

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE  
**3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

*Ústav hygieny*



**Marie Kuklová**

**Koncentrace CO<sub>2</sub> ve zdravotnickém zařízení**

*CO<sub>2</sub> concentrations in health care facility*

*Bakalářská práce*

Praha, červen 2017

Autor práce: Marie Kuklová

Studijní program: Veřejné zdravotnictví

Bakalářský studijní obor: Specializace ve zdravotnictví

Vedoucí práce: **RNDr. Sylva Rödlová, Ph.D.**

Pracoviště vedoucího práce: **Ústav hygieny 3. LF**

Předpokládaný termín obhajoby: 28. 6. 2017

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Koncentrace CO<sub>2</sub> ve zdravotnickém zařízení“ vypracovala samostatně a použila výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má bakalářská práce byla používána ke studijním účelům.

Prohlašuji, že odevzdaná tištěná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do Studijního informačního systému – SIS 3. LF UK jsou totožné.

V Praze dne 6. 6. 2017

---

Jméno a příjmení studenta

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala především vedoucí moji bakalářské práce RNDr. Sylvě Rödlové, Ph.D. za ochotu a pomoc při přesunu měřících přístrojů, odborné vedení, trpělivost, vstřícnost, cenné rady a připomínky při konzultacích.

Dále bych ráda poděkovala personálu FNKV za vstřícný přístup i MUDr. Václavě Ryantové za pomoc při realizaci měření a poskytnutí materiálů.

V neposlední řadě bych také ráda poděkovala Ing. Janu Beranovi za odbornou pomoc při realizaci půdorysných schémat.

## Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>8</b>
<b>1 Vnitřní ovzduší</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1 Specifika ve zdravotnickém zařízení</b> .....	<b>11</b>
1.1.1 Zdravotní péče .....	11
1.1.2 Hygiena provozu .....	12
1.1.3 Požadavky na provoz.....	12
1.1.4 Vybavení zdravotnického zařízení.....	12
1.1.5 Zdravotnický pracovník a lékař .....	13
1.1.6 Práce ve zdravotnictví .....	13
1.1.7 Nemoci z povolání u zdravotníků.....	13
1.1.8 Nozokomiální nákazy .....	13
1.1.8.1 Respirační nákazy .....	14
1.1.8.1.1 Bakteriální onemocnění přenášené vzduchem.....	14
1.1.8.1.2 Virová onemocnění přenášená vzduchem.....	15
<b>1.2 Faktory vnitřního ovzduší</b> .....	<b>15</b>
1.2.1 Biologické a mikrobiologické faktory .....	16
1.2.1.1 Bakterie .....	16
1.2.1.2 Viry .....	17
1.2.1.3 Plísně .....	17
1.2.1.4 Roztoči.....	18
1.2.2 Chemické faktory .....	18
1.2.2.1 Anorganické látky.....	18
1.2.2.1.1 Oxid dusičitý .....	18
1.2.2.1.2 Oxid uhelnatý .....	19
1.2.2.1.3 Oxid siřičitý .....	20
1.2.2.2 Těkavé organické látky.....	20
1.2.2.2.1 Benzen .....	21
1.2.2.2.2 Formaldehyd .....	21
1.2.2.2.3 Polycyklické aromatické uhlovodíky .....	22
1.2.2.3 Prach.....	23
1.2.2.3.1 Azbest .....	24
1.2.2.4 Cigaretový kouř .....	24
1.2.3 Fyzikální faktory .....	25
1.2.3.1 Teplota .....	25
1.2.3.2 Vlhkost.....	25
1.2.3.2.1 Absolutní vlhkost vzduchu .....	26
1.2.3.2.2 Maximální vlhkost vzduchu .....	26
1.2.3.2.3 Relativní vlhkost vzduchu .....	26
1.2.3.3 Rychlost proudění vzduchu .....	26
1.2.3.4 Tlak vzduchu.....	27
1.2.4 Sociální a psychické vlivy.....	27

<b>2</b>	<b>Oxid uhličitý .....</b>	<b>28</b>
2.1	Vznik a výskyt CO <sub>2</sub> .....	28
2.2	Vlastnosti CO <sub>2</sub> .....	28
2.3	Využití CO <sub>2</sub> .....	29
2.4	Koncentrace CO <sub>2</sub> .....	29
2.4.1	Zvýšené koncentrace CO <sub>2</sub> .....	29
2.4.2	Snížené koncentrace CO <sub>2</sub> .....	30
2.4.3	Opatření snižování koncentrace CO <sub>2</sub> .....	30
2.4.4	Účinky na zdraví .....	30
<b>3</b>	<b>Větrání .....</b>	<b>31</b>
3.1	Přirozené větrání .....	31
3.2	Mechanické větrání.....	33
3.2.1	Nucené větrání.....	34
3.2.2	Klimatizace .....	34
3.3	Požadavky na větrání .....	34
<b>4</b>	<b>Legislativa ČR pro ukazatele vnitřního ovzduší .....</b>	<b>36</b>
4.1	Vyhláška č. 20/2012 Sb. ....	36
4.2	Vyhláška č. 6/2003 Sb. ....	36
<b>5</b>	<b>Praktická část .....</b>	<b>38</b>
5.1	Stanovení cíle práce .....	38
5.2	Metodika práce.....	38
5.2.1	Průběh měření .....	39
5.2.2	Umístnění měřicích přístrojů .....	40
5.2.3	Doba měření.....	40
5.2.4	Zpracování formulářů a půdorysných schémat .....	41
5.2.5	Zpracování naměřených dat .....	42
5.3	Analýza výsledků.....	43
5.3.1	Výsledky jednotlivých klinik .....	43
5.3.1.1	Dermatovenerologická klinika .....	44
5.3.1.1.1	Čekárna.....	44
5.3.1.1.2	Denní místnost .....	45
5.3.1.1.3	Lůžkový pokoj.....	47
5.3.1.2	Klinika dětí a dorostu .....	48
5.3.1.2.1	Čekárna.....	48
5.3.1.2.2	Denní místnost .....	50
5.3.1.2.3	Lůžkový pokoj.....	51
5.3.1.3	Léčebna pro dlouhodobě nemocné .....	53
5.3.1.3.1	Jídelna.....	53
5.3.1.3.2	Denní místnost .....	54
5.3.1.3.3	Lůžkový pokoj.....	56
5.3.1.4	Oftalmologická klinika .....	57

5.3.1.4.1	Čekárna.....	57
5.3.1.4.2	Denní místnost .....	59
5.3.1.4.3	Lůžkový pokoj .....	60
5.3.2	Srovnání naměřených dat jednotlivých místností .....	62
5.3.2.1	Čekárny a jídelna .....	62
5.3.2.2	Denní místnosti .....	63
5.3.2.3	Lůžkové pokoje.....	63
5.3.3	Srovnání naměřených dat podle indikátorů .....	64
5.3.3.1	Koncentrace CO <sub>2</sub> .....	65
5.3.3.2	Relativní vlhkost .....	66
5.3.3.3	Teplota .....	67
	<b>Diskuze .....</b>	<b>68</b>
	<b>Závěr .....</b>	<b>70</b>
	<b>Souhrn .....</b>	<b>72</b>
	<b>Summary .....</b>	<b>74</b>
	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>75</b>
	<b>Internetové zdroje .....</b>	<b>79</b>
	<b>Seznam použitých zkratk.....</b>	<b>80</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>81</b>
	<b>Seznam grafů .....</b>	<b>82</b>
	<b>Seznam příloh.....</b>	<b>84</b>
	<b>Přílohy .....</b>	<b>85</b>

## Úvod

Bakalářská práce se zaměřuje na koncentrace oxidu uhličitého ve vnitřním ovzduší zdravotnického zařízení společně s jinými hodnotami mikroklimatických podmínek, tj. vlhkost a teplota.

Cílem práce je zjistit změny koncentrace oxidu uhličitého v závislosti na počtu měření v určité sezóně (topné či netopné). Dále se bude práce zabývat jednotlivým porovnáváním a analýzou dat měřených místností sledovaných klinik a vzájemně jimi napříč. Naměřená data budou srovnána se stanovenými hodnotami koncentrací oxidu uhličitého ve vyhlášce č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby. Zároveň se tato práce bude zaměřovat na hodnoty dalších měřených mikroklimatických podmínek, tj. teplota a relativní vlhkost vzduchu, a bude je porovnávat s limity stanovenými vyhláškou č. 6/2003 Sb. Pro úplnost naměřených dat představí tabulky podle jednotlivých ukazatelů a poukáže na zajímavé statistické hodnoty. Pro následnou diskuzi a úvahy budou dále zaznamenány do formuláře typy a orientace oken ve vazbě na velikost a patro dané místnosti v souvislosti s počtem v nich se vyskytujícími osobami.

Měření byla prováděna na čtyřech vybraných klinikách Fakultní nemocnice Královské Vinohrady v jejich jednotlivých vzájemně odlišných třech typech místností (čekárny, denní místnosti a lůžkové pokoje).

Téma této bakalářské práce jsem si zvolila zejména proto, že je aktuální a stále diskutované, a to nejen širokou veřejností, ale i samotnými odborníky na problematiku vnitřního ovzduší. Koncentrace oxidu uhličitého má vliv na naše zdraví, na kvalitu spánku, pohodu i pracovní výkon, proto se tomuto tématu chci ve své práci věnovat a dále se pokusím zanalyzovat kvalitu vnitřního ovzduší v odlišných místnostech (tj. pro odpočinek zdravotních pracovníků, pro rekonvalescenci pacientů i místo pro čekání na zdravotnickou péči) ve zdravotnických zařízeních.



Bakalářská práce je rozdělená na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá vnitřním ovzduším a jeho možným mikrobiologickým a biologickým, chemickým a fyzikálním znečištěním. Druhá kapitola pojednává o samotném oxidu uhličitém, v další kapitole se věnují větrání v budovách a jeho možným typům a závěr teoretické části se zaměřuje na legislativu týkající se vnitřního ovzduší.

V praktické části je popsána metodika měření, zpracování a porovnávání naměřených dat a jejich vyhodnocení. Závěr praktické části analyzuje, zhodnocuje a zdůvodňuje zjištěné výsledky.

## 1 Vnitřní ovzduší

Vnitřní ovzduší je definováno jako ovzduší, které se nachází ve vnitřních prostorách budov, tedy není přímo spojené s vnějším. Může být ovlivněno biologickými, chemickými, fyzikálními a psychickými faktory. Podle různých charakteristik interiérů jej lze rozdělit do několika specifických prostředí: obytné, pracovní, pobytové a ostatní specifické (SZÚ, 2007). Některé zdroje uvádí, že ve vnitřním prostředí člověk denně tráví 80 - 90 % času (NYSERDA).

Největší část vnitřních prostor zaujímá obytné prostředí. Z převážné většiny je určené k trvalému anebo přechodnému bydlení. Specifičnost obytného prostředí spočívá v tom, že člověk v nich tráví převážnou většinu svého času. Do této kategorie patří rodinné a bytové domy.

Pracovní prostředí je jedno z dalších míst, kde se člověk zdržuje a vykonává své povolání. I toto prostředí má svá specifika. Pro každé pracoviště platí různé podmínky pro výkon dané práce. Každá práce spadá do jedné či dvou ze čtyř různých kategorizací prací dané zákonem č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.

Pobytové prostory podle § 13 zákona č. 258/2000 Sb. ve znění novely č. 471/2005 Sb., jsou vymezeny jako zařízení, kde na plochu připadá více osob. Pod tento paragraf spadá zařízení škol, staveb zotavovacích akcí, zdravotnická zařízení, zařízení sociálních služeb, obchody a další.

K ostatním specifickým prostředím se řadí vnitřní ovzduší dopravních prostředků. Základním charakteristickým rysem je výskyt výfukových emisí z motorových vozidel, jakými jsou například: autobusy, auta, vlaky, tramvaje, letadla, lodě a jiné (SZÚ, 2007).

Dlouhodobý pobyt strávený v interiéru může znamenat větší zdravotní riziko než pobyt ve znečištěném venkovním ovzduší, a to i v průmyslových oblastech přeplněných měst (NYSERDA).

Problémy s kvalitou vnitřního ovzduší se řadí mezi významné rizikové faktory pro zdraví člověka. Tyto okolnosti mají vliv na skupiny obyvatelstva, které jsou obzvláště vnímavé nejen ke svému zdravotnímu stavu, ale i k věku (WHO, 2009)

## **1.1 Specifika ve zdravotnickém zařízení**

Zdravotnickým zařízením podle § 4, odst. 1, zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách, „se rozumí prostory určené pro poskytování zdravotních služeb“ (372/2011 Sb., 2011).

Zdravotnické zařízení podle § 13 zákona č. 258/2000 Sb. ve znění novely č. 471/2005 Sb. se řadí do pobytových prostor (SZÚ, 2007).

Zdravotnické zařízení se od jiných vnitřních prostředí liší např. vysokým výskytem patogenů tzv. mikrobiologická kontaminace a následné šíření nozokomiálních (nemocničních) nemocí (Bencko, 1998). Více o nozokomiálních nákazách je pojednáno v kapitole 1.1.8.

### **1.1.1 Zdravotní péče**

Podle § 2 odstavce 4 zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách, se rozumí zdravotní péčí:

*„a) soubor činností a opatření prováděných u fyzických osob za účelem*

- 1. předcházení, odhalení a odstranění nemocí, vady nebo zdravotního stavu (dále jen „nemoc“),*
- 2. udržení, obnovení nebo zlepšení zdravotního a funkčního stavu,*
- 3. udržení a prodloužení života a zmírnění utrpení,*
- 4. pomoci při reprodukci a porodu,*
- 5. posuzování zdravotního stavu,*

*b) preventivní, diagnostické, léčebné, léčebně rehabilitační, ošetrovatelské nebo jiné zdravotní výkony prováděné zdravotnickými pracovníky (dále jen „zdravotní výkon“) za účelem podle písmene a).“ (372/2011 Sb., 2011).*

Zdravotní péče je součástí jakéhokoliv zdravotnického zařízení popřípadě zdravotnické organizace či instituce. Představuje veškerou činnost v péči o zdraví nemocného či zdravého jedince.

### **1.1.2 Hygiena provozu**

V každém zdravotnickém zařízení nebo ústavu sociální péče s lůžkovým oddělením je zapotřebí zřídit samostatný útvar nebo oddělení nemocniční hygieny a epidemiologie pod vedením nemocničního hygienika. Jeho hlavním úkolem je zajistit hygienické a protiepidemické požadavky na zdravotnický chod dané nemocnice či zdravotnického zařízení. V neposlední řadě musí vytvořit zdravé pracovní podmínky a pracovní pohodu pro personál (Podstatová, 2002).

### **1.1.3 Požadavky na provoz**

Požadavky na provoz ve zdravotnickém zařízení se zaměřují na tři hlavní cíle: ochrana pacienta před nozokomiálními nákazami, ochrana zdraví při práci zdravotnického personálu a ochrana pacienta před dalšími nežádoucími vlivy prostředí, kam patří ochranně-léčebný režim. Společně s hygienickými opatřeními úzce souvisí i vlastní provoz a přístrojové a materiálové vybavení pracovišť (Podstatová, 2002).

### **1.1.4 Vybavení zdravotnického zařízení**

Vyhláška č. 92/2012 Sb., o požadavcích na minimální technické a věcné vybavení zdravotnických zařízení a kontaktních pracovišť domácí péče, stanoví obecné požadavky na vybavení zdravotnického zařízení, tj. ambulantní, jednodenní, lůžkové a lékárenské péče, zdravotnické dopravní služby, zdravotnické záchranné služby, přepravy pacientů neodkladné péče a kontaktních pracovišť domácí péče. Dále v příloze č. 1 vyhlášky č. 92/2012 Sb., se uvádí v § 2 odstavci 2 písmena e) že musí být vybavené zdravotnické zařízení systémem vytápění a systémem přirozeného nebo nuceného větrání (92/2012 Sb., 2012). V kapitole č. 3 je vysvětlen rozdíl mezi nucenou a přirozenou ventilací.

### **1.1.5 Zdravotnický pracovník a lékař**

Zdravotnický pracovník je fyzická osoba, která vykonává svou zdravotnickou profesi ve zdravotnickém zařízení (96/2004 Sb., 2004).

Lékař je fyzická osoba, která absolvovala šestileté magisterské studium, oboru všeobecného lékařství na lékařské fakultě (95/2004 Sb, 2004).

### **1.1.6 Práce ve zdravotnictví**

Práce ve zdravotnictví se řadí k rizikovým podle § 39 odstavce 1 zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně zdraví: *„Rizikovou prací, kterou se pro účely tohoto zákona rozumí práce, při níž je nebezpečí vzniku nemoci z povolání nebo jiné nemoci související s prací, je práce zařazená do kategorie třetí a čtvrté a dále práce zařazená do kategorie druhé, o níž takto rozhodne příslušný orgán ochrany veřejného zdraví nebo tak stanoví zvláštní právní předpis.“* (258/2000 Sb., 2000). Z toho vyplývá, že práce ve zdravotnictví v některých případech může být životu ohrožující např. při poranění infikovaným předmětem.

### **1.1.7 Nemoci z povolání u zdravotníků**

Nemoci z povolání u zdravotníků se zařazují do skupiny profesionálních nákaz. Postupem let se spektrum těchto nemocí mění v závislosti na zavedení očkování a aktivní imunizace. Onemocnění způsobená při výkonu povolání u pracovníků ve zdravotní a sociální péči za rok 2015 jsou nejčastěji přenosné a parazitární nemoci, tj. svrab, hepatitidy a tuberkulóza (SZÚ, 2016).

### **1.1.8 Nozokomiální nákazy**

V souvislosti s pobytem nebo s prováděním zákroků ve zdravotnickém zařízení (ambulantní i lůžkové provozy) za určitých podmínek může vzniknout nemocniční (nozokomiální) nákaza, která postihuje pacienty (Podstatová, 2002; Bencko, 2006).

Nákazy se dělí dle původu na exogenní a endogenní. Exogenní (vnější) nákaza je vnesena do organismu z venkovního prostředí (může jím být i jiná osoba) (Bencko, 2006). Endogenní (vnitřní) vypovídá o zavlečení infekce z osídleného systému do jiného, sobě vlastního, systému (např. do rány). Z toho vyplývá, že člověk je sám pro sebe zdrojem nákazy (Göpferová et al., 2002).

V roce 1984 se uskutečnila národní prevalenční studie nozokomiálních nákaz v ČR, kde bylo sledováno 12 260 pacientů a z toho onemocnělo 751. Tato studie ukázala jejich prevalenci 6,1 %. Nejčastěji se nemocniční infekce vyskytují na operačních odděleních s prevalencí 8,2 %. Více než 10 % prevalence je přítomna na všech zákrokových i nezákrokových odděleních na urologii, ARO, rehabilitačním, ortopedii, chirurgii a traumatologii (Šrámková, 1995).

#### **1.1.8.1 Respirační nákazy**

Onemocnění respiračního systému jsou třetím nejrozšířenějším typem nozokomiálních nákaz. Častěji jsou popisovány nemoci dolních cest dýchacích, kam se řadí pneumonie, která tvoří 10 - 20 % všech nozokomiálních nákaz. Podle studií v ČR se prevalence respiračních nozokomiálních nákaz pohybuje kolem 1,4 % (Šrámková, 1995).

K nejrozšířenějším infekčním onemocněním patří nákazy respiračního systému, protože se snadno a rychle přenáší (Symon, 1988; Šrámková, 1995).

Už na počátku 19. století zavedením hygienických a dezinfekčních postupů ve zdravotnických zařízeních, které brání vzniku onemocnění přenášených vzduchem, zabránili zbytečným přenosům šíření nákaz (Závodská, 2006).

##### **1.1.8.1.1 Bakteriální onemocnění přenášené vzduchem**

Bakteriemi se může nakazit vnímavý jedinec buď kontaktem přímým (s nemocným člověkem) nebo nepřímým při kontaktu s předměty infikovanými bakteriemi nebo pomocí kapének. Při mluvení, kýchání nebo kašláním se vytvářejí

kapénky, které obsahují sekrety, mohou společně s bakteriemi zasychat na předmětech. Člověk může vdechnout infekční prach, který se usadil pomocí kapének na předměty (Závodská, 2006).

Nemoci přenášené vzdušnou cestou pomocí kapének nejčastěji patří nemoci vyvolané streptokoky: spála, angína, zápal plic. K dalším bakteriálním onemocněním způsobených bacily přenášených vzdušnou cestou náleží záškrt, černý kašel a tuberkulóza (Závodská, 2006). K nemocem způsobeným gramnegativními tyčinkami patří legionářská nemoc (Šrámková, 1995).

Legionářská nemoc patří k infekčním onemocněním přenášené především ve zdravotnickém zařízení pomocí pravidelně neudržovaných klimatizačních soustav (Bártová, 2015). Tato nemoc je způsobena bacilem *Legionella pneumophila*. Bakterie se adaptovala na nemocniční prostředí a přežívá v klimatizacích, kde se dostává i do jiných prostor (Bencko, 1998; Šrámková, 1995). Proto je důležité dbát na pravidelnou údržbu a tím lze zabránit dalšímu šíření.

#### 1.1.8.1.2 Virová onemocnění přenášená vzduchem

K virovým onemocněním člověka patří: chřipka, neštovice, zarděnky, spalničky, příušnice, vztekliny, hepatitida, encefalitida a dětská obrna (Závodská, 2006).

## 1.2 Faktory vnitřního ovzduší

Ve vnitřním prostředí mohou být někdy koncentrace některých plynů daleko vyšší než ve venkovním prostředí a to v důsledku ovlivňování některými interními zdroji. Hlavními kontaminanty vnitřního ovzduší mohou být např. stavební materiály, chemické prostředky, životní styl, mikroklimatické faktory (SZÚ, 2007). Jejich zdravotní rizika závisí na délce expozice danými znečišťujícími látkami (WHO, 2009). Můžeme je dělit podle různých faktorů znečištění na biologické, chemické a fyzikální. K celkovému klimatu vnitřního ovzduší se někdy řadí i chování osob v prostorách – vlivy sociální a psychické (Podstatová, 2009).

Tato práce je zaměřená na znečištění vnitřního ovzduší, proto budou v dalších kapitolách zmíněny především biologické, chemické a fyzikální faktory ovlivňující indoor.

### **1.2.1 Biologické a mikrobiologické faktory**

Mikrobiální znečištění je zásadním faktorem znečištění ovzduší interiérů. Způsobují ho stovky druhů bakterií a hub, které přežívají za dostatečné vlhkosti a za nedostatečného větrání ve vnitřním prostředí. Ke specifickým biologickým znečišťujícím látkám se řadí pyl, výtrusy rostlin, alergeny, roztoči, domácí zvířata i mikrobiální prach. Tyto všechny kontaminanty vyvolávají respirační symptomy, alergie, astma a imunologické reakce u vnímavějších jedinců (WHO, 2009).

Mikrobiologické kontaminanty mohou být zdrojem nozokomiálních nákaz ve zdravotnickém zařízení pomocí vzduchotechniky (Bencko, 1998). Blíže o nozokomiálních nákazách je pojednáno v kapitole 1.1.2. Hlavní zdroje biologického a mikrobiálního znečištění v budovách mohou být např. bakterie, houby, prvoci, viry, plísňe, roztoči a endotoxiny (WHO\_2009).

Protože toto téma biologického a mikrobiálního znečištění je velice rozsáhlé, budou v dalších podkapitolách zmíněny jen hlavní kontaminanty ovlivňující vnitřní ovzduší.

#### **1.2.1.1 Bakterie**

Bakterie patří mezi prokaryonta, protože mají prokaryontní typ buňky. Jsou to jednobuněčné organismy bez membránových organel. Dosahují velikosti 1 – 10  $\mu\text{m}$ . Mají různý tvar - kulovitý (koky), řetízkovitý (streptokoky), hroznovitý (stafylokoky), tyčinkovitý (tyčinky), tyčinkovitý řetízkovitý (bacily). Bacily obsahují spory a jsou odolné vůči nepříznivým mikroklimatickým podmínkám (např. vysoká teplota). Schopnost bakterií se rychle dělit a růst v krátkém časovém úseku, tím je jim umožněno rychle se vyvíjet. Postupem času získávají schopnost odolnosti vůči účinkům antibiotik i dalším chemickým látkám (např. dezinfekcím) (Závodská, 2006).



Podle WHO z roku 2009 k hlavním zdrojům znečištění ovzduší v interiérech patří venkovní vzduch, lidé a vnitřní bakteriální růst. Bakterie žijí ve vnitřním prostředí v infikovaném prachu. Za neškodné se považují bakterie pocházející od lidí a z venkovního ovzduší, ale za zdraví rizikové se prokazují ty, které se hromadí nebo aktivně rostou ve vnitřním prostředí. Pro jejich růst vyhovuje většina obytných domů s dostatečnou výživou a mikroklimatickými podmínkami, to přispívá k jejich množení. Studie ukazují, že bakterie se vyskytují společně s houbami ve vlhkých budovách nebo v mokrých stavebních materiálech (WHO, 2009). V kapitole 1.1.7.1.1. je pojednáno o bakteriálních onemocněních ve zdravotnickém zařízení.

#### **1.2.1.2 Viry**

Viry jsou malé nebuněčné částice, které se rozmnožují jen v hostitelské buňce (např. bakterie, sinice, houby). Dosahují velikosti mezi 20 – 300 nm. Tvoří je kapsid - bílkovinný plášť s nukleonovou kyselinou (buď DNA, nebo RNA). Rozmnožují se pouze v hostitelské buňce, stávají se z nich nitrobuněční paraziti (Závodská, 2006).

Viry společně s dalšími kontaminanty přežívají ve vnitřním prostředí a to za dostatečně vysoké vlhkosti vzduchu, tím je větší riziko respiračních infekcí přežívajících ve vzduchu a náhlých projevů alergie (WHO, 2009).

#### **1.2.1.3 Plísně**

Plísně jsou eukaryotické organismy, které nalezneme kdekoliv. Ke svému přežití nepotřebují speciální podmínky. Jsou to nenáročné organismy schopné růst na jakémkoliv materiálu. Do interiérů se mohou dostat prostřednictvím nových materiálů, oblečení i dostatečnou či nedostatečnou ventilací. Plísně produkují alergeny, které mohou přispívat k alergickým respiračním onemocněním především astmatu při vyšších koncentracích až k pneumonii (WHO, 2009). Spory plísní i jejich zárodky mají alergenní a toxické účinky (SZÚ, 2007).

#### **1.2.1.4 Roztoči**

Roztoči (Acarina) patří do kmenu členovců, podkmenu klepítkatců a třídy pavoukovců. Dosahují velikosti několika milimetrů. Jejich tělo je rozdělené na dva celky. První část tvoří krátká hlava s klepítky a makadly a druhý útvar představuje srostlá hrud' se zadečkem, který nese nohy. Roztoči jsou známí jako cizopasnici rostlin a živočichů. Vyskytují se převážně ve vnitřních prostorech, tj. v kobercích a lůžkovinách. Jejich odumřelá kutikula se rozpadá na malé úlomky. Roztoči jsou častými původci alergií a lidí, kteří žijí v prostředí s roztoči a kteří vdechují tento prach, mohou trpět těžkými alergickými dýchacími obtížemi. K nejznámějším skupinám roztočů patří klíšata, zákožky a trudníci (Papáček, 2000). K jejich přežití potřebují více než 45 – 50 % relativní vlhkosti vzduchu v místnosti (WHO, 2009). Opatření vedoucí ke snížení roztočů nebo jejich derivátů ve vnitřním ovzduší patří používání dezinfekčních prostředků a speciálních lůžkovin (Provazník et al., 1996).

#### **1.2.2 Chemické faktory**

Chemické zdroje znečišťující ovzduší budov se dělí podle místa, kde se uvolňují. Buď se zdroje nachází přímo v interiérech, kde také působí, nebo ve venkovním prostředí, ze kterého se šíří do vnitřního prostředí. Rozlišují se na anorganické i organické látky a prachové částice (Bencko, 1998).

