

Studie zdravé bydlení



pro Wienerberger s.r.o.

Zpracovala laboratoř ovzduší
Centrum zdraví a životního prostředí
Státní zdravotní ústav



Obsah:

1. ZADÁNÍ	strana 3
2. KONTINUÁLNÍ MĚŘENÍ	strana 5
3. MĚŘENÍ ORGANICKÝCH LÁTEK	strana 6
4. VÝSLEDKY	strana 7
a) Organické látky	strana 7
b) Teplota	strana 11
c) Relativní vlhkost	strana 12
d) Oxid uhličitý (CO ₂)	strana 13
e) Prašnost – frakce PM _{2,5}	strana 14
5. DISKUSE	strana 15
6. SOUHRN A ZÁVĚRY	strana 21
7. Příloha č. 1 – fotodokumentace	strana 22
8. Příloha č. 2 – souhrn výsledků kontinuálních měření v grafech	strana 23

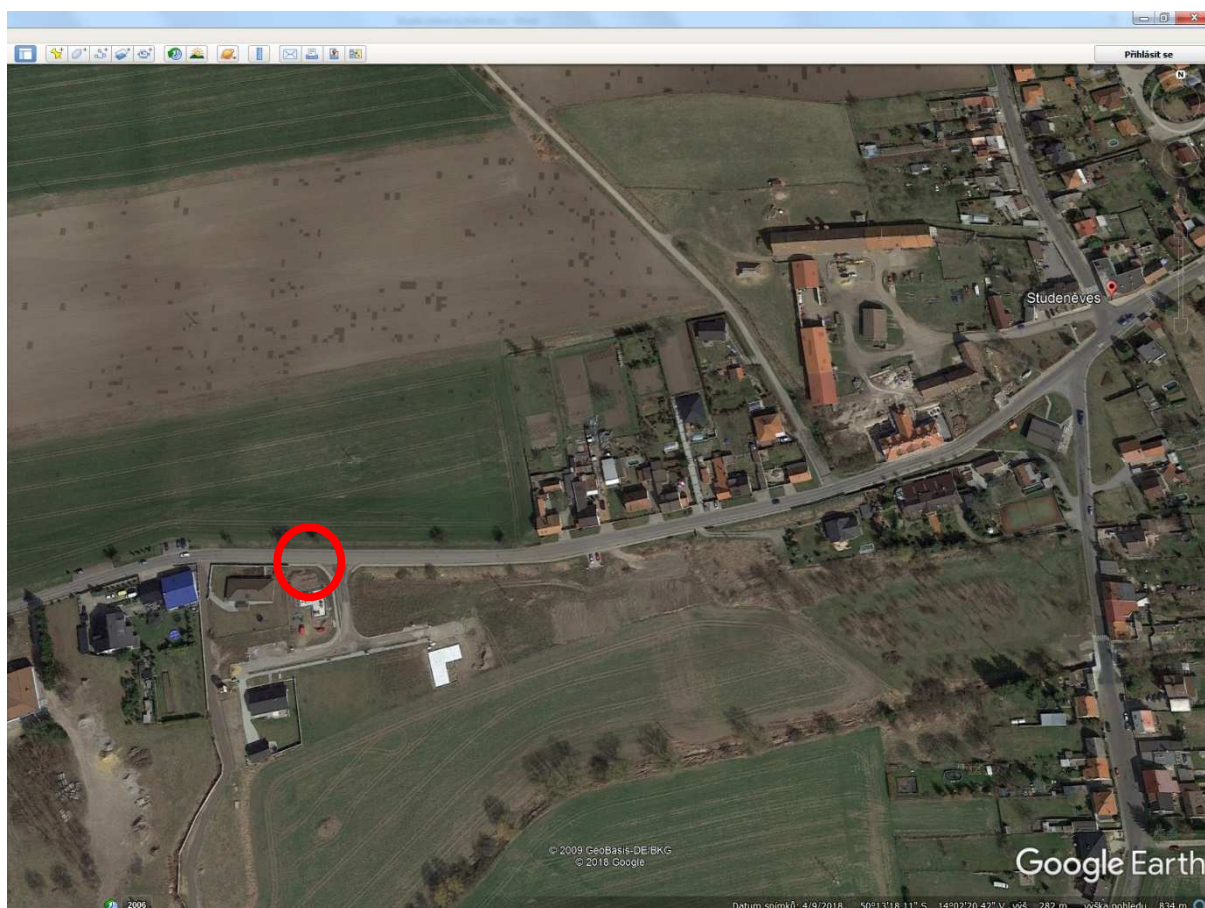
1. ZADÁNÍ

Studie Zdravé bydlení	11.01.2018	1 KS	66.400,00/1	66.400,00
-----------------------	------------	------	-------------	-----------

Bude se jednat o dlouhodobé měření dvou oblastí # organické měření a měření mikroklima a prašnosti domu.
Měření organické # 1. Fáze měření (měření před nastěhováním) proběhne 11.1.2019. Následně po cca 6 měsících proběhne druhé měření a na závěr, po dalších 6 ti měsících proběhne finální měření (již měření stabilního domu, cca po roce a půl stáří domu).
Měření mikroklima a prašnosti # 11.1.2019 budou instalovány senzory do 4 místností (kuchyň, ložnice, dětský pokoj a chodba). Následně alespoň jeden ze senzorů zůstane instalovaný do dokončení měření (do 1,5 roku stáří domu).

1. Měření těkavých organických látek
2. Měření mikroklima a prašnosti
3. Zpracování a vyhodnocení dat

Na základě jednání se zástupci fy Wienerberger s.r.o. v listopadu 2018 realizovala laboratoř ovzduší Centra zdraví a životního prostředí Státního zdravotního ústavu v období od 14. ledna 2019 do 10. července 2019 měření kvality vnitřního prostředí v zadavatelem určeném (vybraném) rodinném domě. Jednopodlažní zděný rodinný dům s rekuperací leží ve východní části obce Studeněves (okres Kladno, Středočeský kraj) – viz: mapa Google Earth. Dům je vybaven centrálním vysavačem.



Cílem bylo popsat zátěž vnitřního prostředí cihlového rodinného domu od dokončení hrubé stavby, přes úpravy a stěhování až po období zabydlení uživatelů a období běžného provozu všech místností.

Instalovaná rekuperace je **Jablotron Futura L** s filtrací přiváděného vzduchu.



Technické parametry

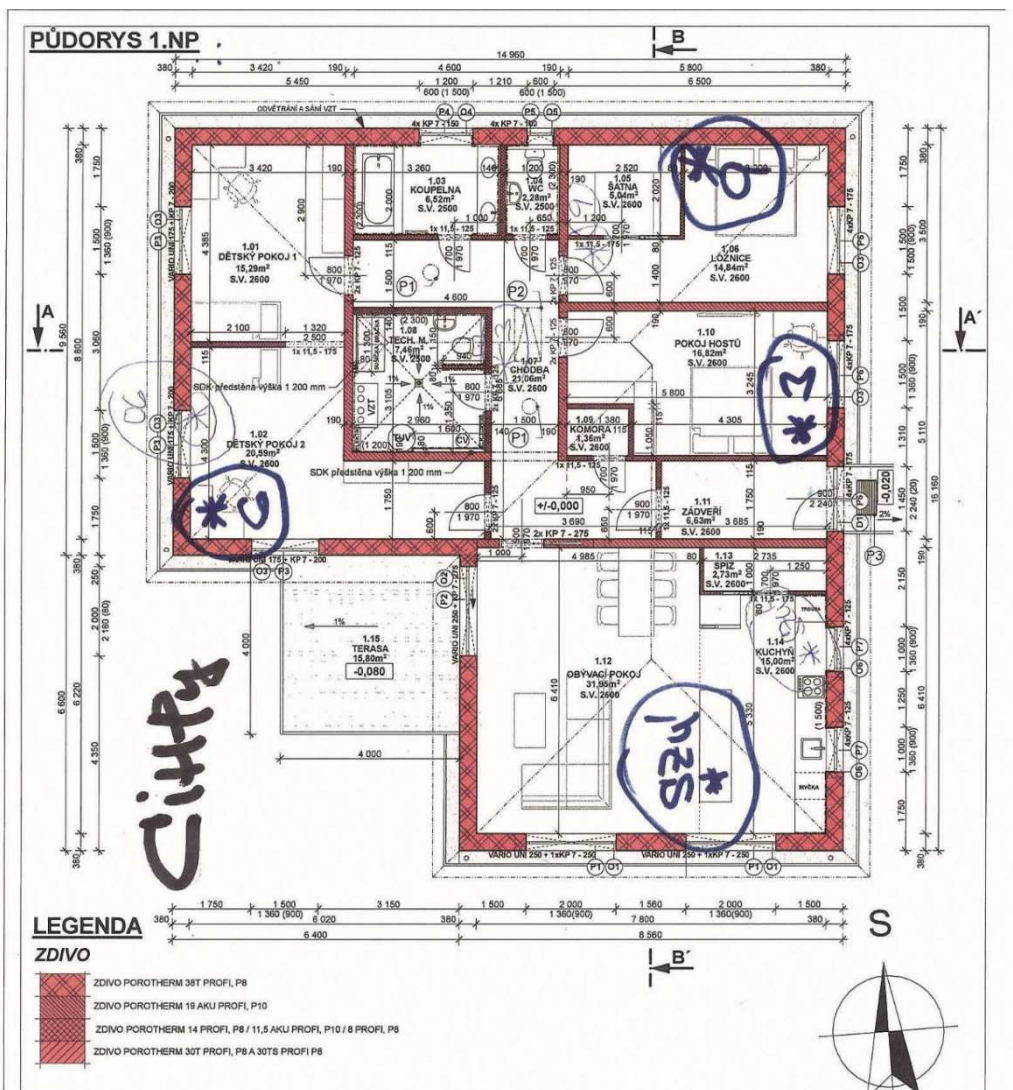
	FUTURA M	FUTURA L
Průtok vzduchu	100 - 350 m ³ /h	
Specifická spotřeba energie (SEC) v kWh/(m ² ·a) pro každé použitelné klimatické pásmo a každou použitelnou třídu SEC	A+	
Typ systému zpětného získávání tepla	rekuperační	
Výměník	entalpický protiproudý s kontrolou zpětného zisku vlhkosti	
Tepelná účinnost zpětného získávání tepla	91,4 %*	
Hladina akustického výkonu L _{WA}	46 dBa*	
Referenční průtok	245 m ³ /h**	
Elektrický příkon při maximálním průtoku a tlaku	320 W	
Maximální příkon (vč. elektrického dotáčení)	700 W	
Referenční tlakový rozdíl	50 Pa**	
SPI	0,33 W/(m ³ /h)**	
Rozměry (v x š x h)	835 x 995 x 522 mm	
Hmotnost	47,5 kg	
Kondenzát	Odvod kondenzátu odpadní trubkou HT 32 mm, sifon	
Elektrické připojení	230 V/50 Hz, 10 A; napojení na elektrickou síť přes zásuvku	
Provozní rozsah bez přehřevu	-19 °C do +45 °C	
Uživatelské rozhraní	nástěnný ovladač s integrovaným CO ₂ senzorem, mobilní aplikace MyJABLOTRON	
Výkon celé sestavy vč. rekuperace výměníkem - chlazení / topení	1,7 kW - 4,4 kW / 4,9 kW***	
Roční spotřeba elektrické energie (AEC) (v kWh/m ² elektrické energie/rok) ("průměrně", "teplé", "studené") při referenčním průtoku	2,20 / 1,75 / 7,57	
Roční úspora tepla (AHS) (v kWh/m ² primární energie/rok) pro jednotlivé typy klimatu ("průměrně", "teplé", "studené") při referenčním průtoku	47 / 92 / 21	

* Dle ČSN EN 308

Vybavena senzory CO₂ (NDIR senzor) pro snímání obsahu oxidu uhličitého v místnostech s proměnlivým obsazením osobami, rozsah měření 0 – 5 000 ppm, přesnost měření ± 50 ppm, ±3 % z měřené hodnoty CO₂.

2. KONTINUÁLNÍ MĚŘENÍ

Kontinuálně byly ve čtyřech místnostech domu (kuchyně, ložnice a dva dětské pokoje) sledovány hmotnostní koncentrace částic frakce $PM_{2,5}$, oxid uhličitý (CO_2), teplota a relativní vlhkost. Použita byla low-cost senzorová měřidla NODE Air Visual ověřená na kalibrované přístroje laboratoře. Po dohotovení hrubé stavby, v období nastěhování a po zabydlení uživatelů byly ve vnitřním ovzduší stanoveny těžké organické látky.



PŮDORYS objektu – předáno zadavatelem – zakresleno rozmístění senzorů (bližší viz. příloha 1 – fotodokumentace.).

Senzor „SZÚ“ – kuchyně a obývací pokoj („kuchyně“), senzor č. 6 – dětský pokoj 1 („kluci“), senzor č. 3 – dětský pokoj 3 („mimino“) a senzor č. 9 – („ložnice“).

Senzory po celou dobu studie zaznamenávaly přes WI-FI a webové rozhraní 5minutové odečty hodnot sledovaných parametrů. Hodnoty byly poté validovány.

3. MĚŘENÍ ORGANICKÝCH LÁTEK

Dále provedli pracovníci Státního zdravotního ústavu 3 série měření těkavých organických látek. První měřicí kampaň proběhla v novostavbě domu před nastěhováním majitelů dne 11. 1. 2019, druhá měřicí kampaň proběhla dne 8. 4. 2019 několik týdnů po nastěhování majitelů do domu, poslední 3. kampaň proběhla po cca ½ roce provozu domu, dne 10. 7. 2019. Cílem měření bylo zjistit, jak se mění úroveň koncentrací těkavých organických látek v ovzduší novostavby v období od dokončení stavby přes období instalace nového vybavení domu a nastěhování majitelů, po běžný režim užívání domu.

Odběr vzorků ovzduší byl prováděn v souladu s Metodickým návodem MZ ČR a Hlavního hygienika ČR z 23. 3. 2007 pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle Vyhlášky č. 6/2003 Sb. Pro zjištění kvality vnitřního ovzduší byly prováděny dva typy analýz.

Odběr vzorku pro stanovení uhlovodíků a vybraných halogenovaných sloučenin byl proveden v souladu s normou ČSN EN ISO 16000-5. Použitá analytická metoda je aplikací normy ČSN EN 14662-2. Metoda SOP 11/1.2 je založena na prosávání vzorku vzduchu přes trubičku naplněnou aktivním uhlím, na které se zachytávají vybrané těkavé organické látky. Po desorpci sirouhlíkem se koncové analytické stanovení provádí na plynovém chromatografu s hmotnostním detektorem, který umožňuje identifikaci nalezených látek.

