což ukazuje velmi dobrou úroveň kvality vzduchu.

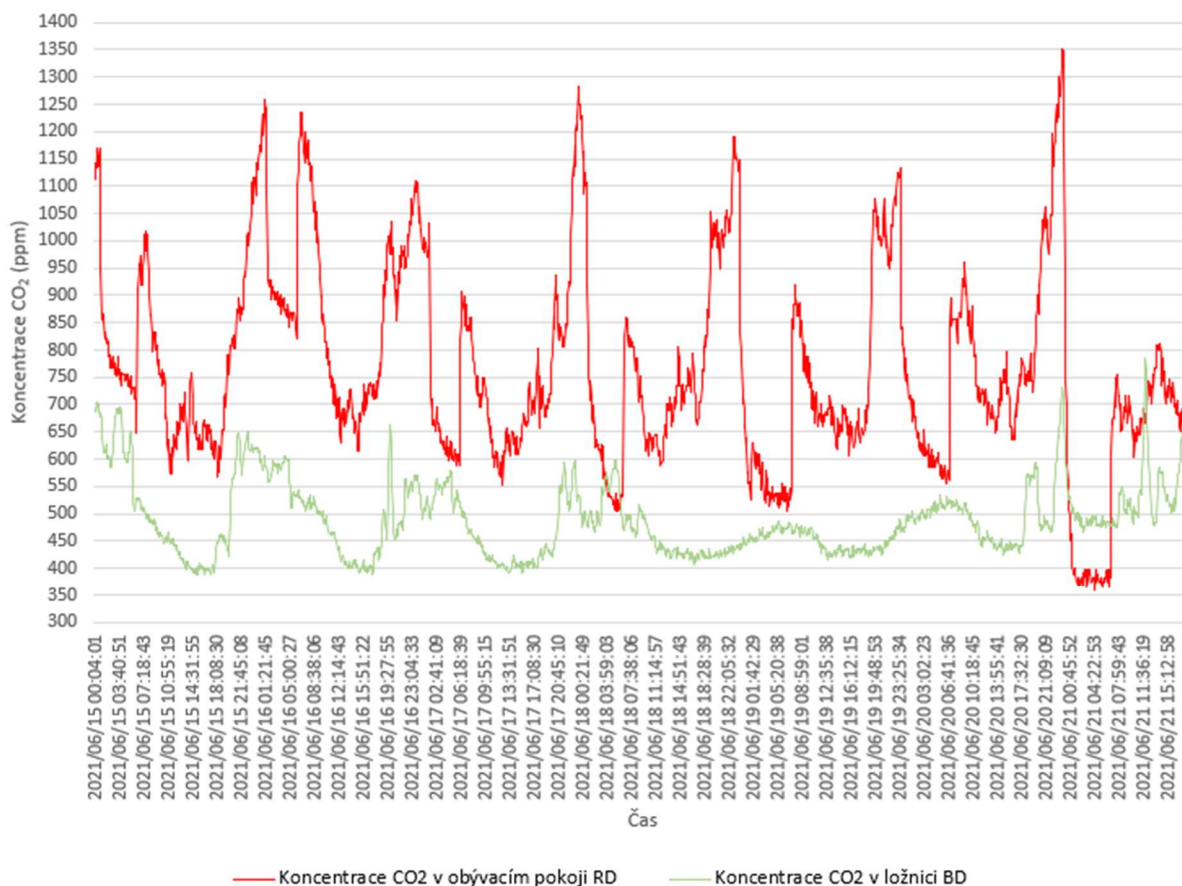
Průběh teploty 15.6. - 21.6.2021



Průběh relativní vlhkosti 15.6. - 21.6.2021



Koncentrace CO₂ 15.6. - 21.6.2021



ZÁVĚR

V těchto dvou měření jdou vidět velké rozdíly mezi bydlením v bytovém domě a rodinném domě a hlavně rozdíly související se systémy technického zařízení budov, zde konkrétně je velký rozdíl v systémech vytápění, kdy v rodinném domě je vytápění lokálními kamny na tuhá paliva a v bytovém domě je vytápění dálkovým teplem se systémem regulace.

A.5 DOTAZNÍKOVÝ PRŮZKUM

V rámci diplomové práce byl zpracován dotazníkový průzkum, který měl za cíl ukázat běžné typy větrání a vytápění v České republice. Cílem bylo také ukázat, že je důležité propojovat obory technického zařízení budov i s běžným životem, protože právě vnitřní prostředí je velkou součástí života nás všech, protože člověk většinu času stráví uvnitř budov. Do průzkumu se zapojilo celkem 250 respondentů z České republiky a odpovídali na 18 otázek na téma vytápění, větrání, chlazení a vnitřní prostředí v obytných budovách. Dotazník byl vytvořen na online platformě Google Forms a průzkum probíhal od 10.7.2021 do 30.9.2021. Jedná se pouze o orientační průzkum, protože jak se říká: „Statistika je přesný součet nepřesných čísel.“ Z dotazníkového průzkumu byly vyřazeny celkem 3 odpovědi, jelikož data byla nepřesná, neúplná nebo zmatečná.

A.5.1 OTÁZKY V DOTAZNÍKOVÉM PRŮZKUMU

Obecné informace:

1. Kde bydlíte
 - Rodinný dům zděný
 - Rodinný dům – dřevostavba
 - Bytový dům zděný
 - Bytový dům panelový
 - Bytový dům – dřevostavba

2. Z jakého roku je zhruba dům, ve kterém bydlíte? Případně, kdy byly provedeny rozsáhlé úpravy domu (zateplení podlah, zateplení stěn, výměna oken, zateplení střechy)
 - Starší než 1950
 - 1950-1970
 - 1980-2000
 - 2000-2010
 - 2010-2021

3. Věk
 - Do 19
 - 20-24
 - 25-29
 - 30-39
 - 40-59
 - 60 a více

Vytápění:

4. Jaký je váš primární zdroj vytápění?
 - Elektrokotel
 - Plynový kotel
 - Kotel na hnědé/černé uhlí
 - Kotel na biomasu – dřevo, peletky, brikety
 - Krb, kamna
 - Tepelné čerpadlo vzduch/voda
 - Tepelné čerpadlo země/voda
 - Tepelné čerpadlo voda/voda
 - Dálkové teplo
 - Elektrické přímotopy
 - Plynová topidla
 - Jiné

5. Jaké jsou vaše další zdroje vytápění? (Ize zaškrtnout více)
- Elektrokotel
 - Plynový kotel
 - Kotel na hnědé/černé uhlí
 - Kotel na biomasu – dřevo, peletky, brikety
 - Krb, kamna
 - Tepelné čerpadlo vzduch/voda
 - Tepelné čerpadlo země/voda
 - Tepelné čerpadlo voda/voda
 - Dálkové teplo
 - Elektrické přímotopy
 - Plynová topidla
 - Nemám další zdroje vytápění
 - Jiné
6. Jaké sdílení tepla pro vytápění hlavně využíváte
- Plošné vytápění – podlahové, stěnové, stropní
 - Otopná tělesa – desková tělesa (radiátory), konvektory, sálavé panely, trubková tělesa
 - Přímé sdílení – krb, kamna, elektrické přímotopy
 - Teplovzdušné vytápění
 - Jiné
7. Jaké sdílení tepla pro vytápění občas využíváte (Ize zaškrtnout více)
- Plošné vytápění – podlahové, stěnové, stropní
 - Otopná tělesa – desková tělesa (radiátory), konvektory, sálavé panely, trubková tělesa
 - Přímé sdílení – krb, kamna, elektrické přímotopy
 - Teplovzdušné vytápění
 - Jiné
8. Možnosti regulace vytápění (Ize zaškrtnout více)
- Bez možnosti regulace
 - Regulace termostatickými ventily
 - Termostat v jedné hlavní místnosti
 - Termostaty ve více místnostech
 - Ekvitermní regulace
 - Nevím
 - Jiné
9. Jakým způsobem měříte teplotu vzduchu?
- Teploměr ve více místnostech
 - Teploměr v jedné hlavní místnosti
 - Neměříme teplotu vzduchu
 - Nevím
 - Jiné
10. Na jakou teplotu obvykle v zimě vytápíte?
- Méně než 18°C
 - 18-20°C
 - 21-22°C
 - 23-24°C
 - Více než 24°C
 - Nevím

Větrání:

11. Jakým způsobem větráte v zimě?
- Větráme okny méně než 15 minut denně

- Větráme okny více než 15 minut denně
- Máme vzduchotechnickou jednotku s rekuperací tepla
- Máme lokální větrací jednotky v obytných místnostech
- Nevětráme vůbec

12. Jakým způsobem větráte v létě?

- Větráme okny méně než 15 minut denně
- Větráme okny více než 15 minut denně
- Máme vzduchotechnickou jednotku s rekuperací tepla
- Máme lokální větrací jednotky v obytných místnostech
- Nevětráme vůbec

Chlazení:

13. Jak se cítíte uvnitř vašeho domu v létě? Je mi:

- Horko
- Teplo
- Příjemně teplo
- Neutrálně – příjemně
- Příjemně chladno
- Chladno
- Zima

14. Jak chladíte váš objekt? (lze zaškrtnout více)

- Větrám okny v noci
- Větrám okny přes den
- Používám stínící prvky (žaluzie, rolety, markýzy)
- Používám klimatizační jednotku
- Máme vzduchotechnickou jednotku s chlazením
- Využívám chlazení pomocí tepelného čerpadla
- Objekt nechladím
- Ventilátor na stropě nebo stojanový ventilátor
- Jiné

15. Máte v bytě/domě problémy s vlhkostí?

- Ano, přílišná vlhkost celoročně
- Ano, v zimě příliš malá vlhkost
- Ano, vyskytují se nám v domě plísně
- Ano, v zimě příliš velká vlhkost
- Nevím, neřeším to
- Nemám problém s vlhkostí v době/bytě

16. Zvlhčujete nějakým způsobem vzduch?

- Ano, máme zvlhčovač
- Ano, máme hodně živých květin (v každé místnosti 10 a více květin)
- Ano, ostatní
- Ne, naopak používám odvlhčovač
- Ne, neřeším to