##### **1.2.2.1 Anorganické látky**

Anorganické chemické látky přispívají značně k znečištění vnitřních prostor při běžných lidských činnostech jako je například spalování a vaření. K těmto látkám patří nejen oxidy dusíku a síry, ale i uhlíku. V kapitole č. 2. je samostatně pojednáno o oxidu uhličitým jako o hlavní kontaminantě indooru.

###### **1.2.2.1.1 Oxid dusičitý**

Oxid dusičitý ( $\text{NO}_2$ ) je červenohnědý plyn rozpustný v tkáních, má oxidační vlastnosti (Urban, 1995). Při procesech hoření, tj. topení a vaření na plynu, vznikají oxidy dusíku (častěji NO, který se mění na  $\text{NO}_2$ ). Jeho koncentrace

v indooru bývají až desetinásobně vyšší než ve venkovním prostředí a to v důsledku užívání plynových spotřebičů pro vaření, vytápění nebo ohřev teplé vody. Dalším zdrojem oxidu dusičitého jsou emise z aut, které se dostávají z venkovního do vnitřního ovzduší, a také bývá součástí smogu. Běžné koncentrace v prostředí bytů se pohybují kolem 100 – 400  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a mohou mít nepříznivý vliv na zvýšení výskytu bakteriálních respiračních onemocnění a snížení imunity. Dráždí dolní cesty dýchací a při koncentracích vyšších než 4000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  poškozuje plicní funkce. Při těžších expozicích (560 000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pronikají oxidy dusíku do krve, kde působí oxidaci dvojmocného na trojmocné železo za vzniku methemoglobinu. Při těchto stavech může docházet až k edému plic. K bezpečnostním opatřením vedoucím ke snížení koncentrací  $\text{NO}_2$  patří dostatečné větrání, používání digestoří při vaření, výměna plynových spotřebičů za elektrické, katalyzátory v automobilech a omezování dopravy v hustě obydlených městech (Bencko, 1998; Provazník et al., 1996).

#### 1.2.2.1.2 Oxid uhelnatý

Oxid uhelnatý (CO) je velice toxický, reaktivní a bezbarvý plyn bez chuti a zápachu. Oproti  $\text{CO}_2$  vzniká při nedokonalém spalování (Bencko, 1998). Jeho zdrojem v bytech bývají tělesa v neudržovaných komínech, obzvláště ve starších budovách, kamna na pevná paliva, krby, plynový sporák bez odvětrávání a garáže (Provazník et al., 1996). Má redukční účinky a jeho reaktivita je vyšší než u oxidu uhličitého. Váže se na krevní hemoglobin a dává vzniku karboxyhemoglobinu (COHb), který svou toxicitou ničí krevní oběh (Urban, 1995). Pokud jsou koncentrace mezi 5 – 10 % COHb v krvi, mají za následek poruchy vidění

a senzomotoriky. Jestliže jsou vyšší koncentrace mezi 40 – 50 % COHb v krvi, značí bolesti hlavy, mdloby a kolaps. Rychlá smrt nastává při 80 % COHb v krvi (Provazník et al., 1996). Už koncentrace COHb vyšší než 10 % mají za následek akutní otravy. Otravy CO se dělí do několika fází podle délky expozice a koncentrace. U těžkých otrav spojených s dlouhodobým bezvědomím je postižen kardiovaskulární a centrální nervový systém (Bencko, 1998).

Mezi opatření vedoucí k snížení oxidu uhelnatého patří odvětrání prostor, kde vzniká CO např. kuchyň, používání digestoří, nebo výměna kamen na pevná paliva za jiný druh vytápění, nebo náhrada plynových za elektrické spotřebiče (Provazník et al., 1996).

#### 1.2.2.1.3 Oxid siřičitý

Oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>) je bezbarvý plyn rozpustný ve vodě, palčivého zápachu s dráždivými a žíravými účinky. Vyskytuje se v sopečných plynech (Urban, 1995). Oxid siřičitý patří mezi nepřímé zdroje vnitřního prostředí, protože jeho koncentrace se především pohybují ve venkovním ovzduší jako součást smogu. Do interiérů se dostává větráním (Bencko, 1998). V ojedinělých případech jsou zdrojem SO<sub>2</sub> v indooru například domácí topeniště a kamna na uhlí, petrolej nebo na naftu (Provazník et al., 1996). Oxid siřičitý má podobné účinky jako oxid dusičitý, který poškozuje horní dýchací cesty. Způsobuje problémy osobám s chronickými chorobami dýchacího a kardiovaskulárního systému, malým dětem a starým lidem (Bencko, 1998). Dráždivý účinek SO<sub>2</sub> se projevuje kašlem, snížením plicních funkcí u astmatiků a zvýšenou nemocností na respirační infekce. K bezpečnostním opatřením vedoucím ke snížení koncentrací oxidu siřičitého patří zamezení vytápění domácností pevnými nebo pohonnými hmotami. Zároveň se snižováním koncentrací CO a NO<sub>2</sub> klesá i oxid siřičitý (Provazník et al., 1996).

#### 1.2.2.2 Těkavé organické látky

Těkavou organickou látkou, volatile organic compound, zkráceně VOC, se rozumí podle § 2 odstavce m) „*jakákoli organická sloučenina nebo směs organických sloučenin, s výjimkou methanu, která při teplotě 20 °C má tlak par 0,01 kPa nebo více nebo má odpovídající těkavost za konkrétních podmínek jejího použití.*“ (201/2012 Sb., 2012). Zdroje VOC se nachází v interiérech především v produktech hoření a kouření cigaret, dále v nábytku, kobercích, těsněních, čisticích prostředcích, barvách, nátěrech a v kosmetice (např. deodoranty, laky), osvěžovačích, vonných olejích, pesticidech i ve stavebních materiálech.

Jejich koncentrace nejsou příliš vysoké, ale i přesto nebezpečné (Bencko, 1998). V domácnostech se běžně vyskytuje až 50 chemických sloučenin a 10 z nich má prokázané nebezpečné zdravotní účinky na člověka (Provazník et al., 1996). VOC se dělí podle svých účinků na čtyři základní skupiny: akutní dráždivé, karcinogenní, neurobehaviorální, hepatotoxické a nefrotoxické účinky. Při vyšších koncentracích způsobují bolesti hlavy, mdloby, závratě, malátnost, nevolnost, akutní podráždění očních spojivek a respiračního systému. Tyto projevy mohou odeznít, pokud je snížena nebo úplně ukončena expozice těchto látek (Šuta, 2010). Opatření vedoucí k snižování koncentrací VOC je režimové opatření ke snižování emisí, dostatečné větrání při práci se zdroji (např. barvy, náteře) nebo odstranění zdroje (Provazník et al., 1996).

#### 1.2.2.2.1 Benzen

Benzen ( $C_6H_6$ ) je hořlavá, bezbarvá, karcinogenní kapalina příjemné vůně. Patří k nejvýznamnějším monocyklickým aromatickým uhlovodíkům. Slouží jako surovina, ze které se vyrábí léčiva, barviva a mnoho dalších organických sloučenin (Urban, 1995; Pacák, 2010). Hlavním zdrojem benzenu jsou vypařované emise z dopravy během manipulace s dopravními prostředky. Běžné koncentrace  $C_6H_6$  v ovzduší obytných oblastí jsou mezi 3 – 30  $\mu g/m^3$  podle hustoty dopravy (Šuta, 2010). Vyšší expozice mohou způsobovat bolesti hlavy, únavu, závrať a zvracení (Provazník et al., 1996). Má narkotické účinky, tlumí tvorbu kostní dřevě a tím přispívají k poruchám krvetvorby, které mohou vést až k nádorovému onemocnění – leukémii (Urban, 1995). K režimovým opatřením snižující koncentrace benzenu patří snižování emisí z dopravních prostředků (Provazník et al., 1996).

#### 1.2.2.2.2 Formaldehyd

Formaldehyd (HCHO,  $CH_2O$ ), neboli methanal, je bezbarvý, zápachající, dráždivý plyn lehce rozpustný ve vodě. Patří k derivátům karbonylových sloučenin a je považován za nejjednodušší aldehyd. Formaldehydový 35 – 40 % roztok se nazývá formalin, slouží k dezinfekčním účelům i ke konzervaci anatomických

preparátů (Urban, 1995; WHO, 2010). Ve vnitřním prostředí bytů je hlavním zdrojem formaldehydu použité stavební materiály, nábytek, koberce, podlahoviny, kosmetické a dezinfekční prostředky. Spalování uhlí, kouření a hoření plynu je také zdrojem methanalů. Přítomnost formaldehydu ve vnitřním ovzduší lze postřehnout čichem pro jeho štiplavý zápach uvolňovaný z nábytku, proto se považuje za nejnebezpečnější škodlivinu v indooru (Provazník et al., 1996). Další širokospektré využití HCHO zaujímá v průmyslovém odvětví, kde se používá k výrobě produktů z plastů, laků, barev, dřeva (překližky, dřevotřískové desky), bakelitu – fenolformaldehydových pryskyřic. Uvolňováním z podlahových krytin a nábytku může způsobovat zdravotní problémy (Urban, 1995; Nielsen et al., 2016). Ve vnitřním prostředí se běžně pohybují koncentrace formaldehydu v rozmezí od 5 do 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Podle WHO z roku 2016 jsou stanoveny hodnoty HCHO v maximální přípustné výši 0,1  $\text{mg}/\text{m}^3$  v třicetiminutovém intervalu ve vnitřním ovzduší (Nielsen et al., 2016). Má mutagenní, karcinogenní a dráždivé účinky, může způsobit alergii (Pacák, 2010; Urban, 1995). Formaldehyd vyvolá při vyšších expozicích pálení sliznic a očí, suchost v krku až kašel nebo také svědění kůže. K doprovodným příznakům nadýchání HCHO patří únava, bolesti hlavy, nespavost, mrzutost až deprese (Bencko, 1998). Byla prokázána souvislost mezi vysokými expozicemi formaldehydu a výskytem rakoviny nosohltanu a leukémie (Nielsen, a další, 2016). K opatřením vedoucím ke snižování formaldehydu v ovzduší patří kontrola jeho zdrojů (např. dezinfekčních prostředků a nábytku) a postupné zabraňování používání materiálů s HCHO. Dalším opatřením jsou podle WHO stanovené hodnoty formaldehydu (viz výše) v interiérech a v individuálních případech doporučené větrání, omezení dřevotřískového nábytku a nepřetápění v bytů (Provazník et al., 1996).

#### 1.2.2.2.3 Polycyklické aromatické uhlovodíky

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) neboli polycyklické areny mají dva a více benzenových jader, které mohou být na sebe navázány jednoduchou vazbou nebo se těsně dotýkají, jedná se o jádra kondenzovaná. Tyto sloučeniny obsahují pouze uhlík a vodík. K nejznámějším aromatickým uhlovodíkům s více

jak jedním jádrem patří například: bifenyl, naftalen, antracen, tetracen a benzoapyren (Urban, 1995; WHO, 2010). Zdroji polycyklickými aromatickými uhlovodíky ve vnitřním prostředí jsou široce rozšířené látky znečišťující životní prostředí, které se vytvářejí při spalování uhlíkatých materiálů při vysoké teplotě. Vnitřní vzduch je kontaminován PAU, které přicházejí nejen z infiltrace nebo vniknutím venkovního vzduchu, ale i z vnitřních emisních zdrojů jako např. kouření, vaření, vytápění kamny a otevřenými krby, pálení kadidla a svíček (WHO, 2010). Do lidského organismu polycyklické aromatické uhlovodíky se dostávají stravou z přepálených tuků. U těchto látek se stanovují dohromady jejich směsi pro určení zdravotního rizika (Bencko, 1998). Řada z nich je prokázána svými mutagenními a karcinogenními účinky (Šuta, 2010). Bylo prokázáno, že expozice vyšší než  $1,0 \text{ ng/m}^3$ , poškozují DNA. Mohou vést k rakovině plic, močového měchýře, prsu i k ischemické chorobě srdeční. Protože existují dostatečné důkazy, že některé PAU jsou genotoxické karcinogeny, nelze stanovit prahovou hodnotu, proto se všechny vnitřní expozice považují za zdraví škodlivé (WHO, 2010).

### **1.2.2.3 Prach**

Prach patří ke klíčovým kontaminantům vnitřního prostředí, tvoří soubor všech pevných částic o různé velikosti. Prašnost je vnímána společností jako limitující faktor kvality vnitřního ovzduší. Částice větší než  $5 \mu\text{m}$  se usazují v horních cestách dýchacích, respirabilní částice jsou v rozmezí od  $0,1$  do  $5 \mu\text{m}$  a částice menší než  $0,1 \mu\text{m}$  se snadno vydýchají, protože se chovají jako plynné částice. Respirabilními částicemi se označuje prach vláknitého charakteru, který představuje rizikovou znečišťující látku v ovzduší. Na tyto vlákna nabalují další vlákenka menších průměrů. Hlavním představitelem těchto hlavních respirabilních částic je azbest (Bencko, 1998). U disponovaných jedinců se mohou projevit alergické reakce, především astma. Opatření vedoucí ke snižování domácího prachu je jeho pravidelné odstraňování, snížení množství možných rezervoárů, tj. textilií, časté větrání a nepřetápění bytů (Provazník et al., 1996).

Znečištění prachem představuje nejen chemické, ale i biologické kontaminanty (např. plísňe, roztoči), o nich je pojednáno v kapitole 1.2.1. Biologické faktory.

#### 1.2.2.3.1 Azbest

Azbestové vlákno dosahuje velikosti jednotek mikrometrů fyzikálního působení. (Bencko, 1998). Zdrojem azbestu jsou vinyl-azbestové podlahy, azbesto-cementové desky, tepelné nebo elektrické izolace v domácnostech. K uvolňování azbestových vláken dochází při jakékoliv manipulaci se zdroji azbestu. Jeho náhrady jsou uměle vyráběná minerální vlákna, která jsou oproti azbestu zdraví neškodná, a k nim patří materiály vyráběné z křemíku, hliníku a boru (Provazník et al., 1996). Azbest má karcinogenní účinky. Po dlouhé expozici a následně dlouhé latenci se mohou tyto účinky projevit vznikem karcinomu plic nebo mezoteliomu pleury (Bencko, 1998). Často bývají součástí profesionálního onemocnění z azbestu tzv. azbestózy (Provazník et al., 1996).

#### 1.2.2.4 Cigaretový kouř

Cigaretový kouř, obsahující respirabilní pevné částice o velikosti 0,1 – 1  $\mu\text{m}$ , se při jeho inhalaci zachycuje v plicních sklípcích a na něj se váže mnoho dalších chemických látek, které vnikají v procesu hoření cigarety (Provazník et al., 1996). Chemické látky obsažené v cigaretovém kouři jsou: oxid uhelnatý, těkavé organické látky, benzen, formaldehyd, polycyklické aromatické uhlovodíky a mnohé další látky. Denní příjem benzenu z cigaretového kouře pro osoby kouřící 20 cigaret denně se pohybuje kolem 600  $\mu\text{g}$ . Oproti nekouřícímu člověku je příjem benzenu v rozmezí od 30 do 300  $\mu\text{g}$  za den (Šuta, 2010). Kouření způsobuje chronické plicní onemocnění (1 % úmrtí, např. chronická bronchitida a emfyzém), nádorové onemocnění (22 % úmrtí, např. rakovina plic, pankreatu, močového měchýře, hrtanu a jícnu) a kardiovaskulární onemocnění (56 % úmrtí) (Bencko, 1998).



### **1.2.3 Fyzikální faktory**

Do vnitřního ovzduší se uvolňuje řada látek za pomoci fyzikálních faktorů - mikroklimatických podmínek (SZÚ, 2007). K fyzikálním faktorům řadíme nejen mikroklimatické podmínky - vzdušnou vlhkost a teplotu, ale i tlak, osvětlení, záření, vibrace, hluk a mnohé další (Podstatová, 2009).

Protože je tato práce zaměřená na znečištění vnitřního ovzduší, budou v dalších podkapitolách zmíněny především mikroklimatické podmínky, které jsou důležité pro ovzduší v indooru.

#### **1.2.3.1 Teplota**

Teplota vzduchu se značí  $T_s$ , která se značí jako tzv. suchá teplota. Měří se suchým čidlem teploměru chráněným před radiací. Číselná hodnota se udává v kelvinech (K) a ve stupních Celsia ( $^{\circ}\text{C}$ ). Převod těchto jednotek se počítá s nejmenší možnou teplotou, tj. absolutní nula =  $0\text{ K} = -273,15^{\circ}\text{ C}$ . K měření se používá teploměr. Doporučené hodnoty pro vnitřní ovzduší jsou  $21,5 \pm 2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Bencko, 1998).

#### **1.2.3.2 Vlhkost**

Vlhkost vzduchu udává množství vodních par v daném množství vzduchu (Bencko, 1998).

Vlhkost je brána jako významný indikátor zdravotního rizika ve vnitřních prostorech. Lze ji vidět, měřit i vnímat při nadměrných vlhkostech, která způsobuje problémy v budovách, v důsledku netěsnosti, degradace materiálů, zápachu nebo mikrobiálního růstu. Problém výskytu vlhkosti a plísně je spojován s nízkými životními podmínkami lidí s nízkými příjmy. Způsobuje respirační onemocnění, především astma (WHO, 2009).

#### 1.2.3.2.1 Absolutní vlhkost vzduchu

Absolutní vlhkost vzduchu vyjadřuje obsah vodních par v m<sup>3</sup> vzduchu (Bencko, 1998).

#### 1.2.3.2.2 Maximální vlhkost vzduchu

Maximální vlhkost vzduchu je dána maximálním množstvím vody v plynném stavu při dané teplotě. Hodnoty lze zjistit z tabulek, protože pro danou teplotu je hodnota konstantní (Bencko, 1998).

#### 1.2.3.2.3 Relativní vlhkost vzduchu

Relativní vlhkost vzduchu je poměr absolutní a maximální vlhkosti pro danou teplotu a tlak. Doporučené hodnoty pro vnitřní a obytné prostory jsou 30 – 60 %.

Při vysokých hodnotách relativní vlhkosti vzduchu (nad 60 %) se daří bakteriím, plísním, houbám i roztočům. Vysoká relativní vlhkost společně s vysokou teplotou omezují odpařování potu, to vede k blokaci termoregulace. Nejčastěji se tyto problémy vyskytují v horkých provozech pracovního prostředí.

Nízká hodnota relativní vlhkosti vzduchu má negativní vliv na respirační systém. Velmi intenzivně ovlivňuje osoby s chronickým onemocněním (např. alergiky). Subjektivně je pociťována na sliznicích především suchostí, pálením a drážděním.

Při dlouhodobějším vystavování nízké relativní vlhkosti vede k dehydrataci organismu zvláště u rizikových skupin kojenců a starých lidí (Bencko, 1998).

#### **1.2.3.3 Rychlost proudění vzduchu**

K měření rychlosti proudění vzduchu se používají katateploměry. Doporučená hodnota pro vnitřní prostředí je 0,15 – 0,2 m/s (Bencko, 1998).

#### **1.2.3.4 Tlak vzduchu**

Tlak vzduchu je závislý na mnoha faktorech (nadmořská výška, teplota, velikost tíhového zrychlení aj.), proto se udává normální tlak vzduchu tj. 101,3 kPa při 0 °C na mořské hladině. Pro člověka je důležitý parciální tlak složek ovzduší, zvláště kyslíku. Normální parciální tlak kyslíku ( $pO_2$ ) činí 21,3 kPa (Bencko, 2006). Z fyziologického hlediska výkyvy (zvýšení nebo pokles)  $pO_2$  nepříznivě ovlivňují lidský organismus. Zvýšení  $pO_2$  se projevuje hyperoxií až plicním edémem a snížením  $pO_2$  dochází k projevům hypoxie až respirační alkalózy (Vokurka, 2008).

#### **1.2.4 Sociální a psychické vlivy**

Sociální a psychické vlivy zahrnují všechny vztahy, které se vyskytují v daném prostředí. Mezi ně patří vztahy: rodinné, společenské, ekonomické a vztahy na pracovišti – interpersonální (Podstatová, 2009).

## **2 Oxid uhličitý**

Oxid uhličitý slouží jako ukazatel kvality vnitřního ovzduší (Bencko, 1998). Patří k nejdůležitějším znečišťujícím látkám v interiérech. Jeho koncentrace bývají zpravidla vyšší ve vnitřním než ve venkovním ovzduší. Hlavním zdrojem oxidu uhličitého je člověk nejen svým metabolismem, ale i termoregulací a dýchacím systémem. K dalším zdrojům se řadí dokonalé spalování uhlíku (Provazník et al., 1996; SZÚ).

### **2.1 Vznik a výskyt CO<sub>2</sub>**

Oxid uhličitý vzniká při dokonalém spalování uhlíku za přístupu vzduchu např. při pálení vápna (Urban, 1995; Remy, 1961). Je přítomen v krvi, kde vzniká oxidačními pochody a vylučuje se dýcháním (Remy, 1961). Tím, že je těžší než vzduch, hromadí se naspodu prostor, ve kterých se vyvíjí např. hlubokých studní, kvasných sklepů. Může unikat ze zemského povrchu v blízkosti sopek. Vyskytuje se také v mnohých minerálních pramenech. Vzniká ve velkém množství při lihovém kvašení (Remy, 1961).

### **2.2 Vlastnosti CO<sub>2</sub>**

Z chemického hlediska se jedná o bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, nehoří, rozpouští se ve vodě a je těžší než vzduch a méně reaktivní než oxid uhelnatý (Vacík, 1995). Oproti CO má menší reaktivitu a slabé oxidační účinky (Urban, 1995). Má malou rozpouštěcí schopnost a nevodivé vlastnosti. Z chemického hlediska je málo aktivní (Remy, 1961). Teplota tání oxidu uhličitého za vyššího tlaku se udává – 57 °C a teplota varu – 78,5 °C, kdy CO<sub>2</sub> sublimuje. Suchý led vzniká silným ochlazením oxidu uhličitého. Skladuje se v tlakových lahvích s černým pruhem (Vacík, 1995).

### **2.3 Využití CO<sub>2</sub>**

Oxid uhličitý se využívá v potravinářství především ve výrobě minerálních pramenitých vod a pro čepování piva. Slouží k hašení ohně (Remy, 1961).

### **2.4 Koncentrace CO<sub>2</sub>**

Koncentrace oxidu uhličitého jsou nepatrné ve vzduchu (3 : 10 000) (Remy, 1961). Podle různých autorů jsou stanoveny hraniční hodnoty koncentrace CO<sub>2</sub> mezi 0,07 až 0,15 %. Na znečištění atmosféry poukazují např. pachové produkty potu, vodní páry a jiné (Bencko, 1998). Koncentrace oxidu uhličitého slouží jako indikátor kvality vnitřního ovzduší. Podle Ministerstva pro místní rozvoj vyhlášky č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby, jsou ovlivňovány různými faktory ve vnitřním prostředí, mezi které patří počet osob v daném prostoru, velikost místnosti, mikroklimatické podmínky, venkovní ovzduší, vybavení, stavební materiály, kouření, nedostatečné větrání, zdroje hoření v místnosti (např. kamna) a mnoho dalších (SZÚ; Provazník et al., 1996).

#### **2.4.1 Zvýšené koncentrace CO<sub>2</sub>**

Zvýšené koncentrace CO<sub>2</sub> slouží jako indikátor nepřiměřeného větrání, přeplnění místnosti osobami nebo technická porucha na vytápěcím zařízení. Společně s nimi se zvyšuje množství vodní páry, a tudíž i relativní vlhkost vzduchu (Provazník et al., 1996)

Postupné zvyšování koncentrace CO<sub>2</sub> ve venkovním ovzduší také vede i k tzv. skleníkovému efektu, ve kterém se zachycuje infračervené záření molekulami oxidu uhličitého a tím vzrůstá teplota na Zemi (Urban, 1995).

Vysoké koncentrace oxidu uhličitého ovlivňují především dýchací systém, adacidobazickou rovnováhu a i snižují množství kyslíku v tkáních (Provazník et al., 1996). Při vdechování většího množství oxidu uhličitého dochází k udušení pro nedostatek vzduchu a zároveň nastupují další poruchy organismu.

I po odstranění akutního nebezpečí nadále působí a mohou zapříčinit smrt (Remy, 1961).

#### **2.4.2 Snížené koncentrace CO<sub>2</sub>**

Oxid uhličitý není jedovatý v malých koncentracích (Remy, 1961). Snížení koncentrací CO<sub>2</sub> lze dosáhnout účinným a správným větráním (Provazník et al., 1996).

#### **2.4.3 Opatření snižování koncentrace CO<sub>2</sub>**

K nejsnadnějším a nejlevnějším postupům při snižování hladin oxidu uhličitého v interiérech patří dostatečné a správné (efektivní) výměna vzduchu, tj. ventilace (Provazník et al., 1996). Více o ventilaci pojeává samostatná kapitola 3 Větrání. Dalším osvědčeným, ale obtížnějším prostředkem je změna topného pevného paliva na jiný zdroj energie. Méně realizovatelné opatření ke snížení koncentrací v interiérech je snížení počtu osob v daném prostranství. Doporučuje se maximálně dvě osoby pro místnost na spaní (Provazník et al., 1996).

#### **2.4.4 Účinky na zdraví**

Oxid uhličitý se začíná projevovat svým působením na člověka při koncentraci kolem 2 %, má za následky snížení pozornosti a schopnosti se rozhodovat. Koncentrace CO<sub>2</sub> kolem 4 – 6 % se mohou projevovat u člověka prohloubením dýchání, bolestmi hlavy a apatie. Nebezpečnost oxidu uhličitého je prokázána při koncentracích nad 10 %. Má za následek utlumení CNS a v některých případech dochází ke smrti (Bencko, 1998; Podstatová, 2009). Vysoce koncentrovaný oxid uhličitý, který se nachází např. v šachtách, jámách, jeskyních či silážních jámách, může mít vdechováním za následek rychlou smrt (Urban, 1995).

### **3 Větrání**

Větrání podle WHO je způsob dodávání nebo odebírání vzduchu přírodními nebo mechanickými prostředky z jakéhokoliv prostoru. Ventilační systémy se rozdělují na přirozené, mechanické nebo kombinované (přirozené a mechanické dohromady) (WHO, 2009).

Klimatizačním systémem se rozumí montáž zařízení pro úpravu a kontrolu vzduchu společně se sledováním vzdušné teploty, vlhkosti, čistoty a distribuce vzduchu tak, aby byly splněny požadavky na klimatizovaný prostor (WHO, 2009).

#### **3.1 Přirozené větrání**

Přirozené větrání nepoužívá žádné ventilátory k přesunu venkovního vzduchu do budovy ani z budovy, ale je zapotřebí člověka k uskutečnění větrání. Rychlost větrání v přirozené ventilaci závisí na velikosti a rozložení otvorů v budově a na velikosti hnacích sil (WHO, 2009).

U vysokých budov (nad tři nadzemní patra) se dále také projevuje tzv. komínový efekt, který značně zvyšuje proudění vzduchu v budově. To může být za určitých podmínek výhodné, zvláště ale v zimních měsících to má za následek zvýšený pocit průvanu a chladu. Tlak větru závisí na rychlosti a směru větru. Vzduch do budovy vniká na návětrné straně a opouští budovu na závětrné straně vlivem vytvořeného podtlaku (WHO, 2009).

Často je přirozené větrání aplikováno v budovách, které jsou náhodně větrané pomocí trhlin nebo netěsnosti oken, platí to zvláště u starých budov, kolaudovaných cca do roku 1994, což může mít za následek špatný komfort a nekontrolované tepelné ztráty. Přirozené větrání vyžaduje dobrou konstrukci, aby bylo zajištěno přiměřené větrání. Nedostatečné větrání může vést k vážným zdravotním problémům a poškození budov vlhkostí. Toto se dnes ukazuje jako veliký problém u nových budov bez mechanického větrání, obálka budovy je

velmi těsná a infiltrace otvorů je minimální. Přirozené větrání má své výhody a nevýhody (WHO, 2009).