Druhá metoda SOP 13/1.2 slouží ke stanovení další skupiny těkavých organických látek - aldehydů a ketonů v ovzduší. Odběr vzorku byl proveden v souladu s normou ČSN EN ISO 16000-2. Použitá analytická metoda vychází z normy ISO 16000-3 pro stanovení aldehydů a ketonů ve vnitřním ovzduší. Jedná se o zachycení látek na silikagelu napuštěném 2,4-dinitrofenylhydrazinem (DNPH) a následnou desorpci acetonitrilem. Vzorek je poté analyzován na plynovém chromatografu s hmotnostním detektorem.

Laboratoř ovzduší Státního zdravotního ústavu je pro tuto činnost akreditována u Českého institutu pro akreditaci pod číslem 1206.

Na sorpční trubičky s aktivním uhlím byly odebrány vzorky pro kvantitativní stanovení těkavých organických látek a na trubičky s DNPH byly odebrány vzorky pro stanovení aldehydů a ketonů. Vzorky byly analyzovány ve Státním zdravotním ústavu v Laboratoři ovzduší.

Odběry ovzduší pro stanovení organických látek byly prováděny v ložnici, obývacím pokoji s kuchyňským koutem a ve dvou dětských pokojích. Vzorky byly odebrány ve výšce cca 1,2 m nad podlahou (dýchací zóna sedícího člověka). Další sada vzorků byla odebrána v ložnici těsně nad podlahou. Měřené místnosti nebyly před měřením ani v jeho průběhu větrány.

- První série měření se uskutečnila dne 11. 1. 2019 mezi 9. – 13. hod. V rámci tohoto měření byl v ložnici odebrán i vzorek „z podlahy“.
- Druhá série měření se uskutečnila dne 8. 4. 2019 mezi 9. – 12. hod.
- Poslední třetí série měření se uskutečnila dne 10. 7. 2019 mezi 9. – 13. hod.

Délka odběru byla vždy cca 3 hodiny, přesné údaje o čase odběru jsou uvedené v příložených protokolech o měření. Hodnoceny byly: benzen, toluen, etylbenzen, styren, xyleny – suma, tetrachloreten, trichloreten, pinen, limonen, caren, hexanal, uhlovodíky C₆-C₁₀ (suma zahrnuje: cyklohexan, 2-methyl-hexan, 3-methyl-hexan, heptan, methyl-cyklohexan, dekan), tetradekan, formaldehyd, acetaldehyd a aceton.

4. VÝSLEDKY

a) Organické látky

Výsledky měření jsou uvedeny v Protokolech o měření ovzduší č. 1.2/19/1, 1.2/19/15 a 1.2/19/34 které jsou přiloženy k této zprávě. Na listu č. 1 a 2 protokolu jsou vždy uvedeny výsledky stanovení těkavých organických látek sorpcí na aktivní uhlí a na listu č. 3 a 4 jsou uvedeny výsledky stanovení aldehydů a ketonů. Výsledky všech tří etap měření jsou shrnuty v následujících tabulkách.

Kuchyně a obývací pokoj				
		Novostavba	Po nastěhování	Běžné užívání
Ukazatel	jednotky	ovzduší	ovzduší	ovzduší
Benzen	µg/m ³	1,1	1,4	< 0,5
Toluen	µg/m ³	11,2	3	1,2
Etylbenzen	µg/m ³	12	4,9	3,2
Styren	µg/m ³	4,2	1,9	2
Xyleny - suma	µg/m ³	14,8	7,5	1,2
Tetrachloreten	µg/m ³	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Trichloreten	µg/m ³	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Pinen	µg/m ³	17,7	4,7	3,3
Limonen	µg/m ³	4,1	1	< 0,5
Caren	µg/m ³	2,3	1,1	< 0,5
Hexanal	µg/m ³	3,9	13,5	6,5
Uhlovodíky C ₆ -C ₁₀ *	µg/m ³	46,8	9,1	7,7
Tetradekan	µg/m ³	13,8	7,2	1,7
Formaldehyd	µg/m ³	16,2	35,5	29,7
Acetaldehyd	µg/m ³	9,2	5,5	3,2
Aceton	µg/m ³	146,5	44,2	29,7

Dětský pokoj č. 1 („kluci“)				
		Novostavba	Po nastěhování	Běžné užívání
Ukazatel	jednotky	ovzduší	ovzduší	ovzduší
Benzen	µg/m ³	1,2	1,2	< 0,5
Toluen	µg/m ³	9,8	2	1
Etylbenzen	µg/m ³	10,7	3,5	3
Styren	µg/m ³	3,6	1	2,5
Xyleny - suma	µg/m ³	10,1	4,3	1
Tetrachloreten	µg/m ³	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Trichloreten	µg/m ³	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Pinen	µg/m ³	16,2	3,1	3,2
Limonen	µg/m ³	3,7	< 0,5	< 0,5

Dětský pokoj č. 1 („kluci“)				
		Novostavba	Po nastěhování	Běžné užívání
Caren	µg/m ³	5,4	1	< 0,5
Hexanal	µg/m ³	3,8	3,5	3,5
Uhlovodíky C ₆ -C ₁₀ *	µg/m ³	45,9	5,8	7,4
Tetradekan	µg/m ³	19,7	3,1	1,6
Formaldehyd	µg/m ³	17,7	30,3	23,6
Acetaldehyd	µg/m ³	11,8	8,9	8,9
Aceton	µg/m ³	134,4	27,4	34,2

Dětský pokoj č. 3 („mimino“)				
		Novostavba	Po nastěhování	Běžné užívání
Ukazatel	jednotky	ovzduší	ovzduší	ovzduší
Benzen	µg/m ³	1,2	1,4	< 0,5
Toluen	µg/m ³	9,5	2,1	0,9
Etylbenzen	µg/m ³	10,7	4,5	2,3
Styren	µg/m ³	3,8	1,3	0,9
Xyleny - suma	µg/m ³	9,5	4,8	3,9
Tetrachloreten	µg/m ³	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Trichloreten	µg/m ³	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Pinen	µg/m ³	17,7	4,5	3,2
Limonen	µg/m ³	5,6	0,5	< 0,5
Caren	µg/m ³	5,5	1,3	< 0,5
Hexanal	µg/m ³	4	5,2	3,1
Uhlovodíky C ₆ -C ₁₀ *	µg/m ³	44,3	6,3	4,1
Tetradekan	µg/m ³	22,9	2,5	0,5
Formaldehyd	µg/m ³	21,5	33,5	25,1
Acetaldehyd	µg/m ³	14,8	5	4,9
Aceton	µg/m ³	137	38,5	37,1

Ložnice					
		Novostavba		Po nastěhování	Běžné užívání
Ukazatel	jednotky	ovzduší	podlaha	ovzduší	ovzduší
Benzen	µg/m ³	1,1	1,4	1,4	< 0,5
Toluen	µg/m ³	11,3	13,4	1,7	0,8
Etylbenzen	µg/m ³	12,3	12,7	2,6	2,2
Styren	µg/m ³	3,8	4,1	0,8	1
Xyleny - suma	µg/m ³	10,7	11,4	4,5	3,1
Tetrachloreten	µg/m ³	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Trichloreten	µg/m ³	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

Ložnice					
		Novostavba		Po nastěhování	Běžné užívání
Pinen	µg/m ³	22,4	22,2	2,7	2,6
Limonen	µg/m ³	6,5	4,9	< 0,5	< 0,5
Caren	µg/m ³	5,7	4,2	< 0,5	< 0,5
Hexanal	µg/m ³	3,6	3,6	6,8	6,3
Uhlovodíky C ₆ -C ₁₀ *	µg/m ³	46,4	43,1	4	5,2
Tetradekan	µg/m ³	14,4	12,1	2,5	1,2
Formaldehyd	µg/m ³	17,8	20,6	21	27,5
Acetaldehyd	µg/m ³	10,2	11,8	5,6	3,4
Aceton	µg/m ³	146,2	203,4	25,3	31

Ve stručném shrnutí:

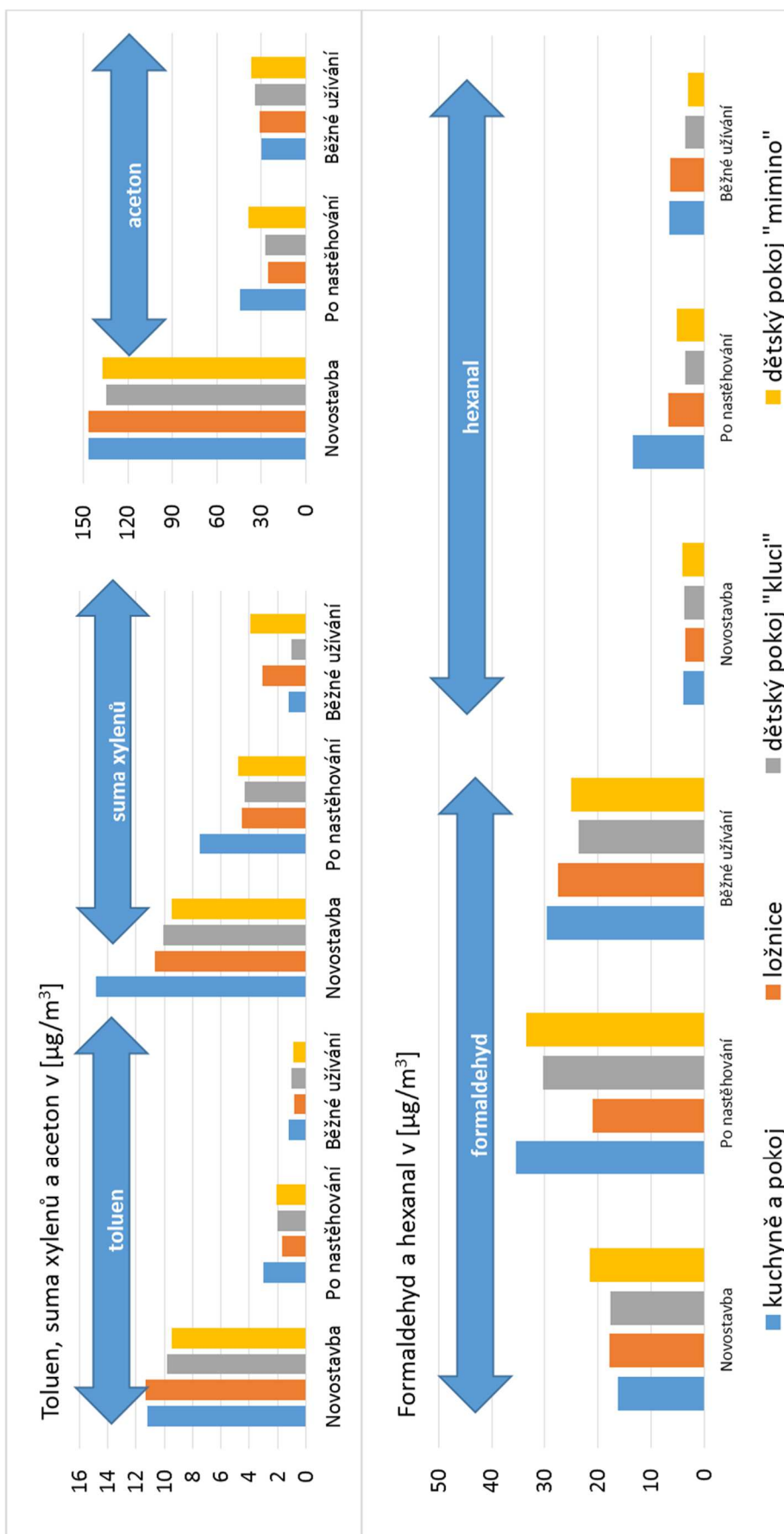
Látky více vázané na stavbu/materiály:

- Koncentrace **benzenu** se ve všech měřených místnostech během všech etap pohybovala v rozmezí < 0,5 – 1,4 µg/m³, což je úroveň odpovídající požadovným hodnotám ve venkovním ovzduší.
- U **toluenu** došlo ve všech místnostech mezi první až třetí etapou k poklesu koncentrace od cca 10 µg/m³ v novostavbě na úroveň asi 1 µg/m³ při režimu běžného užívání domu.
- Obdobně tomu bylo i v případě **etylbenzenu** a **sumy xylenů**, kde došlo ve všech místnostech k poklesu koncentrace z 10 – 15 µg/m³ v novostavbě na 1 – 4 µg/m³ při režimu běžného užívání domu.
- K poklesu koncentrace došlo také u **styrenu**, kdy však již v novostavbě byly koncentrace nízké a nepřekročily 5 µg/m³.
- Koncentrace **chlorovaných uhlovodíků trichloretenu a tetrachloretenu** byla ve všech etapách ve všech měřených místnostech pod mezí stanovitelnosti, tj. < 0,5 µg/m³.
- K poklesu koncentrací došlo také u dalších látek **pinenu, carenu, tetradekanu a sumy uhlovodíků C₆-C₁₀**.
- Koncentrace **acetaldehydu** se pohybovala od 3,2 do 14,8 µg/m³, nejvyšší koncentrace byly zaznamenány v první etapě, dále došlo k mírnému snížení koncentrací.
- Koncentrace **acetonu** v ovzduší se v jednotlivých místnostech pohybovala od 27,4 do 146,5 µg/m³. Jako výrazný zdroj se ukázala podlaha. Nejvyšší koncentrace byly změřeny v první etapě ve fázi novostavby, poté koncentrace acetonu ve druhé a třetí etapě výrazně klesla na úroveň nepřesahující 45 µg/m³.

Látky vázané více na vybavení domu:

- Koncentrace **formaldehydu** se v měřených místnostech během všech tří etap pohybovala od 16,2 do 35,5 µg/m³, po nastěhování došlo ve všech místnostech k mírnému zvýšení.
- U **hexanal** se v ložnici, obývacím pokoji a v dětském pokoji č. 3 ve druhé etapě po nastěhování mírně (zdravotně nevýznamně) koncentrace zvýšila.