17. Používáte domácí čističku vzduchu?

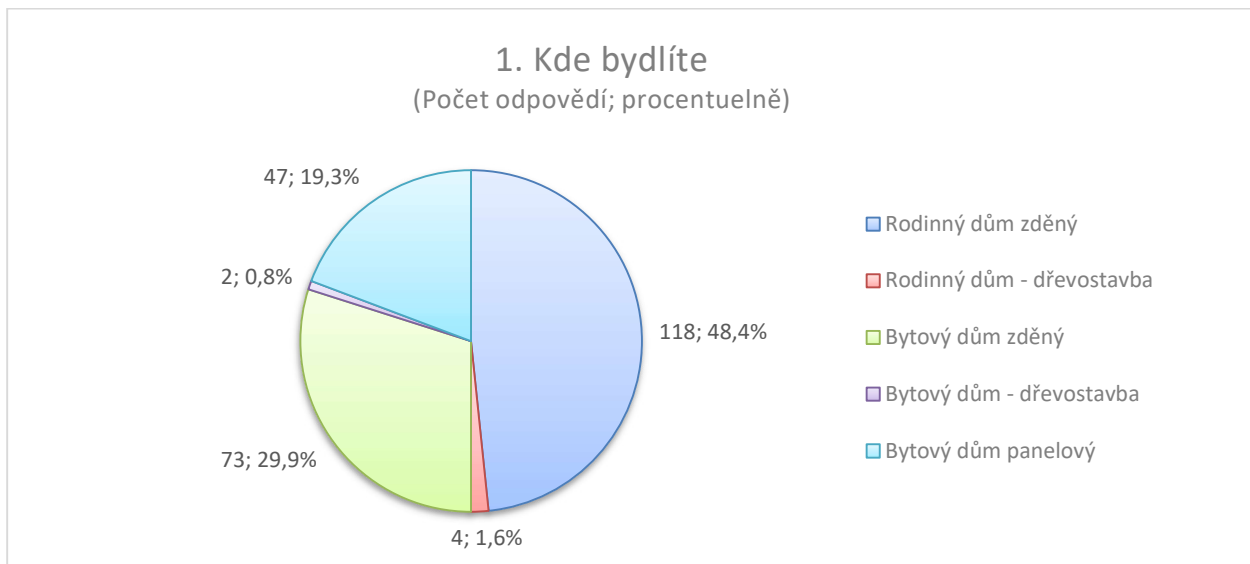
- Ano
- Občas
- Ne

18. Máte k dispozici údaj o koncentraci CO₂ (oxid uhličitý)?

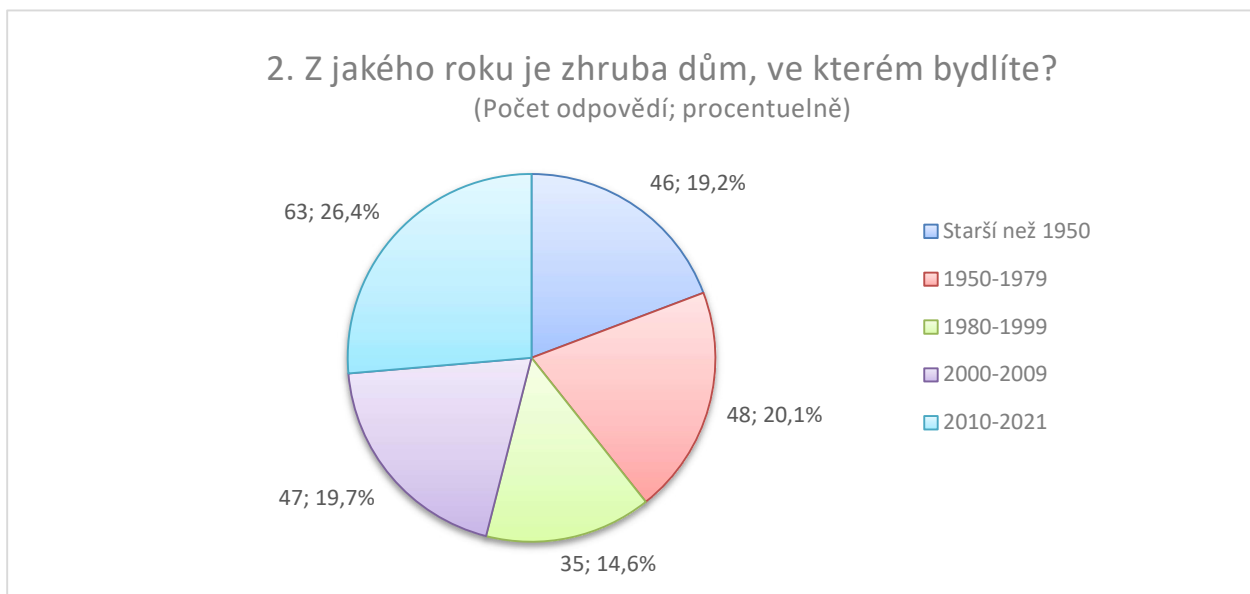
- Ano
- Ne

A.5.2 VÝSLEDKY DOTAZNÍKOVÉHO PRŮZKUMU

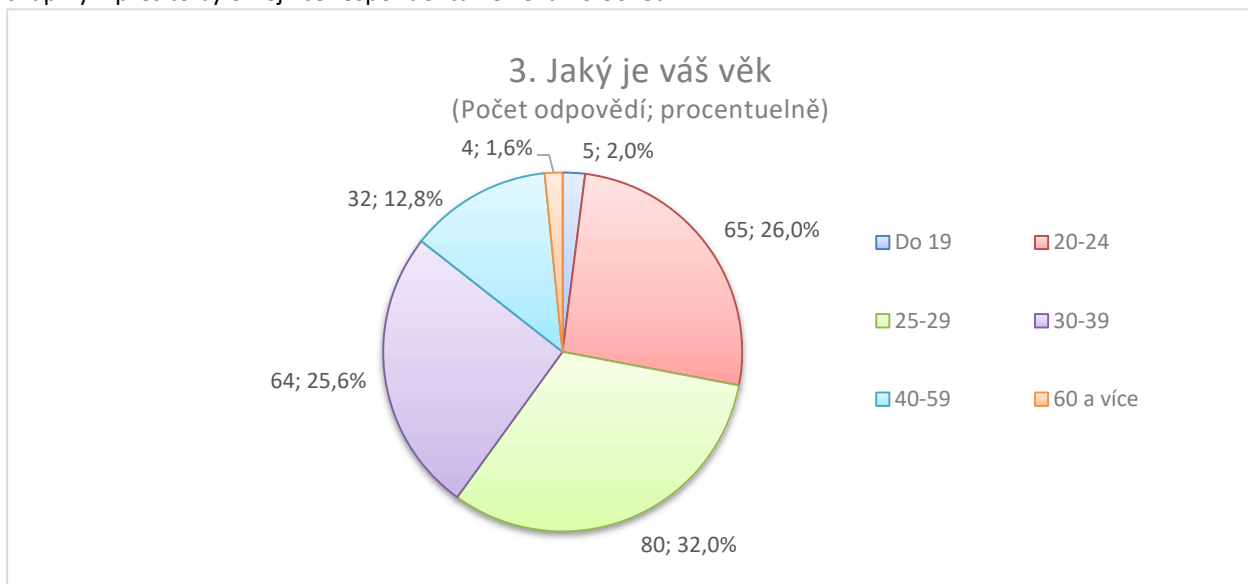
První otázka v dotazníkovém průzkumu jsou obecné, pro zjištění, v jakém domě respondenti bydlí. Většina respondentů, kteří odpovídali na otázky v dotazníkovém průzkumu, bydlí ve zděném rodinném domě, dále obvykle v bytovém domě zděném nebo panelovém. Minimum odpovědí bylo pro bytový a rodinný dům, který je dřevostavbou.



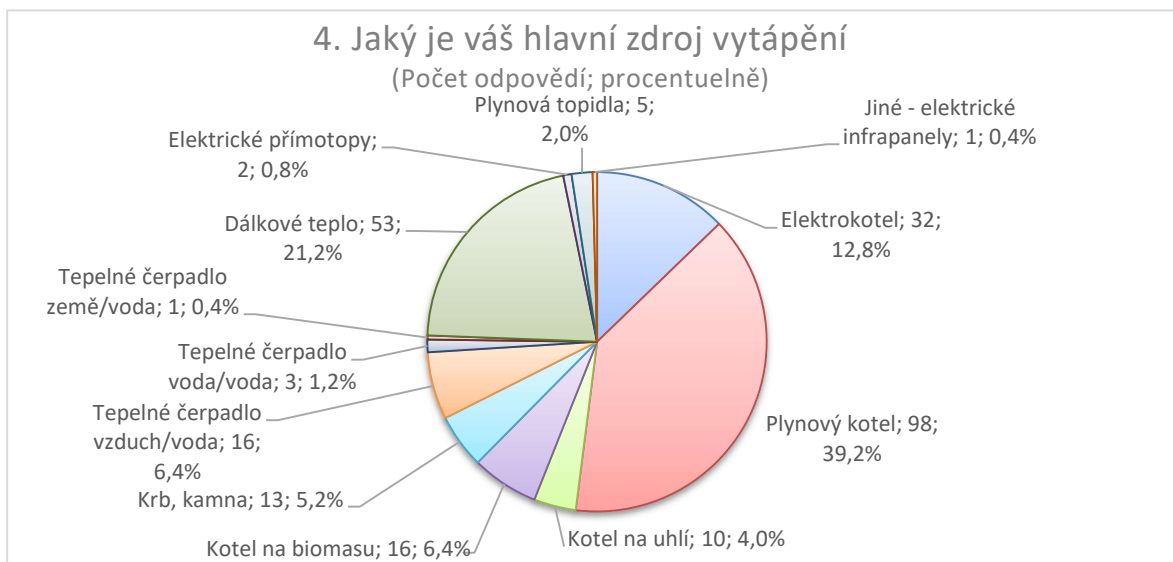
Další otázka se ptala na to, kdy byl dům postaven nebo kdy prošel znatelnou rekonstrukcí a to, že došlo k výměně oken a kompletního zateplení podlah, obvodových konstrukcí a střechy. Lidé odpovídali na tuto otázku různě, dotazník tedy zahrnuje vytápění a vnitřní prostředí v různě starých obytných budovách.



Otázka č. 3 měla zjistit, jaká věková skupina lidí odpovídala na dotazník, cílem bylo mířit na různé věkové skupiny. I přes to bylo nejvíce respondentů ve věku 20-30 let.

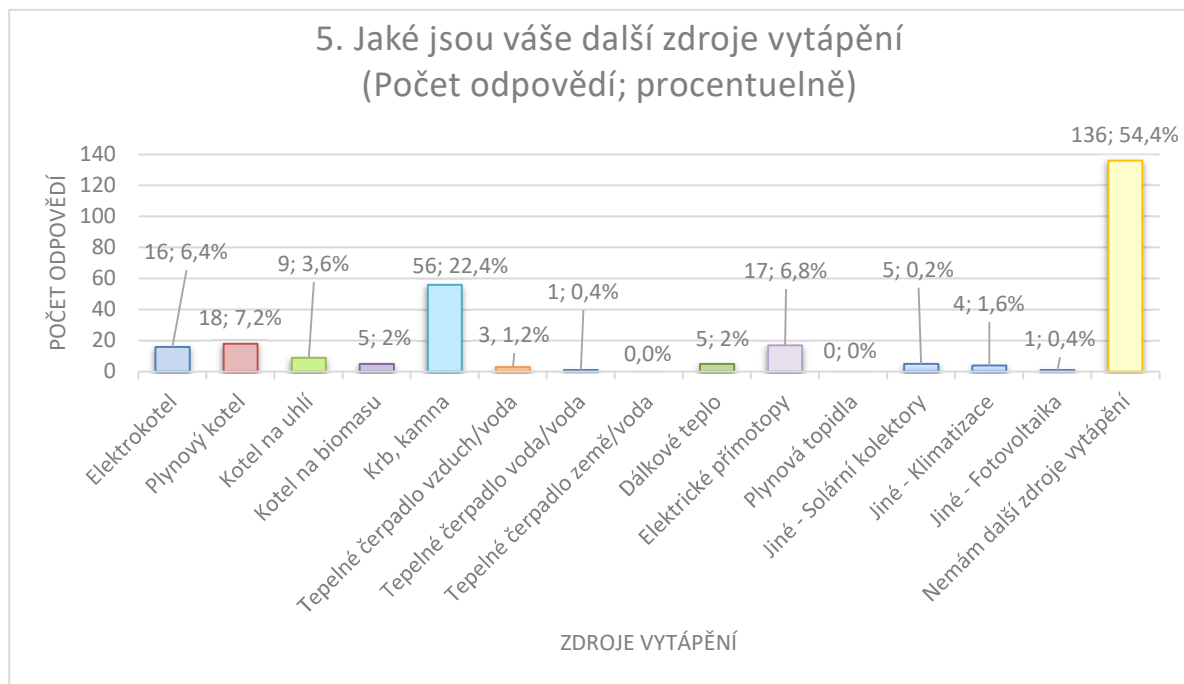


První ze zásadních otázek byla směřována na vytápění objektu a jaký je hlavní zdroj vytápění objektu. Dle očekávání nejčastější odpovědí byl plynový kotel, dále dálkové teplo a elektrokotel. Z grafu lze také vidět, že začínající trend tepelných čerpadel již převládá nad kotlem na uhlí, či nad kotlem na biomasu. V odpovědích se vyskytlo dokonce tepelné čerpadlo voda/voda, z nichž dvě jsou umístěna v rekonstruovaných objektech BD a jedno v novostavbě zděného rodinného domu. Také byla jedna odpověď pro tepelné čerpadlo země/voda, které je umístěno v nové dřevostavbě RD. Do odpovědi jiné: odpověděl jeden respondent, že vytápí pomocí elektrických infrapanelů.

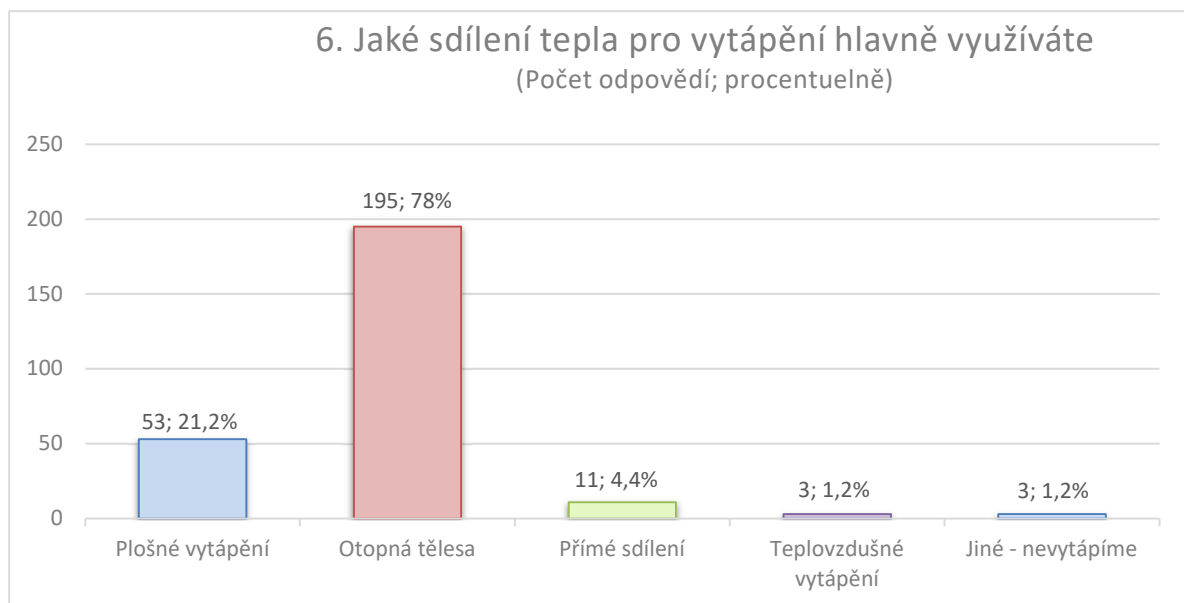


Další otázka směřovala k dalším zdrojům vytápění. V domácnostech z dotazníkového průzkumu nemá více než polovina domácností další zdroj vytápění, pokud mají jedná se obvykle o krb, či kamna. Několik respondentů odpovědělo do možnosti jiné: že dále vytápí pomocí klimatizace, fotovoltaiky, či solárních kolektorů. Tepelné

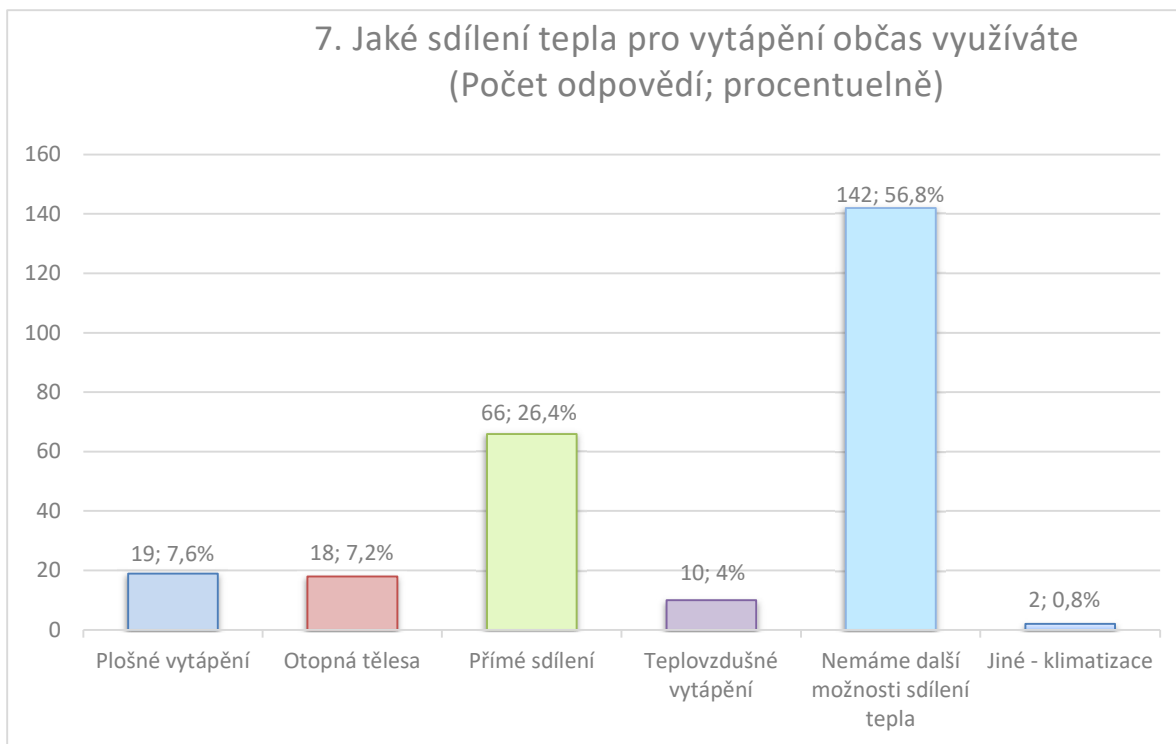
čerpadlo voda/voda z odpovědí je využito ve starším zděném rodinném domě.