K výhodám přirozené ventilace patří především minimální údržba a nulové náklady na provoz, pokud není dán automatický systém otevírání otvorů v závislosti na čase (okenní a světlíkové ovladače se servopohonem s časovačem např. v hodinovém režimu, apod.). Dalším pozitivem přirozené ventilace je, že není třeba poskytovat prostor pro ventilační zařízení, což je u dnešních budov značný problém a v neposlední řadě nepřítomnost hluku ventilátoru nebo systému, tedy není nutné provádět žádná vyšší protihluková opatření. V neposlední řadě k výhodám přirozeného větrání patří i krátká intervalová výměna vzduchu v období teplého počasí a vysoká rychlost proudění vzduchu pro chlazení a čištění (podmíněno dostatkem otvorů). V praxi je řízené přirozené větrání nejvhodnější pro budovy v mírném podnebí, které se nachází mimo centra měst (WHO, 2009).

Budovy by měly být navrženy od začátku pro přirozené větrání. Typy budov, pro které je vhodné přirozené větrání, zahrnují zejména rodinné domy, byty, malé až střední kanceláře. Dále je tento typ větrání aplikován pro školy, malé až střední maloobchodní prostory, rekreační budovy, sklady a průmyslové prostory. Zde už je ale nutné kontrolovat koncentraci CO<sub>2</sub> a dalších škodlivin, které se v praxi problematicky dociluje a stává se standardem navrhovat u těchto typů budov mechanické větrání (WHO, 2009).

K nevýhodám přirozené ventilace patří hlavně neschopnost filtrovat nebo vyčistit přírodní vzduch. Nedostatečná kontrola rychlosti větrání může vést ke špatné kvalitě ovzduší ve vnitřních prostorech a z pohledu dnešních nízkoenergetickým směrnic EU na výstavbu budov může vést k nadměrným ztrátám tepla. Mezi další nevýhody patří různé průtoky vzduchu, nepraktičnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu. Proto je důležité předem upravit otvory ventilace, protože nedostatečné větrání v případě vysokých teplot a zvýšeného výskytu vlhkosti vede k šíření plísní a zvyšuje riziko onemocnění při delším pobytu v takovém



prostoru. Při přirozeném větrání nelze požadovanou rychlost ventilace zachovat za všech povětrnostních podmínek. Může představovat bezpečnostní riziko, pokud ventilace závisí především na otevřených oknech. Tento typ větrání nelze použít ve velkých, hlubokých a víceúrovňových budovách, protože je neúčinná v dodávání čerstvého vzduchu a distribuce vzduchu. Dále není vhodná pro hlučná a znečištěná místa, také pro náročné klima, kde vstupuje studený vzduch a způsobuje nepohodlí, kondenzace a vysoké ztráty energie (WHO, 2009).

Různé techniky nebo kombinace technik se používají k zajištění přirozeného větrání, např. jednostranná a průtoková ventilace. Podrobněji jsou popsány níže.

Při jednostranné ventilaci proudí vzduch do budovy na stejné straně, jako ji opouští. Jednostranné větrání malým otvorem je způsobeno náhodnými turbulentními výkyvy tlaku nad fasádou budovy. Tento typ je nespolehlivý a nedoporučuje se jako součást řízeného přirozeného větrání (WHO, 2009; Dufka, 2002).

Průtoková ventilace, tj. ventilace křížem, je proces, při kterém proudí vzduch z jedné strany a opouští prostor z opačné strany budovy. Tento způsob je osvědčený v přírodních a hybridních systémech ventilace. Tlakový rozdíl mezi fasádami je ovlivňován větrem a je typicky mnohem větší než turbulentní kolísání v jedné fasádě, tímto lze získat a předvídat přiměřenou rychlost větrání. Většina řízených přírodních větrání je založena na průtoku. Ventilace křížem má omezení pro větrání v hloubkové budově, ale značně se projevuje u vysokých obytných budov, kde není instalováno mechanické větrání (WHO, 2009).

### **3.2 Mechanické větrání**

Mechanické větrání je založeno na požadavku, aby byla rychlost ventilace udržována za všech povětrnostních podmínek bez zapojení obyvatel budovy. Pokud je ventilace zajištěna mechanickým přívodem a odtahem vzduchu, budova může být téměř vzduchotěsná a mohou být sníženy energetické ztráty. Těsná konstrukce budovy zlepšuje zvukovou izolaci a snižuje přenos vnějšího hluku do

budovy. Vzduch, který je dodáván pro větrání, je vyčištěn od venkovních znečišťujících látek. Vytápění a chlazení lze kombinovat s mechanickými ventilačními systémy. Mechanické ventilační systémy mohou řídit tlakové rozdíly obvodu budovy a zabránit poškození vlhkosti v konstrukci budovy. Mechanické větrání může být použito v jakémkoliv typu budovy a umožňuje svobodu v architektonickém designu a to je hlavním důvodem pro rychlé přijetí do moderní stavební praxe. Často dochází k situaci, že moderní člověk se stává citlivým a zvyklým na příliš čistý vzduch, tráví spoustu času uvnitř budov až 80 % života, což má za následek snížení přirozené obranyschopnosti organismu (WHO, 2009).

### **3.2.1 Nucené větrání**

Podstatou nuceného větrání je výměna vzduchu pomocí vzduchotechniky (ventilátorů, potrubí atd.) ve všech místnostech budovy nebo jen v některých. Rovnotlaké větrání je nejčastějším způsobem nuceného větrání. Spočívá v rovnoměrném množství přiváděného a odváděného vzduchu (Dufka, 2002).

### **3.2.2 Klimatizace**

Klimatizací se rozumí podle vyhlášky č. 6/2003 Sb., o stanovení hygienických limitů chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb, větrání, které upravuje čistotu, vlhkost a teplotu přivedeného vzduchu do místnosti (6/2003 Sb., 2003). Jedná se o větrání na vyšší úrovni, nejedná se jen o čištění, úpravu vlhkosti, chlazení nebo ohřev, ale i o osvěžení vzduchu příjemnou vůní ve vnitřním ovzduší. V dnešní době jsou klimatizace automatické, regulované a řízené zařízení (Dufka, 2002).

### **3.3 Požadavky na větrání**

K hlavním požadavkům na větrání patří zajištění zdravotně nezávadného venkovního vzduchu do prostoru místnosti a odvod znehodnoceného vzduchu ven z budovy. Důležitou podmínkou k uskutečnění výměny vzduchu je dostatečné provětrávání budovy. Složení přiváděného venkovního vzduchu musí

odpovídat hygienickým požadavkům. Přiváděný vzduch musí vstupovat do obytných místností a kuchyně a dále se šířit k odvodným zařízením v kuchyni, koupelně a na WC. Díky odvodným zařízením je zamezeno dalšímu šíření a vzniku škodlivin z místností, kde vznikají znečišťující látky. Přiváděný vzduch by neměl způsobovat víření prachu či průvan, ani by neměl přenášet hluk z vnějšího prostředí. A dále je doporučeno, aby vstupující vzduch do budovy byl nasáván ze zdravotně nezávadného a čistého prostředí, tj. nejvýhodněji ze severní strany domu, a vývodný vzduch z budovy byl vyveden ven tak, aby neohrožoval okolní prostředí, tj. optimálně nad střechu domu (Dufka, 2002).

Požadavků na větrání budov či místností je více, ale není to předmětem této bakalářské práce, proto jsou zde uvedeny jen stěžejní požadavky.

## **4 Legislativa ČR pro ukazatele vnitřního ovzduší**

### **4.1 Vyhláška č. 20/2012 Sb.**

Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby, nahradila původní vyhlášku č. 268/2009 Sb., která také byla vydaná Ministerstvem pro místní rozvoj (20/2012 Sb., 2012). Tato vyhláška je stěžejní pro koncentrace oxidu uhličitého ve vnitřním ovzduší.

Podle § 11 odstavce 5 říká, že oxid uhličitý slouží jako ukazatel kvality vnitřního ovzduší. Dále zde stanovuje koncentrace CO<sub>2</sub> na hraniční hodnotu 1 500 ppm (parts per million), kterou nesmí překročit (20/2012 Sb., 2012). V předchozí již nahrazené vyhlášce z roku 2009 byla stanovena hodnota 1 000 ppm pro oxid uhličitý (268/2009 Sb., 2009). Pojednává o nutném zajištění dostatečného větrání (přirozeném nebo nuceném) a topení (s regulací teploty) v obytných místnostech. Dále určuje minimální množství vyměňovaného vzduchu 25m<sup>3</sup>/h na osobu v době jejich pobytu nebo 0,5 l/h jako minimální hranici intenzity větrání (20/2012 Sb., 2012).

### **4.2 Vyhláška č. 6/2003 Sb.**

Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 6/2003 Sb., která stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí obytných místností některých staveb (6/2003 Sb., 2003).

Podle § 2 písmena i) stanoví standardní podmínky pro vnitřní prostředí obytných místností teplotu vzduchu na 20 °C a tlak vzduchu na 101,32 kPa (6/2003 Sb., 2003).

Podle § 3 odstavce 1 se za chladný den považuje den, kdy nejnižší teplota byla nižší než 15 °C venkovního vzduchu. Naopak za teplý den se pokládá den, kdy nejvyšší teplota byla vyšší než 30 °C venkovního vzduchu (6/2003 Sb., 2003).

Příloha č. 1 udává požadavky na mikroklimatické podmínky obytných místností. V tabulce č. 1 jsou uvedeny teploty v teplém a chladném období roku

v různých typech pobytových místností. Po zdravotnických zařízeních se požadují výsledné teploty v letních obdobích roku na 24,0 °C ( $\pm$  2,0 °C) a v chladných obdobích na 22,0 °C ( $\pm$  2,0 °C) a to za předpokladu, že nejsou stanoveny jiné požadavky dané prováděným výkonem nebo léčebným procesem v daném zdravotnickém zařízení (6/2003 Sb., 2003).

V tabulce č. 3 přílohy č. 1 se stanoví relativní vlhkost vzduchu v teplém období roku nejvýše 65 % a chladném období roku nejméně 30 %, pokud nejsou žádány jiné požadavky pro dané zdravotnické zařízení spojené s léčebným procesem nebo prováděným výkonem (6/2003 Sb., 2003).

V příloze č. 2 o limitních koncentracích chemických ukazatelů ve vnitřním ovzduší a tabulky č. 5 je uvedeno hodinové limitní koncentrace např. oxidu dusičitého na 100mg/m<sup>3</sup>, oxidu uhelnatého 5 000 mg/m<sup>3</sup>, benzenu na 7 mg/m<sup>3</sup>, formaldehydu na 60 mg/ m<sup>3</sup> a azbestových a minerálních vláken na 1 000 počet vláken/ m<sup>3</sup> (za podmínek délky vlákna větší nebo rovno 5  $\mu$ m, průměru vlákna menší než 3  $\mu$ m, poměru délky a průměru vlákna větší než 3 : 1. Tyto limity jsou vztahované na standardní podmínky pobytových místností, viz výše (6/2003 Sb., 2003).

## **5 Praktická část**

### **5.1 Stanovení cíle práce**

Cílem této bakalářské práce je zjistit změny koncentrací oxidu uhličitého ve vybraných 12 místnostech zdravotnického zařízení v závislosti na počtu měření v určité sezóně (topné a netopné). Současně se práce zabývá porovnáváním hodnot vzájemně mezi danými klinikami, zároveň srovnává stejné typy místností (např. čekárny mezi sebou navzájem) a popisuje podobnosti či odlišnosti. Společně s tím práce porovnává hodnoty se stanovenými hodnotami koncentrací oxidu uhličitého ve vyhlášce č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby. Dále se tato práce zabývá vlivem dalších mikroklimatických podmínek (tj. teplotou a relativní vlhkostí vzduchu) na koncentrace oxidu uhličitého a porovnáním jejich hodnot s vyhláškou č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb.

Pro následnou diskuzi a úvahy budou dále zaznamenány do formuláře typy a orientace oken ve vazbě na velikost a patro dané místnosti v souvislosti s počtem vyskytujících se osob v nich.

Měření byla prováděna na čtyřech vybraných klinikách Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, konkrétně na Dermatologické a Oftalmologické klinice, Klinice dětí a dorostu a v Léčebně pro dlouhodobě nemocné.

### **5.2 Metodika práce**

Měření hodnot oxidu uhličitého a dalších mikroklimatických podmínek probíhalo ve zdravotnickém zařízení v období od konce srpna 2016 do začátku března 2017.

Současně s prvním měřením na jednotlivých klinikách probíhalo zaměřování místností a vytvoření půdorysných schémat v programu AutoCAD 2016, které jsou součástí přílohy č. 2 - 13 (tj. půdorysná schémata jednotlivých místností).

Byly sledovány čtyři vybrané kliniky a na každé z nich se současně měřily koncentrace oxidu uhličitého, teplota a vzdušná relativní vlhkost ve třech různých místnostech, tj. čekárna, denní místnost a lůžkový pokoj, ve zhruba dvoutýdenních až třítydenních intervalech. Po ukončení prvního intervalu měření na první určené klinice přesunuly se měřicí přístroje na druhou následující kliniku, z druhé na třetí, ze třetí na čtvrtou, poslední měřenou kliniku po uplynutí daného měřeného intervalu. Koloběh měřicích přístrojů po jednotlivých klinikách se ještě dvakrát opakoval. Dohromady každá z klinik byla sledována třikrát během půlroku ve čtrnáctidenních nebo devatenáctidenních intervalech měření. Interval měření byl závislý na dohodě s daným vedoucím pracovníkem, nejčastěji s vrchní sestrou.

### **5.2.1 Průběh měření**

K měření byly použity tři přístroje značky Extech CO210 od výrobce Extech Instruments patřící společnosti FLIR Commercial Systems Inc. Přístroje slouží ke sledování, zaznamenávání a analýze naměřených dat.

Sledování aktuálních dat bylo uskutečněno ukazováním číselných hodnot na displeji a analýza dat byla zhodnocena pomocí zobrazení informativního textu „GOOD“, „NORMAL“ nebo „POOR“ na displeji, nebyla předmětem monitorování této práce, sloužila pouze jako informující signál pro odborníky nebo pro poučenou veřejnost či zdravotnický personál. Pro tuto práci sloužila měřicí zařízení především k zaznamenávání dat, která se shromažďovala v měřicím přístroji a před každým přesunem ze sledované kliniky na následující kliniku. Data byla stažena pomocí USB kabelu do soukromého laptopu s odpovídajícím synchronizovaným programem s měřicím zařízením.

Přístroje zaznamenávaly koncentraci oxidu uhličitého, teplotu a vzdušnou vlhkost během každého cyklu měření. Kapacita paměti záznamu dat činila celkem 15 999 hodnot dat (tj. 5 333 záznamů koncentrace CO<sub>2</sub>, teploty a vlhkosti) (EXTECH, 2014). Maximální doba monitorování a současného zaznamenávání dat byla vypočítána na 19 dní, protože vzorkovací frekvence byla nastavena v intervalu 5 minut.

### **5.2.2 Umístnění měřících přístrojů**

Měření probíhalo v prostorách předem vybraných klinik Fakultní nemocnice Královské Vinohrady po dohodě s MUDr. Václavou Ryantovou z Úseku léčebně preventivní péče na působícím pracovišti nemocniční hygieny a epidemiologie FNKV (Fakultní nemocnice Královské Vinohrady). Návrhy klinik FNKV byly taktéž předloženy MUDr. Václavě Ryantové a společně s ní byly vybrány následující kliniky: Dermatovenerologická a Oftalmologická klinika, Klinika dětí a dorostu a Léčebna pro dlouhodobě nemocné.

Měření oxidu uhličitého probíhalo na výše zmiňovaných klinikách FNKV a ve vybraných místnostech klinik, tj. čekárnách, denních místnostech a lůžkových pokojích. Výjimkou byla Léčebna pro dlouhodobě nemocné, kde jsme sledovali hodnoty oxidu uhličitého v lůžkovém pokoji, denní místnosti a z důvodů chybějící čekárny byla tato místnost nahrazena jídelní místností, u které se předpokládá, že výskyt osob je přibližně stejný či menší než čekárnách.

### **5.2.3 Doba měření**

Měření oxidu uhličitého ve zdravotnickém zařízení probíhalo zhruba šest měsíců, přesněji od 26. srpna 2016 do 1. března 2017. Tabulka č. 1 popisuje níže podrobnější rozpis měření na jednotlivých klinikách.

Na každé výše uvedené klinice probíhala tři měření. Kdy první (I.) se udává jako letní (netopná) sezóna, druhé (II.) jako podzimní sezóna a poslední, třetí (III.), jako zimní (topná) sezóna.



měření	klinika FNKV	datum měření	místnosti
1.	Dermatovenerologická klinika	26. 8. 2016 - 9. 9. 2016	čekárna, denní místnost a lůžkový pokoj
	Oftalmologická klinika	9. 9. 2016 - 3. 10. 2016	čekárna, denní místnost a lůžkový pokoj
	Klinika dětí a dorostu	4. 10. 2016 - 20. 10. 2016	denní místnost a lůžkový pokoj
	Klinika dětí a dorostu	5. 10. 2016 - 20. 10. 2016	čekárna
	Léčebna pro dlouhodobě nemocné	20. 10. 2016 - 3. 11. 2016	jídelna, denní místnost a lůžkový pokoj
2.	Dermatovenerologická klinika	3. 11. 2016 - 22. 11. 2016	denní místnost a lůžkový pokoj
	Oftalmologická klinika	22. 11. 2016 - 4. 12. 2016	čekárna
	Oftalmologická klinika	22. 11. 2016 - 6. 12. 2016	denní místnost a lůžkový pokoj
	Klinika dětí a dorostu	6. 12. 2016 - 20. 12. 2016	čekárna, denní místnost a lůžkový pokoj
	Léčebna pro dlouhodobě nemocné	20. 12. 2016 - 3. 1. 2017	jídelna, denní místnost a lůžkový pokoj
3.	Dermatovenerologická klinika	3. 1. 2017 - 18. 1. 2017	čekárna, denní místnost a lůžkový pokoj
	Oftalmologická klinika	18. 1. 2017 - 1. 2. 2017	čekárna, denní místnost a lůžkový pokoj
	Klinika dětí a dorostu	1. 2. 2017 - 15. 2. 2017	čekárna, denní místnost a lůžkový pokoj
	Léčebna pro dlouhodobě nemocné	15. 2. 2017 - 1. 3. 2017	jídelna, denní místnost a lůžkový pokoj

**Tabulka 1: Rozpis měření na jednotlivých klinikách FNKV**

#### **5.2.4 Zpracování formulářů a půdorysných schémat**

Tiskopisy se záznamy zaměřených místností a dalšími důležitými parametry byly zpracovány ve formulářích pro technika v Microsoft Excel, v příloze č. 1 je umístěn vzor formuláře.

Půdorysná schémata jednotlivých místností byla zhotovena v programu AutoCad 2016 pro názorné zobrazení místnosti a umístění měřicích přístrojů.

Podklady ke zpracování s náčrtý jednotlivých místností byly předány panu Ing. Janu Beranovi, který půdorys zhotovil dle mého zadání.

### 5.2.5 Zpracování naměřených dat

Naměřená data byla zpracována pomocí popisné statistiky a spojnicových grafů v programu Microsoft Excel.

Naměřená data jednotlivých místností zahrnující CO<sub>2</sub>, vlhkost a teplotu jsou vyobrazeny v grafech, které zahrnují přílohy. Ve dvanácti místnostech proběhla celkem tři měření s výjimkou čekárny na dermatovenerologii, kde chybou lidského faktoru proběhla pouze dvě měření. Celkem bylo zpracováno 35 souborů s naměřenými daty. Jeden soubor obsahoval v rozmezí 2 886 až 5 332 naměřených hodnot, tj. CO<sub>2</sub>, vlhkosti a teploty.

Pro lepší porovnání jednotlivých dat v grafu slouží jeho barevné rozlišení nejen podle indikátorů, ale i podle počtu měření. Ve spojnicovém grafu mají koncentrace CO<sub>2</sub> šedočernou, vlhkost modrou a teplota červenou barvu. Jednotlivá měření jsou odstupňována ztmavujícími odstíny, tj. I. měření nejsvětlejší a III. nejtmavší dané barvy indikátoru. Římská čísla (I. – III.) označují počet měření na určité klinice.

V přílohách jsou jednotlivé grafy ze všech dvanácti místností a všech samostatných měření. V těchto jednotlivých grafech je uveden čas po 24 hodinách na hlavní vodorovné ose ve dvou formátech buď **mm-dd-rrrr hh:mm:ss** a nebo **mm.dd.rrrr hh:mm**, kde mm značí měsíc, dd - den, rrrr – rok, hh – hodinu, mm – minutu a ss – sekundy. Měřicí přístroj zaznamenával vždy polovinu měření v jednom z uvedených formátů a druhou polovinu měření v druhém formátu, nebo také změna kalendářního měsíce vyvolávala tyto změny. Pro zhotovení grafů bylo zapotřebí mít datum a čas v jedné buňce v tabulkovém procesoru Microsoft Excel. Sjednocení formátu data a času na jeden formát by bylo možné, ale nedávalo by to vzniku požadovaného spojnicového grafu.

Počet monitorovaných dní v rámci měření nebyl stejný, proto v některých grafech nejsou spojnice stejně dlouhé. Průměrný počet měřených dní mezi jednotlivými přesuny činil 15,8 dne. Souhrnný počet naměřených dní činil 637 dní, z toho vzešlo 183 456 naměřených dat (tj. koncentrace CO<sub>2</sub>, vlhkost a teplota se počítá jako jedna naměřená hodnota), celkem tedy 550 368 dat. Ne všechny naměřené hodnoty by bylo možné využít. Jednou za 14 dní ve středu od 14:30 do 15:00 h byl vypnut elektrický proud z důvodu prováděných zkoušek elektrického zdroje, proto data nebyla zaznamenávána, a proto v datech s časovou osou je v některých případech posunut čas o 30 minut.

Jednotky naměřených dat jsou různé. Koncentrace CO<sub>2</sub> se udávají v jednotkách parts per million [ppm], jedná se o jednu milióntinu z celku. Vzdušná relativní vlhkost se udává v procentech [%]. Teplota je udávána v stupních Celsia [°C].

Záznamy o počtu osob v místnosti nebylo možné uskutečnit, jelikož bylo nereálné je zaznamenávat například v čekárnách, kde je vysoká fluktuace lidí. U některých místností jsou zveřejněny ordinační (tj. v čekárnách) nebo provozní (tj. v denních místnostech) doby a předpokládá se, že v dané době jsou zde vyšší počty osob, tedy pacientů či doprovodných osob. V čekárnách o víkendech není téměř žádný pohyb osob a této skutečnosti odpovídají naměřené data.

### **5.3 Analýza výsledků**

#### **5.3.1 Výsledky jednotlivých klinik**

Ve výsledcích jednotlivých klinik se věnuji všem třem měřením, a to vždy v prvním grafu dané podkapitoly jsou výsledky koncentrace CO<sub>2</sub> a v následujícím grafu naměřené hodnoty vlhkosti a teploty podle počtu měřených dní. Vlhkosti náleží levá, tedy hlavní svislá osa, a teplotě pravá, tj. vedlejší svislá osa. Půdorysná schémata jednotlivých měřených místností jsou součástí příloh, v nichž je detailněji popsáno umístění měřicích přístrojů a charakteristiky samotných místností.

### 5.3.1.1 Dermatovenerologická klinika

Dermatovenerologická klinika FNKV sídlí v pavilónu D2. Je to původní budova z let 1908 – 1910, která byla otevřena v roce 1910 jako nový infekční pavilón na Vinohradech. V roce 1991 byla dokončena přístavba Dermatovenerologické kliniky na východní straně, konkrétně pavilón D2, terasa, jídelna, také byl navýšen počet lůžkových pokojů pro pacienty, dále bylo rozšířeno sociální zázemí, přistaveny tři ordinace a v neposlední řadě byl instalován nový výtah. V provozním řádu kliniky se uvádí, že Dermatovenerologie má k dispozici 32 lůžek. Tyto informace byly dostupné z webových stránek FNKV.

Na Dermatovenerologické klinice probíhala tři měření, při druhém měření došlo k selhání lidského faktoru, při němž nebylo zapnuto zaznamenávání naměřených dat v čekárně, proto zde proběhlo jen I. a III. měření.

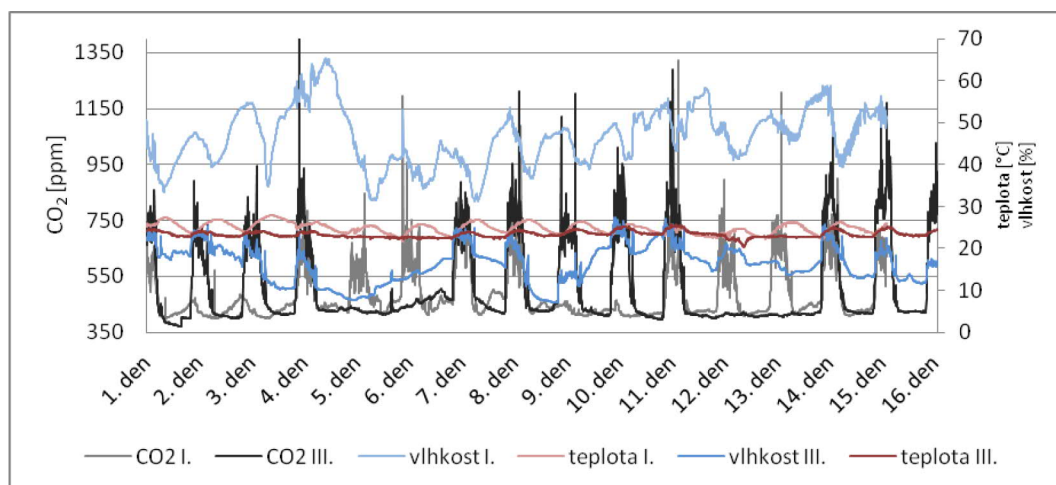
V prvním grafu z čekárny začíná první den naměřenou hodnotou od 10:10 h a v následujících čtyřech grafech (v denní místnosti a v lůžkovém pokoji) počíná první den naměřenou hodnotou od 12:20 h.

#### 5.3.1.1.1 Čekárna

Čekárna na Dermatovenerologické klinice je umístěna v prvním podlaží budovy, kde je součástí spojovací chodby mezi ordinacemi. Proběhla zde pouze I. a III. měření, jak bylo uvedeno výše. Ordinační doba je každý pracovní den od 07:00 do 14:00 h.

Vyšší hodnoty koncentrace CO<sub>2</sub> dosahovaly přes den průměrně kolem 636 ppm, konkrétně v pozdních dopoledních a odpoledních hodinách. Ve třetím měření byly průměrné hodnoty koncentrace o 26 ppm vyšší než při prvním měření. Z grafu 1 je patrné, že největšího maxima dosáhly hodnoty ještě během třetího dne měření, kdy byla hodnota CO<sub>2</sub> na 1655 ppm v 08:31 h, 06.01.2017. Rozdíl vlhkosti mezi I. a III. byl značný, jak je vidět z grafu 1, střední hodnota vlhkosti v netopné

(I.) sezóně dosahovala 47 % a v topné sezóně poklesla na 16 %. Teplota byla konstantní během ordinační doby, ale ve večerních hodinách byla vyšší.