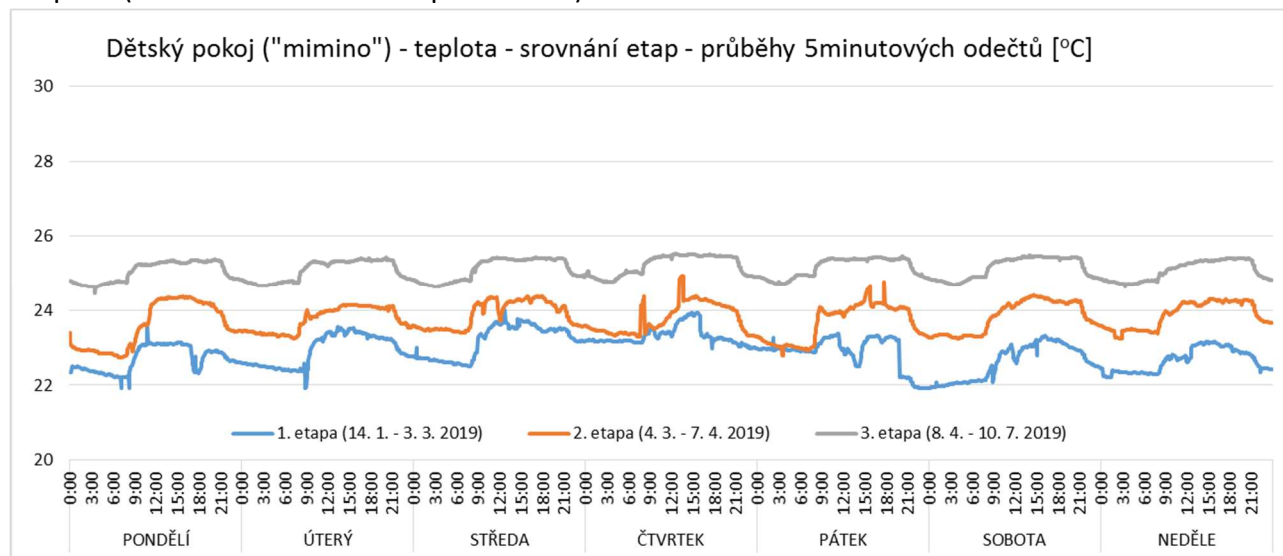
Měřené hodnoty toluenu, sumy xylenu, acetonu, formaldehydu a hexanal v grafech



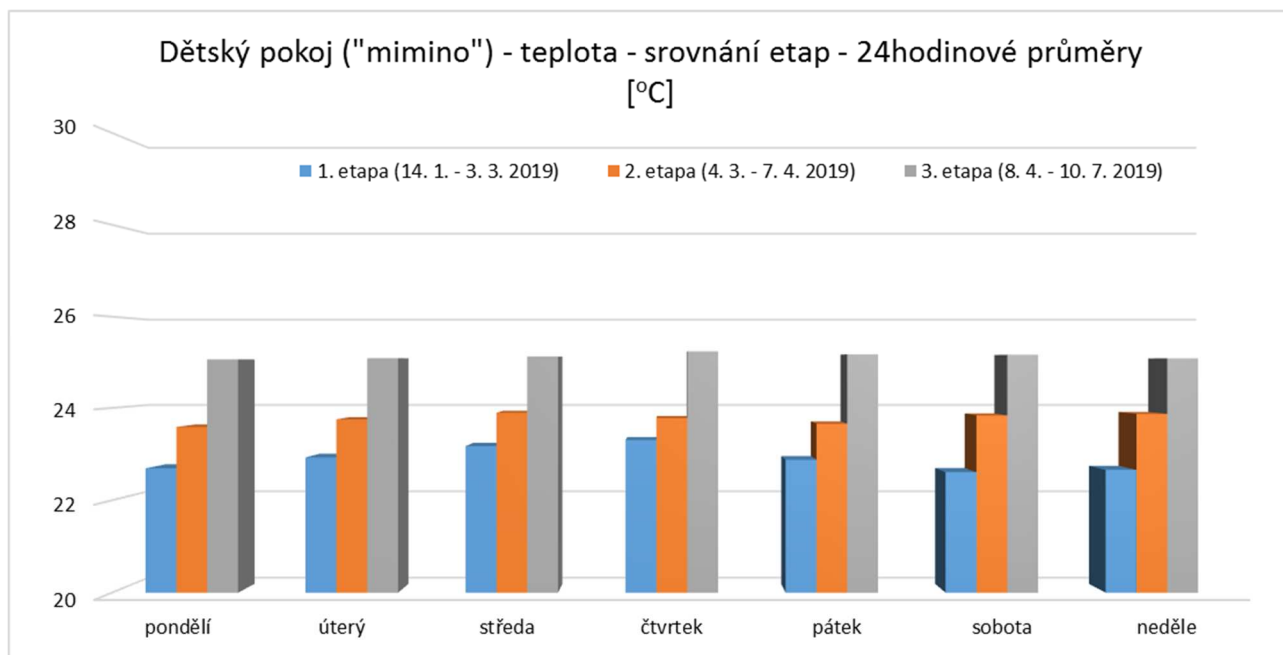
b) Teplota

(jako vzor vybrána vždy jedna měřená místnost)

Týdenní průměrný průběh 5minutových odečtů v dětském pokoji („mimino“) v jednotlivých etapách (ostatní místnosti – viz. příloha č. 2)



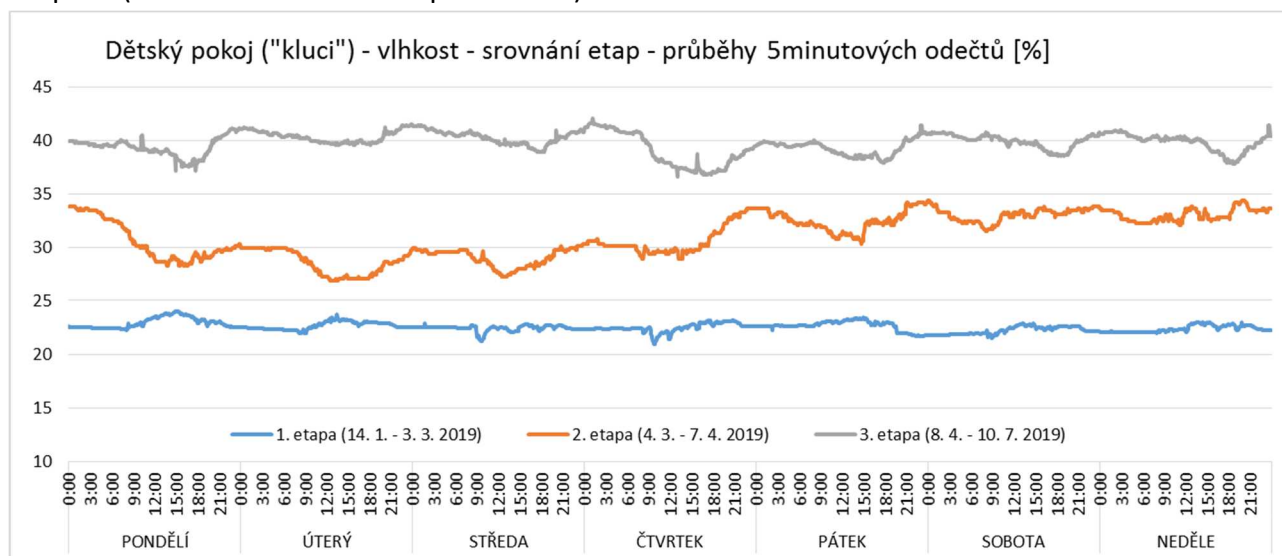
Mezietapové srovnání týdenních průměrných denních hodnot v dětském pokoji („mimino“) (ostatní místnosti – viz. příloha č. 2)



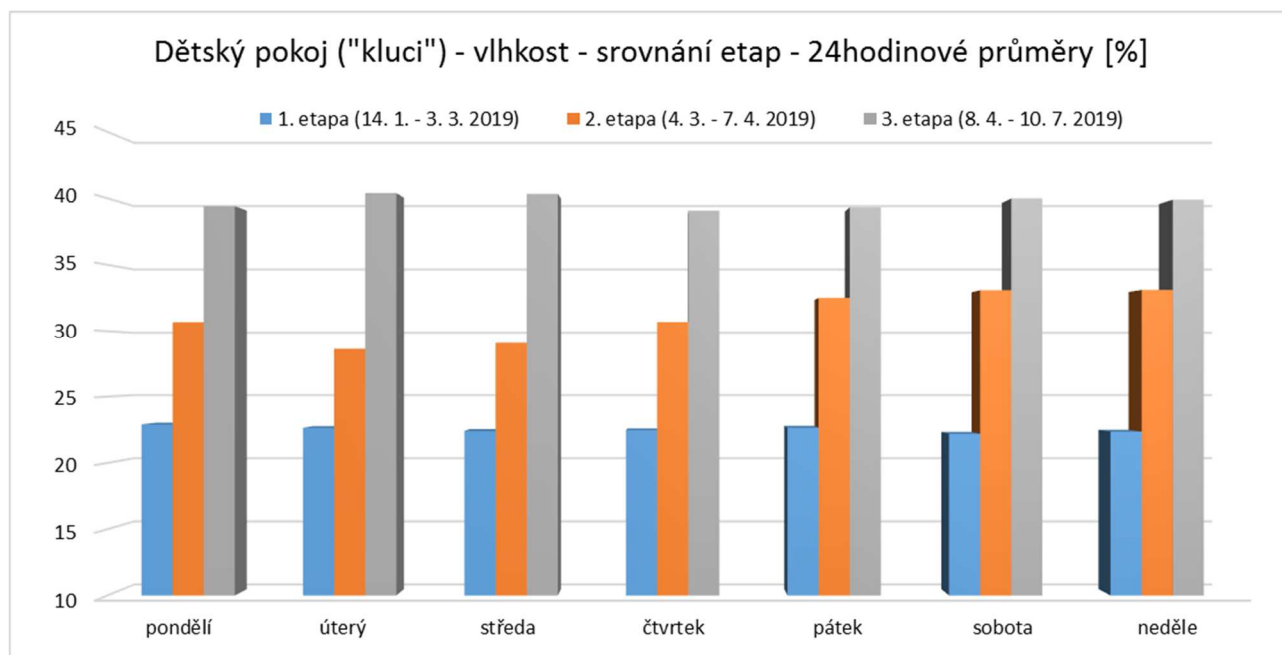
Z naměřených hodnot je zřejmé, že v průběhu první etapy měření (tj. od dokončení stavby po nastěhování) probíhalo „seřízení“ běhu systému výměny vzduchu a rekuperace a nastavení provozní teploty; možné a pravděpodobné je i to, že systém výměny vzduchu neběžel kontinuálně. Ve třetí etapě se v domě začala pravděpodobně prosazovat vyšší venkovní teplota (viz odpolední maxima).

c) Relativní vlhkost
(jako vzor vybrána vždy jedna měřená místnost)

Týdenní průměrný průběh 5minutových odečtů v dětském pokoji („kluci“) v jednotlivých etapách (ostatní místnosti – viz. příloha č. 2)



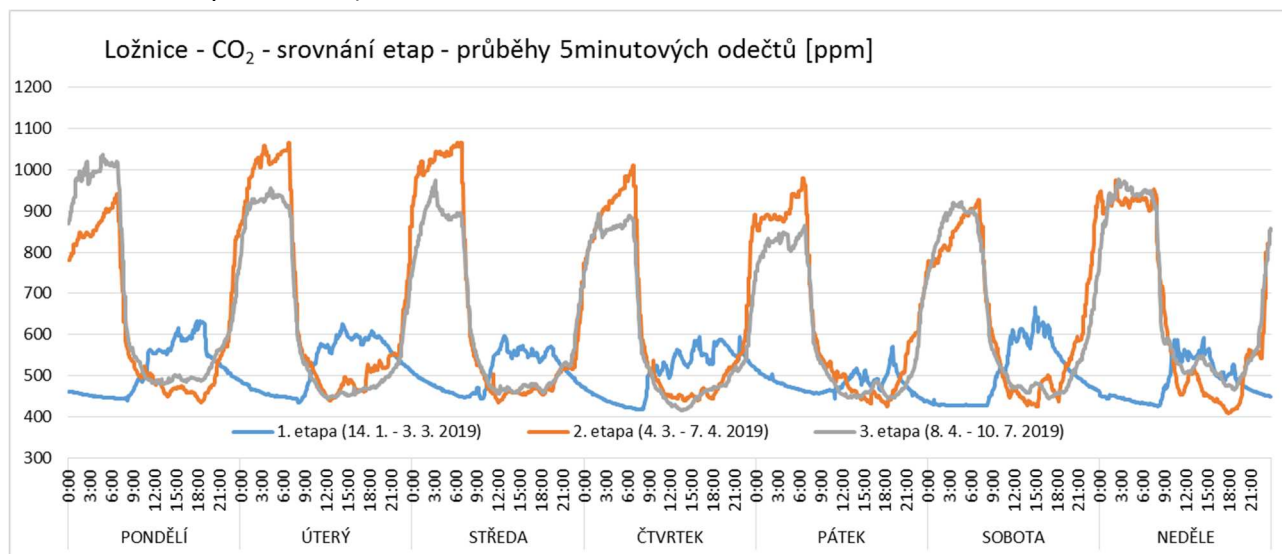
Mezietapové srovnání týdenních průměrných denních hodnot v dětském pokoji („kluci“) (ostatní místnosti – viz. příloha č. 2)



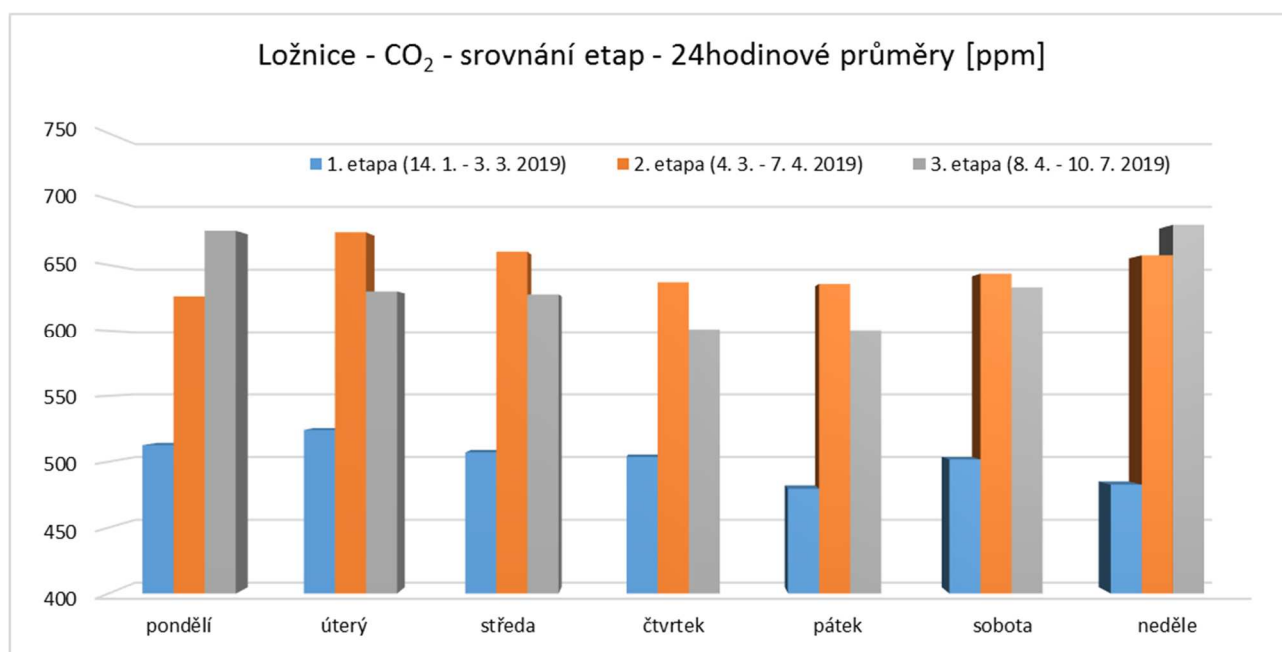
Hodnota vlhkosti je a vždy bude více závislá na vlhkosti ve venkovním ovzduší – proto jsou nejnižší hodnoty měřeny v zimním období a narůstají s růstem relativní vlhkosti ve venkovním ovzduší. V první etapě měření odpovídají měřené hodnoty venkovním prostředí, kolísání hodnot ve druhé a třetí etapě je důsledkem výměny vzduchu, kdy dodatečným zdrojem vlhkosti, mimo postupného vysychání stavebních materiálů je venkovní ovzduší.