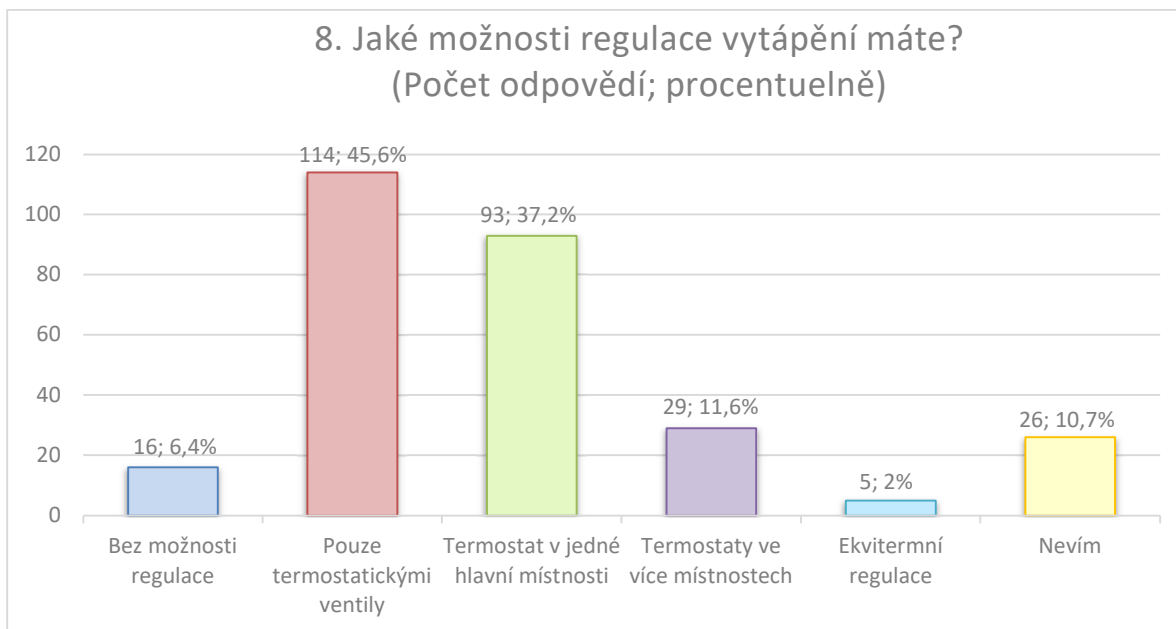
V českých domácnostech se jako sdílení tepla dle dotazníku využívají nejčastěji otopná tělesa či plošné vytápění jako podlahové, stěnové a stropní vytápění. Několik respondentů odpovědělo do možnosti jiné, že sice zdroj vytápění mají a možnosti sdílení také, ale že většinu času nevytápí, protože bydlí například v bytovém domě, kde do bytu dostává teplo z okolních bytů nebo nemají potřebu vytápět a stačí jim v interiéru nižší teploty.



V otázce, jaké sdílení tepla občas využíváte bylo nejčastější odpovědí, že jiné možnosti sdílení tepla v jejich domácnosti nemají. Další nejčastější odpovědí bylo přímé sdílení, což souvisí i s otázkou č. 5, kde lidé odpovídali, že jejich občasný zdroj vytápění je krb nebo kamna.

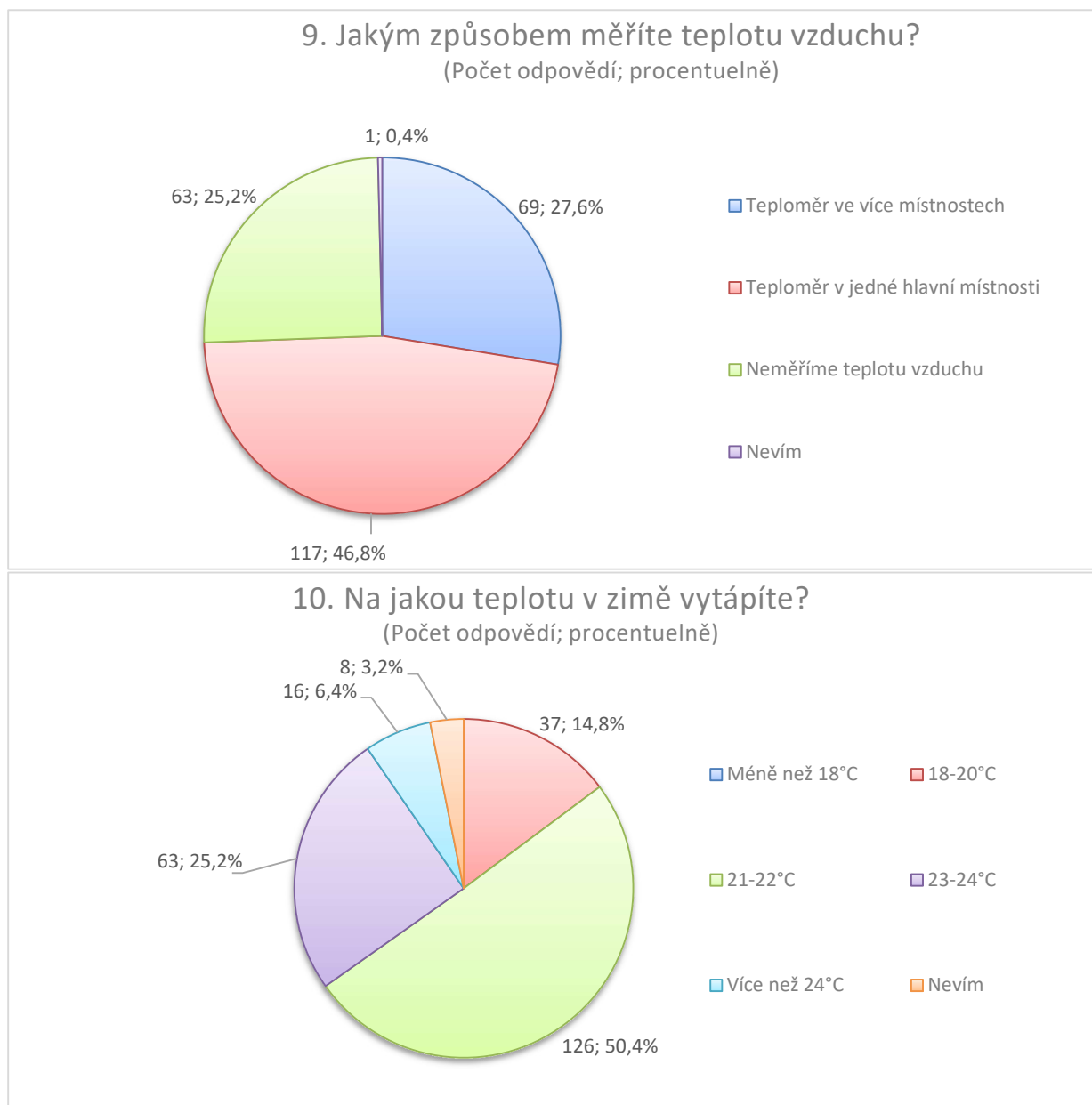


Domácnosti z dotazníkového průzkumu obvykle využívají regulaci tepla pomocí termostatických ventilů nebo pomocí termostatů. Minimálně je využita ekvitermní regulace, 26 respondentů z 250 nevědí, jakým způsobem je regulována teplota otopné vody v jejich domě/bytě.



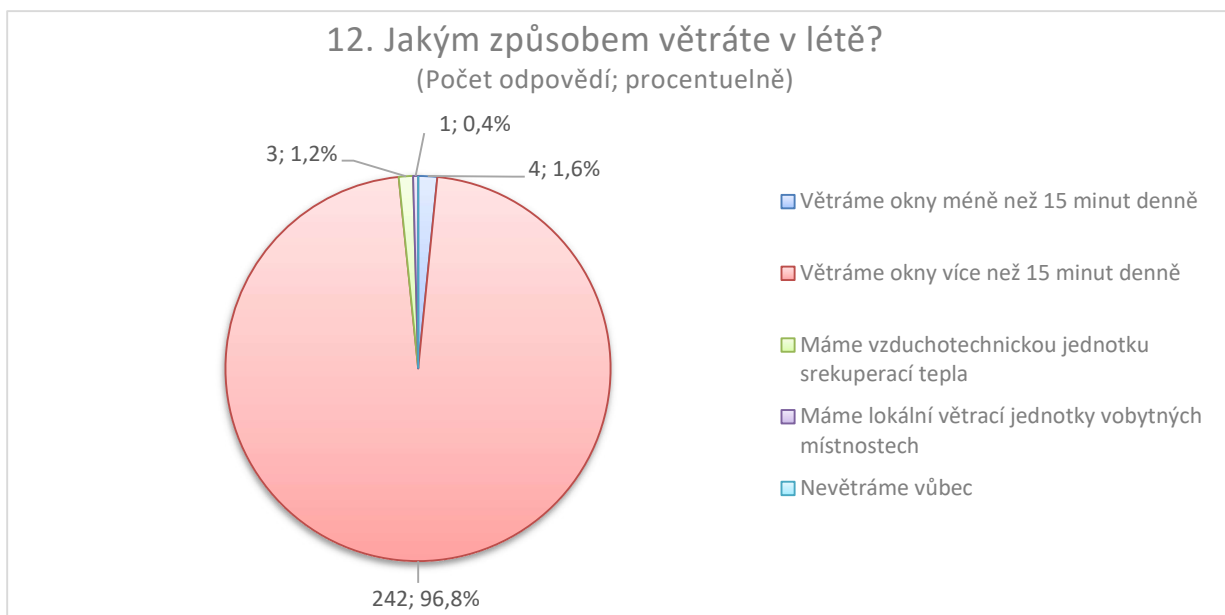
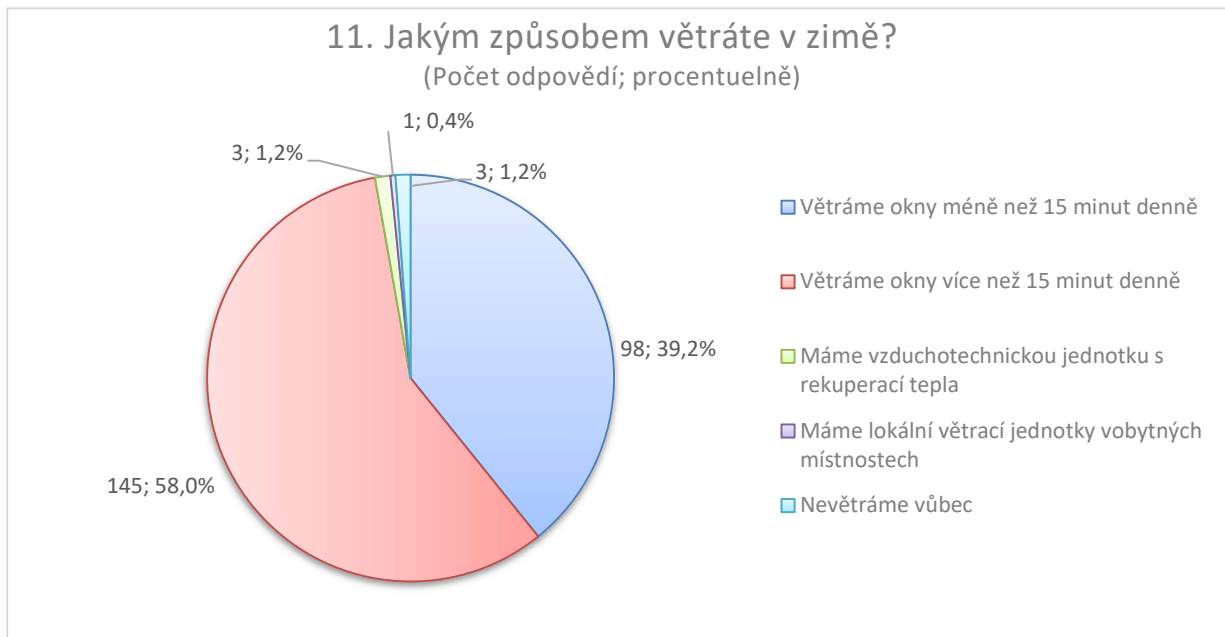
Otázka na měření teploty vnitřního vzduchu byla zodpovězena nejčastěji tak, že měří teplotu v jedné hlavní místnosti a 63 respondentů neměří teplotu vnitřního vzduchu. V otázce č.10 se nachází první viditelná nejasnost, co se týče nepřesnosti odpovědí. V předchozí otázce odpovědělo 63 respondentů, že teplotu vnitřního vzduchu neměří, kdežto v této otázce pouze 8 respondentů neví, na jakou teplotu vytápí. Je ale

možné, že, ač teplotu neměří, mají informaci o teplotě z nastavení regulace vytápění, či se jedná o jejich subjektivní pocit tepla.



