



Technická zpráva s výsledky řešení

„Stanovení toxické vydatnosti plynných zplodin tepelné degradace fasádních izolantů“

Zpracovatelé:

Ing. Jan Karl

Ing. Anna Vyskočilová

Ing. Romana Friedrichová, Ph.D.

Ing. Daniel Mlčoch, DiS.

Ing. Libor Ševčík

Praha, červen 2022

Obsah

Obsah.....	2
Přehled použitých zkratk a symbolů.....	3
1 Představení projektu.....	4
2 Metody a zařízení.....	5
2.1 Metoda stanovení toxické vydatnosti plyných zplodin.....	5
2.2 Termíny a definice.....	5
2.3 Podstata metody.....	5
2.4 Popis přístrojů a zařízení.....	6
2.5 Pracovní postup.....	7
2.6 Vyhodnocení výsledků.....	9
3 Vzorky.....	11
3.1 Vybrané vzorky.....	11
3.2 Popis vzorků.....	12
4 Výsledky měření.....	20
4.1 Vzorek PS1.....	20
4.2 Vzorek PS2.....	23
4.3 Vzorek PS3.....	25
4.4 Vzorek PS4.....	27
4.5 Vzorek PS5.....	30
4.6 Vzorek MV1.....	32
4.7 Vzorek MV2.....	35
4.8 Vzorek MV3.....	37
4.9 Vzorek MV4.....	40
4.10 Vzorek DV1.....	42
4.11 Vzorek DV2.....	44
4.12 Vzorek DV3.....	47
4.14 Vzorek PUR.....	49
4.15 Vzorek PUR-S.....	52
4.16 Vzorek FP.....	54
5 Vyhodnocení výsledků.....	57
5.1 Výskyt toxikantů během měření u jednotlivých vzorků.....	57
5.2 Porovnání hodnot CIT _G	63
6 Závěr.....	65
7 Seznamy.....	66

7.1	Seznam obrázků	66
7.2	Seznam tabulek	67
7.3	Seznam grafů.....	67

Přehled použitých zkratk a symbolů

CIT _G	konvenční index toxicity
DV	dřevovláknitá izolace
ETICS	vnější kontaktní zateplovací systém
EPS	expandovaný polystyren
FIT	teplota vzplanutí
FP	fenolická pěna
GLT	teplota žhnutí
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
MV	minerální izolace (vlna)
PS	polystyren
PBS	požární bezpečnost staveb
PIR	polyisokyanurát
PNP	požárně nebezpečný prostor
PUR	polyuretan
SIT	teplota vznícení
TRO	třída reakce na oheň
ZL TÚPO	Zkušební laboratoř Technického ústavu požární ochrany

1 Představení projektu

V Technickém ústavu požární ochrany se toxicitou uvolňovaných plynů zabýváme již dlouhou dobu. Zkoušku stanovení toxické vydatnosti plynů máme v rozsahu akreditace a tato zkouška je směřována pro interiéry kolejových vozidel. V dané oblasti je již dostatečně silná normová základna a proto jsme hledali další možnosti využití této metody. Velmi nás zaujaly materiály, kterými se obklopujeme ve velkém množství při zateplování bytových prostor a dalších stavebních objektů. V minulosti tyto materiály byly posuzovány z hlediska požární bezpečnosti vždy po nějakém velkém neštěstí, např. požáry výškových budov, atd. Aktuálně jsou přesně nastavená pravidla pro používání daných fasádních izolantů z hlediska jejich hořlavosti. Položili jsme si základní otázku, zda posuzování na základě hořlavosti je dostačující a zda by nebylo vhodné do budoucna hledat další bezpečnostní parametry pro posuzování bezpečnostních kritérií.

Pro vytvoření tohoto projektu jsme oslovili výrobce, jejich zástupce a asociace sdružující výrobce izolačních materiálů pro navázání spolupráce. Spolupráce byla vytvořena s Asociací výrobců minerálních izolací a se Sdružením EPS. Hned na začátek jim patří naše poděkování za skvělou spolupráci. Následně jsme společně vytipovali nejčastěji využívané fasádní izolanty a zajistili jejich pořízení v prodejnách se stavebními materiály.

Jako metodu pro hodnocení fasádních izolantů jsme zvolily stanovení toxické vydatnosti plynných zplodin hoření nebo tepelného rozkladu, která je využívána pro kolejová vozidla. Na základě konzultace s kolegy z VŠCHT jsme přesvědčeni, že metoda byla zvolena vhodně.

Postupy, vzorky, výsledky a vyhodnocení je zpracováno níže. Další rozšíření této práce bude řešeno do oblasti izolantů využívaných v interiérech a případně dalších materiálů.