d) Oxid uhličitý (CO₂)
(jako vzor vybrána vždy jedna měřená místnost)

Týdenní průměrný průběh 5minutových odečtů v ložnici v jednotlivých etapách (ostatní místnosti – viz. příloha č. 2)



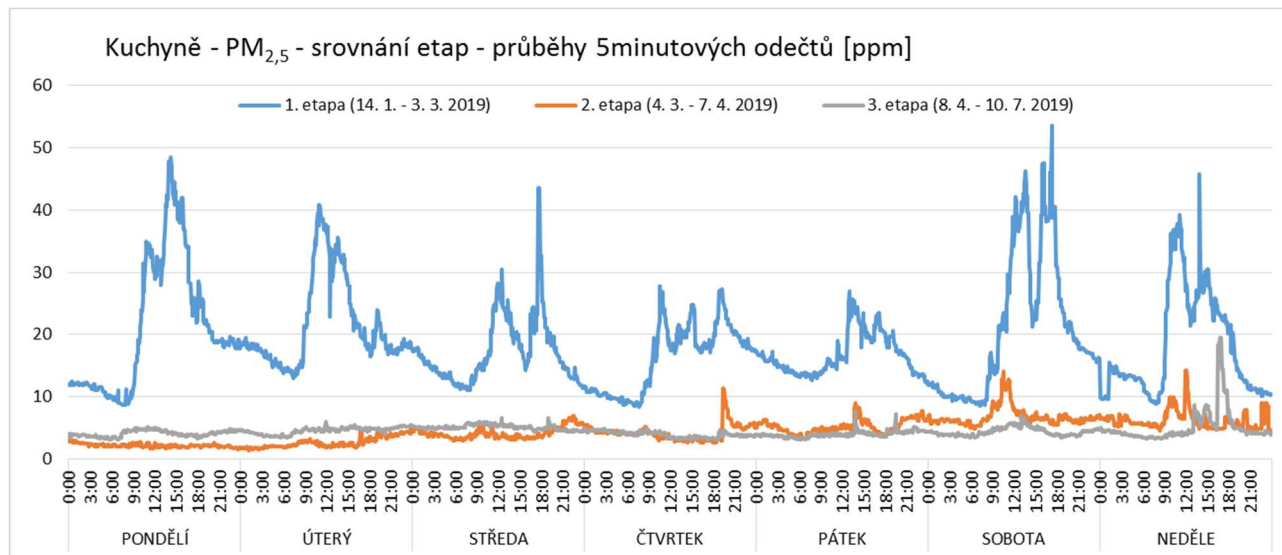
Mezietapové srovnání týdenních průměrných denních hodnot v ložnici (ostatní místnosti – viz. příloha č. 2)



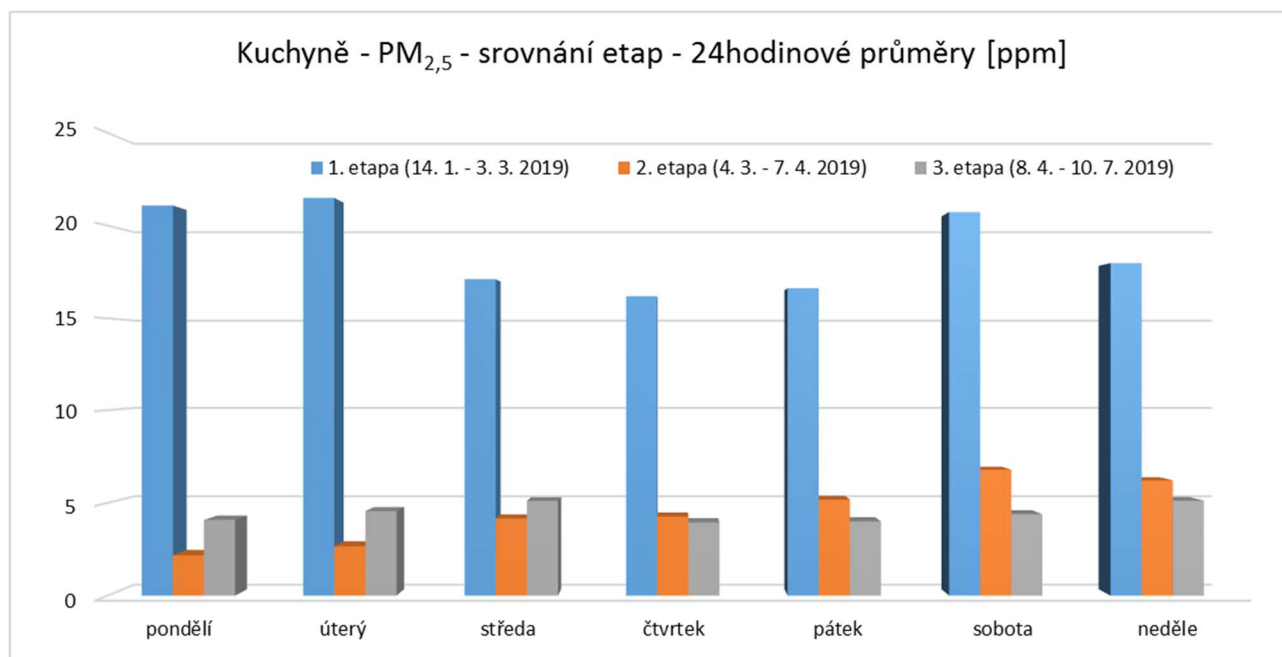
Je zřejmé, že systém výměny vzduchu má nastavený regulační hodnotu někde na úrovni 1 000 ppm CO₂. A že v průběhu první etapy se uživatelé v domě vyskytovali sporadicky. Průběh hodnot v ložnici, místnosti s nejdelší nepřetržitou dobou pobytu osob, po nastěhování již má charakteristická maxima v nočních hodinách.

e) Prašnost frakce PM_{2,5}
(jako vzor vybrána vždy jedna měřená místnost)

Týdenní průměrný průběh 5minutových odečtů v kuchyni v jednotlivých etapách (ostatní místnosti – viz. příloha č. 2)



Mezietapové srovnání týdenních průměrných denních hodnot v kuchyni (ostatní místnosti – viz. příloha č. 2)



Prašnost frakce PM_{2,5} ve vnitřním ovzduší má jednoznačnou vazbu na aktivity uživatelů. Zatímco v první etapě před nastěhováním je zřejmý efekt dalších drobných stavebních úprav domu (nejvyšší hodnoty byly proto v této etapě měřeny v ložnici a v dětském pokoji), po nastěhování hodnoty výrazně klesnou a objevuje se zřetelný týdenní cyklus s víkendovými maximy.

5. DISKUSE

a) Vlivy na zdraví – organické látky

Pro vnitřní prostředí bytů a rodinných domů neexistuje v České republice žádné legislativní opatření, které by ošetřovalo požadavky na kvalitu ovzduší. Pro orientační srovnání je možné vycházet z Vyhlášky MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. Tato vyhláška je používána pro hodnocení vnitřního ovzduší např. ve školách, ubytovacích a kulturních zařízeních. Pro byty a rodinné domy je možné tyto limitní hodnoty brát pouze jako orientační. Z látek, které byly při měření v domě nalezeny, jsou ve Vyhlášce č. 6/2003 Sb. uvedené limitní koncentrace pro:

benzen	7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
toluen	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
etylbenzen	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
xyleny (suma)	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
styren	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
formaldehyd	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Z orientačního srovnání naměřených hodnot s limitními je patrné, že koncentrace všech nalezených látek byly ve všech odebraných vzorcích během všech tří etap nižší než uvedené limity.

Pro další nalezené látky (pinen, limonen, caren, suma uhlovodíků $\text{C}_6 - \text{C}_{10}$, hexanal, tetradekan, acetaldehyd a aceton) nejsou limitní koncentrace ve Vyhlášce č. 6/2003 Sb. stanoveny, v další části je proto uvedena toxikologická charakteristika těchto látek spolu s doporučenými nebo referenčními koncentracemi. Pro doplnění informací je zde uvedena i toxikologická charakteristika formaldehydu.

Toxikologická charakteristika identifikovaných látek

- **Terpeny (pinen, limonen, caren)**

Pinen je bezbarvá kapalina charakteristické vůně pinie. Jedná se o přírodní terpen vyskytující se ve dvou formách α -pinen a β -pinen, který se uvolňuje ze stromů, ovoce, hub nebo květin. Významný antropogenní zdroj představuje dřevozpracující průmysl. V interiéru jsou jeho zdrojem dřevěný nábytek, čisticí prostředky, osvěžovače vzduchu a kosmetika. Pinen může, v závislosti na koncentraci, působit dráždivě na kůži, oči a dýchací cesty. Slabé dráždivé účinky jsou uváděny po několikahodinové expozici 450 - 500 mg/m^3 pinenu. Čichový práh je udáván v rozmezí 0,016 - 0,064 mg/m^3 . V materiálu Evropské komise „The INDEX project“ z roku 2004 je uveden dlouhodobý expoziční limit pro α -pinen 450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Limonen je přírodní nebo syntetická bezbarvá kapalina, která se používá jako aditivum v potravinách, čisticích prostředcích, parfémtech, atd. Jedná se o monoterpen, který se v přírodě vyskytuje v silici citrusových plodů. Hlavní cestou expozice (96 %) jsou potraviny. Limonen se běžně vyskytuje ve vnitřním ovzduší, jeho zdrojem v interiéru jsou čisticí prostředky, osvěžovače vzduchu, kosmetika apod. Působení vysokých koncentrací v řádu stovek až tisíců miligramů může způsobovat podráždění očí, pokožky a nervové soustavy. V materiálu Evropské komise „The INDEX project“ z roku 2004 je uveden dlouhodobý expoziční limit pro limonen 450 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Caren patří rovněž mezi monoterpeny, v přírodě se vyskytuje stejně jako α -pinen v silicích borovicovitých dřevin. V interiéru může být jeho zdrojem dřevěný nábytek, čisticí prostředky, osvěžovače vzduchu.

- **Uhlovodíky $\text{C}_6 - \text{C}_{10}$**

Uhlovodíky $\text{C}_6 - \text{C}_{10}$ jsou alifatické uhlovodíky s 6 – 10 uhlíkovými atomy. Vlastnosti těchto sloučenin, zejména fyzikální, značně závisí jednak na počtu uhlíkových atomů v jejich molekule, ale

také na jejich struktuře, především na větvení jejich uhlíkatého skeletu. Kapalné uhlovodíky C₆ – C₁₀ jsou velmi dobrými rozpouštědly nepolárních nebo málo polárních látek, zejména dobře se v nich rozpouštějí tuky. Základním účinkem uhlovodíků je účinek narkotický. Tento účinek vzrůstá se zvyšováním molekulové hmotnosti. U nižších členů alifatických řad je narkotický účinek nepatrný a tyto látky lze považovat za toxikologicky inertní. U vyšších členů alifatické řady se předpokládá přímé dráždění kůry mozkové. Dalším všeobecným účinkem uhlovodíků je účinek dráždivý (oči, dýchací cesty až plíce, kůže). Také tento účinek stoupá ve všech řadách se stoupající molekulovou hmotností, proti tomu se však současně snižuje těkavost. Maximum výše zmíněných účinků se proto projeví u uhlovodíků C₁₀. Působení vysokých koncentrací uhlovodíků může způsobit poškození některých orgánů, zejména jater, ledvin, srdce a cév. Ve Státním zdravotním ústavu byla stanovena pro hodnocení směsi alifatických uhlovodíků C₆ - C₁₀ doporučená hodnota maximální přípustné koncentrace 1000 µg/m³, jako roční střední hodnota.

- **Uhlovodíky C₈ - C₁₆ (tetradekan)**

Alifatické a alicyklické uhlovodíky s 8 – 16 uhlíkovými atomy, kam patří také tetradekan, jsou nasycené uhlovodíky s molekulou bez násobných vazeb mezi atomy uhlíku. Směsi těchto uhlovodíků se používají jako pohonné látky (benzín, motorová nafta), paliva a jako rozpouštědla. Základním účinkem těchto uhlovodíků je působení na centrální nervovou soustavu, tento účinek se projevuje při vysokých koncentracích. Dalším všeobecným účinkem uhlovodíků je účinek dráždivý (oči, dýchací cesty až plíce, kůže). Ve Státním zdravotním ústavu byla stanovena pro hodnocení směsi uhlovodíků C₈ až C₁₆ doporučená hodnota přípustné koncentrace 500 µg/m³, jako roční střední hodnota.

- **Hexanal**

Hexanal (hexylaldehyd) je pronikavě páchnoucí, hořlavá kapalina s teplotou varu 130 °C. Inhalační expozice vysokým koncentracím způsobuje podráždění sliznic, kašel a dušnost. Pro hexanal nebyly prokázány karcinogenní, teratogenní ani mutagenní účinky. V dostupných toxikologických databázích nebyly nalezeny žádné limitní hodnoty pro ovzduší, ani pro pracovní prostředí. Zdrojem hexanalů může být dřevotříska a dřevěný nábytek, ze kterého se hexanal uvolňuje při degračních procesech. Podle US EPA se aldehydy, především hexanal, mohou uvolňovat rovněž z alkydových barev, ve kterých sice není přímo přítomen, ale vzniká při oxidačních procesech z esterů nenasyčených mastných kyselin.