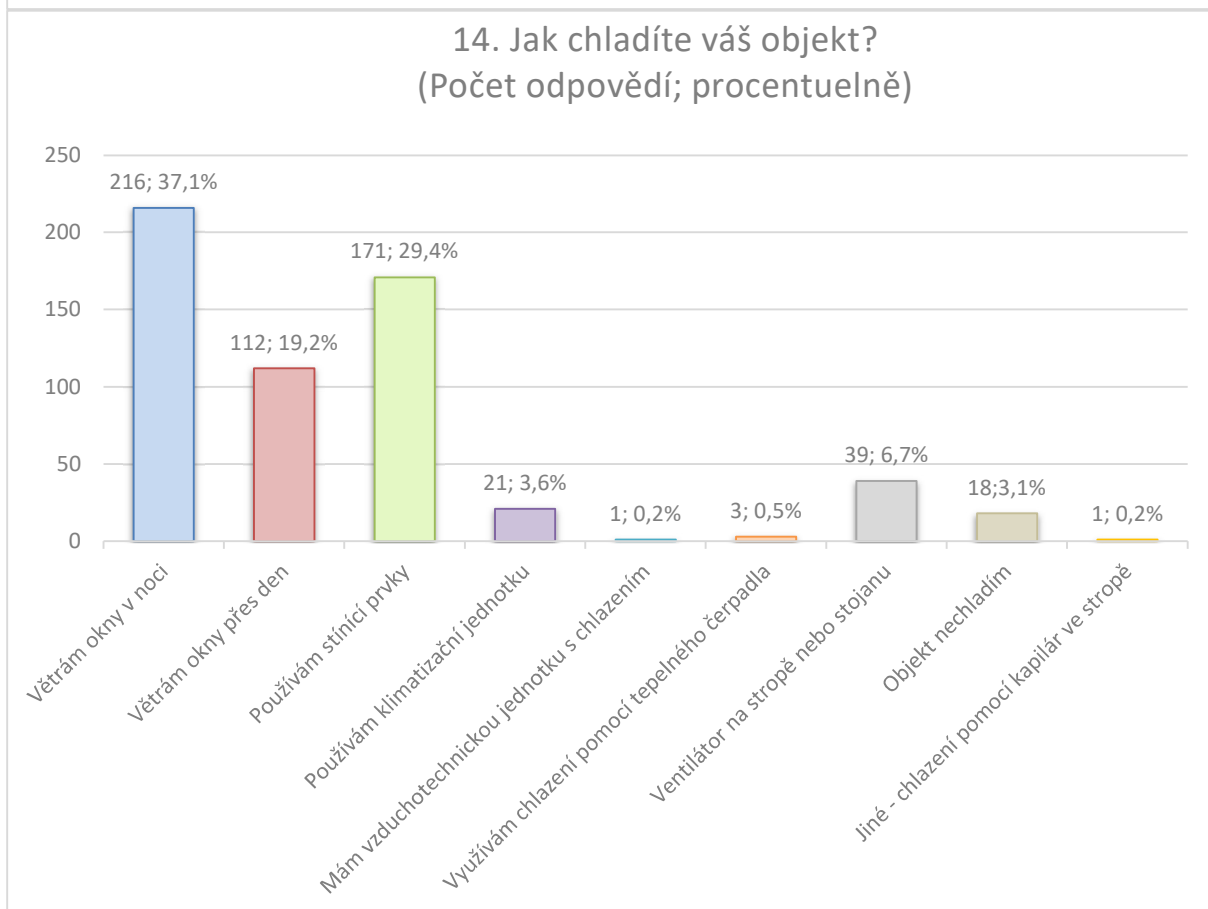
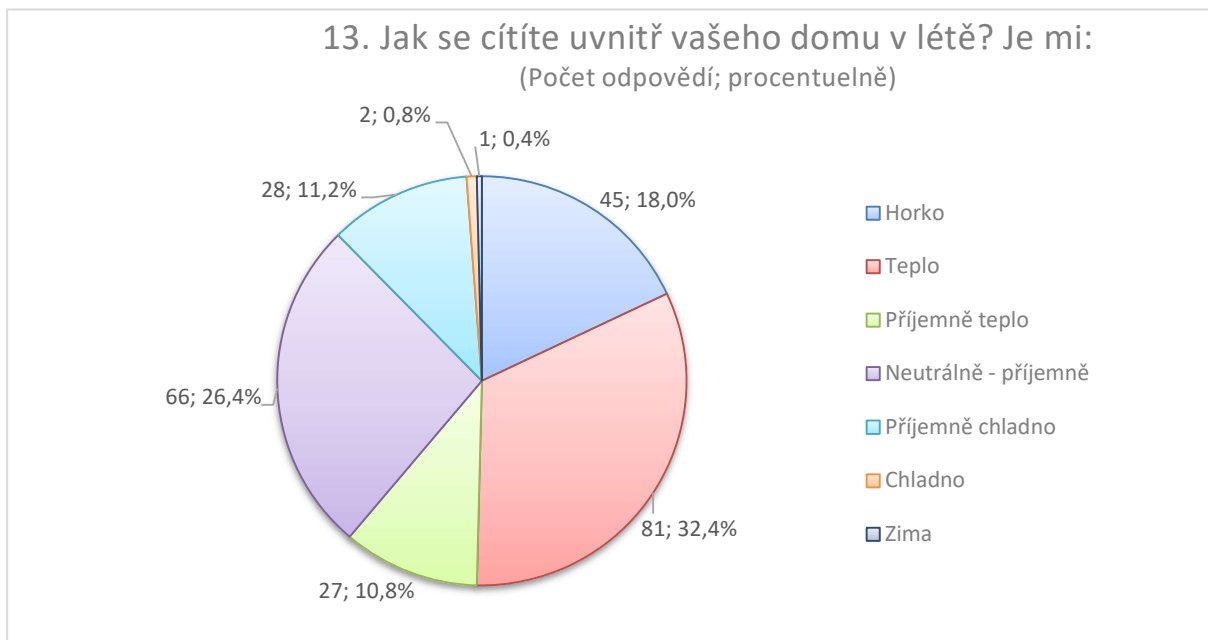
Otázky 11 a 12 směřovali k tématu větrání obytných budov. V zimním období lidé větrají okny mnohem méně než v létě, jedná se celkem o rozdíl 94 odpovědí. Tato odpověď byla zcela předpokládaná, jelikož lidé stále preferují teplotu vnitřního vzduchu a tepelnou pohodu nad kvalitou vzduchu. To ukazují i odpovědi na otázku číslo 18, kde pouze 15 respondentů z 250 má k dispozici údaj o koncentraci CO₂ v jejich domě/bytě. Minimum respondentů odpovědělo, že větrají pomocí lokálních větracích jednotek či jednotek s rekuperací. Důvodem je právě malé povědomí, jak důležitá je kvalita vzduchu ve vnitřním prostředí. Rekuperační jednotky jsou v domácnostech poměrně novinkou, hlavně z důvodů teprve nového zpřísnování energetických náročností novostaveb. Sice celkem 63 respondentů bydlí v domě, který v letech 2010-2021 prošel velkou rekonstrukcí nebo byl nově postaven, bohužel stále je zde fakt, že počáteční náklady na vzduchotechnickou jednotku

s rekuperací tepla jsou vysoké. V těchto případech bych doporučila například levnější variantu rekuperačních lokálních jednotek, které větrají jednu místnost skrz fasádu objektu.



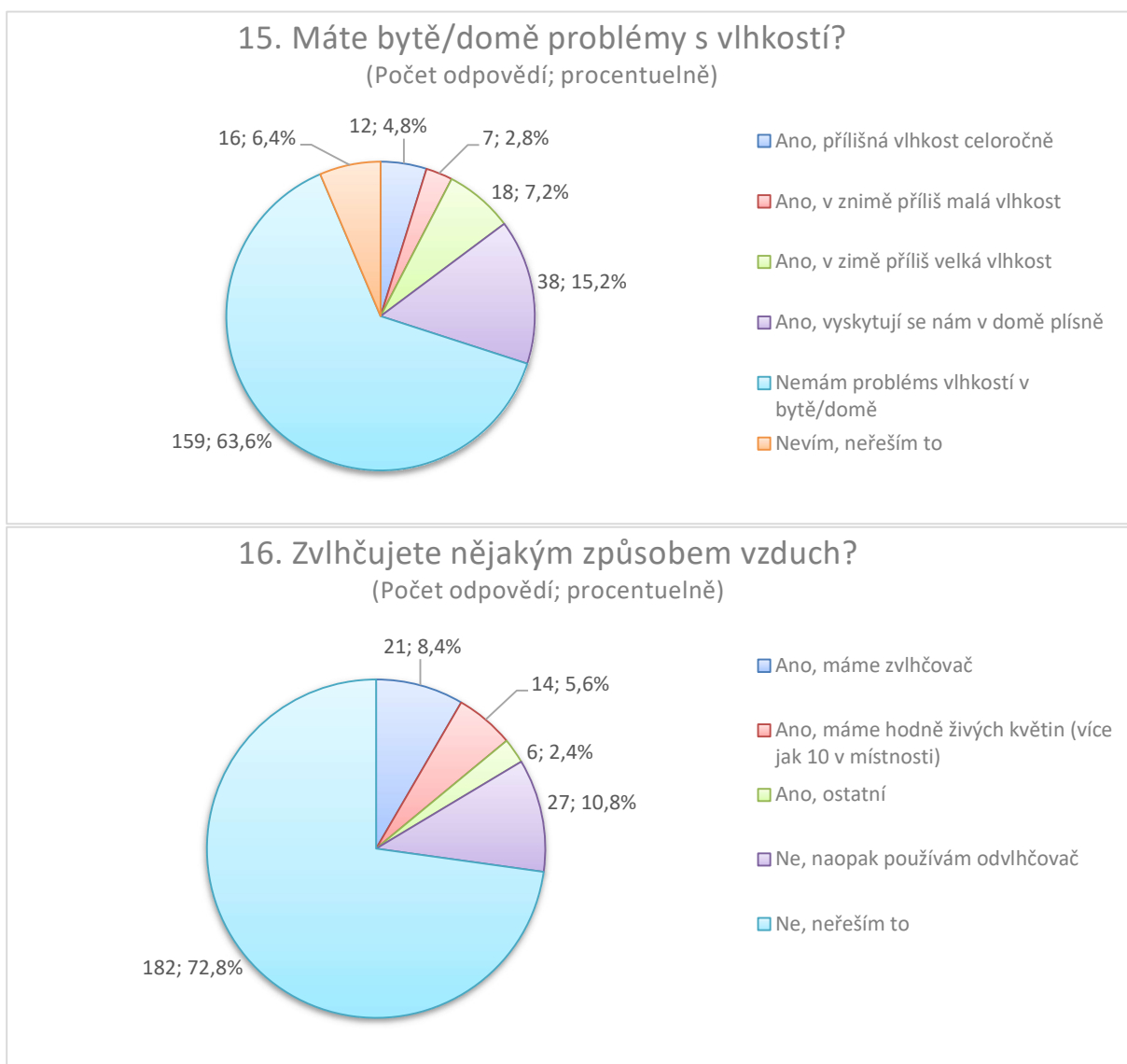
Dalším tématem dotazníku bylo chlazení objektů v létě, přehřívání objektů je dalším důležitým tématem, kterým by se projektant i investor měl zabývat již v části před výstavbou. K vidění je čím dál více objektů s velkými prosklenými plochami na jižní stranu, ale bez kvalitního stínění. V zimě jsou solární zisky vítané, ale bohužel v létě tyto prosklené plochy mohou být nevýhodou právě kvůli přehřívání prostor. S horkem v létě uvnitř domů se setkává 45 respondentů a 81 respondentům z 250 je teplo. Dokonce 3 respondentům je v objektu chladno nebo zima, tito respondenti bydlí v objektech starších než z roku 1979. Pouze necelé polovině respondentů je v létě v budově příjemně teplo, příjemně chladno nebo neutrálně. Tyto odpovědi mohou být velmi nepřesné, protože pocit tepla je subjektivní.

Nejčastějším způsobem chlazení v tomto průzkumu je větrání pomocí oken v nočních hodinách, dále respondenti používají stínící prvky jako rolety, žaluzie, markýzy. Pouze 3 respondenti využívají chlazení tepelným čerpadlem, i přes to, že jím vytápí celkem 20 respondentů, důvodem mohou být provozní náklady navíc anebo není potřeba dané objekty chladit.



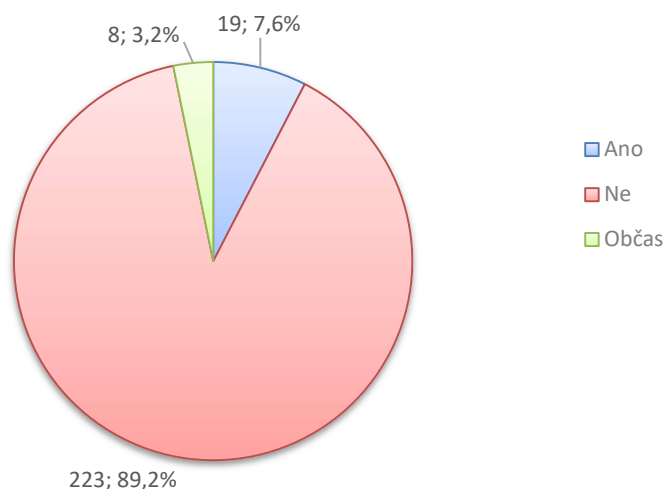
Další otázky směřovali ke kvalitě vzduchu v domácnostech, a to, zda v domácnostech lidé pociťují vysokou nebo nízkou vlhkost vzduchu. Bohužel tato otázka je také z části subjektivní, pokud respondenti nepoužívají měření vlhkosti vzduchu.