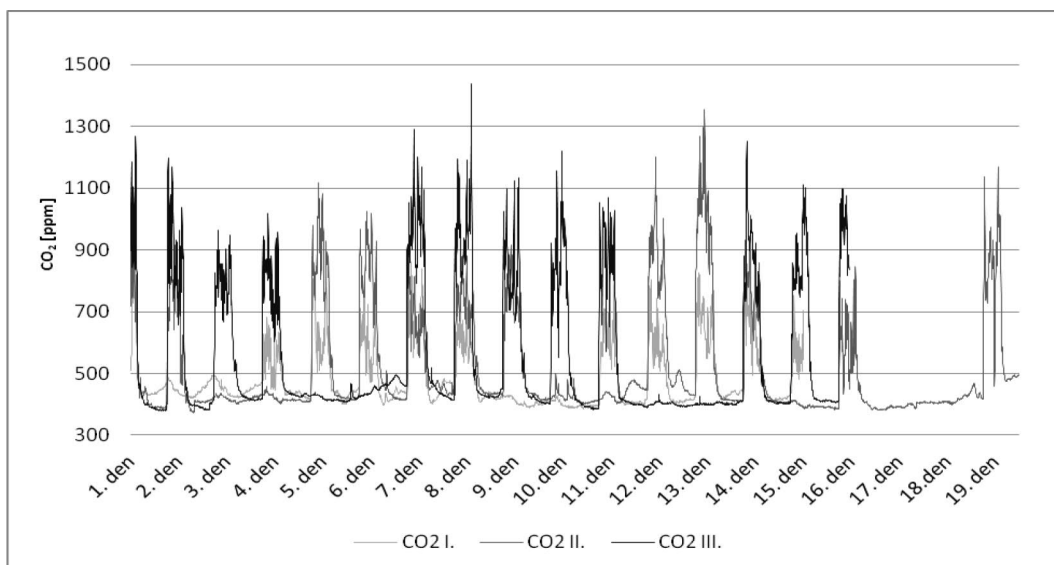


Graf 1: indikátory v čekárně na Dermatovenerologické klinice FNKV (I. a III. měření)

#### 5.3.1.1.2 Denní místnost

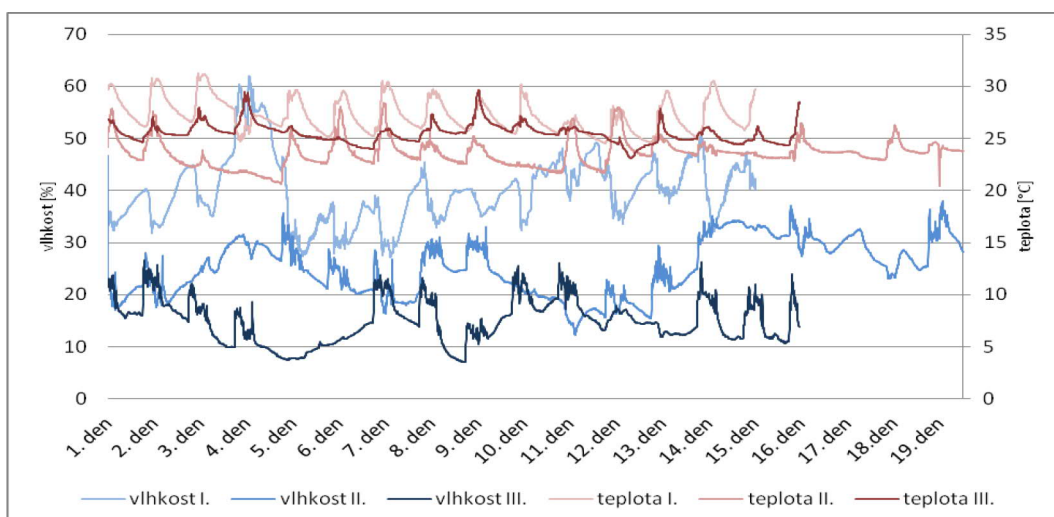
Denní místnost je umístěna společně s čekárnou v prvním patře budovy za kartotékou recepce. Jedná se vůbec o nejmenší sledovanou místnost s objemem 28,4 m<sup>3</sup>.

Denní místnost sester je ukázkovým příkladem naměřených koncentrací CO<sub>2</sub>. V pracovních dnech mají koncentrace oxidu uhličitého stoupající trend z hodnoty 439 až na 939 během ordinační doby a přes víkend jsou zde koncentrace stálé, tj. 17. a 18. den druhého měření, jak lze vyčíst z grafu 2. Nejvyšších průměrných hodnot koncentrací oxidu uhličitého dosahuje třetí měření na 550 ppm.



Graf 2: koncentrace CO<sub>2</sub> v denní místnosti na Dermatovenerologické klinice FNKV (I. – III. měření)

Vzdušná relativní vlhkost se značně lišila během všech třech prováděných měření, nejnižší byla během topné sezóny, v níž se pohybovala kolem 15 % a naopak během letní sezóny dosahovala průměrně kolem 40 %. Jak z grafu 3 vyplývá, v I. měření v období letní sezóny byly teploty nejvyšší během odpoledních hodin. Nejnižší hodnoty dosáhly při posledním měření, při němž bylo naměřeno 7 % relativní vlhkosti. Během 8. dne od 18:00 h do 06:40 h poklesly hodnoty relativní vlhkosti pod 10 % - viz graf 3.

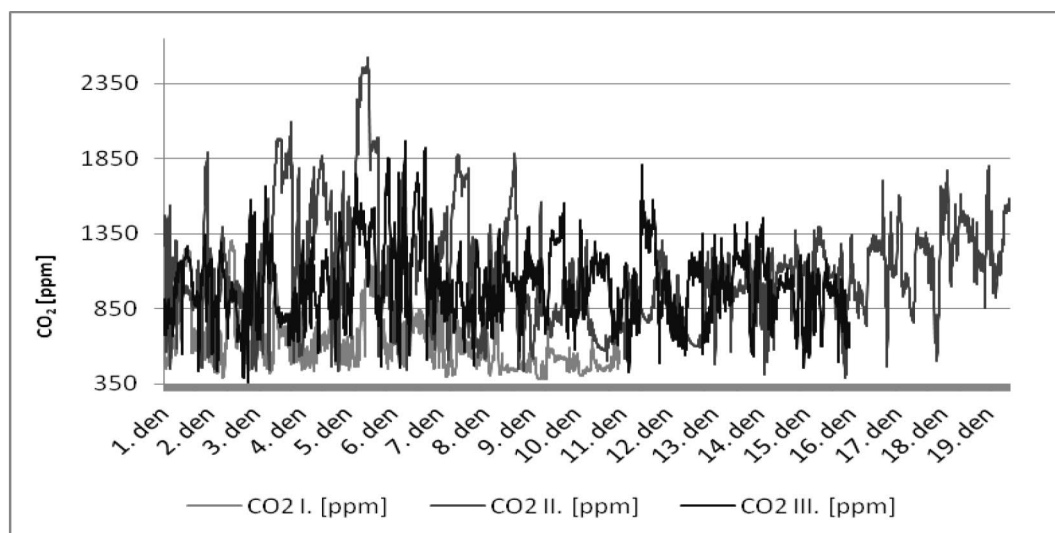


Graf 3: vlhkost a teplota v denní místnosti na Dermatovenerologické klinice FNKV (I. – III. měření)

### 5.3.1.1.3 Lůžkový pokoj

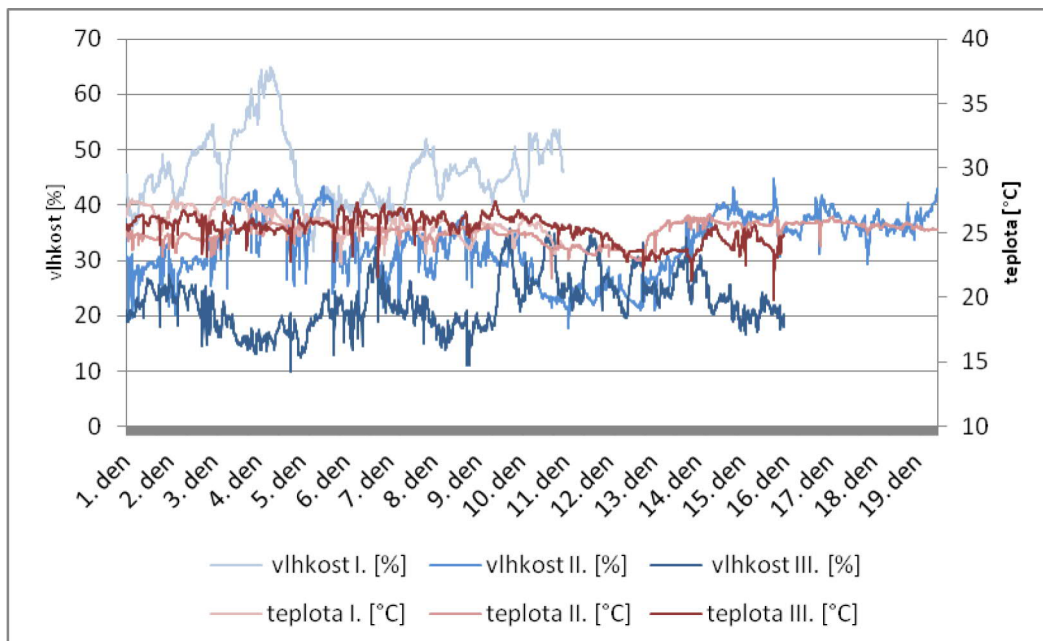
Lůžkový pokoj se nachází v přízemí budovy. Jedná se o nejmenší pokoj ze všech sledovaných lůžkových pokojů. Objem této místnosti činí 38,5 m<sup>3</sup>.

V třílůžkovém pokoji bylo dosaženo nejvyšších hodnot koncentrací oxidu uhličitého během noci mezi 22:00 až 02:00 h, které se pohybovaly přibližně kolem 1200 ppm. Při druhém a třetím měření překročily maximální hranici 1500 ppm koncentrace CO<sub>2</sub> stanovenou ve vyhlášce č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby. Maximální hodnota naměřená při druhém měření činila 2524 ppm během 5. dne měření, tj. 08. 11. 2016 v 00:11 h.



Graf 4: koncentrace CO<sub>2</sub> v lůžkovém pokoji na Dermatovenerologické klinice FNKV (I. – III. měření)

Střední hodnota relativní vlhkosti od prvního po třetí měření měla klesající trend, při němž ve III. měření klesla na 22,4 % relativní vlhkosti. Střední hodnota posledního měření nedosáhla minimální hranice stanovené vyhláškou. Teplota se pohybovala v rozmezí 19,8 až 27,8 °C, ale střední hodnoty ukazují souhlasná data s vyhláškou č. 6/2003 Sb.



Graf 5: vlhkost a teplota v lůžkovém pokoji na Dermatovenerologické klinice FNKV (I. – III. měření)

### 5.3.1.2 Klinika dětí a dorostu

Klinika dětí a dorostu FNKV sídlí v pavilónu M. V dubnu roku 2006 se klinika přemístila mimo areál do nově zrekonstruovaných prostor pavilónu M v areálu FNKV, budovy tzv. Hagibor. V provozním řádu kliniky se uvádí, že Klinika dětí a dorostu má k dispozici 35 lůžek. Tyto informace byly dostupné z webových stránek FNKV.

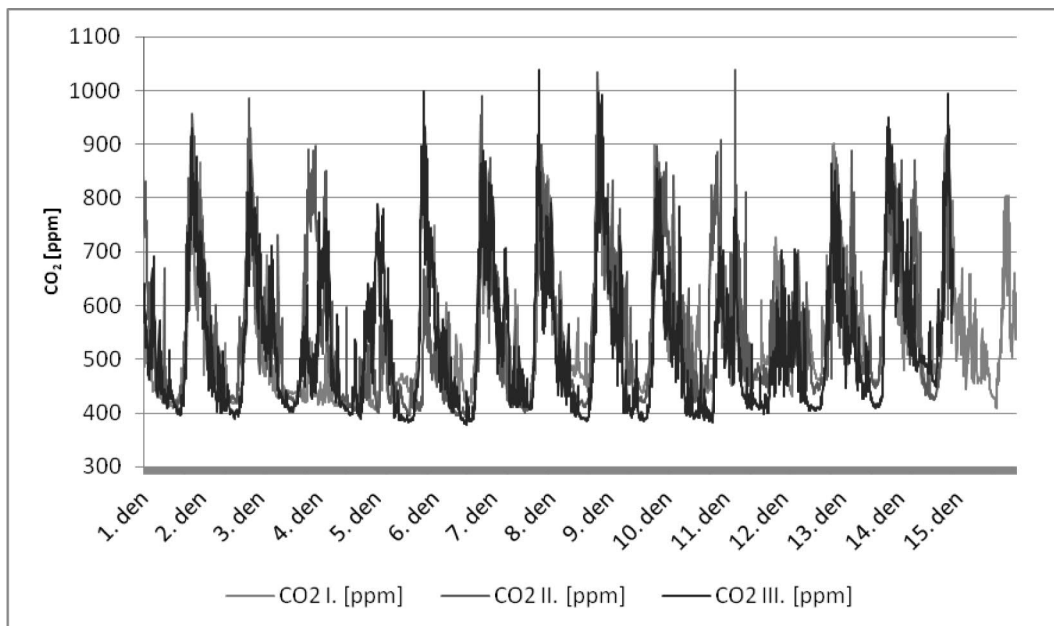
V následujících šesti grafech jsou uvedeny dny začínající naměřenou hodnotou od 14:30 h prvního dne.

#### 5.3.1.2.1 Čekárna

Čekárna na Klinice dětí a dorostu se nachází v přízemí pavilónu M společně s dětským koutkem. Svým objemem je největší nejen ze sledovaných místností, ale i všech ostatních. Ordinační doba je během pracovních dní od 08:00 do 15:30 h.

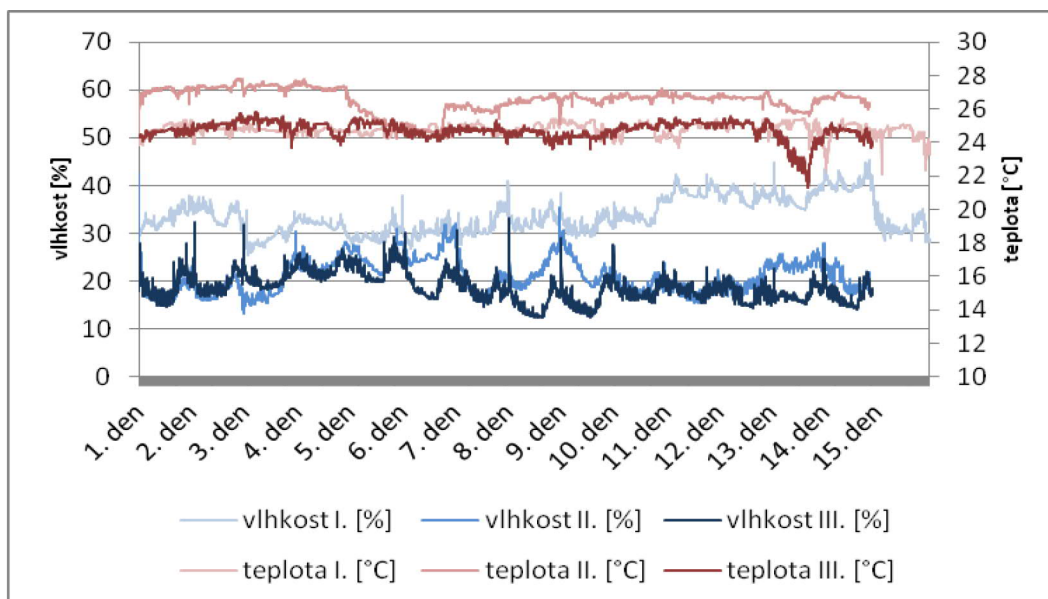
Jak z grafu 6 vyplývá, během ordinační doby od 8:00 do 15:30 h se koncentrace oxidu uhličitého pohybovala ve vyšších hodnotách oproti nočním hodinám. Střední hodnota koncentrací všech měření byla přibližně stejná kolem 540 ppm.





Graf 6: koncentrace CO<sub>2</sub> v čekárně na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření)

Podle vyhlášky č. 6/2003 Sb., relativní vlhkost vzduchu v čekárně při I. měření dosahovala minimální hranice doporučených hodnot pro zdravotnické zařízení, při němž střední hodnota dosáhla 33,5 %. Během dalších měření byla střední hodnota vlhkosti pod minimální stanovenou hranicí. Minimální hodnota vlhkosti se dostala na extrémně nízkou hodnotu až na 12,4 % v topné sezóně (III. měření). Teplota během I. a III. měření se téměř shodovala, při němž střední hodnota dosáhla 24,7 °C oproti druhému měření.

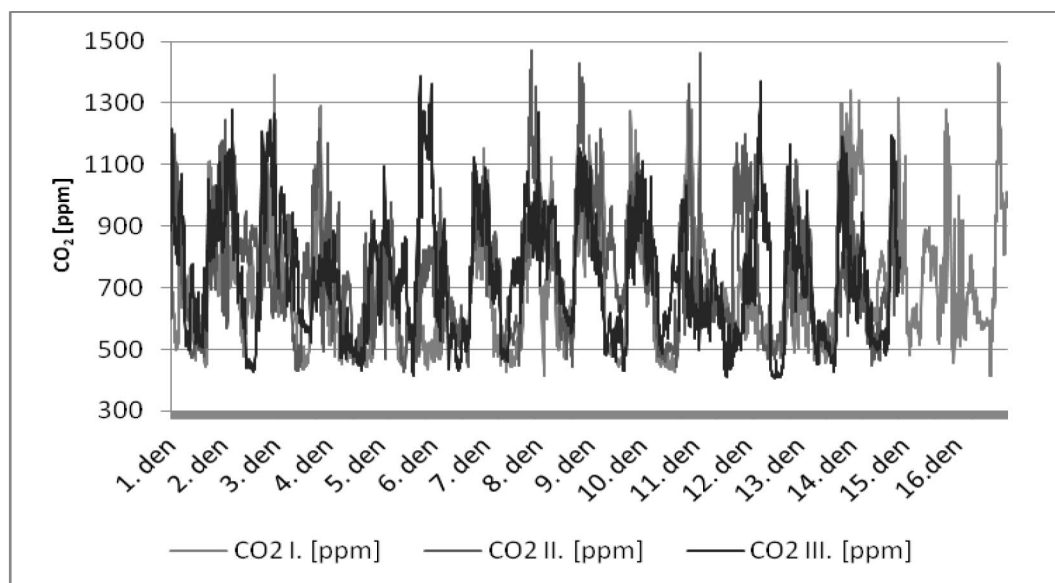


Graf 7: vlhkost a teplota v čekárně na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření)

### 5.3.1.2.2 Denní místnost

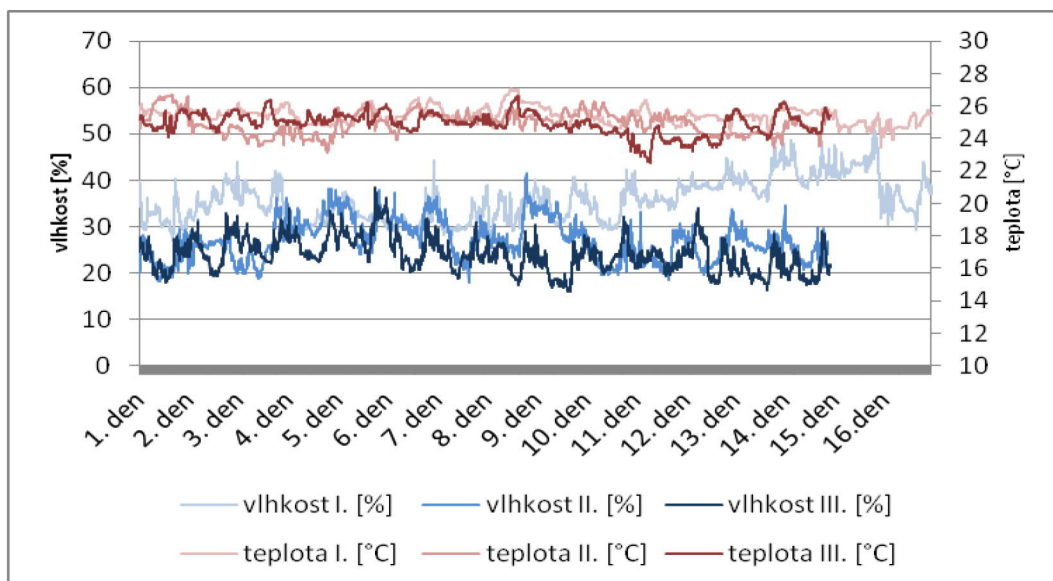
V denní místnosti zdravotních sester se vyskytovalo nejvíce osob během provozní doby od 7:00 do 15:30 h. Po 15:30 h zde byly zdravotní sestry v omezeném počtu na odpolední a noční směně.

Jak z grafu 8 vyplývá, vyšší koncentrace oxidu uhličitého se vyskytovaly během provozní doby. Nejnižší hodnoty byly zaznamenány v pozdních nočních hodinách.



Graf 8: koncentrace CO<sub>2</sub> v denní místnosti na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření)

Graf 9 ukazuje vlhkost a teplotu v denní místnosti na dětské klinice. Střední hodnota vlhkosti v netopné (I.) sezóně dosahovala vyhovujícím hodnotám 35,6 % oproti nevyhovujícím středním hodnotám II. a III. měření, kdy se pohybovaly pod minimální hranicí 30 %. Střední hodnota teploty se pohybovala v optimálních hodnotách. Maximum teploty bylo dosaženo při prvním měření dne 12. 10. 2016 ve 02:40 h, tj. 8. dne měření.

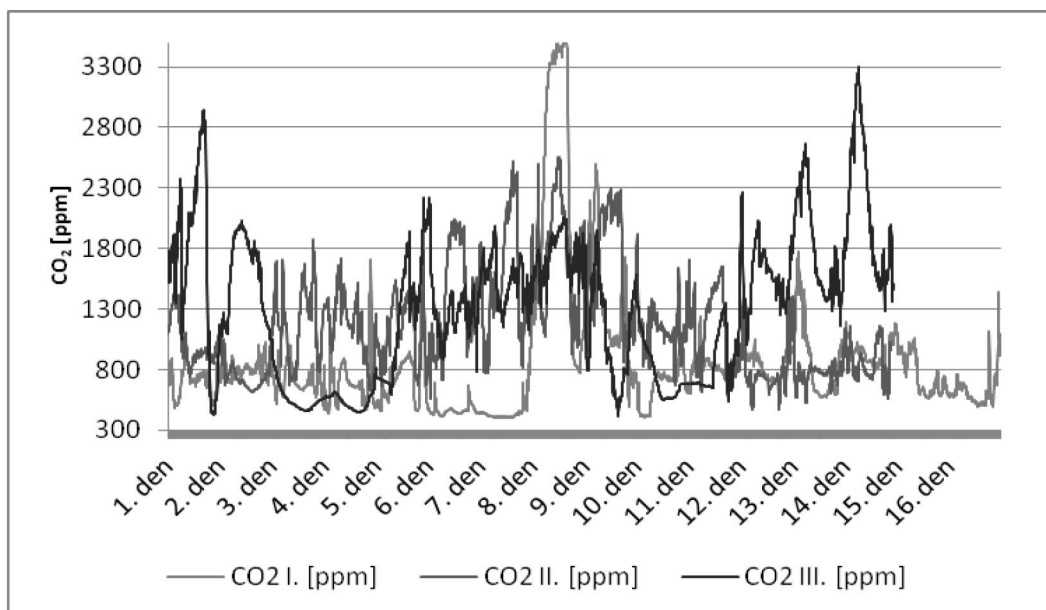


Graf 9: vlhkost a teplota v denní místnosti na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření)

### 5.3.1.2.3 Lůžkový pokoj

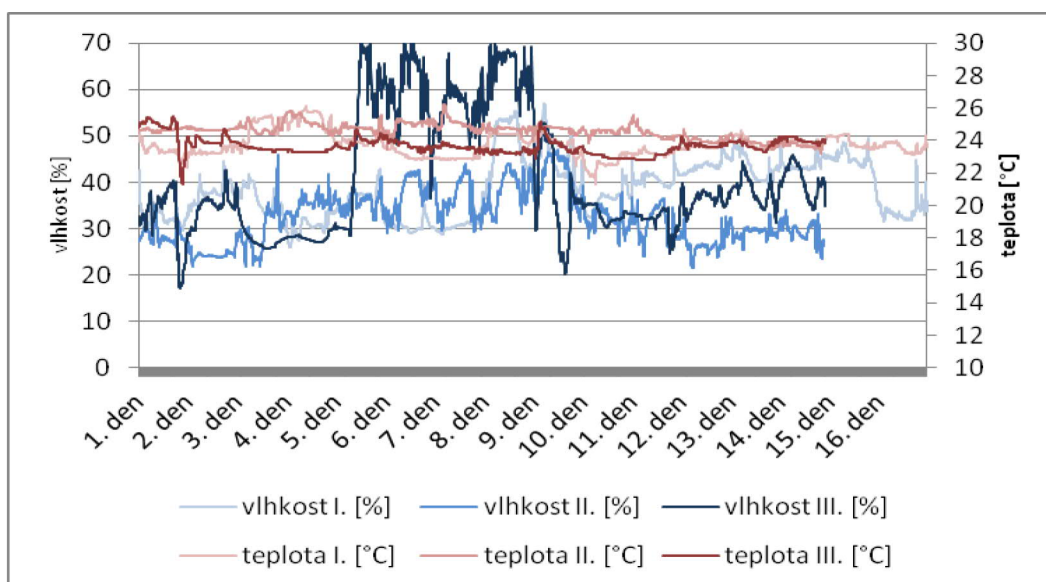
Okna v třílůžkovém pokoji na Klinice dětí a dorostu byla v uzavřené poloze kvůli bezpečnosti malých pacientů. Pokoj byl vybaven i sociálním zařízením.

Z grafu 10 lze vyčíst, že koncentrace oxidu uhličitého se postupně zvyšovaly během dne a nejvyšších hodnot nabývaly ve večerních hodinách, kdy v ojedinělých případech přesáhly 2 500 ppm. Střední hodnota lůžkového pokoje byla vyšší než v ostatních měřených místnostech, pohybovala se nad 1000 ppm. Ve třetím měření střední hodnota lůžkového pokoje byla 1317 ppm. Během víkendů v mnoha případech byli malí pacienti propouštěni do domácí péče, proto během soboty a neděle byly koncentrace nižší než v pracovních dnech.



Graf 10: koncentrace CO<sub>2</sub> v lůžkovém pokoji na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření)

Vlhkost byla při třetím měření během čtyř dní výrazně vyšší než při ostatních měřeních, při nichž mnohdy překračovala doporučené hodnoty. Střední hodnota vlhkosti při všech měřeních dosahovala doporučeného rozmezí hodnot 30 – 60 % relativní vlhkosti stanovených vyhláškou. Vlhkost při třetím měření dosáhla během pěti dní, tj. 5. až 9. dne, velice příznivých až nadlimtních hodnot. Teplota vzduchu se nijak výrazně neměnila během všech měření.



Graf 11: vlhkost a teplota v lůžkovém pokoji na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření)

### 5.3.1.3 Léčebna pro dlouhodobě nemocné

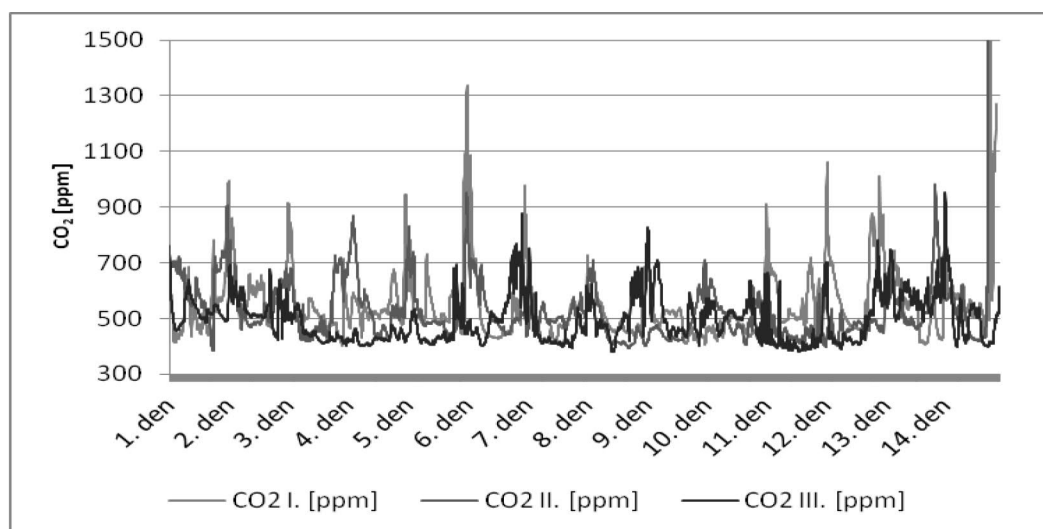
Léčebna pro dlouhodobě nemocné (LDN) FNKV sídlí v pavilónu O, který byl navržen jako bezbariérový. Provoz v LDN byl zahájen ke konci roku 1987. Pavilón O se liší od ostatních sledovaných klinik svojí velikostí i typem oken, má pět podlaží a dřevěná kyvná okna. Měření probíhalo v pátém patru budovy, kde výška okna v měřené jídelně dosahovala až 18,135 metrů nad terénem, jedná se tedy o nejvýše položenou místnost této analýzy. V provozním řádu léčebny se uvádí, že LDN má k dispozici 60 lůžek. Disponuje tedy největším počtem lůžek všech sledovaných klinik. Tyto informace byly dostupné z webových stránek FNKV.