- **Formaldehyd**

Formaldehyd je bezbarvý plyn s ostrým dusivým zápachem. Používá se pro výrobu močovino-formaldehydových a fenol-formaldehydových pryskyřic, plastických hmot a meziproduktů pro další chemickou výrobu. V interiéru staveb se uvolňuje především z dřevotřískových materiálů používaných při výrobě nábytku a podlah, dále z laků, barev, parketových ochranných nátěrů a lepidel (materiály určené pro interiéry by měly být v současné době před uvedením na trh testovány). Formaldehyd rovněž používají výrobci k povrchové úpravě kobercovin a textilií. Významným zdrojem je také cigaretový kouř. Formaldehyd dráždí sliznice horních dýchacích cest a spojivek. Dráždění subjektivně pocíťované jako suchost, dráždění ke kašli, pálení očí a slzení mohou být první příznaky zvyšující se koncentrace formaldehydu. Signifikantní zvýšení dráždění sliznic je popisováno od 100 µg/m³, ale citliví jedinci mohou vnímat formaldehyd i při nižších koncentracích. Čichový práh udává WHO při širokém rozsahu koncentrací 60 - 600 µg/m³. Formaldehyd je klasifikován jako lidský karcinogen. Nejdůležitější cestou expozice formaldehydu je inhalace, která je významně vyšší u kuřáků. Světová zdravotnická organizace (WHO) doporučuje střední hodnotu 30minutové koncentrace formaldehydu 100 µg/m³ pro zabránění dráždivých účinků na obecnou populaci. Tato hodnota by měla být bezpečná i vzhledem k dlouhodobým účinkům formaldehydu, včetně karcinogenního. V ČR je ve Vyhlášce č. 6/2003 Sb. uvedena hodinová limitní koncentrace pro formaldehyd 60 µg/m³.

- **Aceton**

Aceton je bezbarvá kapalina s charakteristickým pichlavým zápachem. Primárně se používá jako rozpouštědlo a jako meziprodukt v chemické i farmaceutické výrobě. V těle může vznikat při poruchách látkové výměny (diabetes, hladovění, horečka). Při inhalační expozici se projevují dráždivé a narkotické účinky acetonu. Na dráždění acetonovými parami si člověk přivyká. U nepřivykých dochází k lehkému podráždění sliznic u koncentrací 300 ppm (712 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), koncentrace 400 ppm (950 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) dráždí během několika minut. Aceton má relativně nízkou chronickou toxicitu. Referenční koncentrace stanovená Státním zdravotním ústavem je 370 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a je stanovena jako roční střední hodnota.

- **Acetaldehyd**

Acetaldehyd je pronikavě páchnoucí, velmi těkavá kapalina. Čichový práh udává WHO při koncentraci 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Koncentrace acetaldehydu ve venkovním ovzduší jsou v průměru kolem 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, koncentrace ve vnitřním prostředí budov bývá vyšší. Hlavním zdrojem acetaldehydu pro člověka je metabolismus alkoholu a kouření. V interiéru se acetaldehyd může uvolňovat z nátěrů, lepidel, fenol-formaldehydových pryskyřic a při spalování dřeva v krbech. Jako většina aldehydů působí na centrální nervový systém a má dráždivé účinky na sliznice. Akutní toxicita acetaldehydu je nízká. Při nižších koncentracích převažuje dráždivý účinek na sliznice. Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) řadí acetaldehyd do kategorie 2B jako možný karcinogen pro člověka, stejně tak US EPA zařazuje acetaldehyd do skupiny B2 mezi pravděpodobné karcinogeny pro člověka. Hodnoty doporučených maximálních koncentrací se v jednotlivých zemích liší. V materiálu EU „The INDEX project“ je uvedena limitní hodnota 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Z výše uvedených informací vyplývá, že koncentrace všech zjištěných látek ve všech odebraných vzorcích nepřekročily uvedené referenční nebo doporučené maximální koncentrace a dle odborné literatury by neměly negativně působit na lidské zdraví.

b) Vlivy na zdraví – mikroklimatické parametry, prašnost a oxid uhličitý

Mikroklimatické parametry

Tepelně-vlhkostní mikroklima patří k nejdůležitějším složkám pro zajištění vnitřního prostředí z hlediska zdraví a spokojenosti lidí, ale i ve vztahu k životnosti stavebních materiálů, budov, výrobních technologií, atp. Teplota a vlhkost vzduchu se v budovách vzájemně úzce ovlivňují a podmiňují. V obytných stavbách se doporučuje dodržet hodnoty dle tabulky:

parametr		topné období	letní období
operativní (výsledná) teplota t_o	°C	18–24	20–28
rychlost proudění vzduchu w_a	m/s	≤0,1	0,1–0,2
rozdíl teplot ve výši 1,7 a 0,2 m	°C	3	3
relativní vlhkost rh_i	%	30–70	30–70

Vlhkost vzduchu v interiéru je většinou charakterizována hodnotami relativní vlhkosti vzduchu. Pro letní i zimní období se uvádí relativní vlhkosti v rozmezí 30 až 70 %. Vyšší relativní vlhkosti je dosahováno v letních měsících a naopak v zimních měsících díky suchému venkovnímu vzduchu bývá i relativní vlhkost v interiéru nízká. Vyšší relativní vlhkosti v rozsahu 60 až 70 % jsou vhodné jako prevence vysychání sliznic. S vyšší relativní vlhkostí se však zvyšuje procento přežívajících mikroorganismů v ovzduší. Naopak při nižší relativní vlhkosti se snižuje množství roztočů v textilích a výskyt alergií. Vyšší vlhkost vzduchu může v zimním období způsobovat její srážení na chladnějších površích a následně vznik černé plísně. Vlhkostní problematice se v posledních letech věnuje zvýšená pozornost zejména v souvislosti se zvyšující se vzduchotěsností obvodového pláště budov. (zdroj: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/8144-mikroklima-pasivnich-domu>)

Oxid uhličitý (CO₂)

Kognitivní funkce člověka se snižují se zvyšující koncentrací oxidu uhličitého ve vzduchu (například špatnou ventilací). Takzvané Pettenkoferovo kritérium (Pettenkofer, 1858) stanovuje 1 000 ppm (0,1 %) jako maximální hodnotu koncentrace CO₂ ve vnitřních prostorech, při které se člověk cítí komfortně. Koncentrace přesahující 2 500 ppm pak může u citlivých jedinců vyvolávat bolesti hlavy, ospalost případně dráždění dýchacích cest. Koncentrace nad 5 000 ppm (tj. 0,5 %) způsobují nepříjemný pocit a bolesti hlavy a koncentrace nad 5 % tlumí centrální nervovou soustavu a dýchací centrum. Limit pro pobytové prostory, který lze pro byty a rodinné domy použít, stanovuje Vyhláška MMR č. 20/2012 Sb. ve výši 1 500 ppm.

Aerosolové částice

Aerosolové částice obsažené ve vdechovaném vzduchu mají široké spektrum účinků na srdečně-cévní a respirační ústrojí. Vzhledem k systémovému prozánětlivému účinku, působení oxidativního stresu a ovlivnění metabolismu tuků, podpoře aterosklerózy včetně kalcifikace srdeční artérie, ovlivnění elektrické aktivity srdečního svalu a dalším účinkům jsou částice aerosolu považovány za nejvýznamnější environmentální faktor ovlivňující úmrtnost. Aerosolové částice samostatně, stejně jako celá směs látek působících znečištění venkovního ovzduší, jsou zařazeny od roku 2013 Mezinárodní Agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) Světové zdravotnické organizace (WHO), mezi prokázané lidské karcinogeny skupiny 1, přispívající ke vzniku rakoviny plic.

Dlouhodobá expozice zvýšeným koncentracím má za následek vyšší úmrtnost na choroby srdečně-cévní a respirační, včetně rakoviny plic a s tím související zkrácení délky života, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí a výskytu symptomů chronického zánětu průdušek a snížení plicních funkcí u dětí i dospělých. Kromě toho přibývá důkazů o vlivu expozice částicím na vznik diabetu II. typu, na neurologický vývoj u dětí a neurologické poruchy u dospělých.

Pro působení aerosolových částic v ovzduší nebyla zatím zjištěna bezpečná prahová koncentrace. Předpokládá se, že citlivost jedinců v populaci má tak velkou variabilitu, že ti nejcitlivější jsou v riziku účinků i při velmi nízkých koncentracích. Při chronické expozici suspendovaným částicím frakce PM_{2,5} se redukce očekávané délky života začíná projevovat již od průměrných ročních koncentrací 5 µg/m³.

Krátkodobá expozice zvýšeným koncentracím aerosolových částic se podílí na nárůstu nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdečně-cévní a dýchací, na zvýšení počtu osob hospitalizovaných pro onemocnění kardiovaskulárního a dýchacího ústrojí, zvýšení kojenecké úmrtnosti, zvýšení výskytu respiračních symptomů a zhoršení stavu zejména astmatiků.

Pro vnitřní prostředí bytů a rodinných domů neexistuje v České republice žádné legislativní opatření, které by ošetřovalo požadavky na kvalitu ovzduší. Pro orientační srovnání je možné vycházet z Vyhlášky MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. Stanovený hodinový limit 80 µg/m³ pro frakci PM_{2,5} lze pro byty a rodinné domy brát pouze jako orientační.

Z výše uvedených informací vyplývá, že koncentrace prašnosti a oxidu uhličitého naměřené v době běžného užívání nepřekračují referenční nebo doporučené maximální koncentrace a dle odborné literatury by neměly negativně působit na lidské zdraví. Měření mikroklimatických parametrů potvrdilo, že difúzní vlastnosti keramických cihel mohou pozitivně přispět k odvětrání stavby.

c) Vliv venkovního ovzduší

Ten je v aktuální situaci možno v podstatě zanedbat. Pokud pomíneme prozatímní nárazový vliv okolních stavebních činností, pak stavba stojí na kraji obce Studeněves, v mírně zvýšené dobře provětrávané poloze. V okolí nejsou významné lokální ani dopravní zdroje.

d) Limity v Evropě

Pro doplnění informace o rozdílných úrovních limitních koncentrací v dalších evropských státech, je přiložena následující tabulka s několika vybranými parametry kvality vnitřního prostředí.

	PM _{2,5}	PM ₁₀	Formaldehyd	Benzen	Toluen	Xyleny	Styren	ETB
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
ČR *	80/h*	150/h.*	60/h.*	7/h.*	300/h.*	200/h.*	40/h*	200/h*
Francie	50/24 h.	50/24 h.	50/2 h.	30/1-14 dní 10/ > rok	-	-	-	-
	20/1 rok	20/1 rok	10 /1 rok				-	-
Německo	25/24 h.	-	125/24 h.		300/24 h.	-	30/24 h.	200/24 h.
Norsko	15/24 h.	-	100/0,5 h.	co nejnižší	-	-	-	-
	8 /rok						-	-
Rusko	160/20 m	300 /0,5 h.	35/0,5 h.	300 / 0,5 h.	600/24 h.	200/24 h.	3/24 h.	20/24 h.
	35/24 h.	60 /24 h.	3/24 h.	100 / 24 h.				
	25/1 rok	40 /1 rok						
Slovensko	-	50/24 h.	100/0,5 h.	-	8000/24 h.	4800/24 h.	-	-
			60/24 h.		260/t		-	-
Švédsko	15/24 h.	40/24 h.	50/24 h.	-	-	-	-	-

h = hodina, t = týden

V některých zemích je limitní hodnota stanovena legislativně vyhláškou či závaznou směrnicí, v některých zemích je limitní hodnota vydávána příslušným ministerstvem zdravotnictví formou doporučení. Jak již bylo výše zmíněno, v České republice žádné legislativní opatření, které by ošetřovalo požadavky na kvalitu vnitřního ovzduší bytů a rodinných domů neexistuje. Pro orientační porovnání zjištěných hodnot lze použít Vyhlášku MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb, v tabulce jsou tyto hodnoty označeny *.

e) Kvalita vnitřního prostředí bytů zjištěná v rámci studií realizovaných v Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva v ČR ve vztahu k životnímu prostředí

V roce 2003 proběhlo zatím poslední měření kvality vnitřního ovzduší v bytech. Tato část projektu byla zaměřena na velikostně nejfrekventovanější trvale obývané byty v České republice. Z naměřených hodnot chemických, fyzikálních a biologických faktorů ve vnitřním prostředí bytů vyplývá, následující:

- **Relativní vlhkost**

Doporučenému rozmezí relativní vlhkosti v bytech (30 – 65 %) neodpovídalo 17 % z naměřených hodnot v pokojích a 21% hodnot v kuchyních. Většina hodnot (90 %) byla nižší než je spodní hranice doporučeného rozmezí relativní vlhkosti. Celkově menší vlhkost byla nalézána v topné sezóně než v netopné. Rozdíl mezi hodnotami zjištěnými v pokoji a kuchyni nebyl významný.
- **Teplota**

Optimální teplota v bytech je 20 – 24°C. Z naměřených hodnot vyplývá, že se teplota v netopné sezóně pohybovala v rozmezí 20 – 29°C, v topné sezóně v rozmezí 15 – 27°C. Průměrné hodnoty v netopné sezóně byly 24°C, v topné sezóně se pohybovaly těsně nad 22°C. Nebyl zjištěn významný rozdíl mezi kuchyněmi a obytnými místnostmi.
- **Oxid dusičitý**

Průměrná hodnota koncentrace NO₂ zjištěná z tříhodinových měření nepřekročila 20 µg/m³, 95. percentil má hodnotu 41 µg/m³. Koncentrace v kuchyních (topná sezóna – 19,3 µg/m³; netopná sezóna – 20,2 µg/m³) byly mírně vyšší než v pokojích. (topná sezóna – 14,9 µg/m³; netopná sezóna – 15,3 µg/m³). Pouze v jediném případě ze všech změřených místností byla zjištěna hodnota vyšší než 100 µg/m³ (kuchyň v topné sezóně- 121 µg/m³).
- **Formaldehyd**

Průměr z naměřených tříhodinových koncentrací ve sledovaných bytech nepřekročil 40 µg/m³. V topné sezóně byla průměrná koncentrace v obou místnostech nižší než 30 µg/m³ (maximum bylo 80 µg/m³), v netopné sezóně nepřesáhl průměr hodnotu 45 µg/m³. Maximální hodnoty byly naměřeny v netopné sezóně (pokoj - 199 µg/m³, kuchyň - 214 µg/m³). Střední hodnota 60 µg/m³ byla překročena u 9 % výsledků v topné sezóně a u 20 % v netopné sezóně, kdy zastoupení pokojů a kuchyní je srovnatelné.
- **Těkavé organické látky**

Těkavé organické látky byly měřeny pouze v pokojích. Průměrné hodnoty koncentrací toluenu byly (31,2 µg/m³) a sumy xylenu (18,7 µg/m³). Ve všech bytech byla zjištěna přítomnost benzenu. U tohoto zástupce VOC je situace závažnější vzhledem k jeho karcinogenním zdravotním účinkům. Průměrná koncentrace v netopné sezóně byla 2,7 µg/m³ s maximem 8,5 µg/m³. Průměrná koncentrace v topné sezóně byla 8,6 µg/m³. Koncentrace 7 µg/m³ byla překročena u 12 % výsledků v topné sezóně a 10 % výsledků v netopné sezóně. U styrenu a tetrachloretylénu byly zjištěny nízké koncentrace, výsledky měření pod mezí stanovitelnosti se vyskytují v 50 – 75 %.
- **Prašnost frakce PM₁₀**

Rozdíly průměrných hodnot naměřených v pokojích a kuchyních byly velmi malé a průměrné hodnoty se pohybují na hranici 50 µg/m³. Byly naměřeny i hodnoty významně vyšší, což bylo způsobeno životním stylem obyvatelů bytu (kouření) nebo mimořádnými okolnostmi při měření (oprava domu). Nejvyšší hodnota v topné sezóně v kuchyni byla 952 µg/m³, v pokoji 212 µg/m³, obě tyto hodnoty byly zjištěny v jednom bytě. V netopné sezóně byla naměřena nejvyšší 3hodinová koncentrace 843 µg/m³ v pokoji, ve stejném bytě byla naměřena v kuchyni hodnota 199 µg/m³. Většina naměřených hodnot v pokojích i kuchyních se však pohybovala do 100 µg/m³.