Na otázku, zda zvlhčují vzduch odpovědělo 182 respondentů, že zvlhčování neřeší, 27 respondentů naopak používá odvlhčovač, 21 domácností používá zvlhčovač. Čističku vzduchu používá pouze 27 respondentů z 250, důvodem může být čistý vzduch nebo nevědomost, jaké látky se ve vnitřním prostředí nachází. Předpokládám, že obvykle čističku používají spíše domácnosti, které mají v rodině alergiky nebo zvíře.



17. Používáte domácí čističku vzduchu?

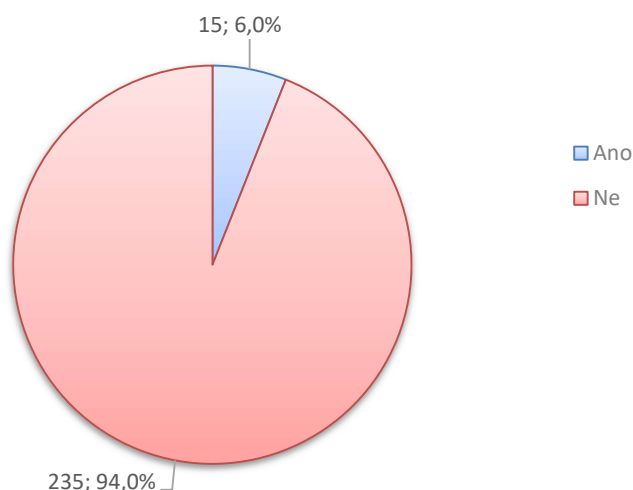
(Počet odpovědí; procentuelně)



Pouze 15 domácností z dotazníkového průzkumu má k dispozici údaj o koncentraci CO₂. Důvodem může být již zmiňované nízké povědomí ve veřejnosti, jak důležitá je pro člověka kvalita vnitřního prostředí, zejména kvalita vzduchu. Při dotazníkovém průzkumu byl dokonce několikrát podán zpětný dotaz od respondentů, k čemu je dobré znát koncentraci CO₂ v jejich domovech.

18. Máte k dispozici údaj o koncentraci CO₂?

(Počet odpovědí; procentuelně)



A.5.3 VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKOVÉHO PRŮZKUMU

Cílem dotazníkového průzkumu bylo zjištění běžných systémů vytápění, větrání obytných budov a zjištění postoje ke kvalitě vnitřního prostředí.

Lidé obvykle vnímají tepelný komfort jako důležitější než kvalitu vzduchu. Důvodem je nejspíš nevědomost o vlivu kvality vzduchu na člověka a dalším velkým aspektem je také cena systémů větrání. Proto většina lidí větrá

pouze okny nebo mají pouze jednoduché systémy větrání (např. odvětrání WC, koupelny, spižírny). Kvalitu vzduchu při větrání okny velkým způsobem ovlivňuje právě lidský faktor a lidé si neuvědomují, kdy a jak často větrat, pomůckou může být jednoduchý měřič koncentrace CO₂, který jim napoví, kdy je potřeba vyvětrat. Existují i levnější orientační měřiče, které neměří pouze CO₂, ale například i VOC, formaldehyd a prachové částičky ve vzduchu. Další zajímavou možností je zvážení centrálního řízení otevírání a zavírání oken na základě naměřených parametrů kvality vzduchu v interiéru. Pokrok v systému větrání je teprve budoucností, kdy s apelováním na nízkou energetickou náročnost budov jdou ruku v ruce novodobé systémy větrání s rekuperací tepla, ať už větrací jednotky centrální tak i lokální, kde je možnost větrat pouze v důležitých obytných místnostech skrz stěnu. Za zmínku stojí finanční náročnost rekuperačních jednotek, jak pořizovacích nákladů, tak i provozních nákladů ve smyslu časté výměny filtrů a podobně. Dále se někteří lidé čím dál častěji zajímají o zdravý životní styl a s tím i o související kvalitu vnitřního prostředí, tak je pravděpodobné, že kvalita vzduchu nejen v obytných budovách bude čím dál větším tématem.

Častějším tématem, o kterém mají lidé povědomí je vlhkost vzduchu v interiéru, ale již neznají souvislosti mezi vytápěním, větráním a vlhkostí, či vznikem plísní v budovách. Nedostatečné větrání v chladném zimním období může právě vést ke vzniku plísní, to je dle dotazníku poměrně častým problémem a může to mít právě souvislost s nedostatečným větráním. 103 respondentů odpovědělo, že v zimním období nevětrají nebo větrají méně než 15 minut denně a zároveň 68 respondentů má ve svém domě problémy s vlhkostí anebo s plísněmi.

V nynějších dobách se lidé více zajímají při rekonstrukcích a novostavbách o systémy vytápění. Prozatím co se týče systémů vytápění jednoznačně vítězí plynové kotle jako zdroj vytápění, je předpokladem, že tento trend pomalu bude upadat z důvodů apelování na obnovitelné zdroje energií a také kvůli vzrůstajícím cenám energií. Jako nejčastější způsob sdílení tepla z dotazníku vyplynulo vytápění otopnými tělesy, které je při správném návrhu z hlediska tepelného komfortu dostačující, viz předešlá kapitola A.3.1.

B. PŘEDPROJEKTOVÁ ČÁST

B.1 ÚVOD

V této části se diplomová práce zabývá novostavbami a rekonstrukcemi z posledních 5-10 let v České republice a v Evropě. Hlavně je zde rozebrána část technického zařízení budov, energetické náročnosti a vliv na životní prostředí. Tato část slouží jako předprojektová příprava pro vytvoření budoucího konceptu řešené budovy. Dále je součástí této části koncept technického zařízení v budově a stanovení požadavků vnitřního prostředí pro daný objekt.

B.2 PŘÍKLADY DOBRÉ PRAXE

B.2.1 PŘÍKLADY Z ČESKÉ REPUBLIKY

BYTOVÝ DŮM ZELENÁ LIBUŠ



Obrázek 23: Bytový dům zelená Libuš [1]

Rezidenční projekt Zelená Libuš je bytový dům v pasivním standardu a objekt podporující biodiverzitu. Počítalo se zde se zelenou střechou, komunitní zahradou i dobíjením elektromobilů, cílem bylo vytvořit budovu šetrnější k životnímu prostředí. Zdrojem tepla je v bytovém domě výměňková předávací stanice. Tento zdroj slouží k vytápění objektu, k ohřevu teplé vody a pro ohřev vzduchu přes teplovodní výměňník ve vzduchotechnických jednotkách. Centrální vzduchotechnické rekuperační jednotky přivádějí čerstvý vzduch do obytných místností a podtlakově odvádí vzduch z koupelen a WC. Pro každý vchod do bytového objektu je určena jedna rekuperační jednotka umístěna v suterénu budovy. [1]

Nad částí objektu, kde jsou podzemní garáže a předsazený parter s komerčními jednotkami, je zelená střecha, na kterou mají obyvatelé bytového domu přístup. Díky zelené střeše dochází k většímu zadržování vody na pozemku a zelená střecha přispívá k menšímu přehřívání domu, dále je přehřívání objektu redukováno pomocí externích žaluzií. Dešťové vody z objektu jsou svedeny a akumulovány v dešťové nádrži na vodu, tato voda slouží pro závlivku v komunitní zahradě. [2]

V podzemních garážích je možné nabíjet až 5 elektromobilů, dále k objektu patří i inteligentní lavička, která byla vyrobena ve spolupráci ČVUT a UCEEB. Tato lavička umožňuje dobíjení mobilních telefonů, připojení k internetu a měření teploty venkovního vzduchu, a to vše díky využití sluneční energie. Návratnost investic do tohoto bytového domu je předpokládána na 5 let. [2]



Obrázek 24: Detail vzduchotechnické jednotky v BD Zelená Libuš [1]

BYTOVÉ DOMY MALEŠICE



Obrázek 25: Obytný soubor Malešice [8]

V bytových domech Ecocity Malešice je systém nuceného větrání s rekuperací, jelikož se jedná o budovy v pasivním standardu. Je zde myšleno na přírodní ráz, a proto je mezi bytovými domy mnoho zeleně a na

střechách garáží jsou vegetační rohože. Dešťové vody ze střech jsou svedeny do vsakovacích košů a zasakovány do země. Zdrojem energie je odpadní teplo z elektrárny neboli dálkové teplo předáváno ve výměňkové předávací stanici. [8,12]

HOSPODAŘENÍ S VODOU V PRAZE



Obrázek 26: Obytný soubor SUOMI [9]

V Praze se myslí nejen na energetickou úsporu při návrhu obytných budov, ale také na hospodaření s dešťovými vodami. Například v obytné čtvrti SUOMI Hloubětín je dešťová voda přes retenční nádrže, ze kterých je voda využívána pro závlivku, vedena do vsakovacích rigolů, rozlíváných vsakovacích luk až do centrálního jezírka. Dále je vedle objektů znovuoživená říčka Rokytka, do které jsou přepadem odvedeny dešťové vody z jezírka. Systém zvyšuje biodiverzitu, zpomaluje průtok vody a zasakuje vodu tam, kde je to vhodné a kde je to potřeba. Systém takto vyrovnává běžné městské odvádění vod z betonových ploch rovnou do dešťových kanalizací. [9]



Obrázek 27: Rezidenční čtvrť Botanica [10]

Dalším příkladem šetření vodou v Praze je systém recyklace šedé vody v bytovém domě Botanica v Pražských Jinonicích. Šedá voda z objektu, kterými je voda ze sprch, van a umyvadel, je opětovně využita ke splachování

toalet a k zálivce, čímž dochází k úspoře pitné vody. Objekt je také oceněn certifikátem BREEAM Excellent, což je certifikát udržitelné výstavby budov. Na objektu jsou osazeny solární fototermické panely pro ohřev teplé vody a ploché střechy na objektu jsou vegetační. Objekt je v nízkoenergetickém standardu, čehož se také dosáhlo použitím LED osvětlením, energeticky úspornými výtahy a umyvadlovými a dalšími armaturami. V případě nedostatku šedých vod je systém zálohován dešťovou vodou. [11]

REZIDENCE U MICHELSKÉHO MLÝNA



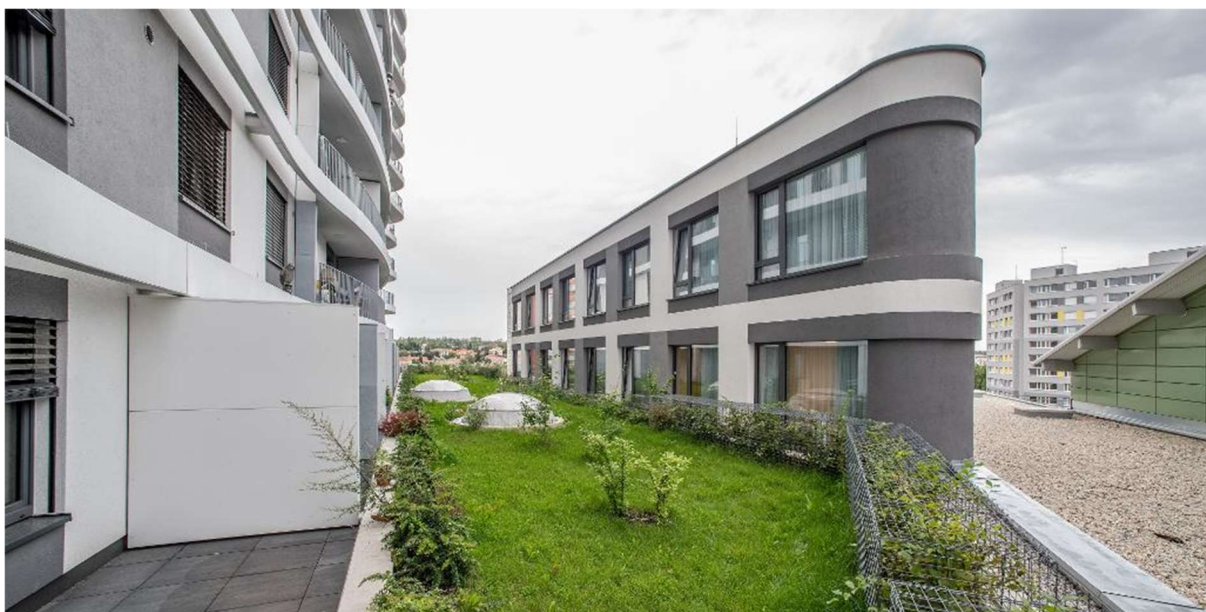
Obrázek 28: U Michelského mlýna [14]

Rezidence u Michelského mlýna má vytápění a ohřev teplé vody přes předávací stanici horká voda – voda z michelské teplárny a systém má centrální akumulční zásobníky teplé vody. Měření tepla, studené vody a regulace vytápění je řešena bytovými stanicemi s regulací diferenčního tlaku. Přes tyto stanice je i zajištěno vytápění a průtokový ohřev vody. V bytech jsou použity desková otopná tělesa a trubková tělesa. [14]

Větrání obytných místností je pomocí fasádních větracích prvků s ventilátory v hygienickém zařízení. V některých bytech je navrženo i nucené větrání s rekuperací a dále je v objektu nucené větrání garáží, sklepů a chodeb. V objektu se nachází i obchod, který je větrán rekuperační jednotkou. Ochrana proti přehřívání interiérů je vyřešena pomocí exteriérových žaluzií. V garážích je připravena možnost pro nabíjení elektromobilů. [14]

Dešťové vody jsou svedeny do akumulční nádrže, ze které je možnost zálivky zeleně a přebytečné vody jsou řízeným odtokem odváděny do dešťového kanalizačního řádu. [14]