V následujících šesti grafech jsou uvedeny dny začínající naměřenou hodnotou od 15:15 h prvního dne.

#### 5.3.1.3.1 Jídelna

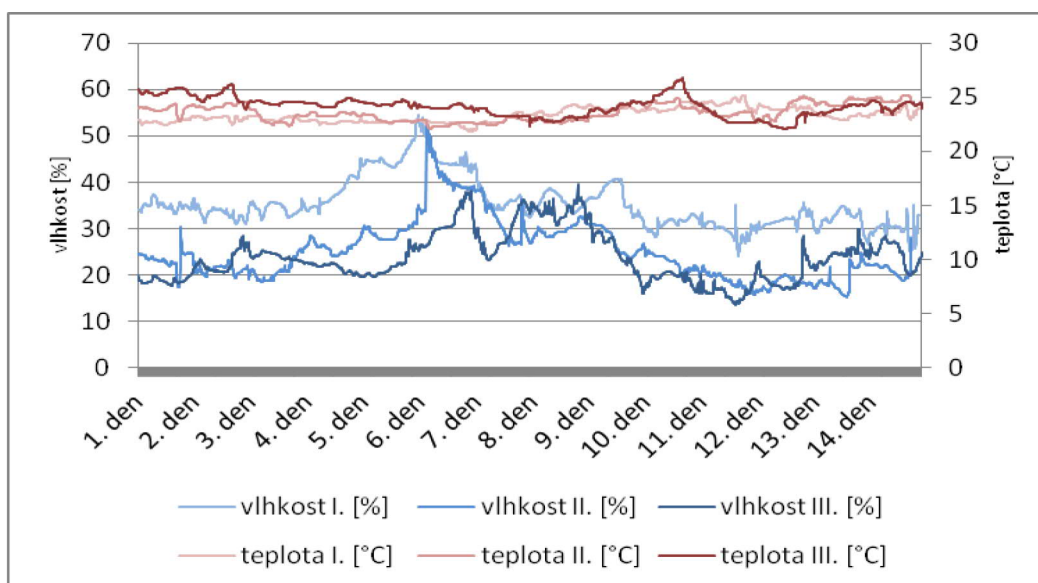
Jídelna v LDN je vyhrazena ke konzumaci jídel a sledování televize.

V nočních hodinách od 22:00 do 05:00 h se koncentrace oxidu uhličitého pohybovaly kolem 500 ppm. Během poledne a odpoledních hodin se koncentrace mírně zvyšovaly nad 700 ppm – viz graf 12. Střední hodnota se pohybovala během všech měření v rozmezí 497 – 446 ppm.



Graf 12: koncentrace CO<sub>2</sub> v jídelně v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření)

Z grafu 13 je možné vyčíst, že během 6. dne každého měření se zvyšovala relativní vlhkost v jídelně společně s koncentracemi CO<sub>2</sub>. Střední hodnota vlhkosti vyhovovala pouze při I. měření, kdy dosahovala 35,3 %, v II. a III. měření byla pod minimální hranicí 30 % stanovené vyhláškou. Teplota v tomto případě nebyla nijak výrazná. Pouze ve třetím měření dosáhla maxima 26,8 °C.

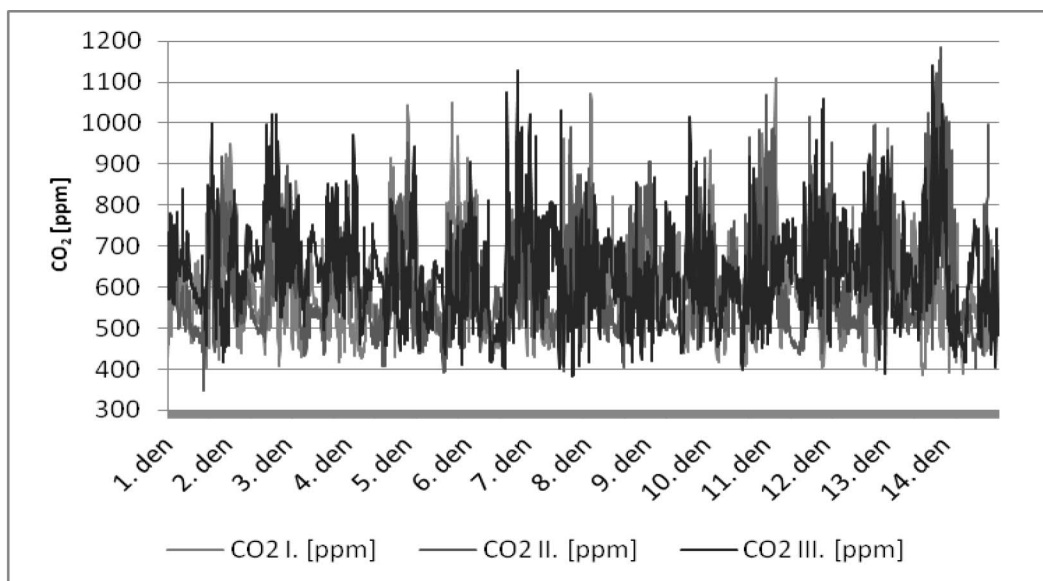


Graf 13: vlhkost a teplota v jídelně v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření)

#### 5.3.1.3.2 Denní místnost

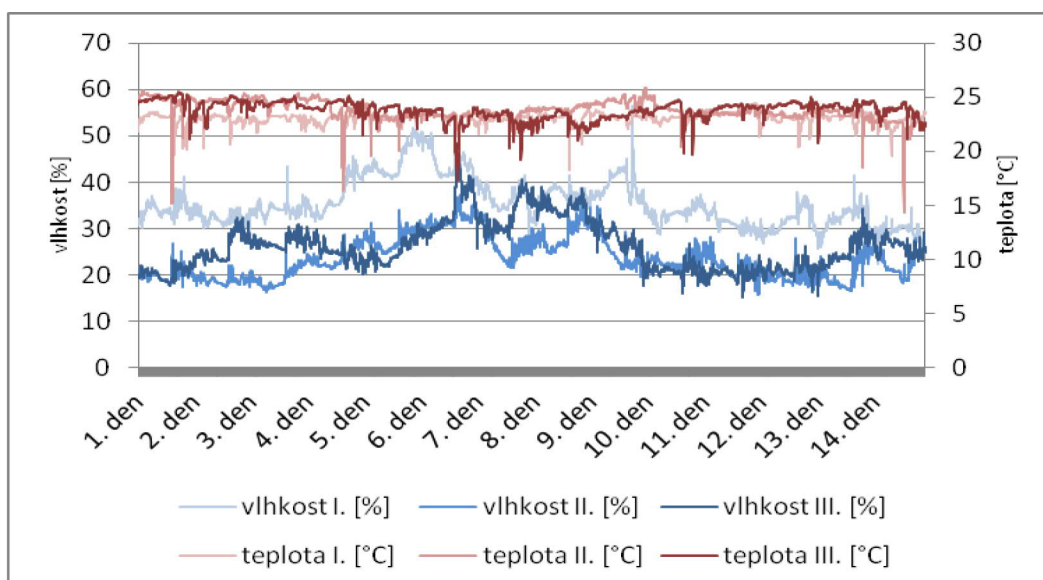
Denní místnost v LDN slouží k odpočinku zdravotnického personálu, její objem činí 49,0 m<sup>3</sup>. Tato denní místnost má jako jediná balkón.

Graf 14 znázorňuje koncentrace oxidu uhličitého během všech měření. Zvláštností naměřených hodnot v grafu je, že přes den koncentrace CO<sub>2</sub> dosahovala několika vrcholů oproti jiným denním místnostem, větrají občasně, ne průběžně. Všechny naměřené hodnoty ani v jediném případě nepřekračovaly limit stanovený vyhláškou 20/2012 Sb. Střední hodnota koncentrací měla vzrůstající trend od prvního (597 ppm) po třetí měření, kdy dosahovala hodnot 634 ppm.



Graf 14: koncentrace CO<sub>2</sub> v denní místnosti v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření)

Relativní vlhkost od začínajícího po poslední měření měla klesající trend – viz graf 15. Ve druhém a třetím sledování dat byly hodnoty dlouhodobě nižší než doporučuje vyhláška č. 6/2003 Sb., i modus (21,8 a 20,8) a medián (22,4 a 25,2) nedosahovaly požadovaných hodnot vyhlášky. Teplota v některých případech klesla pod minimální hranici stanovenou vyhláškou, a to pod 20 °C. V úvahu připadají intenzivnější větrací návyky personálu a možná i špatně těsnící okna.

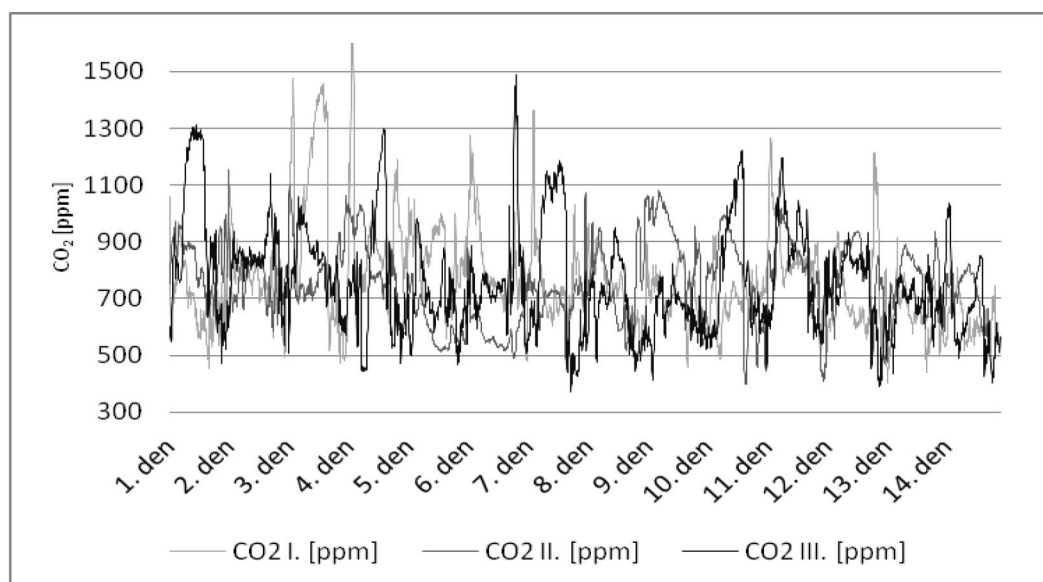


Graf 15: vlhkost a teplota v denní místnosti v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření)

### 5.3.1.3.3 Lůžkový pokoj

Čtyřlůžkový pokoj se nachází v pátém patře budovy s vlastním sociálním zařízením. Pokoje mají velká okna s orientací na jižní stranu a velkým balkónem.

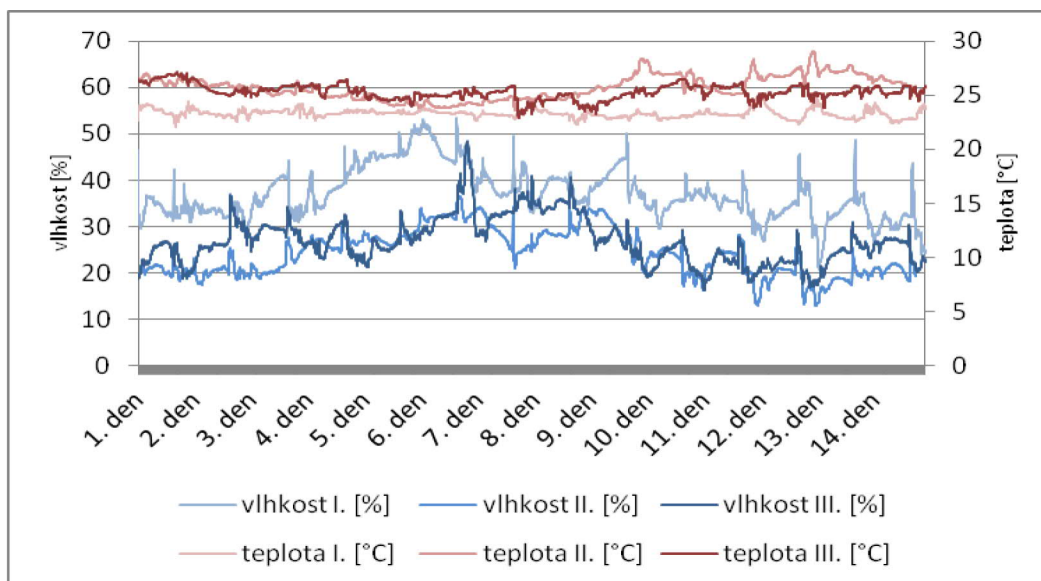
Specifika lůžkového pokoje na LDN spočívají v několika dosažených vrcholech během jednoho dne, a to mezi 09:00 – 11:00 h, 15:00 – 17:30 h a 19:30 – 6:00 h, kdy dosahují vyšších hodnot 900 ppm – viz graf 16. Avšak prudší pokles naměřených koncentrací nastává mezi 06:00 – 07:00 h ráno, kdy s největší pravděpodobností chodí zdravotní sestry budit pacienty a podávají jim léky a snídani.



Graf 16: koncentrace CO<sub>2</sub> v lůžkovém pokoji v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření)

Graf 17 ukazuje, že relativní vlhkost vzduchu při druhém a třetím měření klesla pod minimální stanovenou hranici vyhlášky. Střední hodnota třetího měření vlhkosti nabývá 37 %. Teplota při druhém měření dosahovala nadlimitních hodnot, jejichž maxima dosáhla 29,1 °C. Střední hodnota teploty zůstávaly v normě.





Graf 17: vlhkost a teplota v lůžkovém pokoji v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření)

#### 5.3.1.4 Oftalmologická klinika

Oftalmologická klinika FNKV sídlí v pavilónu E. V roce 1991 za prof. MUDr. Jana Kolína DrSc. se oční klinika přestěhovala z pavilonu G, kde sídlila pouze na jediném patře, do pavilónu E. Zvláštností oční kliniky je nově zrekonstruovaná čekárna s recepcí a plastovými okny v přízemí budovy oproti denní místnosti a lůžkovému pokoji, kde mají špaletová okna. V provozním řádu kliniky se uvádí, že Oftalmologická klinika má k dispozici 21 lůžek, tedy nejméně ze všech sledovaných klinik. Zdrojem těchto informací byl provozní řád dané kliniky a webové stránky FNKV.

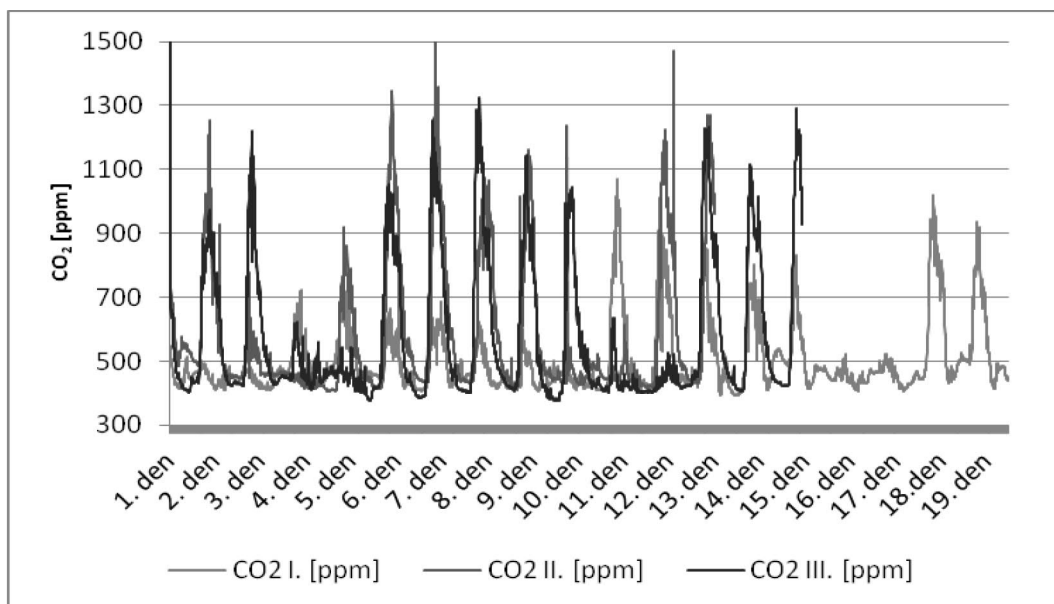
V následujících šesti grafech jsou uvedeny dny začínající naměřenou hodnotou od 14:00 h prvního dne.

##### 5.3.1.4.1 Čekárna

Čekárna na Oftalmologické klinice je umístěna v přízemí pavilonu E. Jako jediná ze sledovaných místností má klimatizaci. Ordinační doba je od 7:00 do 16:00 h každý pracovní den.

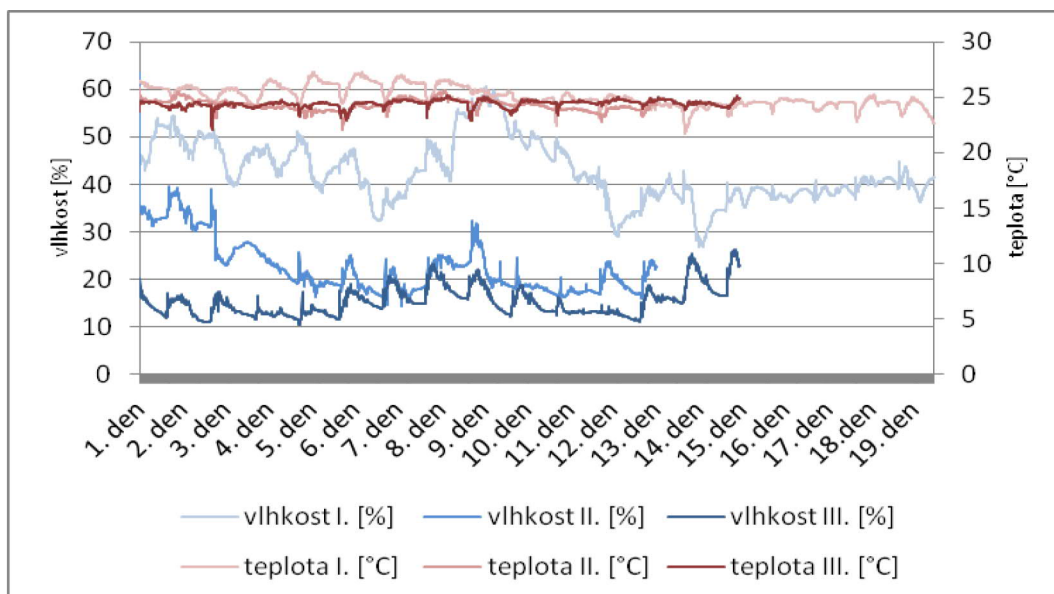
Z grafu 18 lze vyčíst, že se jedná o čekárnu, protože koncentrace oxidu uhličitého ve III. měření se během ordinační doby pracovních dní výrazně zvyšovaly, naopak

o víkendech, kdy se koncentrace nijak neměnily a byly stálé. To lze vidět při prvním měření, při němž 15. den značí pátek 23. 09. v 14:00 h a další dva následující dny víkend, kdy byly koncentrace stálé.



Graf 18: koncentrace CO<sub>2</sub> v čekárně na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření)

Vlhkost v čekárně na oční klinice značně kolísala postupným měřením. Střední hodnota vlhkosti dosahovala při prvním měření optimálních hodnot 42,6 %. Při dalším byla nízká a při posledním měření dosahovala extrémně nízkých hodnot, kdy se dostala na 15,3 %. Svého největšího minima při III. měření dosáhla v neděli 22. 01. 2017 kolem 07:30 h. V grafu 19 je možné vidět, že teploty v nočních hodinách byly nižší než přes den, kdy dosahovaly při I. měření až maxima 27,3 °C 5. dne. I na křivce teplot lze pozorovat trend vyšších teplot přes den a nižší teploty přes noc.

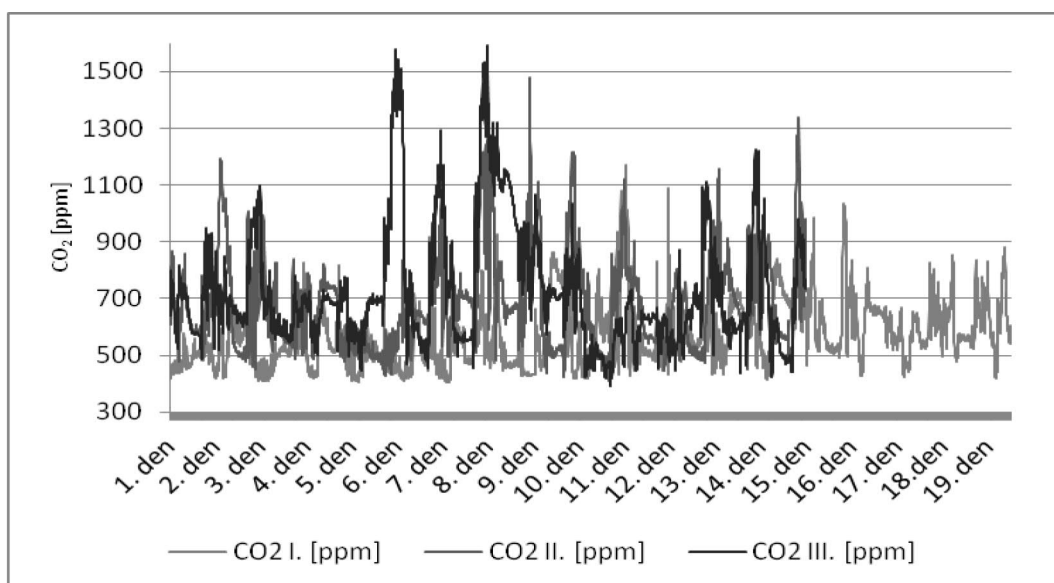


Graf 19: vlhkost a teplota v čekárně na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření)

#### 5.3.1.4.2 Denní místnost

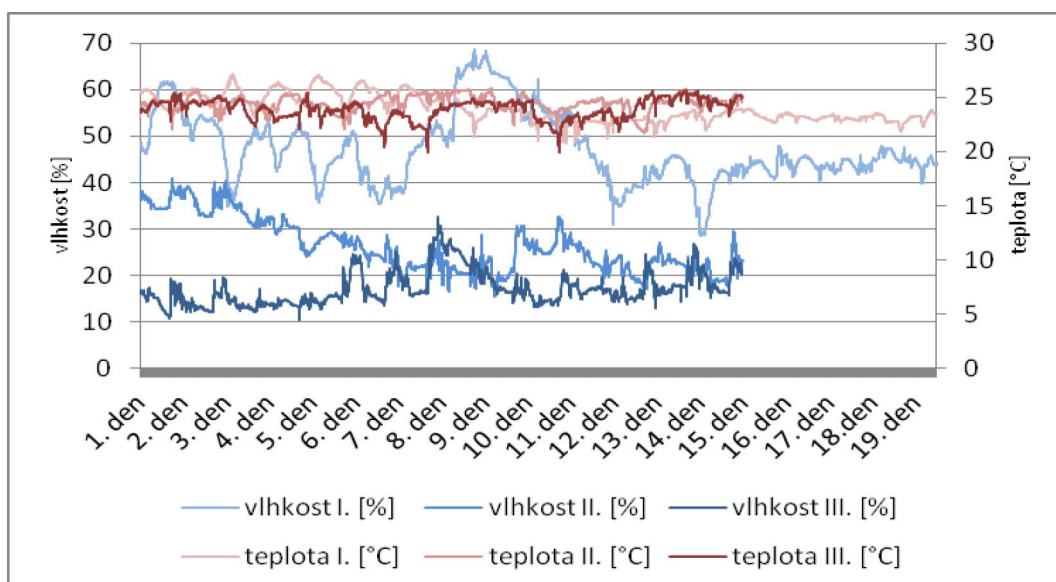
Denní místnost zdravotních sester se nachází v prvním podlaží budovy. Jedná se o druhou nejmenší místnost ze všech denních pokojů.

Koncentrace oxidu uhličitého dosahovaly největších vrcholů během odpoledne. V grafu 20 je patrné, že během víkendu a prvního dne v týdnu, tj. 16. – 18. den prvního měření byly koncentrace nižší než během ostatních dní v týdnu. Rozdíl ve střední hodnotě mezi I. a III. měření se značně lišil o 156 ppm.



Graf 20: koncentrace CO<sub>2</sub> v denní místnosti na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření)

Při prvním měření byla během pátečního odpoledne a víkendu, tj. 8. až 10. dne, vlhkost vyšší, překračovala horní hranici, která je stanovená ve vyhlášce č. 6/2003 Sb. Střední hodnota vlhkosti v denní místnosti byla pod minimálním hranicí, kterou stanovuje vyhláška č. 6/2003 Sb. a udává ji na 30 %. Ve třetím měření byla střední hodnota vlhkosti byla extrémní, dosahovala 17,1 % - viz graf 21. Střední hodnota teploty při všech měřeních se pohybovala okolo 24,0 °C. Největšího minima dosáhla teplota při třetím měření hodnoty 19,9 °C a naopak svého maxima při prvním měření na hodnotu 28,4 °C. Hodnoty se mírně zvyšovaly během odpoledne, a to maximálně o 2,5 °C nad střední hodnotu.