6. SOUHRN A ZÁVĚRY

Pracovníci Státního zdravotního ústavu realizovali pro fy Wienerberger s.r.o. přibližně půlroční studii (11. 1. 2019 až 10. 7. 2019) měření kvality vnitřního ovzduší v rodinném domě.

Cílem bylo zachytit změny, trendy a vývoj základních parametrů kvality vnitřního ovzduší od dokončení stavby (novostavba se základním vybavením) do nastěhování uživatelů a následně do stavu běžného užívání domu.

Dům je jednopodlažní, má cihlový základ a je vybaven řízeným systémem výměny vzduchu s rekuperací. Ve čtyřech vybraných místnostech (kuchyně-obývací pokoj, ložnice a dva dětské pokoje) byly ve třech etapách sledovány koncentrace organických látek a kontinuálně základní mikroklimatické faktory (teplota, relativní vlhkost), indikátor výměny vzduchu (oxid uhličitý – CO₂) a prašnost frakce PM_{2,5}.

Měření potvrdilo, že použité zdivo – základní stavební materiál – keramické cihly (materiál s nulovými emisemi škodlivin), není zdrojem organických látek v interiéru.

V případě organických látek, které byly změřeny v každé etapě tj. 11. 1. 2019 (novostavba), 8. 4. 2019 (po nastěhování) a 10. 7. 2019 (po cca tříměsíčním normálním užívání domu) v rodinném domě ve Studeněvsi, byly ve všech odebraných vzorcích zjištěny koncentrace nalezených těkavých organických látek nižší, než je uvedeno ve Vyhlášce MZ ČR č. 6/2003 Sb., kterou lze pro hodnocení bytů a rodinných domů použít pouze jako orientační. Koncentrace dalších těkavých organických látek, které nejsou ve Vyhlášce MZ ČR č. 6/2003 Sb. uvedeny (pinen, limonen, caren, suma uhlovodíků C₆ – C₁₀, hexanal, tetradekan, acetaldehyd a aceton), se pohybovaly na úrovni, která se běžně nalézá v nových nebo rekonstruovaných interiérech. Zjištěná úroveň koncentrací by dle odborné literatury neměla negativně působit na lidské zdraví.

Z výsledků je patrné, že u látek jejichž zdrojem byla samotná stavba (zejména aceton z nové podlahy), došlo vzhledem k první etapě k poklesu koncentrací, naopak u hexanalů a formaldehydu, jejichž zdrojem je především nábytek, došlo při druhé etapě měření k mírnému zvýšení koncentrací. Koncentrace organických látek naměřené ke konci třetí etapy byly již na nízké, zdravotně nevýznamné úrovni.

Po počátečním (do)ladění systému výměny vzduchu a rekuperace měřené hodnoty teploty, relativní vlhkosti a oxidu uhličitého nepřekračovaly hodnoty, které vymezují oblast osobní pohody (well-being) uživatelů.

Nízké a na hranici doporučení WHO (a tedy i hluboko pod limitem stanoveným Vyhláškou č. 6/2003 Sb.) byly v období běžného užívání domu hodnoty prašnosti frakce PM_{2,5}. Na druhou stranu průběh hodnot v jednotlivých místnostech v období stavebních úprav a dokončovacích prací téměř dokonale ilustruje vliv těchto činností na kvalitu vnitřního prostředí a vliv aktivit uživatelů.

7. Příloha č. 1 – fotodokumentace (novostavba na začátku I. etapy a na konci III. etapy měření)



Ložnice - novostavba a běžné užívání



Kuchyně - novostavba a běžné užívání



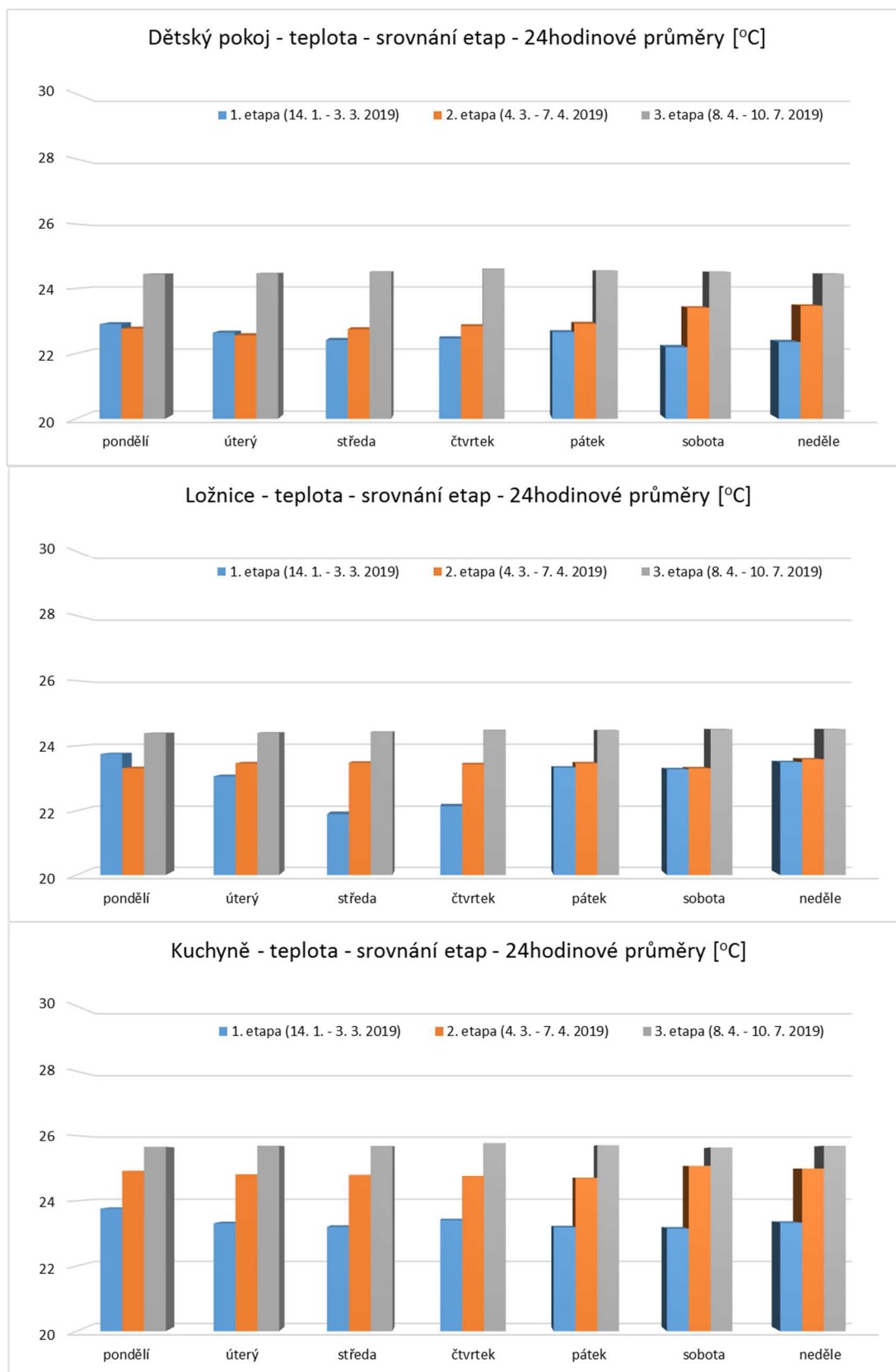
„dětský pokoj – „kluci“ - novostavba a běžné užívání

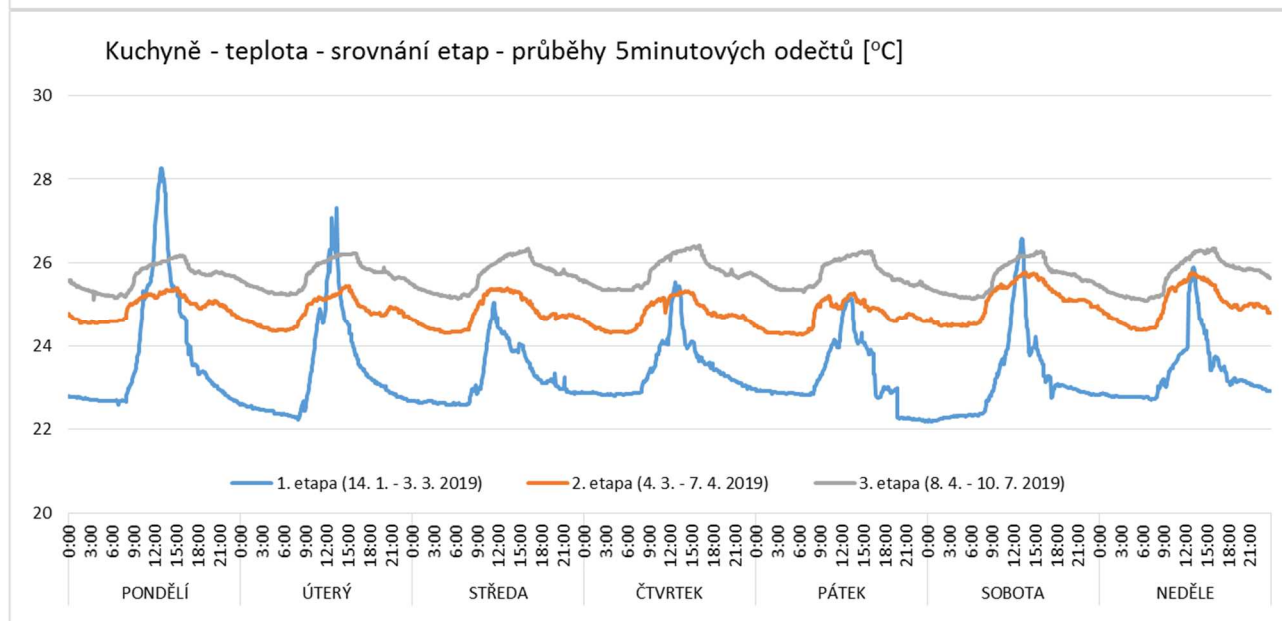
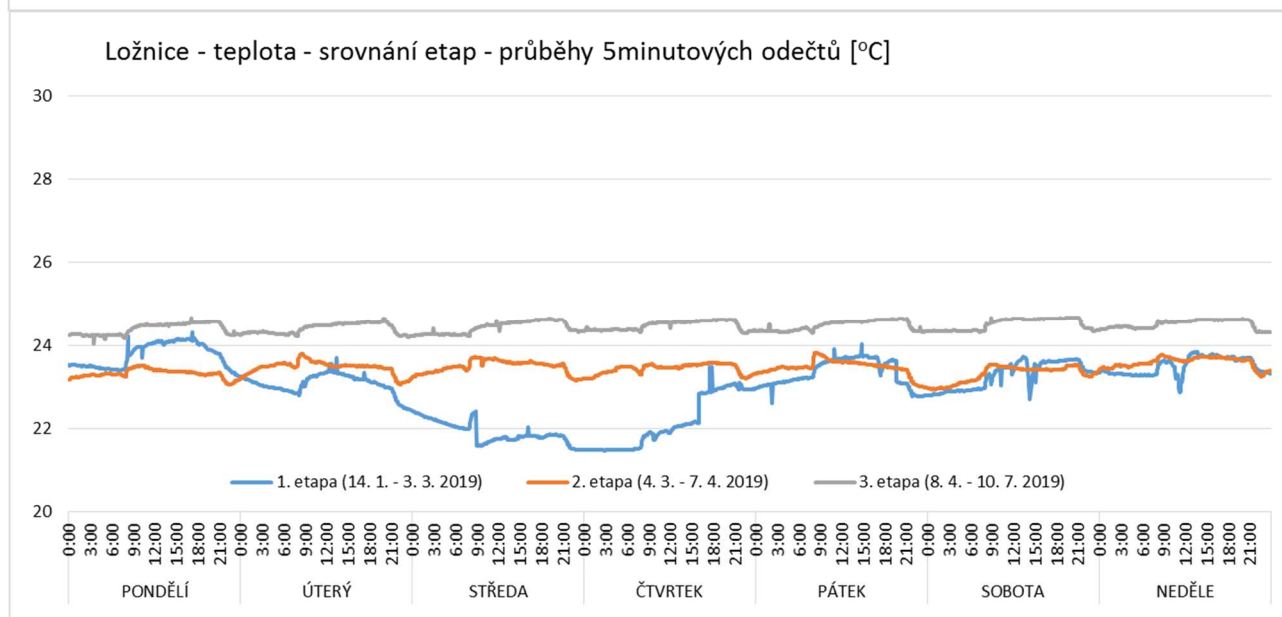
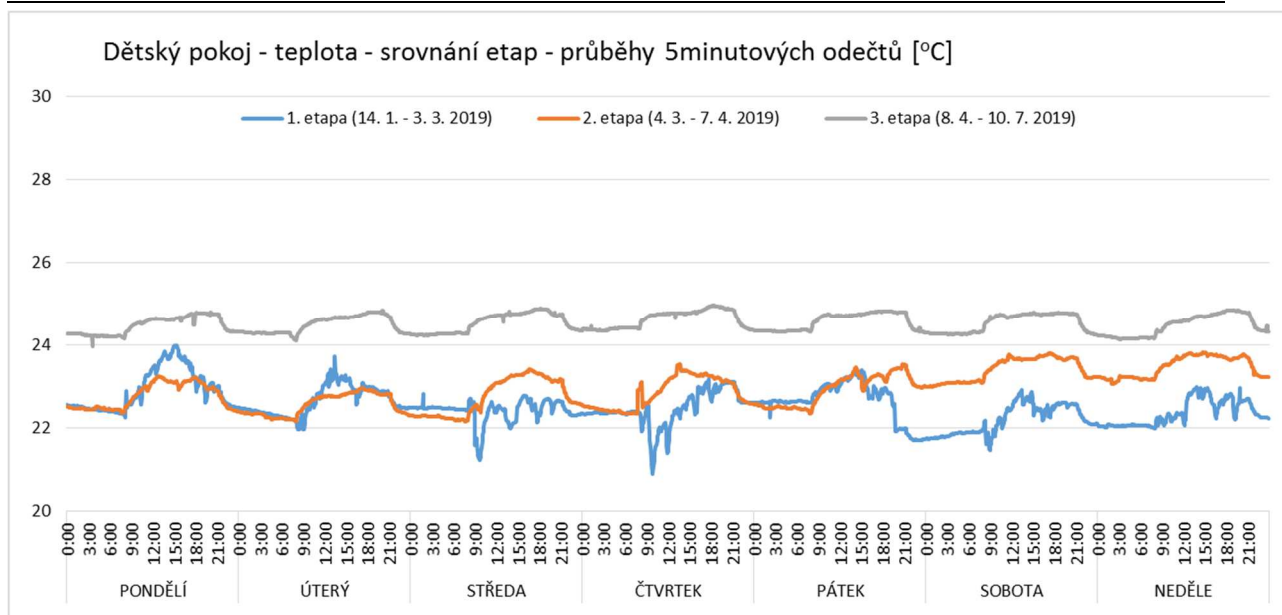