BYTOVÝ DŮM LUKA



Obrázek 29: Bytový dům Luka living [15]

V bytovém domě Luka living je celkem 220 rekuperačních větracích decentrálních jednotek. Objekt je vyhotoven se štítkem energetické náročnosti PENB-A v roce 2019. Centrální vytápění je předpřipraveno pro budoucí instalaci tepelných čerpadel, v budově je možnost nabíjení elektromobilů a také je v objektu shoz na tříděný odpad. [15]

B.2.2 PŘÍKLADY ZE SVĚTA

VÍDEŇ – JEZERNÍ MĚSTO ASPERN

Ve městě Vídeň postupně vzniká nová městská čtvrť zvaná Jezerní město, ve které se staví různorodé stavby v nízkoenergetickém standardu a některé z nich jsou dřevostavby, či stavby s certifikátem o udržitelné výstavbě. Co se týče energií je čtvrť napojena primárně na rozvod dálkového tepla, jako většina města Vídeň. Tato energie je obvykle energie z kogeneračních zařízení, ale také se jedná i o odpadní teplo ze spaloven a elektráren. U některých návrhů budov byli navrženy i jiné zdroje energie, jako například tepelná čerpadla a solární energie. Podmínkou developerské soutěže bylo, aby budovy měly střechy do budoucna využitelné pro solární kolektory a aby byly převážně zelené, vegetační. [3]



Obrázek 30: Obytná skupina AllesWirdGut [4]

Jednou ze staveb je například bytová skupina, která je tvořena z nízkoenergetických budov. Tyto budovy jsou také ohodnoceny certifikátem kvality Total Quality s hodnocením, které odpovídá sumě 80% z maximálních hodnot. [4]



Obrázek 31: XL Dřevostavba – blok obytných budov [3]

Dalším příkladem je obytný blok dřevostaveb, který také odpovídá nízkoenergetickému standardu. Objekty jsou větrány lokálními jednotkami s rekuperací pro každou místnost přes fasádu objektu. Příprava teplé vody je řešena pomocí průtokových decentrálních ohřivačů. V objektu je vytápění řešeno pomocí podlahového vytápění. Zdrojem energie pro vytápění a ohřev vody v tomto obytném bloku je kombinovaný provoz několika tepelných čerpadel, a to čerpadla země voda, voda-voda a vzduch-voda, které využívá odpadní vzduch z garáží. Dále jsou na střeše umístěny solární kolektory pro ohřev vody a fotovoltaické panely pro chod čerpadel a pro energie ve společných prostorech. Vyúčtování je řešeno pomocí digitálních měřičů v každém bytě. [3]

BRATISLAVA – BYTY V MĚSTSKÉ ČTVRTI BORY



Obrázek 32: Bytové domy ve čtvrti Bory [3]

V Bratislavě vznikly nové bytové domy, které jsou, co se týče technického zařízení v běžném standardu, ale mají zajímavé řešení hospodaření s dešťovou vodou.

Jedná se o bytové domy, které jsou vytápěny každý zvlášť pomocí plynových kotlů umístěných v podzemním podlaží. Vytápění je řešeno pomocí deskových otopných těles s termostatickými ventily. Pro přívod čerstvého vzduchu do obytných místností jsou v oknech instalovány přívodní mřížky. Větrání koupelen a WC je řešeno nuceně podtlakově ventilátory a odvětrání kuchyní je digestořemi. Byty jsou připravené na případné osazení chladicích splitových jednotek. Odvod dešťových vod je řešen tak, že dešťové vody z budov jsou odvedeny do systému spojitých nádob v podobě jezírka a povrchových nádrží, kde budou vody zadržovány, vsakovány, odpařovány a dále regulovaným odvodem svedeny do dešťového kanalizačního řadu. [5]

ŠVÝCARSKO – SOBĚSTAČNÝ MALÝ BYTOVÝ DŮM



Obrázek 33: Pohled na fasádu ze solárních panelů na soběstačném domě [6]

Ve švýcarském kantonu Aargau v obci Brütten mají malý bytový dům s devíti byty, který je plně soběstačný neboli není závislý na dodávkách elektřiny ze sítě. Obvodové stěny jsou obloženy speciálními solárními panely, které připomínají vláknocementové desky. Fasáda i střecha objektu je kompletně pokryta fotovoltaickými panely.

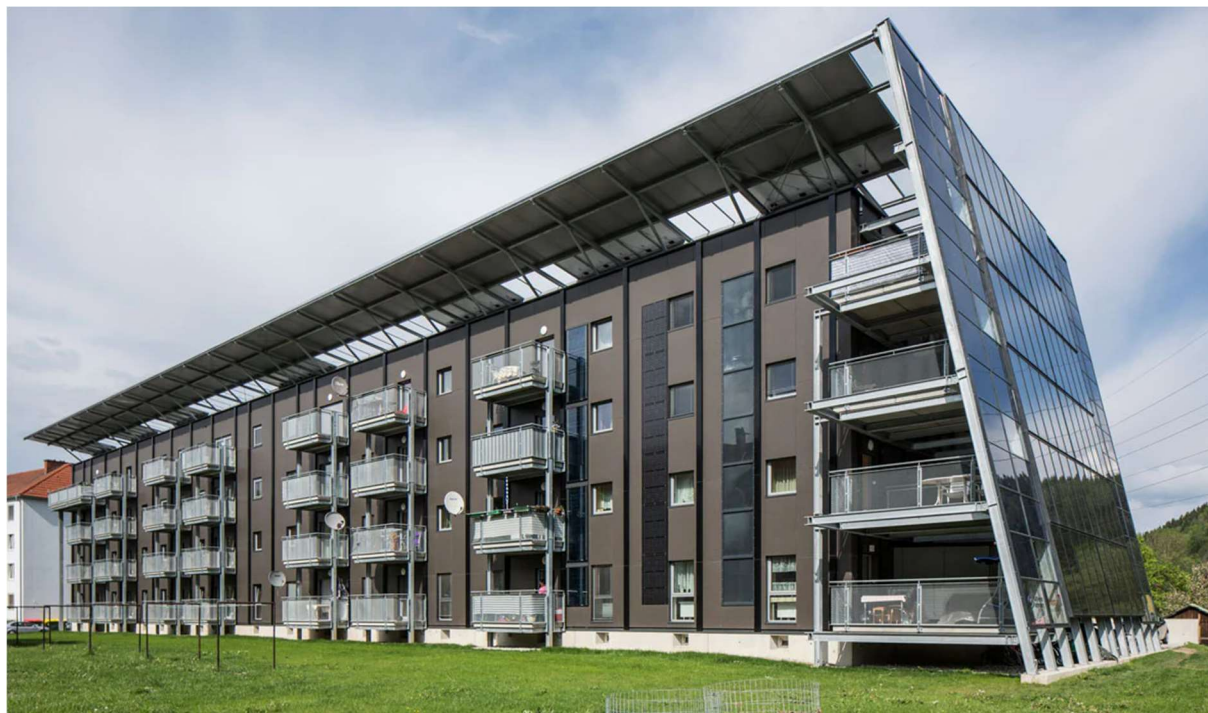
Energie vyrobená z panelů je použita na ohřev vody, vytápění i k přímé spotřebě. Dále je výroba energie podpořena tepelnými čerpadly. Tepelná čerpadla využívají čtyři druhy zdrojů tepla: venkovní vzduch, dvě geotermální sondy, a odpadní teplo z výroby vodíku. Tepelná čerpadla jsou poháněna vlastní elektrickou energií vyrobené z fotovoltaických panelů. [6]

Součástí soběstačného domu je samozřejmě i akumulace energií. Dům má tři typy úložišť – na teplou vodu ve formě nádrží, elektřinu ve formě lithium-iontových baterií a na vodík. Protože k pokrytí energetické pauzy v zimě, kdy slunce nesvítí tolik jako v jiné období, slouží systém vodíkové technologie power-to-gas, kdy v létě se přeměňuje přebytečná elektřina na vodík a ukládá se do dvou podzemních vodíkových nádrží a v zimě se vodík v palivovém článku přeměňuje zpět na elektřinu. Přestože je to energeticky neefektivní, je to jediný způsob, jak se v budově tohoto typu v zimě obejít bez elektrické energie. Teplo se do bytů dostává prostřednictvím podlahového a stěnového vytápění. Větrání je zajištěno centrální rekuperační větrací jednotkou. [6,7]

Nájemci v bytovém domě museli projít výběrovým řízením, aby se vybrali lidé, kteří souzní s novými technologiemi a aby prokázali, že spotřebují málo energií. Tito nájemníci mají k dispozici také auto na elektřinu a dobíjecí stanici a také auto na bioplyn, který je z biologického odpadu z domácností v bytovém domě. Všechny spotřebiče pro domácnost splňují nejvyšší energetické standardy. [7]

„Pokud může Bertrand Piccard obletět letadlem zeměkouli, aniž by použil fosilní palivo, měli bychom být schopni postavit a provozovat bez použití fosilních paliv také obytný dům,“ říká Walter Schmid původce nápadu vytvořit soběstačný bytový dům. [7]

RAKOUSKO – REKONSTRUKCE BYTOVÉHO DOMU



Obrázek 34: Rekonstrukce bytového domu v Kapfenbergu [12]

V Rakouském Kapfenbergu byla provedena rekonstrukce bytového domu a po úpravách dosáhl až na budovu s téměř nulovou spotřebou energie. Dům pochází z 60. let 20. století a byli na něm v roce 2013 provedeny úpravy. Jednou z částí je nová obálka budovy z dřevěných prefabrikovaných desek s vloženou izolací z EPS, nové okenní výplně, dále jsou například na budově nové fotovoltaické panely pro výrobu elektřiny a fototermitické solární panely. Solární systém je doplněn rekuperací odpadního tepla ze vzduchu pomocí tepelného čerpadla. [16,17]

Jako další zdroj energie je předávací stanice napojena na centrální zásobování teplem, kde je využito teplo z průmyslu. K akumulaci tepla slouží centrální zásobník, který je propojen s dalšími menšími zásobníky v bytech. Ohřev vody je v lokálních zásobnících v bytech. Větrání bytů je nucené centrální se zpětným získáváním tepla, v některých bytech je vzduchotechnika řízena podle čidla CO₂. v některých bytech je užito pouze větrání přes větrací prvky v oknech s odvodem v hygienickém zázemí. [16,17]

B.3 KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ DANÉHO OBJEKTU

B.3.1 POPIS OBJEKTU

V projektové části bude diplomová práce řešit projekt vytápění novostavby bytového domu v Českých Budějovicích v ulici Rudolfská. Podkladem byla projektová dokumentace architektonicko-stavebního řešení poskytnutá katedrou TZB od studentů na Fakultě stavební ČVUT. Jedná se o bytový dům s pěti nadzemními podlažními a jedním podzemním podlažím. Objekt má plochou a pultovou střechu a půdorysnou zastavěnou plochu 1 150 m². V bytovém domě se nachází celkem 9 bytových jednotek a 3 kanceláře. V 1.NP se nachází garáže, kavárna a sklepní kóje. Bytový dům je navržen do stávající proluky a je navržen jako příčný zděný systém z pórobetonových bloků a z železobetonu. Garáže mají sloupový obousměrný systém. Dělicí konstrukce jsou z pórobetonových příček a světlé výšky mají 2,85 m, což umožňuje vedení některých instalací v podhledech. Objekt bude nově napojen na inženýrské sítě, v okolí se nachází sítě elektro, sdělovací kabely, parovod, plynovod, vodovod a splašková kanalizace. Pára v parovodu v Českých Budějovicích pochází z teplárny, která vyrábí energii spalováním uhlí a zemního plynu.

B.3.2 VYTÁPĚNÍ

ZDROJ TEPLA

Vytápění bytového domu bude pomocí kaskády tepelných čerpadel vzduch-voda, které budou také sloužit pro ohřev teplé vody a ohřev vzduchu vzduchotechnických jednotek. Vytápět budou jak bytové jednotky, tak kavárnu i kanceláře. Součástí systému bude i fotovoltaika, která bude ukládat energii do baterií a energie bude využita na provoz kompresorů tepelných čerpadel. Vnitřní modul tepelného čerpadla bude mít integrovaný elektrokotel.

OTOPNÁ SOUSTAVA A OTOPNÉ PLOCHY

Otopná soustava bude v souvislosti s využitím tepelného čerpadla nízkoteplotní, a pro nízkoteplotní vytápění je vhodné použít pro přenos tepla podlahové vytápění, to bude doplněno o desková otopná tělesa na chodbách, v kavárně a v kancelářích a trubková tělesa v koupelnách. Každý byt bude mít vlastní rozdělovač a sběrač podlahového vytápění. Odečty tepla budou odečítány pomocí kalorimetrických měřičů tepla s dálkovým odečtem. Ohřátá otopná voda bude akumulovaná v zásobníku topné vody pro vyrovnaní špiček.

OHŘEV TEPLÉ VODY

Ohřev vody bude zajištěn pomocí tepelných čerpadel vzduch-voda. Rozvody teplé vody budou doplněny o cirkulační potrubí. Měření spotřeby studené a teplé vody bude probíhat u jednotlivých bytů pomocí bytových vodoměrů s dálkovým odečtem.

B.3.3. VĚTRÁNÍ

JEDNOTKY

Větrání bytů je řešeno jako nucené rovnotlaké decentrální větrání se zpětným získáváním tepla, jednotky budou pro jednotlivé byty a kanceláře umístěny pod stropem v podhledech na chodbách a předsíních bytů. Tento typ větrání je mimo přirozeného větrání a centrálního větrání v obytných budovách nejběžnější, zejména v novostavbách. Jedná se o nejkvalitnější a nejefektivnější nucené větrání s rekuperací, u kterého lze využít zpětné získávání tepla. Jednotky jsou vybaveny rekuperačním výměníkem tepla, který získává teplo z odváděného vzduchu. Kde bude potřeba, budou jednotky dále dohřívány topnou vodou ohřívanou tepelnými čerpadly.