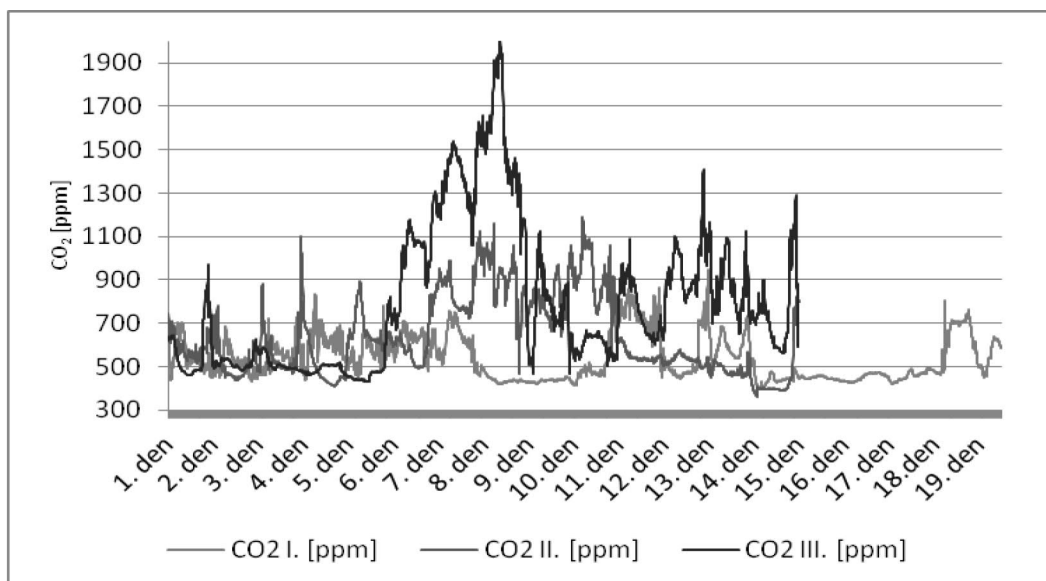


Graf 21: vlhkost a teplota v denní místnosti na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření)

#### 5.3.1.4.3 Lůžkový pokoj

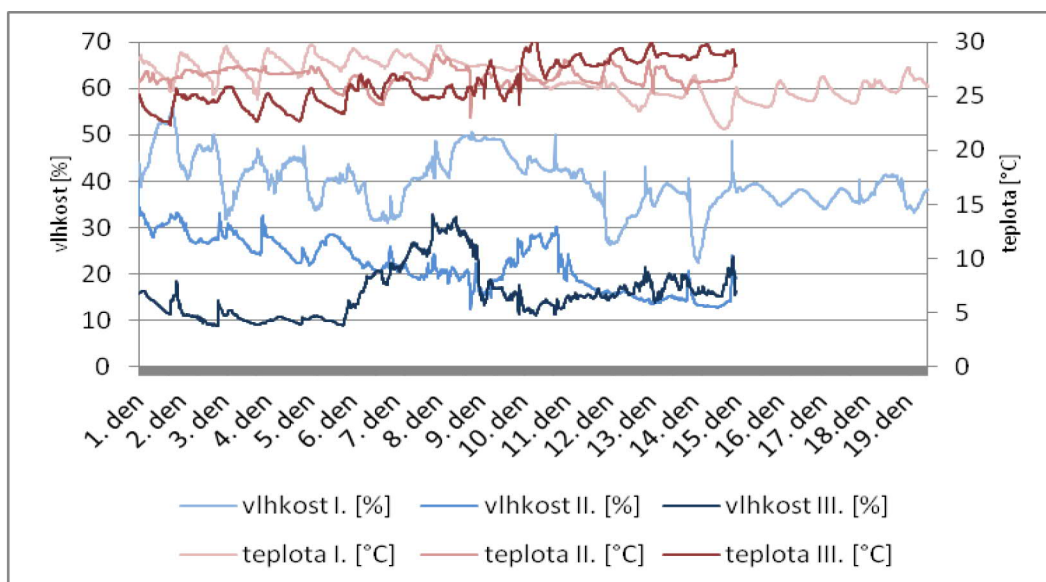
Pětilůžkový pokoj společně s denní místností se nachází v prvním patře budovy.

Střední hodnota koncentrací oxidu uhličitého se postupem každého měření zvyšovala. Rozdíl ve střední hodnotě mezi I. a III. měřením byl 260 ppm. Maximálních hodnot koncentrace dosáhla při posledním měření 25. 01. 2017 v 22:43 h, tj. osmého dne měření. Naopak nejnižší hodnoty dosáhla 05. 12. 2017 v 15:26 h při druhém měření, tj. 14. dne – viz graf 22.



Graf 22: koncentrace CO<sub>2</sub> v lůžkovém pokoji na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření)

Střední hodnota relativní vlhkosti při prvním měření dosahovala 39,7 %, v ostatních měření nedosahovala ani 30 % stanovených vyhláškou – viz graf 23. Střední hodnota teploty při všech měření byla o necelý stupeň vyšší než doporučuje vyhláška. Extrémního maxima dosáhla teplota v posledním měření, kdy byla 30,2 °C – viz graf 23.



Graf 23: vlhkost a teplota v lůžkovém pokoji na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření)

### **5.3.2 Srovnání naměřených dat jednotlivých místností**

Následující podkapitoly vysvětlují účel dané místnosti a věnují se vzájemnému srovnávání jednotlivých dat a parametrů. Poukazují na různá specifika daných pokojů, jejich podobnost či rozdílnost a dávají celkový pohled na ně. Podkapitoly zhodnocují všech dvanáct sledovaných místností.

#### **5.3.2.1 Čekárny a jídelna**

V čekárnách měřených klinik byl vyšší pobyt osob během ordinační či provozní doby, která je vždy uvedena v jednotlivých charakteristikách místností v přílohách č. 2 - 13 půdorysných schémat. Čekárny slouží k čekání osob na zdravotní péči ve zdravotnickém zařízení. Mohou být chodbou spojující ordinace či samostatnou místností.

Jedinečnost čekáren spočívá ve velkém prostranství, tedy objemu místnosti a v ordinační době, při níž se vyskytuje více osob v daném prostoru čekárny. Všechny tři měřené čekárny se nachází v přízemí nebo v prvním patře budovy. Jejich výjimečnost z hlediska mikroklimatu se zakládá na výskytu a počtu osob, kdy dochází k různým pravidelnostem v měření, přičemž jsou v různých intervalech měřeny. Během ordinační doby se zvyšovaly koncentrace oxidu uhličitého i hodnoty vlhkosti a teplot. Naopak během víkendů se hodnoty neměnily. Naprostá většina naměřených dat koncentrace CO<sub>2</sub> vyhovovala vyhlášce č. 20/2012 Sb. Celkem proběhlo osm měření v čekárnách.

Jídelna pro chodící pacienty může sloužit jako denní místnost pro pacienty (92/2012, 2012). Jídelna na LDN je určena ke konzumaci jídel a nápojů v omezené míře pro trvale neležící pacienty, ve většině případů místnost slouží ke sledování televize. V odpoledních hodinách slouží jako návštěvní místnost, kde se s pacienty léčebny setkává návštěva. Ve večerních či odpoledních hodinách se v jídelně setkávali pacienti, kteří se dívali na televizní vysílání, proto nejvyšší fluktuace osob zde byla v odpoledních a večerních hodinách.

Specifika jídelny na LDN spočívala už v samotném měření mikroklimatických podmínek, v jedinečnosti umístění místnosti, které bylo v pátém patře. Okno jídelny se nachází v nejvyšší měřené výšce nad terénem, která dosahovala 18,135 m. Koncentrace CO<sub>2</sub> překročily hranici stanovenou vyhláškou č. 20/2012 Sb., pouze v ojedinělých případech. Vyšší koncentrace se vyskytovaly převážně v odpoledních hodinách. Hodnoty relativní vlhkosti v prvním měření odpovídaly vyhlášce, ale v následujících měřeních byly podlimitní. Teploty zde byly stálé. Celkem proběhla tři měření.

### **5.3.2.2 Denní místnosti**

Denní místnosti slouží k odpočinku zdravotnického personálu. Jejich hlavním účelem je ochrana zaměstnanců před nepříznivými vlivy při jejich stravování, pokud není zřízena jídelna (451/2002 Sb., 2002).

Ve všech čtyřech měřených denních pokojích byly zaznamenány otevřené dveře. Naměřené hodnoty mikroklimatických podmínek se poměrně často shodovaly s trendem u čekáren, kdy přes provozní dobu (v čekárnách ordinační doba) se zvyšovaly měřené mikroklimatické podmínky. Tomuto trendu se pouze vymykal denní pokoj na LDN, v němž se koncentrace oxidu uhličitého náhle zvýšily a poté se během pár hodin snížily. Celkem proběhlo dvanáct měření v různých denních místnostech.

### **5.3.2.3 Lůžkové pokoje**

Lůžkové pokoje neboli pokoje pro pacienty bývají zpravidla vícelůžkové. Slouží k pobývání hospitalizovaných osob, osob léčených z nějaké nemoci či pacientům po zákroku.

Byly sledovány čtyři různé pokoje pro pacienty, každý z nich měl nějakou jedinečnost oproti ostatním. Největším pokojem, co se týče objemu, byl pětilůžkový pokoj na oční klinice a naopak nejmenším byl třílůžkový pokoj na kožním oddělení. Na LDN a dětské klinice měli pokoje své vlastní sociální

zařízení. Lůžkový pokoj na Klinice dětí a dorostu byl ojedinělým případem, v němž bylo okno z bezpečnostních důvodů v uzamčené poloze. Opětovně se vyskytoval trend vyšších hodnot naměřených v týdnu oproti víkendů, ale nebylo tomu tak na LDN, kde byly sledované mikroklimatické podmínky přibližně stejné jako v týdnu. Další specifikum lůžkových pokojů spočívalo v tom, že se objevovalo více vrcholů koncentrací CO<sub>2</sub> během dne oproti ostatním místnostem, z tohoto trendu vybočoval lůžkový pokoj na Klinice dětí a dorostu, kde byla omezena možnost větrání. Celkem proběhlo dvanáct měření v různých lůžkových pokojích.

### **5.3.3 Srovnání naměřených dat podle indikátorů**

Následující podkapitoly se věnují naměřeným mikroklimatickým podmínkám a jejich statistickým ukazatelům.

Následující tabulky poukazují na nadlimitní či podlimitní hodnoty stanovené danými vyhláškami. Více o hodnotách stanových ve vyhláškách v kapitole 4 Legislativa v ČR pro ukazatele vnitřního ovzduší.

Pro možné ovlivňování koncentrací CO<sub>2</sub> různými vnějšími vlivy byly zaznamenány do formuláře typy a orientace oken, pozice dveří, velikost a patro dané místnosti v souvislosti s počtem v nich se vyskytujících osob.



### 5.3.3.1 Koncentrace CO<sub>2</sub>

statistické ukazatele	počet měření	Dermatovenerologická klinika			Klinika dětí a dorostu			Léčebna pro dlouhodobě nemocné			Oftalmologická klinika		
		čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj	čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj	čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj	čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj
střední hodnota	I.	481,5	482	619	535,7	695,3	860	545,8	597	766	500	571	439,5
	II.	/	509,6	1106,9	549,2	744,4	1164,7	524,3	610,6	753,1	581,6	680,5	638,8
	III.	507,3	550,7	1000,3	528	738,2	1316,9	496,6	633,6	757	574	727	798,9
medián	I.	442	439	570	502	649	750	517	576	740	461	546	505
	II.	/	429	1069,5	505	716	1078	495	575	754	476	646	577
	III.	428	428	983	488	726	1362	482	624	725	457	672	700
modus	I.	415	426	446	462	498	409	475	555	713	431	432	438
	II.	/	407	983	422	546	773	488	505	719	444	505	399
	III.	415	402	1120	409	731	685	427	576	703	405	577	508
směrodatná odchylka	I.	93,2	100	188,1	109,8	199,4	524	116,4	109	177,5	109,5	114,7	102,4
	II.	/	169,8	362,9	134,8	195,3	439,1	99	125,5	139,5	216,4	166,8	182,4
	III.	146,8	217,5	247	131,3	198	596,2	91,4	115,8	188,1	222,3	216,8	337,8
minimum	I.	399	386	378	403	412	405	403	386	405	392	405	397
	II.	/	372	386	386	426	472	385	347	398	404	409	361
	III.	369	378	356	379	406	412	380	383	370	376	390	429
maximum	I.	1324	1130	1307	1003	1430	3664	1547	1109	1674	1072	1169	1020
	II.	/	1356	2524	1444	1470	2554	1846	1270	1316	1549	1479	1187
	III.	1655	1676	1970	1772	1468	3303	2789	1142	1488	1623	1590	2006
počet naměřených hodnot	I.	4056	4064	2886	4347	4599	4605	4005	4003	4000	5329	5332	5332
	II.	/	5328	5316	3992	3999	3997	3985	3986	3983	3458	4027	4030
	III.	4347	4350	4350	4016	4017	4017	4032	4027	4028	4036	4041	4042

**Tabulka 2: Statistické ukazatele koncentrace CO<sub>2</sub>**

Střední hodnoty koncentrace oxidu uhličitého vyhovovaly odpovídající vyhlášce č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby. Koncentrace CO<sub>2</sub> nesmí překročit hodnotu 1500 ppm ve vnitřním ovzduší. Maximální hodnoty poukazují na nejvyšší dosažené hodnoty. Bylo tomu tak v šestnácti případech a z toho nejvyššího extrému dosáhla hodnota 3664 ppm, která byla naměřena na Klinice dětí a dorostu v lůžkovém pokoji č. 5. Naopak nejnižší hodnota byla naměřena na LDN v denním pokoji během druhého měření.

### 5.3.3.2 Relativní vlhkost

statistické ukazatele	počet měření	Dermatovenerologická klinika			Klinika dětí a dorostu			Léčebna pro dlouhodobě nemocné			Oftalmologická klinika		
		čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj	čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj	čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj	čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj
střední hodnota	I.	46,7	39,9	46	33,6	35,6	38,4	35,3	35,5	37	42,6	47,27	39,8
	II.	/	25,1	32,6	21	26,9	32,5	25,1	23,5	24,2	22,6	26,3	22
	III.	16,4	14,9	22,4	18,7	23,9	40,8	23,7	26	26,8	15,3	17,1	15,9
medián	I.	46,9	39,6	45,4	32,7	35,4	37,8	34,2	34,2	36	41,1	45,4	39,4
	II.	/	24,8	33,2	20,5	26,7	32,1	24	22,4	24	20,7	24,9	21,9
	III.	16,8	14,7	22,2	18,4	23,7	36,1	22,7	25,2	26,3	14,9	16,3	15,2
modus	I.	41,4	39,8	45,8	32,3	32,4	37,2	34,7	33,9	35,4	39,1	43,2	49,1
	II.	/	31,3	29,5	19,1	26,7	29,6	24	21,8	20,1	18,9	22,7	13
	III.	17,5	14,6	23,5	17,7	23,8	35,3	19,7	20,8	26,2	13,1	16,4	15,3
směrodatná odchylka	I.	6,9	6,4	6,3	3,7	4,5	6,2	5,2	5,03	5,5	6,5	7,6	5,6
	II.	/	5,3	5,5	3,6	4,3	5,6	6,5	4,5	4,9	5,6	5,8	5,6
	III.	4,5	4,3	4,7	3	3,7	13	5,4	5,3	5	3	3,6	5,5
minimum	I.	31,3	27,2	31,7	25,5	26,6	26	24	22,4	20,8	26,9	28,4	22,4
	II.	/	12,3	17,8	13,3	18	21,5	15,3	15,8	13	14,4	15,4	12,3
	III.	7	7	10	30,8	16	17,1	13,6	15,2	16,2	10,5	10,5	8,8
maximum	I.	65,4	64,7	65	46,7	59,8	56,9	54,4	56,5	53,4	60,5	68,7	56,7
	II.	/	46,8	44,9	42,7	41,4	47,1	84,1	47,4	47,1	63,5	45,7	40
	III.	50,6	52	60	43,2	46,1	71,2	49,3	49,3	48,3	32,1	37,3	32,8
počet naměřených hodnot	I.	4056	4064	2886	4347	4599	4605	4005	4003	4000	5329	5332	5332
	II.	/	5328	5316	3992	3999	3997	3985	3986	3983	3458	4027	4030
	III.	4347	4350	4350	4016	4017	4017	4032	4027	4028	4036	4041	4042

**Tabulka 3: Statistické ukazatele relativní vlhkosti**

Zvýrazněné střední hodnoty a minima u relativní vlhkosti jsou pod minimální hranicí dané vyhláškou č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. Vyhláška stanoví hodnoty relativní vlhkosti mezi 30 – 60 %. Naopak je tomu u zvýrazněných maximálních hodnot, které poukazují na překročené hodnoty, červeně zabarvená políčka odpovídají nejvyšší hodnotě všech měření.

### 5.3.3.3 Teplota

statistické ukazatele	počet měření	Dermatovenerologická klinika			Klinika dětí a dorostu			Léčebna pro dlouhodobě nemocné			Oftalmologická klinika		
		čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj	čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj	čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj	čekárna	denní pokoj	lůžkový pokoj
střední hodnota	I.	24,8	27,2	25,8	24,8	25,4	23,7	23,3	23	23,3	25	24	26,6
	II.	/	23,5	25	26,6	24,9	24,5	23,6	23,8	25,7	24,3	24,5	26,8
	III.	23,3	25,5	25,3	24,7	24,9	23,7	24,1	23,8	25,3	24,4	23,9	26,2
medián	I.	24,8	26,9	25,8	24,8	25,4	23,7	23,2	23,1	23,3	24,9	23,6	26,6
	II.	/	23,5	25,2	26,7	25	24,6	23,5	23,7	25,7	24,3	24,6	26,8
	III.	23,2	25,4	25,5	24,8	25	23,6	24,2	23,9	25,3	24,4	24,1	25,8
modus	I.	24,6	26,2	25,9	24,8	25,6	22,9	22,8	23,1	23,4	24,6	22,9	26,2
	II.	/	23,6	25,7	26,7	25,2	24,6	22,8	23,4	25,1	24,2	24,7	26,3
	III.	22,8	25,4	25,3	25,1	24,9	23,4	24,3	24,2	25,1	24,4	24,6	24,9
směrodatná odchylka	I.	1,3	1,6	1	0,3	0,5	0,7	0,6	0,5	0,4	0,9	1,2	1,7
	II.	/	1,3	0,7	0,7	0,7	0,5	0,8	0,9	1,1	0,5	0,7	0,8
	III.	0,75	0,9	1	0,5	0,7	0,5	0,9	0,9	0,7	0,32	0,9	2
minimum	I.	21,6	24,5	22,6	22,1	23,4	21,3	21,8	18,2	22,1	21,7	20,7	21,9
	II.	/	20,4	21,5	24,2	23,1	23,2	18,3	14,3	22,8	22,1	21,7	23
	III.	20,3	21,7	19,8	21,3	21,5	21,3	21,4	17,3	22,9	22	19,9	22,3
maximum	I.	27,9	31,3	27,8	25,4	27,1	26,1	25,1	24,4	24,9	27,3	28,4	29,8
	II.	/	28,4	26,4	27,8	26,7	26,2	25,2	25,8	29,1	25,9	25,8	28,8
	III.	25,6	29,7	27,4	25,8	26,6	25,5	26,8	25,5	27,2	25,1	25,6	30,2
počet naměřených hodnot	I.	4056	4064	2886	4347	4599	4605	4005	4003	4000	5329	5332	5332
	II.	/	5328	5316	3992	3999	3997	3985	3986	3983	3458	4027	4030
	III.	4347	4350	4350	4016	4017	4017	4032	4027	4028	4036	4041	4042

**Tabulka 4: Statistické ukazatele teploty**

Zvýrazněné střední hodnoty u teploty jsou nad hranicí odpovídající vyhlášky č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. Ve středních hodnotách a maximech poukazují červeně zbarvená políčka na nejvyšší hodnoty všech měření. V minimech jsou označeny hodnoty, které nesplňují danou vyhlášku a červeně zbarvené políčko ukazuje na nejnižší hodnotu všech měření.

## Diskuze

Běžné hodnoty koncentrací oxidu uhličitého ve zdravotnickém zařízení se zdají být málo prozkoumané. Nejčastěji probíhaly studie týkající se problematiky vnitřního ovzduší ve školkách, školách, domácím prostředí a výškových bytových domech.

Problematikou vnitřního ovzduší se zabývají především odborníci ze severských zemí převážně se zaměřují na vnitřní prostory z hlediska úspory energií a větrání) a také z Koreje a Číny, kteří sledují zejména vliv různých druhů ventilace na koncentrace CO<sub>2</sub> v obytných a kancelářských prostorách. Další část severských studií se také věnuje prostorám domácností, zejména ložnicím z hlediska spojení koncentrací CO<sub>2</sub> a kvality spánku (Strom-Tejsen, P. et al.).

V České republice probíhaly studie zaměřené především na školky a školní zařízení, například ve Státním zdravotním ústavu (SZÚ), dále práce RNDr. Kotlíka (rovněž SZÚ) a Doc. Braniše (PřF UK). Studie byly zaměřeny na ovlivňování žáků vysokými koncentracemi oxidu uhličitého, které mají za následek sníženou pozornost, únavu a bolesti hlavy a množství prachových částic.

Práce zaměřené přímo na zdravotnická zařízení se většinou týkají kvality větrání ve spojitosti s nozokomiálními nákazami, např. využití CO<sub>2</sub> jako indikátoru pro snížení rizika přenosu tuberkulózy (Menzies et al., 1995) či přímého vztahu s dýchacími potížemi – např. iniciace sípání u dětí či možností rozvinutí astmatu vlivem zvýšených koncentrací CO<sub>2</sub> (Careiro-Martins et al., 2014).

Studie zaměřené na nemocnice či zdravotnická zařízení neprobíhaly v takovém rozsahu jako zaměření na ostatní pobytové prostory. Tímto tato analýza poukazuje na možná znečištění vnitřního ovzduší zdravotnického zařízení, protože nebyla dosud natolik probádána, aby se natolik zabývali touto problematikou. Zájem o výsledky měření projevilo vedení Úseku preventivně

léčebné péče FNKV, ale i většina zaměstnanců FNKV ze sledovaných klinik a jejich dotčených měřených místností.

Měření ukázalo, že na Klinice dětí a dorostu byly průměrné hodnoty koncentrace CO<sub>2</sub> přibližně 793 ppm, tedy výrazně vyšší cca o 170 ppm než na ostatních odděleních. Bylo to pravděpodobně způsobeno nízkou ventilací, protože okna byla na dětské klinice v uzamčené poloze a nedalo se tedy jimi regulovat větrání, což poukazuje na nedostatečnost přirozeného větrání v místnostech, které byly osazeny novými těsnícími okny. Na tuto skutečnost upozornili již autoři Bornehag et al. (2005) a Stymne, Boman, Kronvall (1994), kdy 80 % monitorovaných švédských rodinných domů a 50 % bytových domů označili za špatně větrané právě z tohoto důvodu.

Na ostatních sledovaných klinikách se průměrné hodnoty koncentrace CO<sub>2</sub> pohybovaly v rozmezí 623,5 – 639,0 ppm.

Monitoring ukázal, že v jednotlivých sledovaných místnostech byly průměrné hodnoty oxidu uhličitého nejvyšší právě v lůžkových pokojích, kde se pohybovaly kolem 860 ppm. Lze předpokládat, že pravděpodobnou příčinou byl vyšší výskyt osob, které zde byly dlouhodoběji hospitalizovány a vzhledem k zavřeným dveřím (na rozdíl od čekáren a denních místností) snížená ventilace vzduchu. Ani v nočních hodinách však hodnoty nedosáhly extrémů, které byly naměřeny Horákovou (2015) v českých ložnicích (kolem 3000 ppm, v extrémních případech i přes 6000 ppm) či autory (Batog, Badura, 2013) v polských ložnicích – nad 3000 ppm. Tato skutečnost je způsobená zřejmě většími rozměry lůžkových pokojů či lepší ventilací (zvláště u velmi malého lůžkového pokoje na kožním oddělení).

## Závěr

Práce byla zaměřená na reálné hodnoty koncentrací CO<sub>2</sub> v nemocničním prostředí. Průměrné hodnoty všech sledovaných klinik měřených místností nepřekročily hodnoty stanovené vyhláškou č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby, která stanoví hodnotu 1500 ppm ve vnitřním ovzduší. V šestnácti případech naměřených maximálních hodnot byly překročeny hodnoty stanovené vyhláškou.

Díky dostatečnému počtu naměřených dat se dá říci, že nejvyšší průměrné hodnoty dosahovaly hodnoty 793 ppm na Klinice dětí a dorostu. Nejvyšší průměrné hodnoty na Dermatovenerologické klinice byly 639 ppm, na LDN 631 ppm a na Oftalmologické klinice byly průměrné hodnoty nejnižší, dosáhly pouze na 623 ppm.

Nejvyšší koncentrace CO<sub>2</sub> podle průměrných hodnot měřených místností se vyskytovaly v lůžkových pokojích s hodnotou 860 ppm. Nižší průměrné hodnoty byly zaznamenány v denních pokojích (628,2 ppm) a nejnižší v čekárnách s hodnotou (526,6 ppm).

V čekárnách lze předpokládat zvýšený výskyt osob, čímž dochází k určitým opakujícím se změnám měřených hodnot při měření během dne v závislosti na ordinační době. Z vyhodnocených naměřených dat byla zajímavá podobnost denních místností s čekárnou, kde se koncentrace oxidu uhličitého téměř shodovaly v ordinační (provozní) době.

Za pozornost stojí vzájemná souvislost daných místností s jejich blízkostí např. na Dermatovenerologické klinice je čekárna s denní místností na stejném podlaží a spojuje je pouze archivační místnost. Lze zaznamenat i u místností, které slouží k podobným účelům – stálé fluktuace vyššího počtu osob během ordinačních hodin a téměř permanentní větrání pomocí mikroventilace či částečně otevřeného okna.

Na lůžkových pokojích bylo v grafu zaznamenáno více dosažených vrcholů a poklesů během krátké doby, lze zvážit možné častější větrání okny nebo vzít v potaz časté větrací návyky pacientů případně častější fluktuací osob z nebo do místnosti. Dále se může vzít v potaz výskyt lékařů, sester či jiných zdravotních pracovníků u lůžek pacientů (např. donesení užívaných léků). Na LDN nebyl pozorován trend poklesu koncentrace CO<sub>2</sub> přes víkend, to potvrzuje domněnku, že osoby na LDN nejsou propuštěny do domácí péče a tráví zde dlouhodobější léčebný pobyt.

## Souhrn

Bakalářská práce se zaměřuje na znečištění vnitřního ovzduší zdravotnického zařízení, především na koncentrace oxidu uhličitého společně s vlhkostí a teplotou.

Měření byla prováděna na čtyřech vybraných klinikách Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, konkrétně na Dermatologické a Oftalmologické klinice, Klinice dětí a dorostu a v Léčebně pro dlouhodobě nemocné. Monitoring koncentrací oxidu uhličitého probíhal na výše zmíněných klinikách FNKV ve vybraných třech typech místností (čekárny, denní místnosti a lůžkové pokoje). Výjimkou byla Léčebna pro dlouhodobě nemocné, kde byla zaměřena pozornost na jídelní místnost namísto čekárny.

Převážná většina práce je věnována jednotlivým sledovaným klinikám Fakultní nemocnice Královské Vinohrady a jejím daným měřeným místnostem. Souhrnná naměřená data jsou poté porovnávána se stanovenými hodnotami odpovídajících vyhlášek.

Monitoring ukázal, že na Klinice dětí a dorostu byly průměrné hodnoty koncentrace oxidu uhličitého přibližně 793 ppm, tedy výrazně vyšší než na ostatních odděleních, což bylo pravděpodobně způsobeno nízkou ventilací, protože okna byla v uzamčené poloze a nedalo se tedy regulovat větrání. Na ostatních sledovaných klinikách se koncentrace oxidu uhličitého pohybovaly mezi 623,5 – 639,0 ppm. Měření dále ukázalo, že v jednotlivých sledovaných místnostech byly průměrné hodnoty nejvyšší právě v lůžkových pokojích, což pravděpodobně zapříčinila vyšší fluktuace lidí, kteří zde byli dlouhodoběji hospitalizováni.

Zmapování problematiky koncentrace oxidu uhličitého ve vnitřním ovzduší zdravotnického zařízení čeká ještě další zkoumání, protože tomu doposud nebyla věnována dostatečná pozornost. Lze jen doufat, že následující analýzy přinesou



další výsledky, poukážou na danou problematiku vnitřního ovzduší zdravotnického zařízení a výsledné snahy povedou ke zlepšení lidského zdraví.

## Summary

This bachelor's thesis focuses on indoor air quality in health departments, especially the concentration of carbon dioxide, air temperature and humidity.

The measurements were carried out at four selected clinics of the Kralovske Vinohrady Teaching Hospital, namely the Dermatology, Ophthalmology and Pediatric clinics and the Department of long-term care. In the above mentioned clinics, the concentration of carbon dioxide was measured in three types of rooms (hospital bedrooms, waiting and common rooms). In the department of long term care, an exception was made and the required measurements were taken in the dining room instead of the waiting room.

The majority of this thesis is devoted to measurements carried out in specific rooms of the above mentioned clinics of the Kralovske Vinohrady Teaching Hospital. The cumulative measured data is then compared to the set values of the corresponding decrees.