„dětský pokoj – „mimino“ - novostavba a běžné užívání

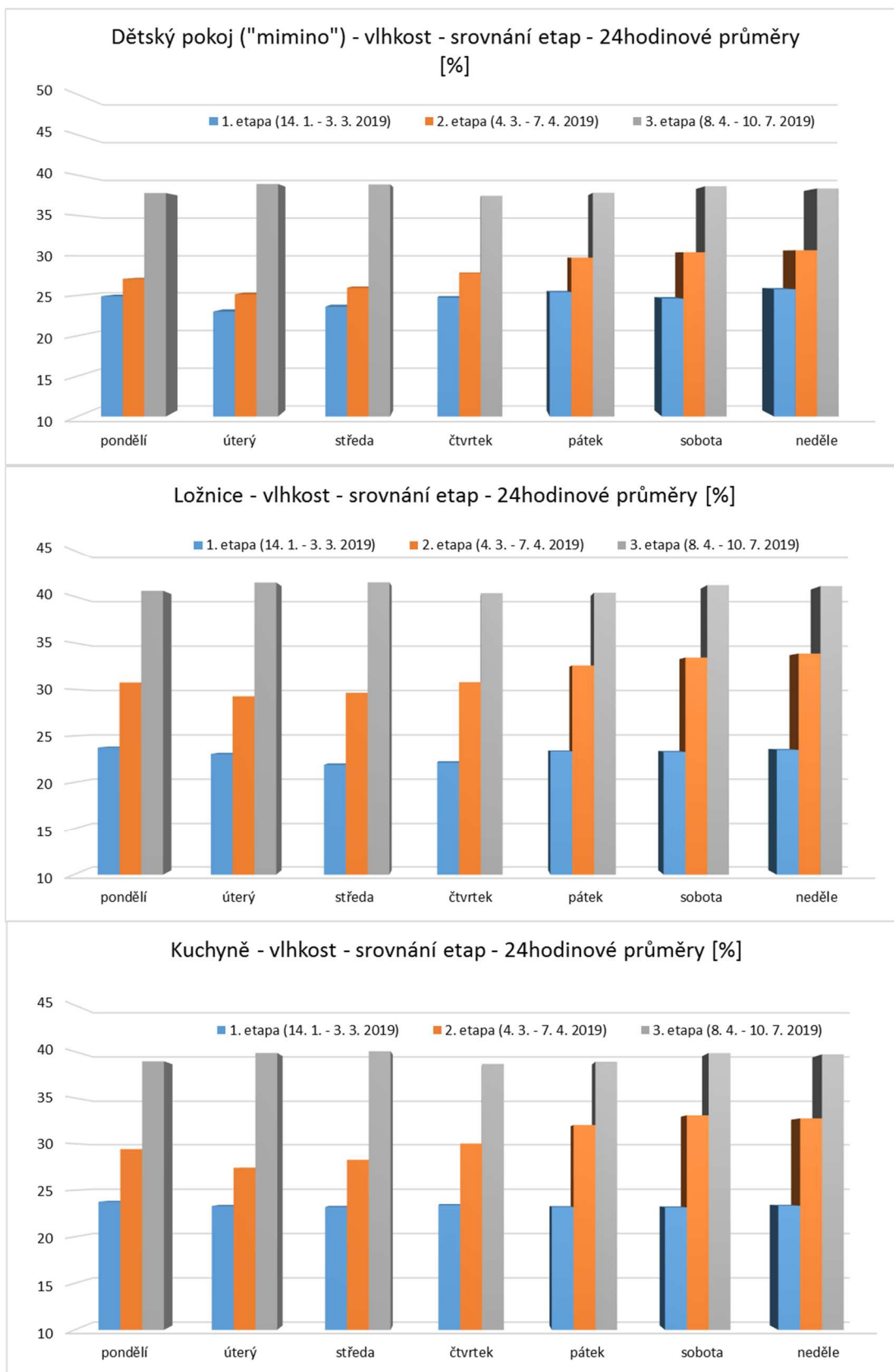
8. Příloha č. 2 – souhrn výsledků kontinuálních měření v grafech

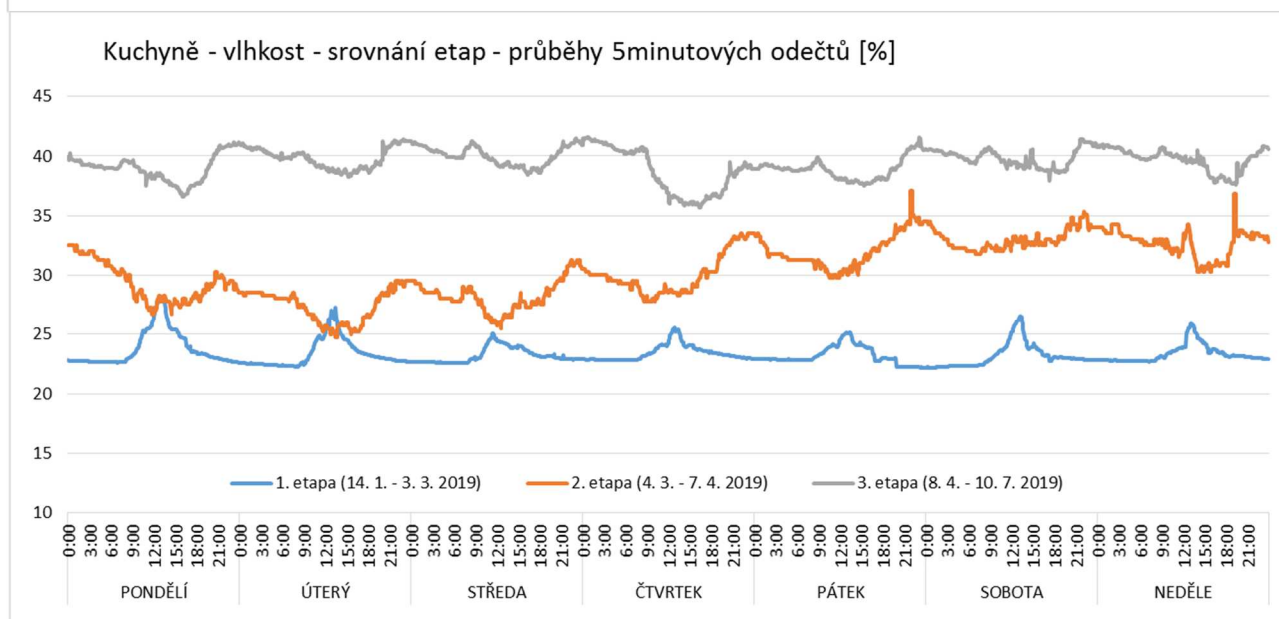
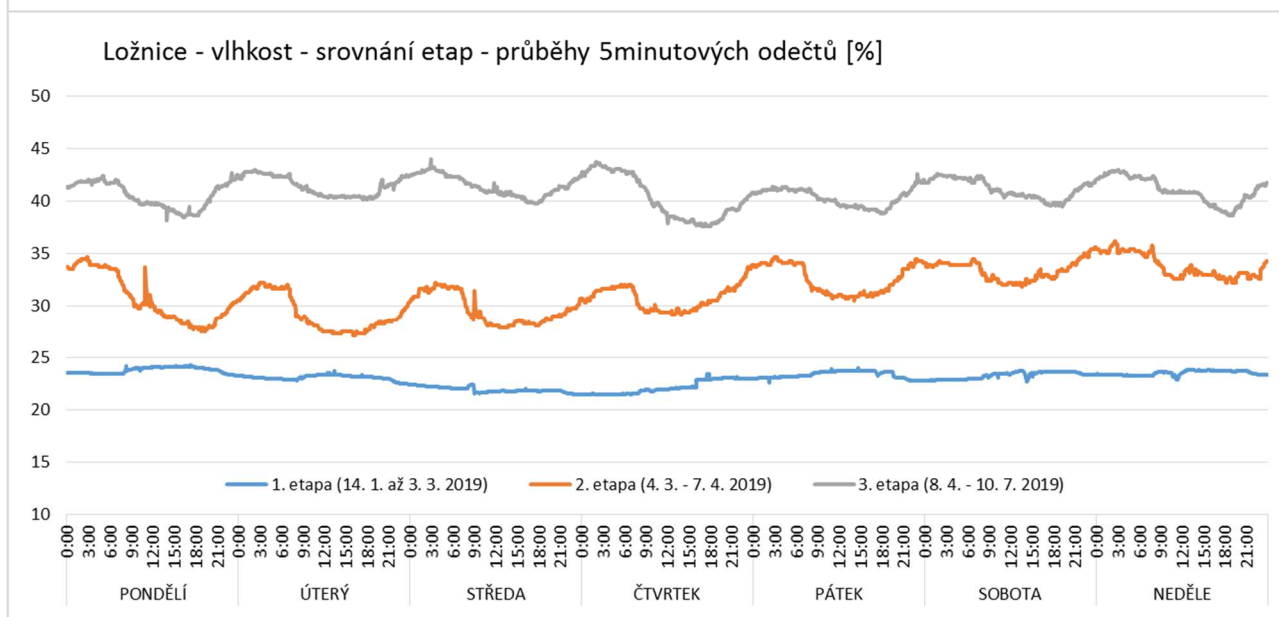
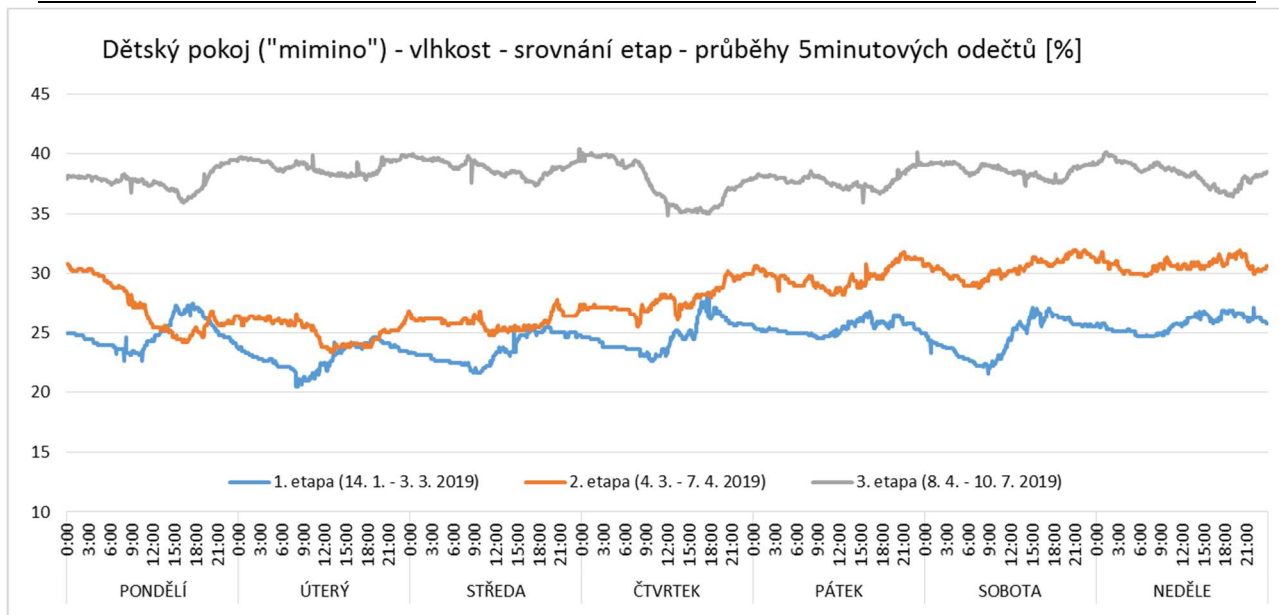
a) Teplota