Větrání kavárny bude zajištěno pomocí decentrální jednotky umístěné pod stropem v zázemí kavárny. Větrání garáží bude zajištěno podtlakově s využitím ventilátorů.

DISTRIBUCE VZDUCHU

Čerstvý vzduch bude přiváděn do obytných místností jako jsou ložnice, pokoje a obývací pokoje a odváděn z hygienického zařízení v podtlaku. Jako distribuční prvky budou použity talířové ventily vhodné pro přívod a pro odvod vzduchu, které budou zapuštěny v podhledech. Vzduchu bude do místností rozveden kruhovým potrubím a flexi potrubím.

VĚTRÁNÍ KUCHYŇSKÝCH KOUTŮ

Kuchyňské kouty budou odvětrávány pomocí odsávací digestoře nad střechem, tento systém větrání bude nezávislý na rekuperačních jednotkách a znečištěný vzduch bude odveden samostatným potrubím pro digestoře.

B.3.4. VODOVOD

Vnitřní vodovod bude napojen na vodovodní řad a přes vodoměrnou sestavu rozveden k jednotlivým bytům a k centrálnímu ohřívací teplé vody. Měření spotřeby studené a teplé vody bude probíhat u jednotlivých bytů pomocí vodoměrů s dálkovým odečtem. Z domovního vodovodu bude dále napájen požární vodovod, který povede k hydrantům v jednotlivých patrech.

B.3.5. SPLAŠKOVÁ KANALIZACE

Odvod splaškových vod od všech zařizovacích předmětů bude klasickým způsobem, a to do splaškového kanalizačního řadu. Dále je potřeba zhotovit odvody kondenzátu od jednotlivých rekuperačních jednotek.

B.3.6. HOSPODAŘENÍ S DEŠŤOVOU VODOU

Dešťové vody budou ze střech svedeny do akumulární nádrže na dešťovou vodu, tato voda bude využita pro zálivku a také pro splachování WC. V případě nedostatku dešťové vody pro splachování bude systém doplňován

přes řídicí a monitorovací jednotku vodou z vodovodního řadu. V případě přebytků dešťových vod bude zhotoven přepad z akumulární nádrže do vsakovacího objektu.

B.3.7. ELEKTROINSTALACE

Elektroinstalace v bytovém domě bude ze sítě dále z bateriového úložiště fotovoltaického systému. Na střeše objektu budou umístěny solární fotovoltaické panely, které budou ukládat energii do baterií. Tato energie bude dále využita například pro provoz kompresorů tepelných čerpadel, provoz ventilátorů ve vzduchotechnických jednotkách a dále také pro domovní elektroinstalace.

B.3.8. BLOKOVÉ SCHÉMA KONCEPTU

Orientační blokové schéma konceptu je vloženo v příloze viz. Příloha D.01, dále bylo vytvořeno schéma konceptu zasazené do řezu objektu viz. Příloha D.02.

B.4 STANOVENÍ POŽADAVKŮ VNITŘNÍHO PROSTŘEDÍ PRO DANÝ

OBJEKT

V daném objektu jsou uvažovány tyto návrhové požadavky: Výpočtová teplota vzduchu je v obytných místnostech, kancelářích a kavárně 20 °C, v koupelnách 24 °C, na chodbách a WC 18 °C a na hlavních chodbách a schodištích 15 °C. V technickém zázemí a sklepních kójiích je uvažována teplota 10 °C. Při zahrnutí větrání je počítáno s 25 m³/hod na osobu čerstvého vzduchu. Uvažovaný počet lidí v kavárně je 25 a v bytech 2-4 lidé podle velikosti bytu, počet lidí v kancelářích je 10 osob.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo poukázat na důležitost a vliv systémů vytápění a větrání na vnitřní prostředí. Známe je, že vnitřních prostorech lidé tráví většinu svého času, ale není tolik známé, že vnitřní prostředí ovlivňuje naše zdraví, produktivitu, schopnost koncentrace či únavu. Z těchto důvodů je třeba dbát na kvalitu vnitřního prostředí a navrhovat kvalitní systémy větrání a vytápění, jak v novostavbách, tak i v rekonstrukcích. Lidé se obvykle zajímají hlavně o tepelný komfort a vnímají ho jako důležitější než kvalitu vzduchu. Důvodem může být nevědomost, finanční stránka apod. Při návrhu by se již nemělo spoléhat pouze na otevírání oken, ale uvažovat o jiných možnostech větrání, kde nehraje lidský faktor tak zásadní roli a zároveň, aby budova byla energeticky úsporná. Případně co nejvíce zoptimalizovat lidský faktor, rozšířením povědomí mezi lidmi o důležitosti větrání, či přidáním měřicích čidel vnitřního prostředí do obytných místností.

C. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH PODKLADŮ

C.1 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Vliv koncentrace CO₂ na člověka [26].....</i>	<i>6</i>
<i>Obrázek 2: Příklady kombinací požadavků pro tepelný komfort [40]</i>	<i>10</i>
<i>Obrázek 3: Graf procenta nespokojených jako funkce asymetrické sálavé teploty u stropního sálavého vytápění [35]</i>	<i>11</i>
<i>Obrázek 4: Procento nespokojených jako funkce asymetrické sálavé teploty u ochlazovaných oken, stěn [35] ..</i>	<i>11</i>
<i>Obrázek 5: Vztah mezi procentem nespokojených a radiační asymetrií [38].....</i>	<i>11</i>
<i>Obrázek 6: Procento nespokojených jako funkce teploty podlahy</i>	<i>12</i>
<i>Obrázek 7: Procento nespokojených jako funkce vertikálního teplotního gradientu mezi hlavou a kotníky [35] .</i>	<i>12</i>
<i>Obrázek 8: Průběh ideálních vertikálních teplot v porovnání se systémy [39]</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 9: Příklady typických průběhů teplotních profilů po výšce místnosti H ve vytápěném prostoru pro různá otopná tělesa [41]</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 10: Proudění vzduchu v místnosti s teplovzdušným vytápěním [41].....</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 11: Procento nespokojených jako funkce průměrné rychlosti proudění vzduchu [35]</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 12: Možnost sálavého vytápění – infrapanely [42]</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 13: Proudění vzduchu s otopným tělesem pod ochlazovanou plochou, oknem</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 14: Proudění vzduchu ve vytápěném prostoru s podlahovou otopnou plochou nebo tělesem u vnitřní stěny [41]</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 15: Vliv koncentrace CO₂ na procento nespokojených z hlediska vnitřní kvality vzduchu [43]</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 16: Procento nespokojených s kvalitou vnitřního vzduchu jako funkce množství čerstvého vzduchu na osobu [43]</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 17: Proudění vzduchu při směšování</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 18: Proudění vzduchu při zaplavovacím větrání.....</i>	<i>20</i>
<i>Obrázek 19: Typické vertikální rozložení teplot pro směšovací a zaplavovací větrání [45].....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 20: Proudění vzduchu při vytěšňování.....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 21: Procento nespokojených v závislosti na typu distribuce vzduchu při různých teplotách vzduchu [46]</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 22: viry přenesené mezi jednotlivými pracovními místy při různých typech větrání místnosti</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 23: Bytový dům zelená Libuš [1].....</i>	<i>52</i>
<i>Obrázek 24: Detail vzduchotechnické jednotky v BD Zelená Libuš [1].....</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 25: Obytný soubor Malešice [8]</i>	<i>53</i>
<i>Obrázek 26: Obytný soubor SUOMI [9]</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 27: Rezidenční čtvrť Botanica [10]</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 28: U Michelského mlýna [14].....</i>	<i>55</i>
<i>Obrázek 29: Bytový dům Luka living [15]</i>	<i>56</i>
<i>Obrázek 30: Obytná skupina AllesWirdGut [4].....</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 31: XL Dřevostavba – blok obytných budov [3]</i>	<i>57</i>
<i>Obrázek 32: Bytové domy ve čtvrti Bory [3]</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 33: Pohled na fasádu ze solárních panelů na soběstačném domě [6]</i>	<i>59</i>
<i>Obrázek 34: Rekonstrukce bytového domu v Kapfenbergu [12]</i>	<i>60</i>

C.2 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

<i>Tabulka 1: Výpočtové vnitřní teploty a relativní vlhkosti vnitřního vzduchu v otopném období ve vytápěných místnostech [20]</i>	3
<i>Tabulka 2: Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období dle ČSN 730540-2 [21]</i>	4
<i>Tabulka 3: Kategorizace vnitřního prostředí dle ČSN EN 16798-1 [25]</i>	5
<i>Tabulka 4: Teplotní rozsah pro hodinový energetický výpočet chlazení a vytápění pro čtyři kategorie vnitřního prostředí dle ČSN EN 16798-1 [25]</i>	5
<i>Tabulka 5: Požadavky na větrání obytných budov dle ČSN EN 15665/Z1 [27]</i>	6
<i>Tabulka 6: Požadavky na větrání během obsazenosti místností dle kategorií kvality vnitřního prostředí dle ČSN EN 15251 [28]</i>	7
<i>Tabulka 7: Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů a prachu</i>	7
<i>Tabulka 8: Produkce tepla a vodní páry při různých činnostech [34,35]</i>	16

C.3 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ŘEŽÁB ING., Jan. Rezidenční projekt Zelená Libuš v energeticky úsporném standardu. Stavebnictví, 2021, 08.
- [2] Zelená Libuš. Adapterra Awards [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.adapterraawards.cz/Databaze/2020/Zelena-Libus>
- [3] TAFTOVÁ ARCH. DIPL.- ING., Patricie. Jezerní město Aspern. Stavebnictví, 2019, 06-07.
- [4] Dům pro život: vícegenerační model bydlení v jezerním městě Aspern na okraji Vídně. Bydlení.cz [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.bydleni.cz/clanek/Dum-pro-zivot-vicegeneracni-model-bydleni-vjezernim-meste-Aspern-na-okraji-Vidne>
- [5] UHLÍK ING., Jan a Ing. Karolína HANULÍKOVÁ. Bory sa menia na novú bratislavskú mestskú štvrť. Stavebnictví, 2019, 01-02.
- [6] Autarkie im Tarnkleid: Mehrfamilienhaus in Brütten. Detail [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.detail.de/artikel/autarkie-im-tarnkleid-mehrfamilienhaus-in-bruetten-30887/>
- [7] Švýcarsko má první energeticky soběstačný bytový dům na světě. Ekobydlení.eu [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.ekobydleni.eu/domy/svycarsko-ma-prvni-energeticky-sobestacny-bytovy-dum-na-svete>
- [8] Zdravé a úsporné bydlení – Ecocity Malešice. Adapterra Awards [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.energyglobe.cz/minule-rocniky/2017/zdrave-a-uspodne-bydleni-ecocity-malesice>
- [9] Hospodaření s dešťovkou v SUOMI Hloubětín. Adapterra Awards [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.adapterraawards.cz/Databaze/2020/Hospodareni-s-destovkou-SUOMI-Hloubetin>
- [10] Rezidenční čtvrť Botanica. Skanska [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.skanska.cz/co-delame/projekty/57627/Rezidencni-ctvrt-Botanica>
- [11] Systém recyklace šedé vody v bytovém domě Botanica. Adapterra Awards [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.adapterraawards.cz/Databaze/2019/Bytovy-dum-Botanica>
- [12] Renovation Residential Building Kapfenberg. Architizer[online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://architizer.com/projects/renovation-residential-building-kapfenberg/>

- [13] V pražských Malešicích slavnostně zahájena největší energeticky pasivní bytová výstavba v ČR. Ekobydlení.eu [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.ekobydleni.eu/nizkoenergeticke-bydleni/v-prazskych-malesicich-slavnostne-zahajena-nejvetsi-energeticky-pasivni-bytova-vystavba-v-cr>
- [14] CHOUROVÁ, Kateřina. Residence U Michelského mlýna. Stavebnictví, 2019, 04.
- [15] Multifunkční komplex Luka Living. E.ON energy globe [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.energyglobe.cz/minule-rocniky/2019/multifunkcni-bytovy-dum-luka>
- [16] Příklady technického řešení budov s téměř nulovou spotřebou energie v Evropě. TZB info [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/budovy-s-temer-nulovou-spotrebou-energie/15175-priklady-technickeho-reseni-budov-s-temer-nulovou-spotrebou-energie-v-evrope>
- [17] Dům ze 60. let je díky inovativní rekonstrukci energeticky plusový. Byznys a energie [online]. [cit. 2021-10-2]. Dostupné z: <https://www.byznys-energie.cz/-a87787--gOM6xpsc/dum-ze-60.-let-je-diky-inovativni-rekonstrukci-energeticky-plusovy>
- [18] ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu – Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3 [cit. 2021-10-13].
- [19] ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění, 5/1994 [cit. 2021-10-13].
- [20] ČESKO. Vyhláška č. 194/2007 Sb., vyhláška, kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 13. 10. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2007-194>
- [21] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. [cit. 2021-10-13].
- [22] ČESKO. Vyhláška č. 6/2003 Sb., vyhláška, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 13. 10. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-6>
- [23] Ideální vlhkost vzduchu v bytě a domě. Philips [online]. [cit. 2021-10-13]. Dostupné z: <https://www.philips.cz/c-m-ho/cisticka-a-zvlhcovac-vzduchu/vlhkost-vzduchu-doma>
- [24] ČESKO. Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2020 [cit. 13. 10. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268>
- [25] ČSN EN 16798-1 Energetická náročnost budov – Větrání budov - Část 1: Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky - Modul M1-6 [cit. 2021-10-13].
- [26] Kvalita vnitřního prostředí na základních školách. In: ASB [online]. 2019 [cit. 2021-10-13]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vetrani-a-klimatizace/kvalita-vnitriho-prostredi-na-zakladnich-skolach>
- [27] Národní příloha Z1 k ČSN EN 15665 Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov. [cit. 2021-10-13].
- [28] ČSN EN 15251 Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky. [cit. 2021-10-13].
- [29] ČESKO. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 13. 10. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>