In the Pediatrics clinic, the average measured carbon dioxide concentration was 793 ppm, which was significantly higher than in the other departments. This was probably caused by low ventilation due to locked windows. In the other clinics, the measured carbon dioxide concentrations varied between 623,5 - 639 ppm. Furthermore, the highest average values were recorded in hospital bed rooms, which were probably caused by higher fluctuations of people who have been hospitalized for longer periods of time.

Mapping the problem of carbon dioxide concentration in indoor air of hospital departments requires further research, because thus far, insufficient attention has been paid to this problem. One can only hope that subsequent analysis will bring further results pointing to the issue of indoor air quality in health departments and the resulting efforts will lead to health improvements.

## Seznam použité literatury

- 20/2012 Sb., 2012.** Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 20/2012 Sb., o technických požadavcích na stavby. 2012. In: Sbírka zákonů. ISSN 1211-1244.
- 201/2012 Sb., 2012.** Zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. 2012. In: Sbírka zákonů. ISSN 1211-1244.
- 258/2000 Sb., 2000.** Zákon Ministerstva zdravotnictví č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. 2000. In: Sbírka zákonů. ISSN 1211-1244.
- 268/2009 Sb., 2009.** Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. 2009. In: Sbírka zákonů. ISSN 1211-1244.
- 372/2011 Sb., 2011.** Zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování. 2011. In: Sbírka zákonů. ISSN 1211-1244.
- 451/2002 Sb., 2002.** Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 451/2002 Sb., o podmínkách a požadavcích na provozní a osobní hygienu při výrobě potravin, kromě potravin živočišného původu. 2002. In: Sbírka zákonů. ISSN 1211-1244.
- 6/2003 Sb., 2003.** Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 6/2003 Sb., o stanovení hygienických limitů chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. 2003. In: Sbírka zákonů. ISSN 1211-1244.
- 92/2012, 2012.** Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 92/2012 Sb., o požadavcích na minimální technické a věcné vybavení zdravotnických zařízení a kontaktních pracovišť domácí péče. 2012. In: Sbírka zákonů. ISSN 1211-1244.
- 95/2004 Sb, 2004.** Zákon Ministerstva zdravotnictví č. 95/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání odborné způsobilosti a specializované způsobilosti k výkonu zdravotnického povolání lékaře, zubního lékaře a farmaceuta. 2004. In: Sbírka zákonů. ISSN 1211-1244.
- 96/2004 Sb., 2004.** Zákon Ministerstva zdravotnictví č. 96/2004 Sb., o nelékařských zdravotnických povoláních. 2004. In: Sbírka zákonů. ISSN 1211-1244.
- Batog, P., Badura M.,** *Dynamic of Chages in Carbon Dioxide Concentration in Bedrooms. Procedia Engineering*, 2016, Vol. 57, p. 175-182
- Bártová, Jarmila. 2015.** *Přehled patologie.* Praha : Karolinum, 2015. 191 s. ISBN 978-80-246-2745-8.

**Bencko, Vladimír a kolektiv. 2006.** *Hygiena a epidemiologie: učební texty k seminářům a praktickým cvičením pro studijní obor zubní lékařství.* Praha : Karolinum, 2006. 178 s. ISBN 80-246-1129-5.

**Bencko, Vladimír. 1998.** *Hygiena: učební texty k seminářům a praktickým cvičením.* 2. přepracované vydání. Praha : Karolinum, 1998. 185 s. ISBN 80-7184-551-5.

**Bornehag C.G., Sundell J, Hagerhed-Engman L., Sigsgaard T., 2005.** *Association between ventilation rates in 390 Swedish homes and allergic symptoms in children.* *Indoor Air.* 2005, Vol. 15, 275.

**Careiro-Martins, P., Viegas, J., Papoila, A., Aalenei, D., Caires, I., Araujo-Martins, J., Gaspar-Marques, J., Cano, M., Medes, A. , Virella, D., 2014.** *CO<sub>2</sub> concentration in day care centres is related to wheezing in attending children.* *European Journal of Pediatric,* 2014, Vol. 173, Issue 8, p. 1041-1049

**Dufka, Jaroslav. 2002.** *Větrání a klimatizace domů a bytů.* Praha : Grada, 2002. 99 s. ISBN 80-247-0222-3.

**EXTECH. 2014.** Gas Analyzers/Testers: CO210 – Desktop Indoor Air Quality CO2 Monitor/Datalogger. [Online] 2014. [Citace: 14.. 5. 2017.] Dostupné z: [http://www.extech.com/resources/CO210\\_UM.pdf](http://www.extech.com/resources/CO210_UM.pdf).

**Göpferová, Dana, Pazdiora, Petr a Dáňová Jana. 2002.** *Epidemiologie infekčních nemocí.* Praha : Karolinum, 2002. 230 s. ISBN 80-246-0452-3.

**Horáková Nikola. 2016** *Koncentrace CO<sub>2</sub> ve vnitřních prostorech.* BP. 3. LF UK. 2016. Obor Veřejné zdravotnictví. Vedoucí práce: RNDr. Sylva Rödlová

**Mathauserová, Z., 2010.** *Hygienické aspekty nedostatečně větraných školských budov.* Hygiena, 2010. 3. Práce Doc. Braniše na PŘF UK

**Menzies, R., Schwartzman, K., Loo, V. 1995.** *Measuring ventilation of patient-care areas in hospitals-description of a new protocol.* *American Journal of Respiratory and critical Care medicine,* 1995, Vol, 152, Issue 6, P. 1992-1999

**Nielsen, Gunnar Damgård a Larsen, Søren Thor and Peder Wolkoff. 2016.** Re-evaluation of the WHO (2010) formaldehyde indoor air. *National Research Centre for the Working Environment.* 2016.

**Pacák, Josef. 2010.** *Jak porozumět organické chemii.* 3. vydání. Praha : Karolinum, 2010. 301 s. ISBN 978-80-246-1837-1.

**Papáček, Miroslav et al. 2000.** *Zoologie.* 3. upravené vydání. Praha : Scientia, 2000. 285 s. ISBN 80-7183-203-0.

- Podstatová, Hana. 2002.** *Hygiena provozu zdravotnických zařízení a nová legislativa.* Olomouc : EPAVA, 2002. 267 s. ISBN 80-86297-10-1.
- Podstatová, Hana. 2009.** *Základy epidemiologie a hygieny.* Olomouc : Galén, 2009. 158 s. ISBN 978-80-7262-597-0.
- Provazník, Kamil a Komárek, Lumír a Jiří Havránek. 1996.** *Manuál prevence v lékařské praxi: III. prevence nepříznivého působení vlivů obytného prostředí na zdraví.* Praha : Fortuna, 1996. 112 s. ISBN 80-7168-302-7.
- Remy, Heindrich. 1961.** *Anorganická chemie, I. díl.* Praha : SNTL - Státní nakladatelství technické literatury, 1961. 864 s.
- Strom-Tejsen, P., Zukowska, D., Wargocki, P., Wyon, D.P. 2016.** *The effects of bedroom air quality on sleep and next-day performance, Indoor Air.* 2016, Vol, 26, Issue 5, p. 679-686, Dynamic of Changes in Carbon Dioxide Concentration in Bedrooms, Batog, P., Badura, M., Procedia Engineering., 2013, Vol. 57, p. 175-182
- Stymne H., Boman C.A., Kronvall J.** *Measuring ventilation rates in the Swedish housing stock. Building Environment.* 1994, Vol 29 (Issue 3), p. 373-379
- Symon, Karel a Vladimír, Bencko. 1988.** *Znečištění ovzduší a zdraví.* Praha : Avicenum, 1988. 250 s.
- Šrámková, Helena a kolektiv. 1995.** *Nozokomiální nákazy.* Praha : Maxdorf, 1995. 224 s. ISBN 80-85912-00-7.
- Šuta, Miroslav. 2010.** *Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví. 3. doplněné vydání.* Brno : ZO ČSOP Veronica, 2010. 59 s. ISBN 978-80-87308-01-1.
- Urban, Jiří. 1995.** *Lékařská chemie.* Praha : 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, 1995. 163 s. ISBN 80-85121-04-2.
- Vacík, Jiří. 1995.** *Přehled středoškolské chemie. 3. doplněné vydání.* Praha : SPN - pedagogické nakladatelství, a. s., 1995. 368 s. ISBN 80-85937-08-5.
- Vokurka, Martin. 2008.** *Patofyziologie pro nelékařské směry.* Praha : Karolinum, 2008. 217 s. ISBN 978-80-246-1561-5.
- WHO, 2009. WHO Regional Office for Europe.** *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould.* Copenhagen : WHO, 2009. 228 s. ISBN 978-92-890-4168-3.
- WHO, 2010. WHO Regional Office for Europe.** *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants.* Copenhagen : WHO, 2010. 454 s. ISBN 978-92-890-0213-4.

**Závodská, Radka. 2006.** *Biologie buněk: základy cytologie, bakteriologie, virologie.* Praha : Scientia, 2006. 158 s. ISBN 80-86960-15-3.

## Internetové zdroje

**NYSERDA.** New York State Energy Research and Development Authority. [Online] [Citace: 13. 3 2017.] Dostupné z: <http://www.nyserda.ny.gov/-/media/Files/EERP/Residential/homeowners-vent-guide.pdf>.

**SZÚ.** Témata zdraví a bezpečnosti: Zdraví a životní prostředí: Vnitřní prostředí: Kvalita vnitřního prostředí: Vnitřní prostředí - obecné a odborné předpoklady. [Online] [Citace: 24.. 2. 2017.] Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitрни\\_ovzdusi/indoor\\_Za\\_kladni\\_faktory\\_ovlivnujici\\_kvalitu\\_vnitrnih\\_o\\_prostredi\\_4\\_.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/Vnitрни_ovzdusi/indoor_Za_kladni_faktory_ovlivnujici_kvalitu_vnitrnih_o_prostredi_4_.pdf).

**SZÚ. 2007.** Vzdělávání: Materiály ze seminářů: Hygiena životního prostředí: Hygiena ovzduší – semináře a kursy: 2007 – Kurs – hygiena ovzduší: Vnitřní ovzduší. S(POd)ZÚ. [Online] 2007. [Citace: 9. 3 2017.] [http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/konz\\_dny\\_a\\_seminare/2007/kurs\\_ovzdusi\\_1/4\\_vnitрни\\_ovzdusi.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/chzp/ovzdusi/konz_dny_a_seminare/2007/kurs_ovzdusi_1/4_vnitрни_ovzdusi.pdf).

**SZÚ. 2016.** Nemoci z povolání v České republice 2015. [Online] 2016. [Citace: 1.. 4. 2017.] 99 s. Dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/NZP/Hlaseni\\_a\\_odhlaseni\\_2015.pdf](http://www.szu.cz/uploads/NZP/Hlaseni_a_odhlaseni_2015.pdf).

## **Seznam použitých zkratk**

**CH<sub>2</sub>O**: formaldehyd, methanal

**CO**: oxid uhelnatý

**COHb**: karboxyhemoglobin

**FNKV**: Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

**HCOH**: formaldehyd, methanal

**NO<sub>2</sub>**: oxid dusičitý

**NYSERDA**: New York State Energy Research and Development Authority

**ppm**: parts per million

**PAU**: polycyklické aromatické uhlovodíky

**pO<sub>2</sub>**: parciální tlak kyslíku

**ppm**: parts per million

**SO<sub>2</sub>**: oxid siřičitý

**SZÚ**: Státní zdravotní ústav

**T<sub>s</sub>**: suchá teplota

**VOC**: volatile organic compound

**WHO**: World Health Organization



## Seznam tabulek

Tabulka 1: Rozpis měření na jednotlivých klinikách FNKV.....	41
Tabulka 2: Statistické ukazatele koncentrace CO <sub>2</sub> .....	65
Tabulka 3: Statistické ukazatele relativní vlhkosti .....	66
Tabulka 4: Statistické ukazatele teploty.....	67

## Seznam grafů

<b>Graf 1:</b> indikátory v čekárně na Dermatovenerologické klinice FNKV (I. a III. měření) .....	45
<b>Graf 2:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v denní místnosti na Dermatovenerologické klinice FNKV (I. – III. měření).....	46
<b>Graf 3:</b> vlhkost a teplota v denní místnosti na Dermatovenerologické klinice FNKV (I. – III. měření) .....	46
<b>Graf 4:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v lůžkovém pokoji na Dermatovenerologické klinice FNKV (I. – III. měření) .....	47
<b>Graf 5:</b> vlhkost a teplota v lůžkovém pokoji na Dermatovenerologické klinice FNKV (I. – III. měření).....	48
<b>Graf 6:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v čekárně na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření).....	49
<b>Graf 7:</b> vlhkost a teplota v čekárně na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření) .....	49
<b>Graf 8:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v denní místnosti na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření) .....	50
<b>Graf 9:</b> vlhkost a teplota v denní místnosti na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření) .....	51
<b>Graf 10:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v lůžkovém pokoji na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření) .....	52
<b>Graf 11:</b> vlhkost a teplota v lůžkovém pokoji na Klinice dětí a dorostu FNKV (I. – III. měření) .....	52
<b>Graf 12:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v jídelně v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření) .....	53
<b>Graf 13:</b> vlhkost a teplota v jídelně v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření) .....	54
<b>Graf 14:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v denní místnosti v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření) .....	55
<b>Graf 15:</b> vlhkost a teplota v denní místnosti v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření) .....	55

<b>Graf 16:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v lůžkovém pokoji v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření) .....	56
<b>Graf 17:</b> vlhkost a teplota v lůžkovém pokoji v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV (I. – III. měření) .....	57
<b>Graf 18:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v čekárně na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření).....	58
<b>Graf 19:</b> vlhkost a teplota v čekárně na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření) .....	59
<b>Graf 20:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v denní místnosti na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření) .....	59
<b>Graf 21:</b> vlhkost a teplota v denní místnosti na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření) .....	60
<b>Graf 22:</b> koncentrace CO <sub>2</sub> v lůžkovém pokoji na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření) .....	61
<b>Graf 23:</b> vlhkost a teplota v lůžkovém pokoji na Oftalmologické klinice FNKV (I. – III. měření) .....	61

## Seznam příloh

<b>Příloha 1:</b> Formulář pro technika – vzor.....	85
<b>Příloha 2:</b> Půdorysné schéma čekárny s recepcí na Dermatovenerologické klinice FNKV.....	86
<b>Příloha 3:</b> Půdorysné schéma denní místnosti na Dermatovenerologické klinice FNKV.....	87
<b>Příloha 4:</b> Půdorysné schéma lůžkového pokoje č. 18 na Dermatovenerologické klinice FNKV... ..	88
<b>Příloha 5:</b> Půdorysné schéma čekárny s dětským koutkem na Klinice dětí a dorostu FNKV.....	89
<b>Příloha 6:</b> Půdorysné schéma denního pokoje na Klinice dětí a dorostu FNKV....	90
<b>Příloha 7:</b> Půdorysné schéma lůžkového pokoje č. 5 na Klinice dětí a dorostu FNKV.....	91
<b>Příloha 8:</b> Půdorysné schéma jídelní místnosti v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV.....	92
<b>Příloha 9:</b> Půdorysné schéma denní místnosti v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV.....	93
<b>Příloha 10:</b> Půdorysné schéma lůžkového pokoje č. 58 v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV.....	94
<b>Příloha 11:</b> Půdorysné schéma čekárny s recepcí na Oftalmologické klinice FNKV.....	95
<b>Příloha 12:</b> Půdorysné schéma denní místnosti na Oftalmologické klinice FNKV.....	96
<b>Příloha 13:</b> Půdorysné schéma lůžkového pokoje č. 5 na Oftalmologické klinice FNKV.....	97

# Přílohy

## Formulář pro technika

umístění přístroje od \_\_\_\_\_ do \_\_\_\_\_ měření:

**Klinika:**  
Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

**patro místnosti:**  
**stáří a konstrukce budovy:**  
stáří:  
 cihlová  
 panelová  
 kamenná  
 jiná

**výška přístroje nad zemí:**  
**kde je přístroj umístěn:**

**rozměry místnosti:**  
výška:  
šířka:  
délka:

**druh oken:**  dřevěná  plastová  jiná  
 špaletová  nová  
 zdvojená  stará

**možnost regulace:**  
 mikroventilace  
 ventilace  
 otevřené okno  
 otevřené dveře

**výška okna nad terémem:**  
**místnost:**  pokoj personálu  
 pokoj pacientů  
 ordinace  
 vyšetřovna  
 sál  
 denní místnost  
 recepce  
 čekárna  
 jiné

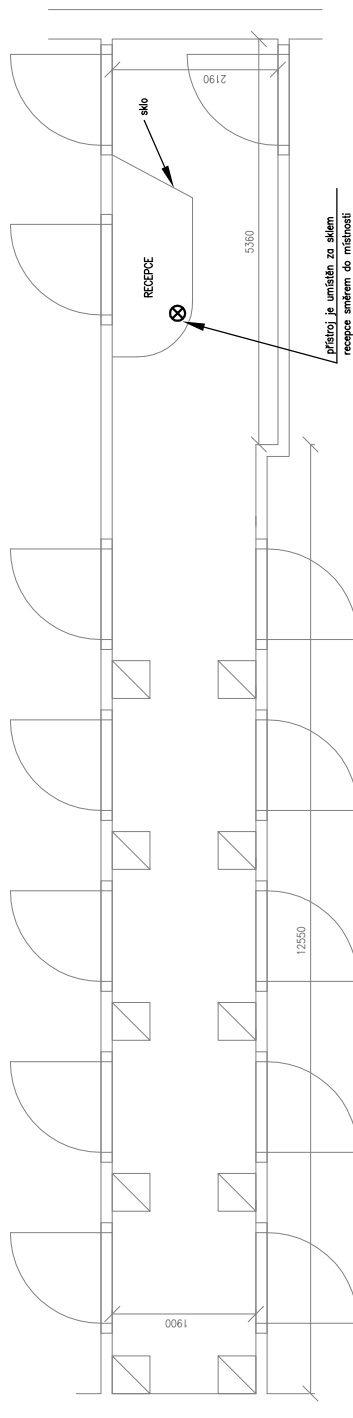
**místnost:**  bez klimatizace  
 s klimatizací  
režim klimatice:

**topení:**  ano  
 ne  
režim topení:

**parametry okna**  
výška od podlahy k oknu:  
výška stěny od okna ke stropu:  
šířka okna:  
výška okna:

**poznámky:**  
orientace oken:

Nákres místnosti  
(okna, dveře, topení, měřící přístroj, nábytek,...)



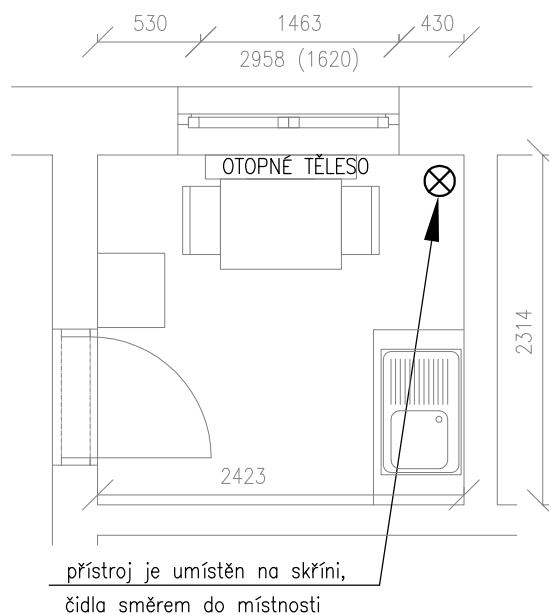
LEGENDA:

- ⊗ MĚŘICÍ PŘÍSTROJ  
 VÝŠKA MĚŘICÍHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 1330mm  
 SVĚTLÁ VÝŠKA MÍSTNOSTI 3000mm  
 OBJEM MÍSTNOSTI 106,7 m<sup>3</sup>  
 MĚŘÍTKO 1:100

CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:

- UMÍSTĚNÍ: 1.PATRO  
 BEZ OKEN  
 MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE  
 ORDINAČNÍ DOBA: OD 7:00 DO 14:00

Příloha 2: Půdorysné schéma čekárny s recepcí na Dermatovenerologické klinice FNKV



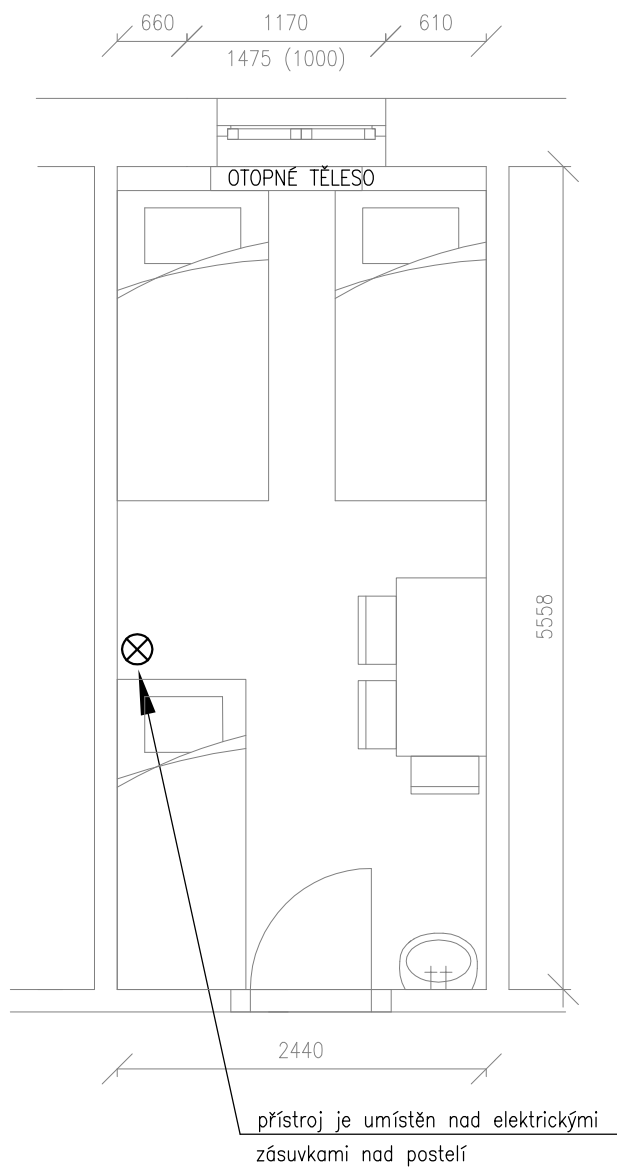
**LEGENDA:**

- ⊗ MĚŘICÍ PŘÍSTROJ  
 VÝŠKA MĚŘICÍHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 2130mm  
 SVĚTLÁ VÝŠKA MÍSTNOSTI 5078mm  
 OBJEM MÍSTNOSTI 28,4 m<sup>3</sup>  
 MĚŘÍTKO 1:50

**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

UMÍSTĚNÍ: 1.PATRO  
 VÝŠKA OKNA NAD TERÉNEM: 8600mm  
 TYP OKEN: DŘEVĚNÁ ŠPALETOVÁ  
 ORIENTACE OKNA NA: JIH  
 MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE  
 DVEŘE STÁLE OTEVŘENY

Příloha 3: Půdorysné schéma denní místnosti na Dermatovenerologické klinice FNKV



**LEGENDA:**

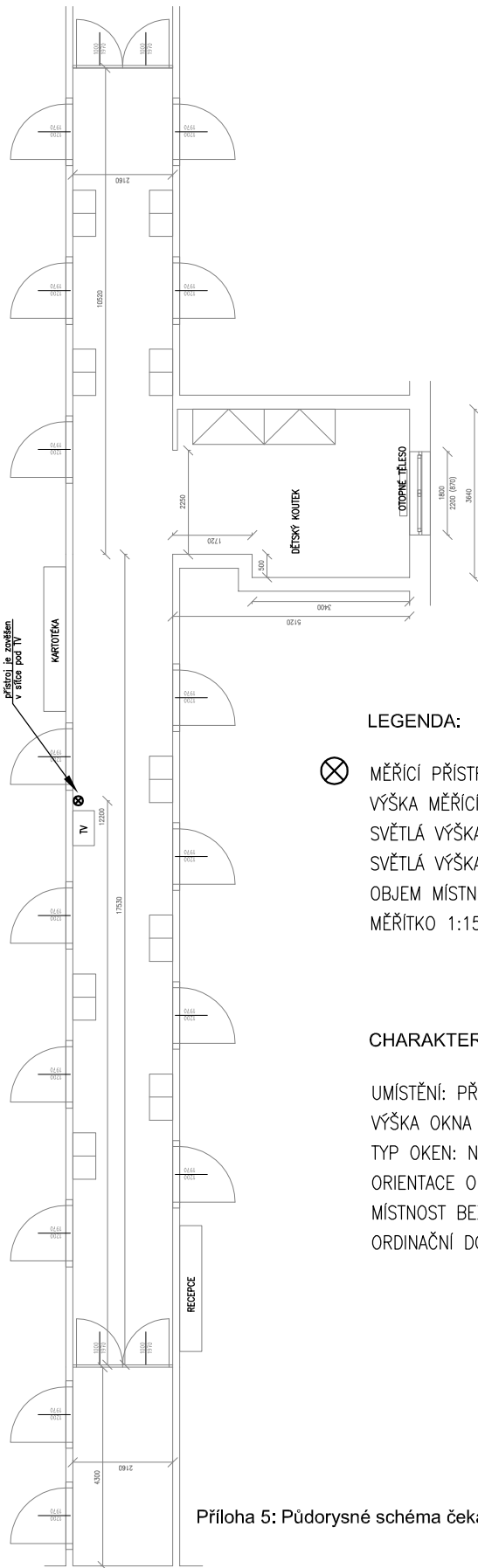
- ⊗ MĚŘICÍ PŘÍSTROJ  
 VÝŠKA MĚŘICÍHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 1780mm  
 SVĚTLÁ VÝŠKA POKOJE 2840mm  
 OBJEM MÍSTNOSTI 38,5 m<sup>3</sup>  
 MĚŘÍTKO 1:50

**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

- UMÍSTĚNÍ: PŘÍZEMÍ  
 VÝŠKA OKNA NAD TERÉNEM: 3000mm  
 TYP OKEN: DŘEVĚNÁ ŠPALETOVÁ  
 ORIENTACE OKNA NA: JIH  
 MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE

Příloha 4: Půdorysné schéma lůžkového pokoje č.18 na Dermatovenerologické klinice FNKV





**LEGENDA:**

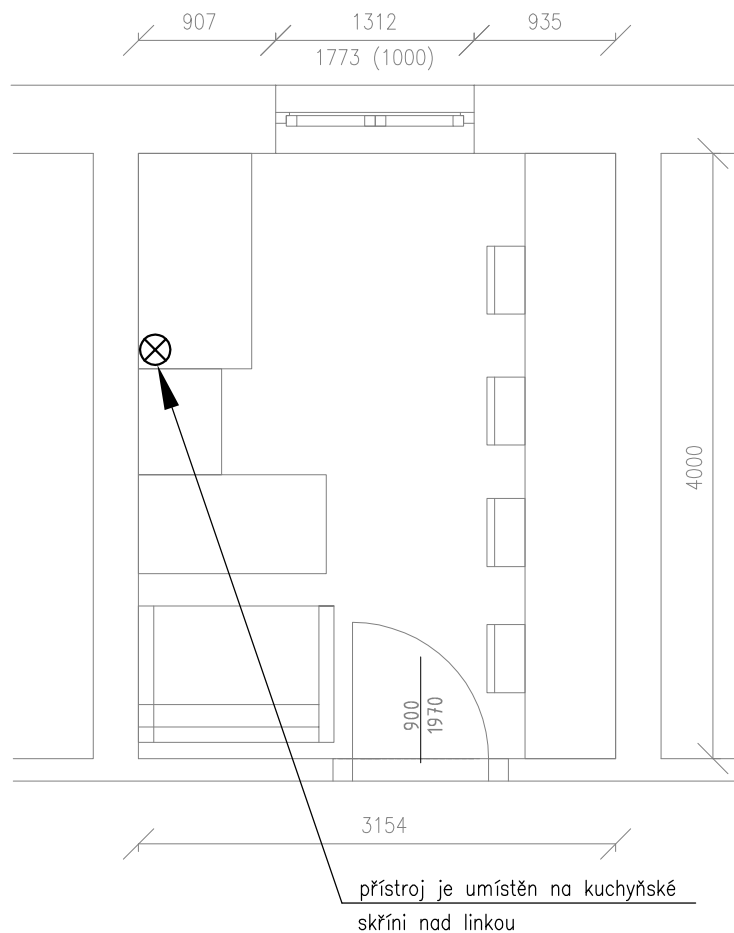


- MĚŘICÍ PŘÍSTROJ
- VÝŠKA MĚŘÍCIHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 1950mm
- SVĚTLÁ VÝŠKA DĚTSKÉHO KOUTKU 3500mm
- SVĚTLÁ VÝŠKA CHODBY 2890mm
- OBJEM MÍSTNOSTI 263,4 m<sup>3</sup>
- MĚŘÍTKO 1:150