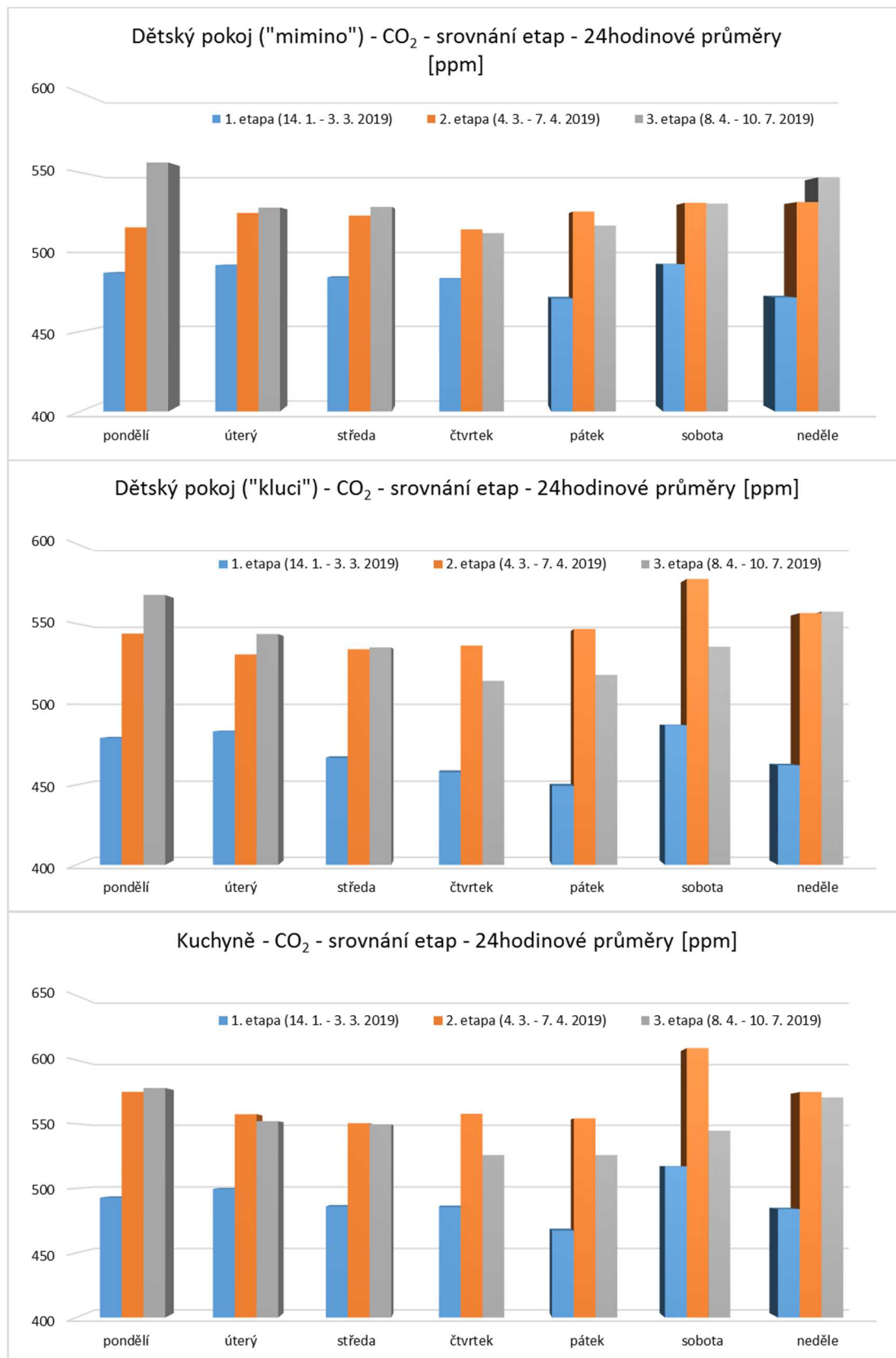


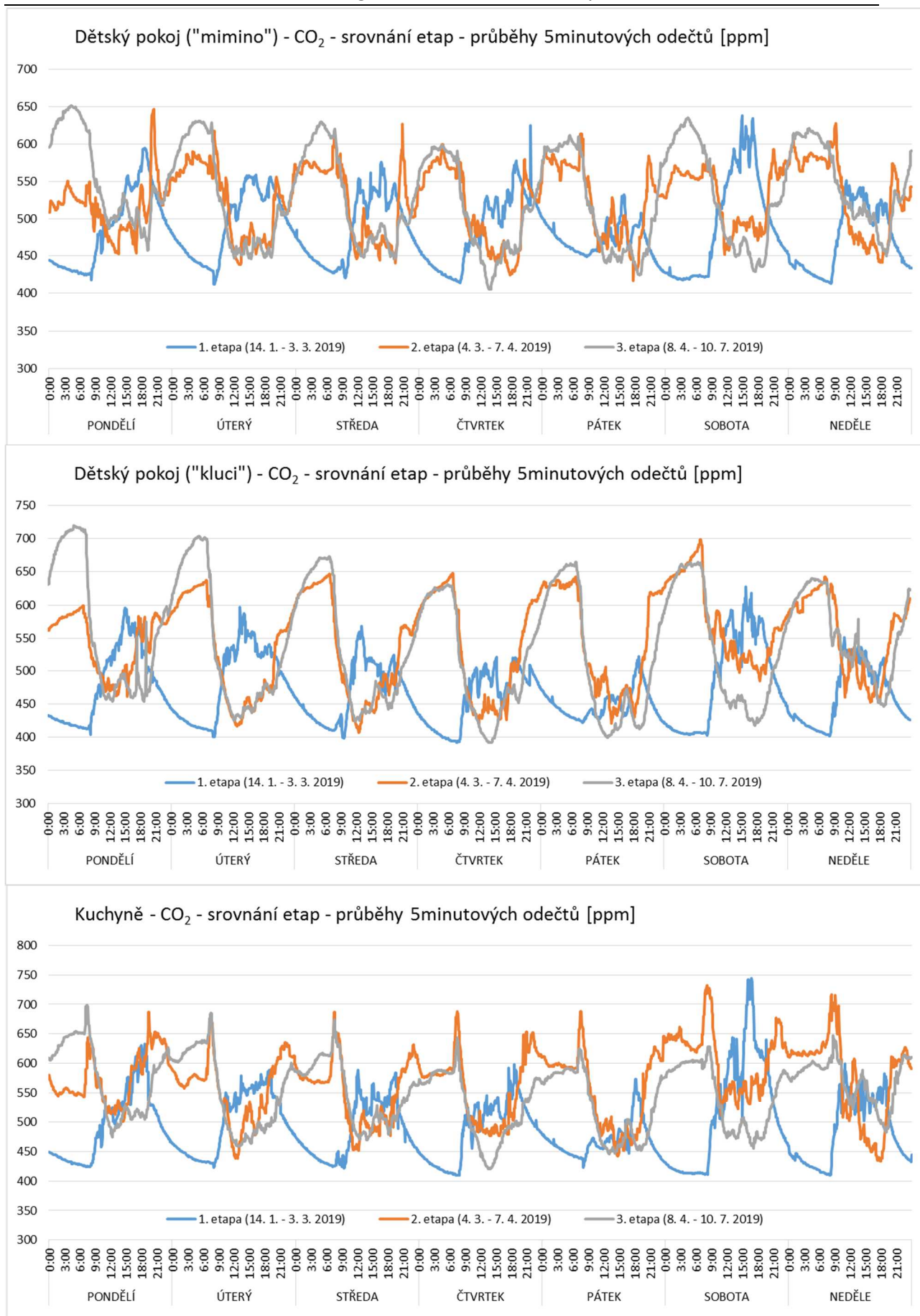
b) Relativní vlhkost



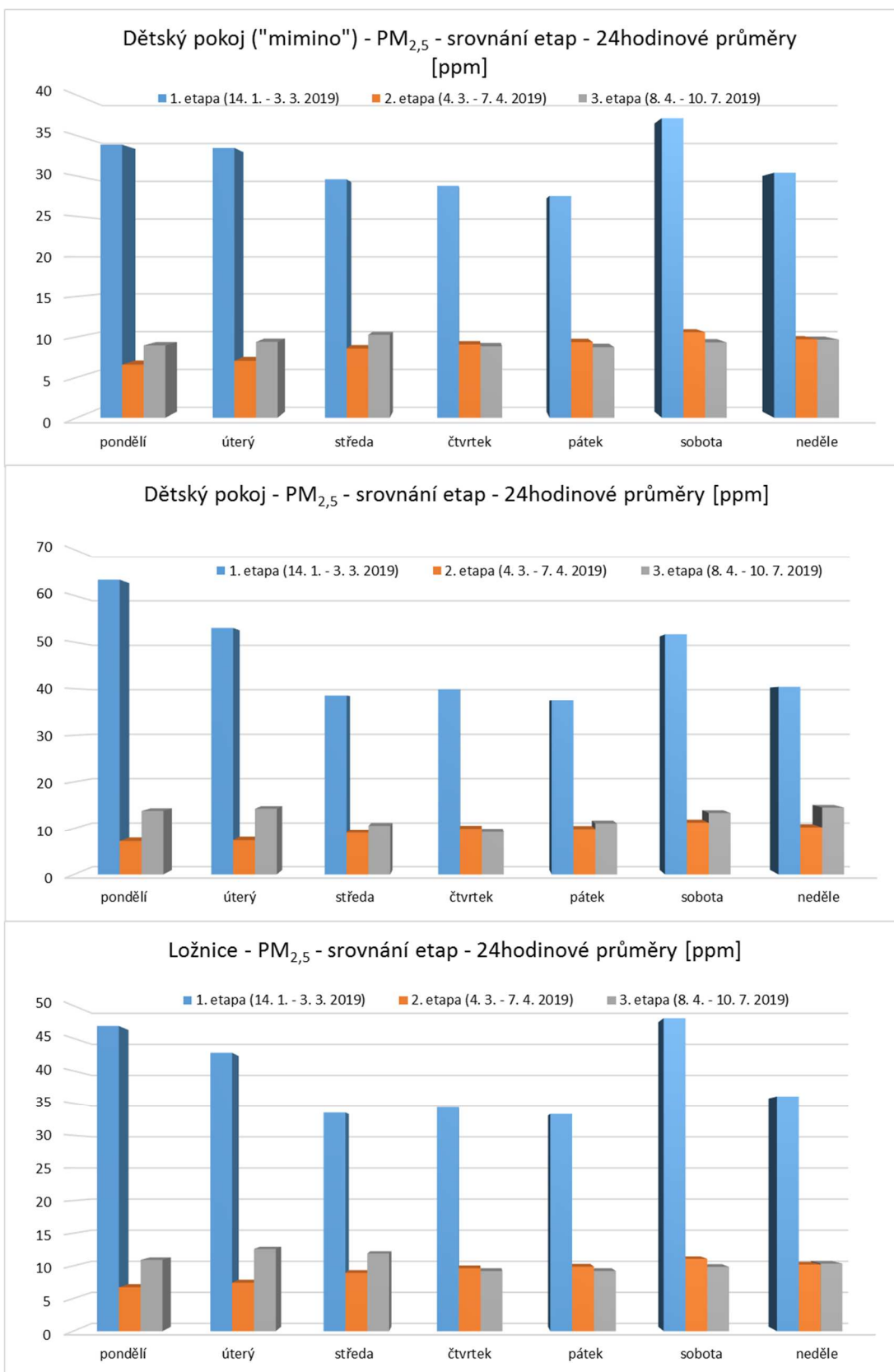


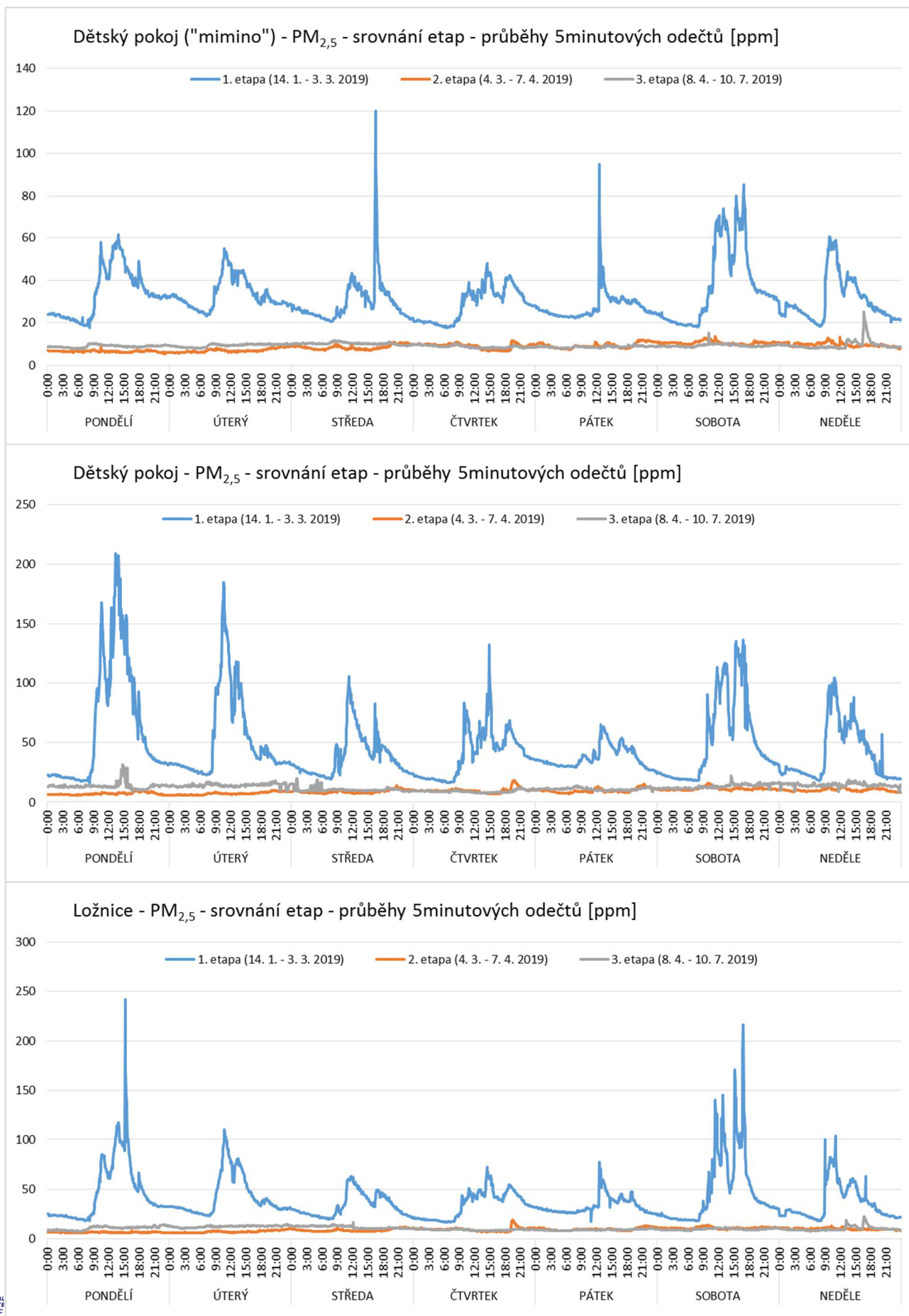
c) Oxid uhličitý (CO₂)





d) Prašnost frakce PM_{2,5}





Zpracovala Laboratoř ovzduší,
Centrum zdraví a životního prostředí,
Státní zdravotní ústav
Šrobárova 49/48, Praha 10, 100 00

RNDr. Bohumil Kotlík, PhD. a Ing. Miroslava Mikešová
bohumil.kotlik@szu.cz a miroslava.mikesova@szu.cz
26708 2375/267082270

Pro
Wienerberger s.r.o.
Ing. et Ing. Andrea Fišerová a Ing. Robert Blecha
andrea.fiserova@wienerberger.com a robert.blecha@wienerberger.com