- [30] ADAMOVSKEÝ, Daniel. *Přednášky k předmětu technická zařízení budov 02* [online]. [cit. 2021-10-13]. Katedra technických zařízení budov, Fakulta stavební ČVUT v Praze.
- [31] JOKL, Miloslav. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. Praha: Academia, 2002. ISBN 80-200-0928-0.
- [32] What is thermal comfort. New-learn [online]. [cit. 2021-10-14]. Dostupné z: <http://www.new-learn.info/packages/mulcom/comfort/thermal/itc/content/cont1.html>
- [33] ZMRHAL, Vladimír. *Větrání rodinných a bytových domů*. Praha: Grada, 2014. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-4573-2.
- [34] *Větrání a klimatizace*. 3., zcela přeprac. vyd. Brno: BOLIT-B Press, 1993. ISBN 80-901574-0-8.
- [35] PETRÁŠ, Dušan. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005. Vytápění. ISBN 80-8076-020-9.
- [36] Pohoda prostředí - PMV/PPD [online]. [cit. 2021-11-02]. Dostupné z: https://www.testo.com/cz-CZ/pohoda-prostredi/pohoda-prostredi-pmv/ppd/c/applications_building_construction_comfort_level_pmv_ppd
- [37] VYTÁPĚNÍ A TEPELNÁ POHODA [online]. [cit. 2021-11-04]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/documents/czsp/edice/plne_znani/plakaty/VYTAPENI_A_TEPELNA_POHODA_v_erze_pro_web_SZU.pdf
- [38] BABIAK, Jan, Bjaren W. OLESEN a Dušan PETRÁŠ. *Low temperature heating and high temperature cooling. Rehva Guidebook no. 7* Finsko: Forssan Kirjapaino Oy, 2007. ISBN 2-9600468-6-2.
- [39] KABELE, Karel a Pavla Dvořáková. *Přednášky k předmětu vnitřní prostředí a vytápění budov* [online]. [cit. 2021-11-04]. Katedra technických zařízení budov, Fakulta stavební ČVUT v Praze.
- [40] Tepelná pohoda a pocit tepelného komfortu [online]. [cit. 2021-11-04]. Dostupné z: https://www.elektricke-topeni.cz/4,0,Tepelna-pohoda,-salave-a-velkoplosne-topne-systemy.html#tepelna_pohoda_a_pocit_tepelneho_komfortu
- [41] Otopné plochy - úvod do problematiky, Teplotní chování otopné plochy a pohoda prostředí [online]. [cit. 2021-11-04]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/otopne-plochy/3052-otopne-plochy-uvod-do-problematiky>
- [42] Tepelná pohoda vytápění infrapanely [online]. [cit. 2021-11-04]. Dostupné z: <https://heatwell.cz/princip/tepelna-pohoda/tepelna-pohoda-vytapani-infrapanely/>
- [43] CORGNATI, Stefano Paolo, Manuel Gameiro da Silva a kol. *Indoor climate quality assessment, Rehva Guidebook no. 14*. Finsko: Forssa Print, 2011. ISBN 978-930521-05-3.
- [44] Prvky větracích a klimatizačních zařízení (II) - 1. část, [online]. [cit. 2021-11-09]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vzduchotechnicka-zarizeni/4077-prvky-vetracich-a-klimatizacnich-zarizeni-ii-1-cast>
- [45] SKISTAD, Hakon a Elisabeth Mundt a kol. *Displacement ventilation, Rehva guidebook no. 1*. Norsko: Norway by Tapir, 2002. ISBN 82-594-2369-3.
- [46] Personalizované větrání openspace kanceláří, [online]. [cit. 2021-11-09]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/16723-personalizovane-vetrani-openspace-kancelari>

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



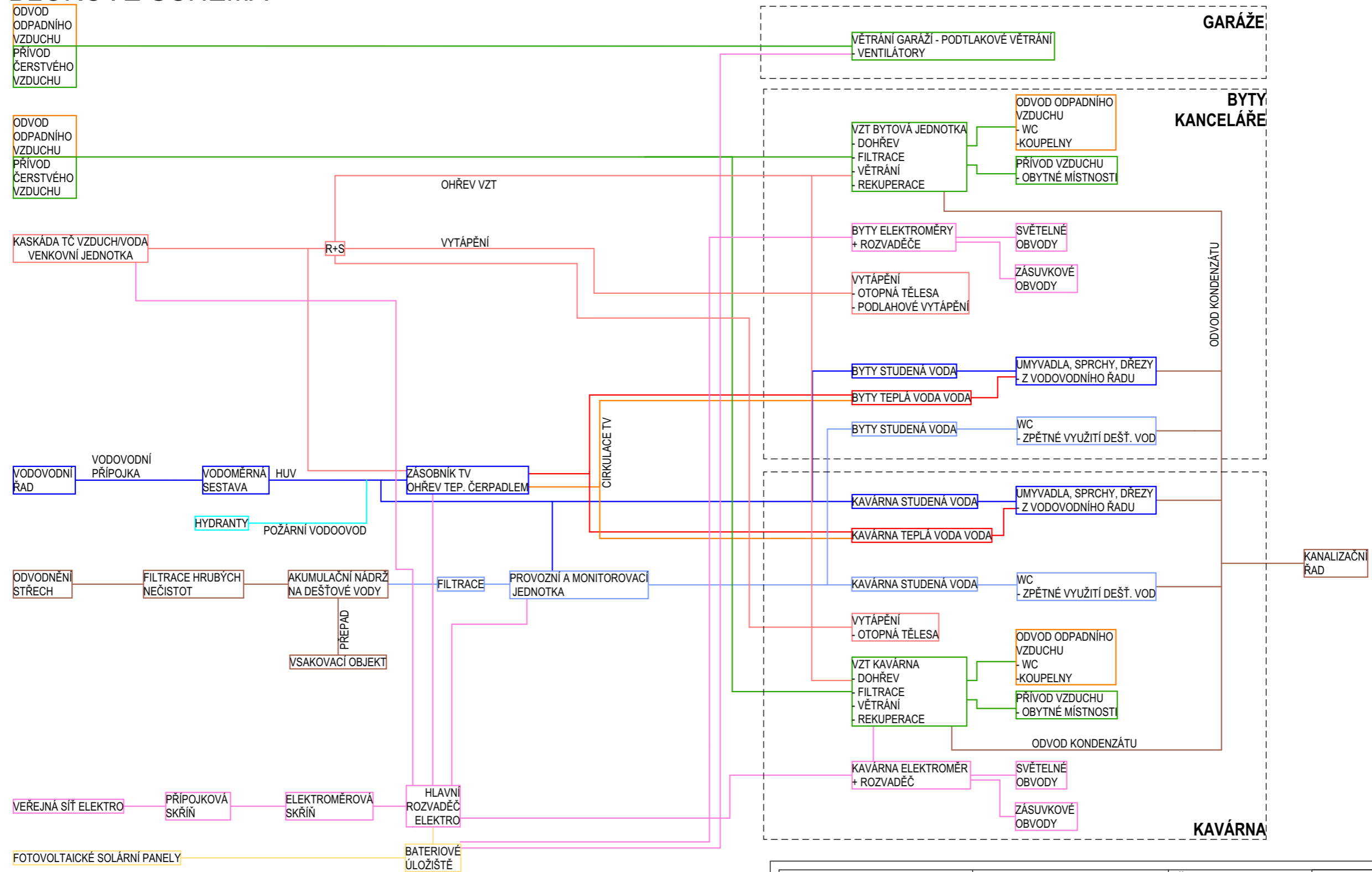
D. PŘÍLOHY K ČÁSTI 1

SEZNAM PŘÍLOH D. PŘÍLOHY K ČÁSTI 1:

Příloha D.01 Koncept – Blokové schéma


Příloha D.02 Koncept – Schematický řez

KONCEPT - BLOKOVÉ SCHÉMA

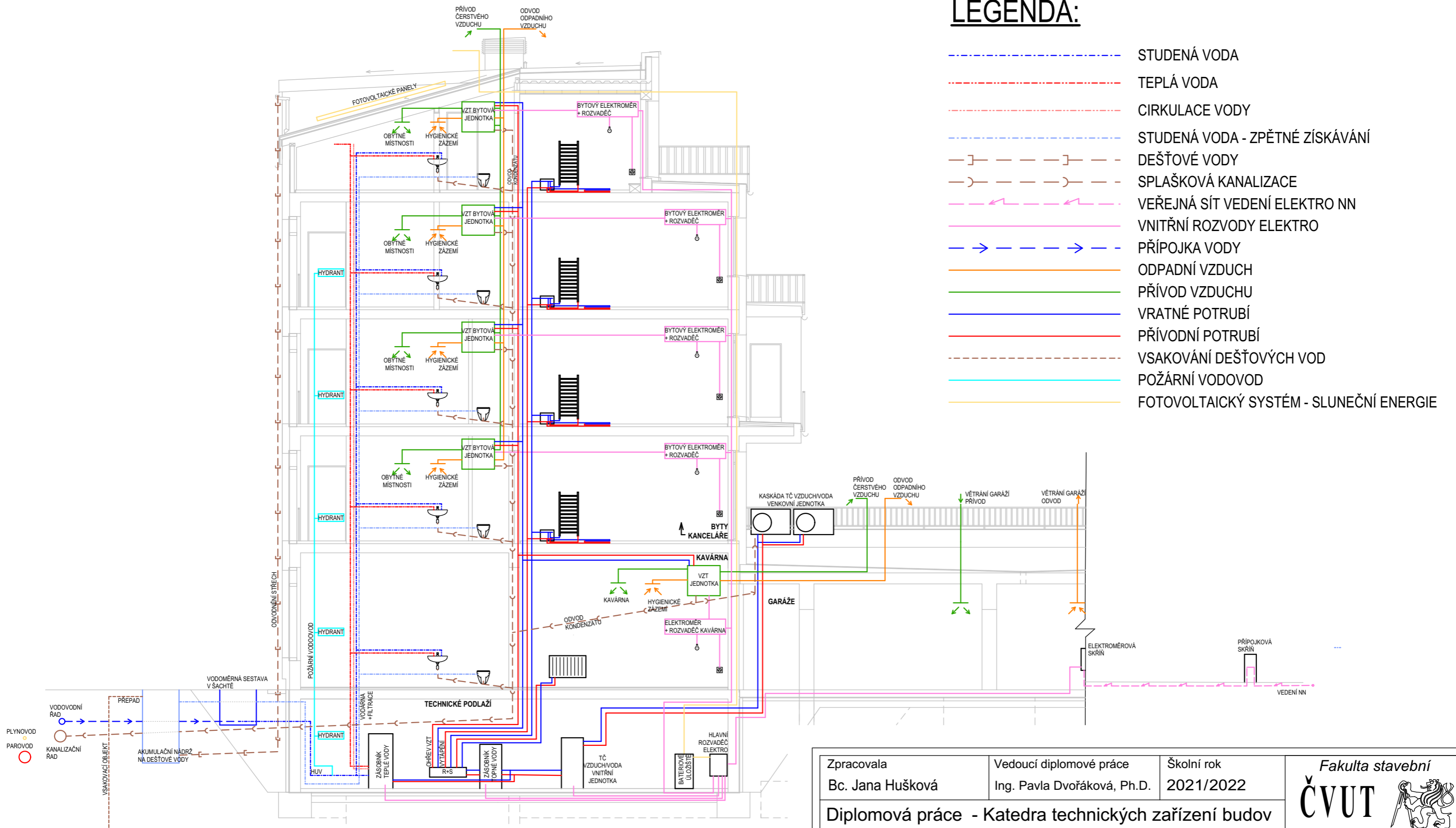


LEGENDA:

— STUDENÁ VODA	— DEŠŤOVÉ VODY
— TEPLÁ VODA	— SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
— CÍRKULACE VODY	— ROZVODY ELEKTRO
— STUDENÁ VODA - ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ	— VZDUCHOTECHNIKA
— POŽÁRNÍ VODOVOD	— VYTÁPĚNÍ
	— SYSTÉM FOTOVOLTAIKY - SLUNEČNÍ ENERGIE

Zpracovala Bc. Jana Hušková	Vedoucí diplomové práce Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.	Školní rok 2021/2022	<i>Fakulta stavební</i> ČVUT 	
Diplomová práce - Katedra technických zařízení budov			Datum	12/2021
Vytápění bytového domu			Meřítka	
			Číslo výkresu	D.01
Příloha: KONCEPT - BLOKOVÉ SCHÉMA			Konzultantka Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.	

KONCEPT - SCHEMATICKÝ ŘEZ



LEGENDA:

- - - - - STUDENÁ VODA
- - - - - TEPLÁ VODA
- - - - - CIRKULACE VODY
- - - - - STUDENÁ VODA - ZPĚTNÉ ZÍSKÁVÁNÍ
- - - - - DEŠŤOVÉ VODY
- - - - - SPLAŠKOVÁ KANALIZACE
- - - - - VEŘEJNÁ SÍŤ VEDENÍ ELEKTRO NN
- - - - - VNITŘNÍ ROZVODY ELEKTRO
- - - - - PŘÍPOJKA VODY
- - - - - ODPADNÍ VZDUCH
- - - - - PŘÍVOD VZDUCHU
- - - - - VRATNÉ POTRUBÍ
- - - - - PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- - - - - VSAKOVÁNÍ DEŠŤOVÝCH VOD
- - - - - POŽÁRNÍ VODOVOD
- - - - - FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM - SLUNEČNÍ ENERGIE

Zpracovala Bc. Jana Hušková	Vedoucí diplomové práce Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.	Školní rok 2021/2022	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra technických zařízení budov			Datum 12/2021
Název: <h2 style="margin: 0;">Vytápění bytového domu</h2>			Meřítko 1:100, 1:50
			Číslo výkresu D.02
Příloha: KONCEPT - SCHEMATICKÝ ŘEZ			Konzultantka Ing. Pavla Dvořáková, Ph.D.