**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

- UMÍSTĚNÍ: PŘÍZEMÍ
- VÝŠKA OKNA NAD TERÉNEM: 870mm
- TYP OKEN: NOVÁ PLASTOVÁ
- ORIENTACE OKNA NA: JIH
- MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE
- ORDINAČNÍ DOBA: OD 8:00 DO 15:30

Příloha 5: Půdorysné schéma čekárny s dětským koutkem na Klinice dětí a dorostu FNKV



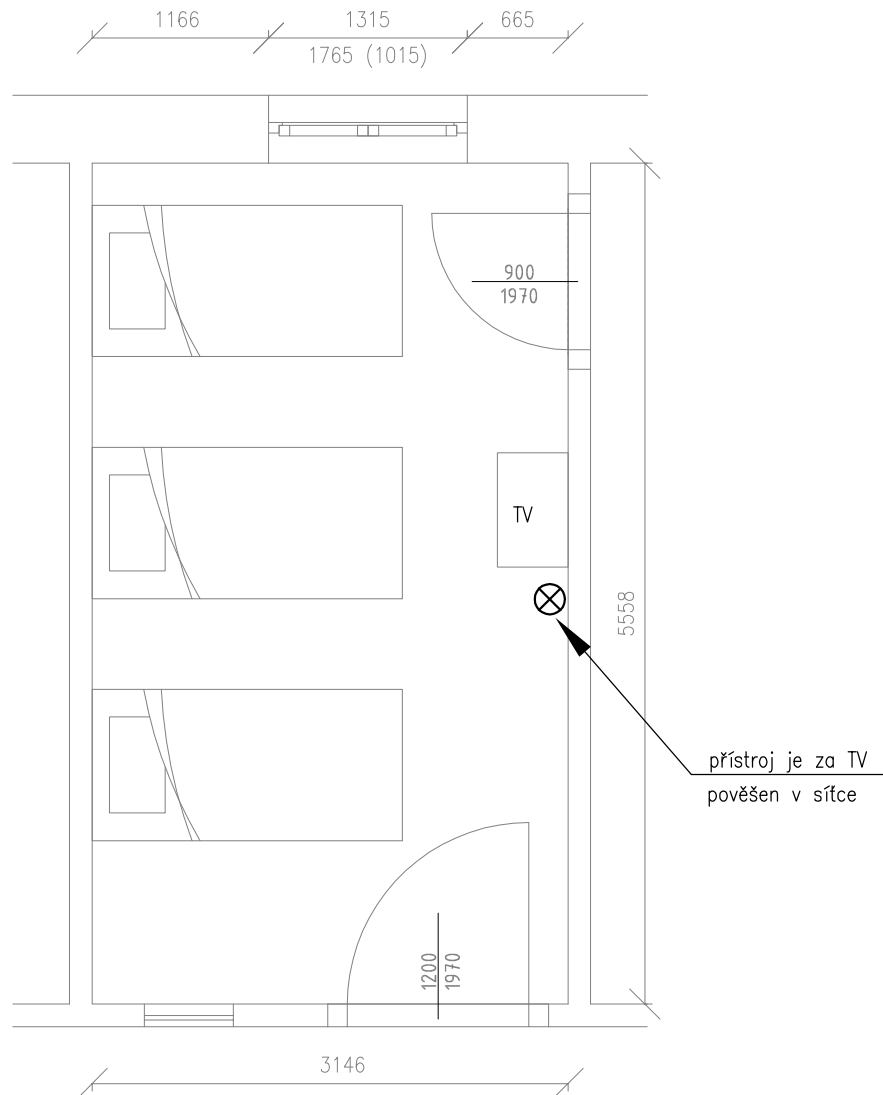
**LEGENDA:**

- ⊗ MĚŘICÍ PŘÍSTROJ  
 VÝŠKA MĚŘICÍHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 2037mm  
 SVĚTLÁ VÝŠKA POKOJE 2917mm  
 OBJEM MÍSTNOSTI 36,8 m<sup>3</sup>  
 MĚŘÍTKO 1:50

**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

- UMÍSTĚNÍ: 2.PATRO  
 VÝŠKA OKNA NAD TERÉNEM: 10150mm  
 TYP OKEN: NOVÁ PLASTOVÁ  
 ORIENTACE OKNA NA: JIH  
 MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE  
 DVEŘE STÁLE OTEVŘENY  
 ORDINAČNÍ DOBA: OD 7:00 DO 15:30

Příloha 6: Půdorysné schéma denního pokoje na Klinice dětí a dorostu FNKV



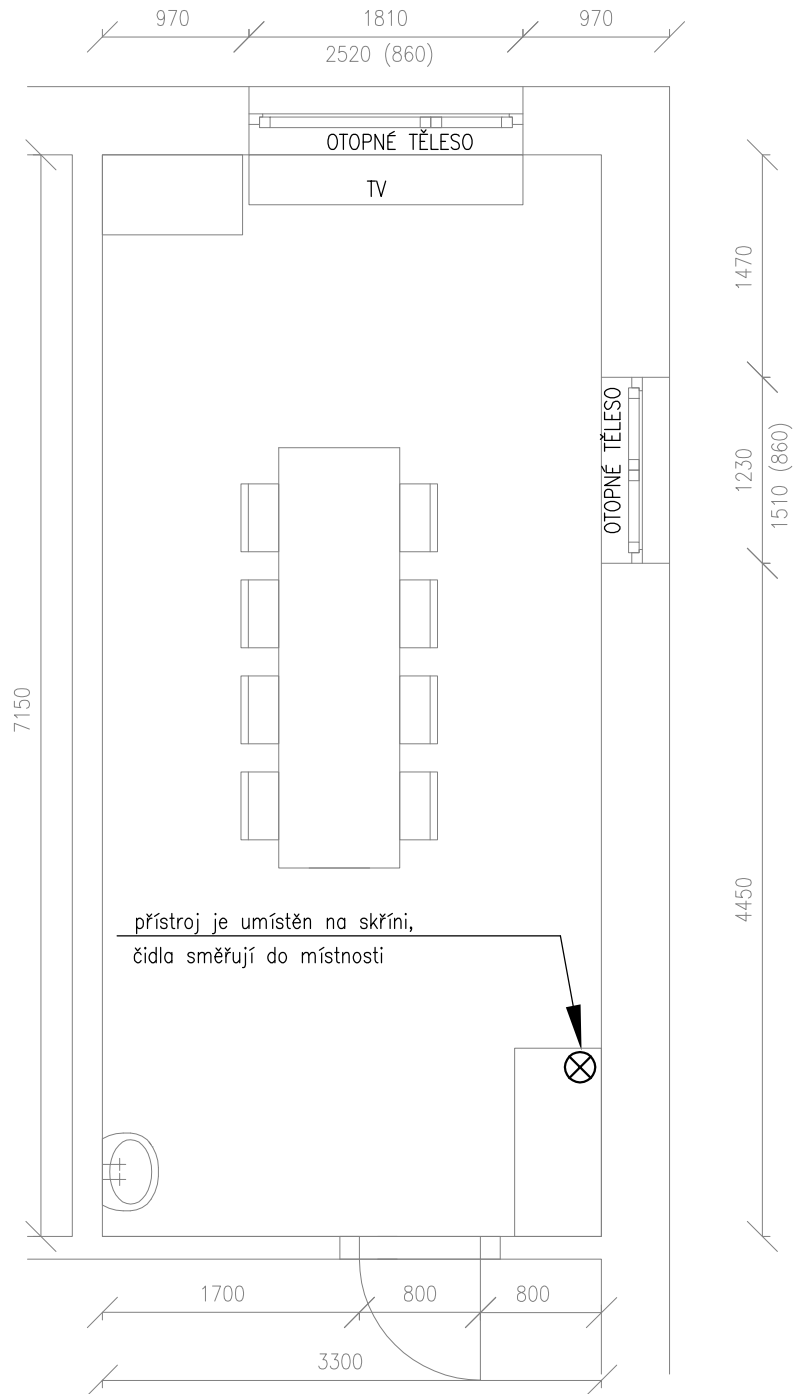
**LEGENDA:**

- ⊗ MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJ  
 VÝŠKA MĚŘÍCIHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 1861mm  
 SVĚTLÁ VÝŠKA POKOJE 2916mm  
 OBJEM MÍSTNOSTI 51,0 m<sup>3</sup>  
 MĚŘÍTKO 1:50

**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

- UMÍSTĚNÍ: 2.PATRO  
 VÝŠKA OKNA NAD TERÉMEM: 10150mm  
 TYP OKEN: NOVÁ PLASTOVÁ  
 ORIENTACE OKNA NA: SEVER  
 MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE  
 OKNO ZAJIŠTĚNÉ V UZAVŘENÉ POLOZE

Příloha 7: Půdorysné schéma lůžkového pokoje č.5 na Klinice dětí a dorostu FNKV



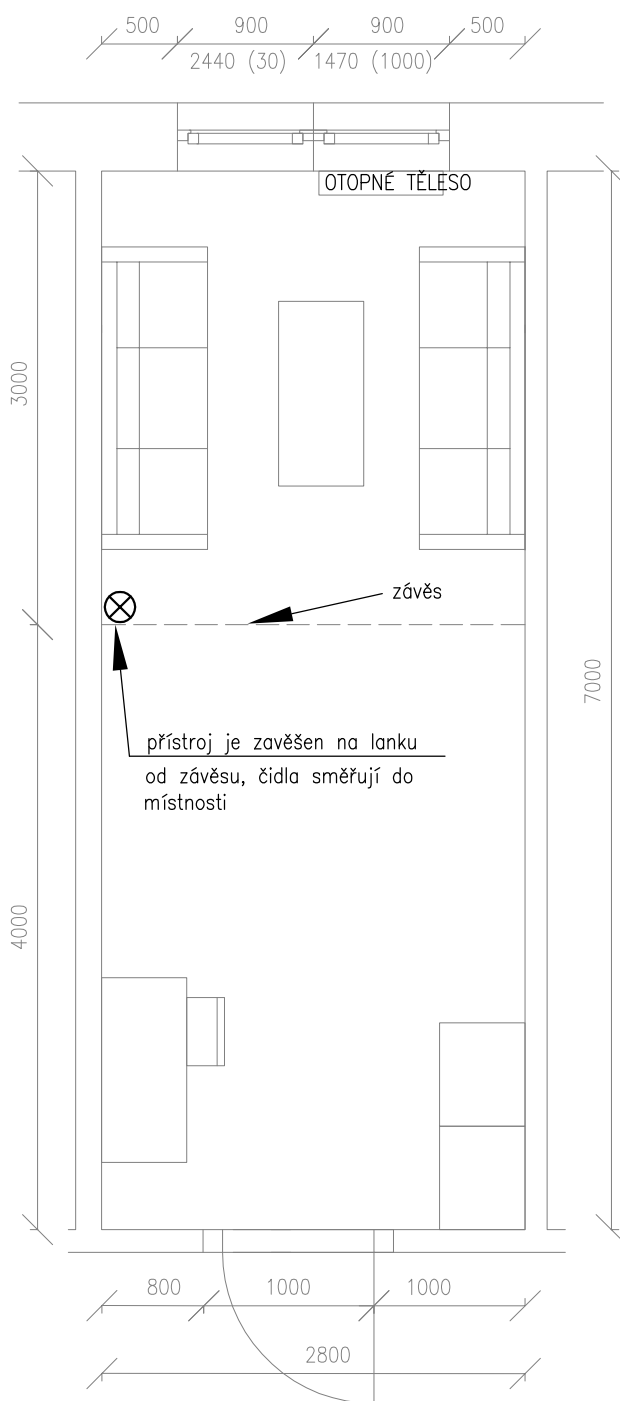
**LEGENDA:**

- ⊗ MĚŘÍCI PŘÍSTROJ  
VÝŠKA MĚŘÍCIHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 1790mm  
SVĚTLÁ VÝŠKA POKOJE 2520mm  
OBJEM MÍSTNOSTI 59,5 m<sup>3</sup>  
MĚŘÍTKO 1:50

**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

UMÍSTĚNÍ: 5.PATRO  
VÝŠKA OKNA NAD TERÉNEM: 18135mm  
TYP OKEN: ZDOJENÁ-DŘEVENÁ KYVNÁ  
ORIENTACE OKNA NA: SEVER  
MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE

Příloha 8: Půdorysné schéma jídelní místnosti v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV



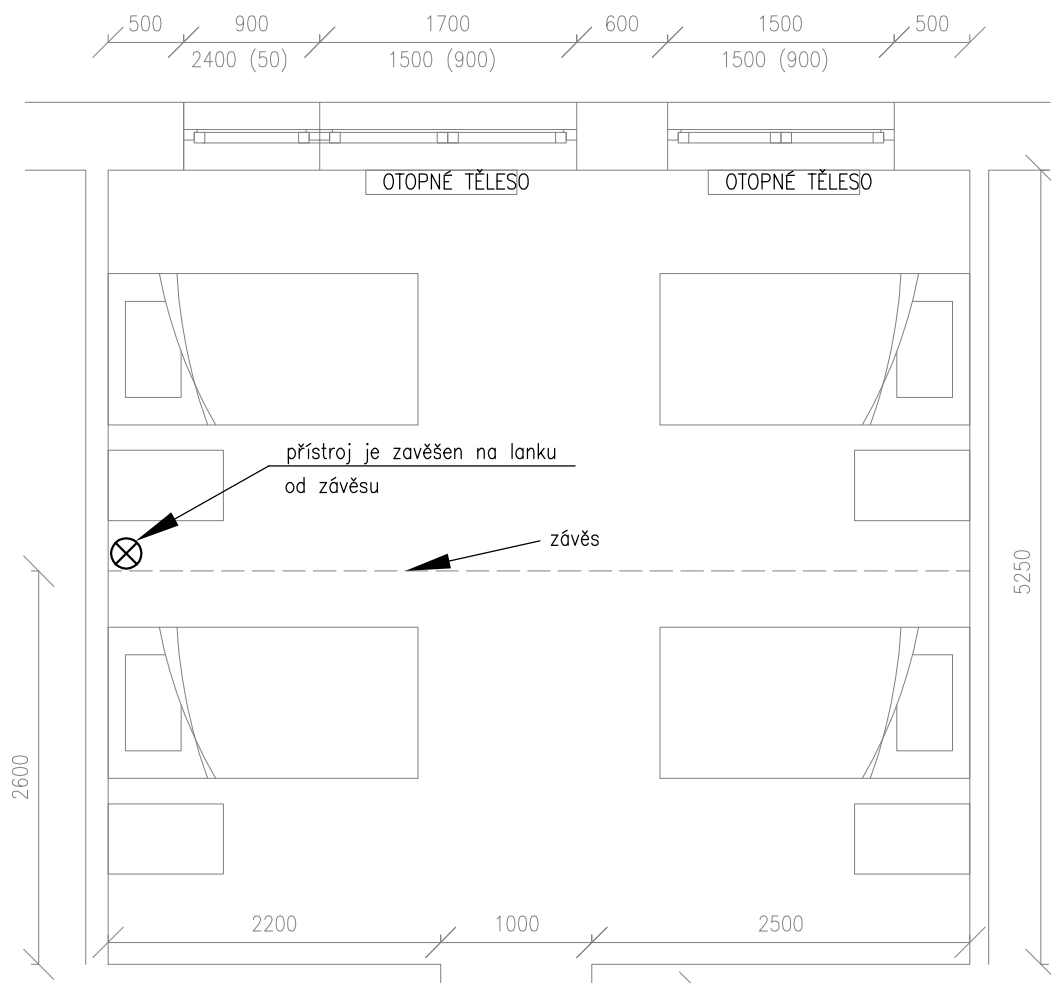
**LEGENDA:**

- ⊗ MĚŘÍCI PŘÍSTROJ  
 VÝŠKA MĚŘÍCIHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 1930mm  
 SVĚTLÁ VÝŠKA POKOJE 2500mm  
 OBJEM MÍSTNOSTI 49,0 m<sup>3</sup>  
 MĚŘÍTKO 1:50

**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

UMÍSTĚNÍ: 5.PATRO  
 VÝŠKA OKNA NAD TERÉNEM: 17000mm  
 TYP OKEN: ZDVOJENÁ–DŘEVENÁ KYVNÁ  
 ORIENTACE OKNA NA: JIH  
 MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE

Příloha 9: Půdorysné schéma denní místnosti v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNKV



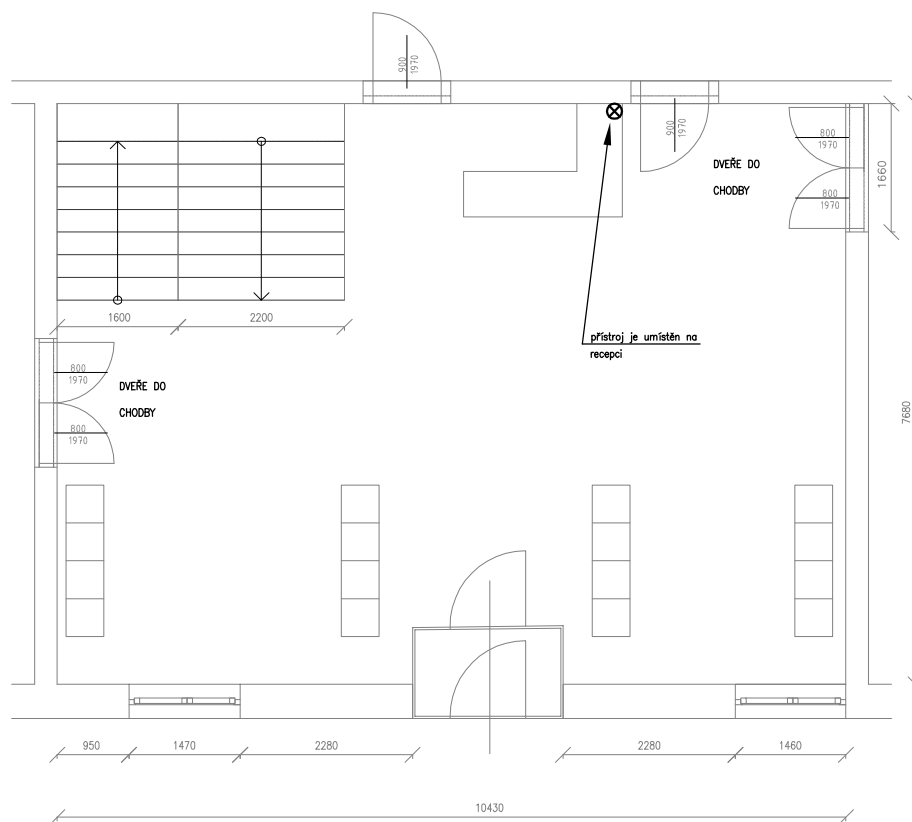
**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

UMÍSTĚNÍ: 5.PATRO  
 VÝŠKA OKNA NAD TERÉNEM: 17000mm  
 TYP OKEN: ZDVOJENÁ-DŘEVENÁ KYVNÁ  
 ORIENTACE OKNA NA: JIH  
 MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE

**LEGENDA:**

- ⊗ MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJ
- VÝŠKA MĚŘÍCIHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 2200mm
- SVĚTLÁ VÝŠKA POKOJE 2500mm
- OBJEM MÍSTNOSTI 85,6 m<sup>3</sup>
- MĚŘÍTKO 1:50

Příloha 10: Půdorysné schéma lůžkového pokoje č.58 v Léčebně pro dlouhodobě nemocné FNK'



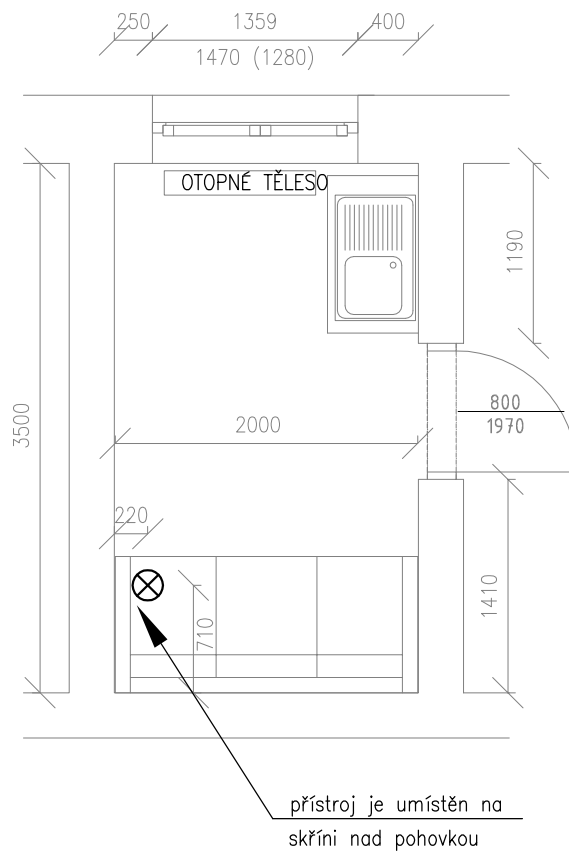
**LEGENDA:**

- ⊗ MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJ  
 VÝŠKA MĚŘÍCIHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 1000mm  
 SVĚTLÁ VÝŠKA POKOJE 2940mm  
 OBJEM MÍSTNOSTI 235,5 m<sup>3</sup>  
 MĚŘÍTKO 1:100

**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

- UMÍSTĚNÍ: PŘÍZEMÍ  
 VÝŠKA OKNA NAD TERÉNEM: 1000mm  
 TYP OKEN: NOVÁ PLASTOVÁ  
 ORIENTACE OKNA NA: SEVER  
 MÍSTNOST S KLIMATIZACÍ  
 ORDINAČNÍ DOBA: OD 7:00 DO 16:00

Příloha 11: Půdorysné schéma čekárny s recepcí na Oftalmologické klinice FNKV



**LEGENDA:**

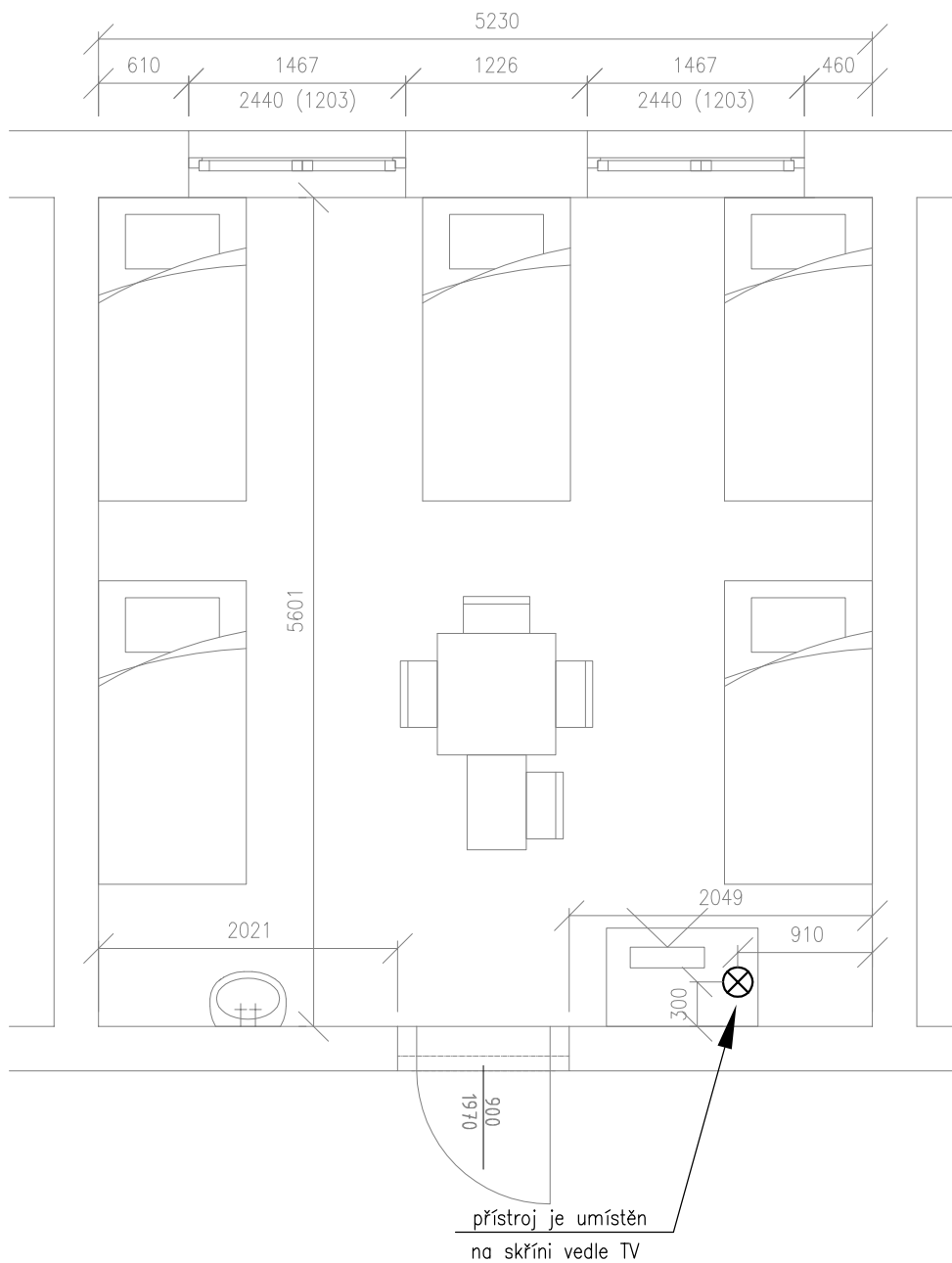
- ⊗ MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJ  
 VÝŠKA MĚŘÍCIHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 1810mm  
 SVĚTLÁ VÝŠKA POKOJE 4460mm  
 OBJEM MÍSTNOSTI 31,2 m<sup>3</sup>  
 MĚŘÍTKO 1:50

**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

- UMÍSTĚNÍ: 1.PATRO  
 VÝŠKA OKNA NAD TERÉNEM: 5573mm  
 TYP OKEN: DŘEVĚNÁ ŠPALETOVÁ  
 ORIENTACE OKNA NA: SEVER  
 MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE

Příloha 12: Půdorysné schéma denní místnosti na Oftalmologické klinice FNKV





**LEGENDA:**

- ⊗ MĚŘICÍ PŘÍSTROJ  
 VÝŠKA MĚŘICÍHO PŘÍSTROJE NAD ZEMÍ 1650mm  
 SVĚTLÁ VÝŠKA POKOJE 4346mm  
 OBJEM MÍSTNOSTI 127,3 m<sup>3</sup>  
 MĚŘÍTKO 1:50

**CHARAKTERISTIKA MÍSTNOSTI:**

- UMÍSTĚNÍ: 1.PATRO  
 VÝŠKA OKNA NAD TERÉMEM: 4361mm  
 TYP OKEN: DŘEVĚNÁ ŠPALETOVÁ  
 ORIENTACE OKNA NA: JIH  
 MÍSTNOST BEZ KLIMATIZACE

Příloha 13: Púdorysné schéma lůžkového pokoje č.5 na Oftalmologické klinice FNKV