2 Metody a zařízení

2.1 Metoda stanovení toxické vydatnosti plynných zplodin

Tato zkušební metoda slouží ke stanovení toxické vydatnosti plynných zplodin tepelného rozkladu nebo hoření (dále jen “stanovení toxicity“). Jedná se o metodu s fyzikálním požárním modelem kouřové komory a s plynovou kyvetou FTIR, jejíž principy vychází z mezinárodně uznávaných technických postupů vyplývajících z normativních předpisů, kterými jsou:

- *ČSN EN ISO 5659 - 2 Plasty - vývoj dýmu - Část 2: Stanovení optické hustoty v jednoduché komoře,*
- *ČSN EN 17084 Železniční aplikace - Protipožární ochrana drážních vozidel - Zkouška toxicity materiálů a komponent,*
- *ČSN EN 45545-2 Drážní aplikace - Protipožární ochrana drážních vozidel - Část 2: Požadavky na požární vlastnosti materiálů a součástí.*

V současné době v České republice neexistuje zkušební norma, která by řešila stanovení a vyhodnocení toxicity fasádních izolantů. Z tohoto důvodu byla pro účely stanovení a vyhodnocení toxicity zkušebních vzorků použita metodika ZL TÚPO, která vychází z výše uvedených normativních předpisů.

2.2 Termíny a definice

Absorbance - je veličina používaná ve fotometrii a spektrofotometrii, která udává, jaké množství světla bylo pohlceno měřeným vzorkem.

CIT_G - konvenční index toxicity.

2.3 Podstata metody

Podstatou metody je absorpce infračerveného záření při průchodu vzorkem, při níž dochází ke změnám rotačně vibračních energetických stavů molekuly v závislosti na změnách dipólového momentu molekuly. Analytickým výstupem je infračervené spektrum „neznámé látky“, které je grafickým zobrazením funkční závislosti energie, většinou vyjádřené v jednotkách absorbance (A) v závislosti na vlnočetu dopadajícího záření.

Plynová kyveta je vhodná pouze pro měření plynů, které mají teplotu varu nižší, než je teplota nastavená na termostatu pro vyhřívání kyvety (20 – 180 °C). Spektra plynů lze měřit kontinuálně, kdy je kyveta souvisle proplachována proudem plynů nebo diskontinuálně, kdy

je vakuovaná kyveta jednorázově naplněna měřeným plynem. Možná je také kombinace obou způsobů, kdy je kyveta nejprve proplachována proudem plynů, poté jsou ventily na kyvetě uzavřeny.

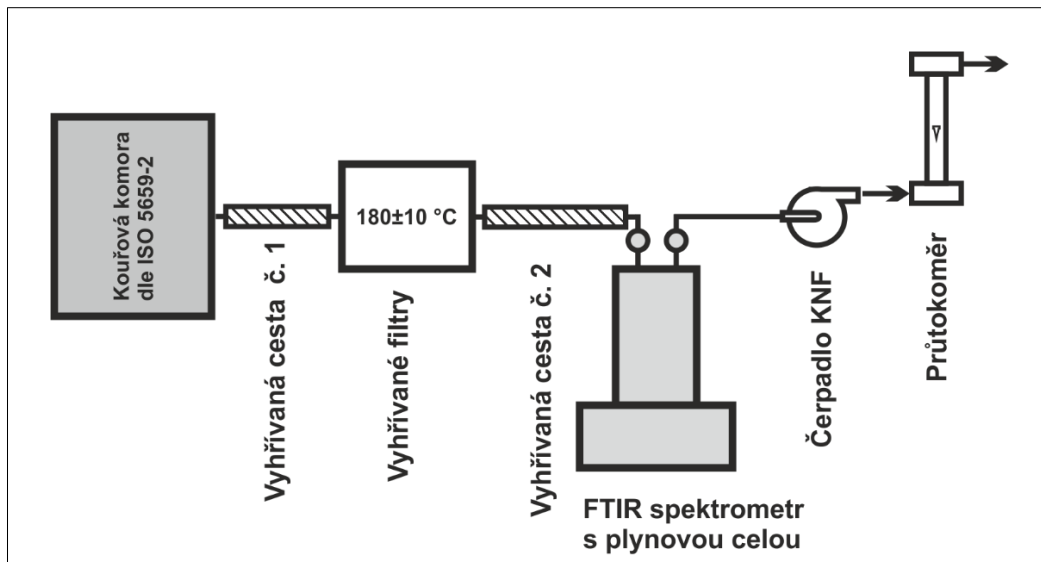


Obrázek 1 - FTIR spektrometr MATRIX-MG2

2.4 Popis přístrojů a zařízení

Měřicí sestavu tvoří:

- FTIR spektrometr MATRIX-MG2 s 2 m plynovou kyvetou,
- jednoduchá (kouřová) komora dle ČSN EN ISO 5659 - 2,
- sušička vzduchu Parker K-MT1,
- vyhřívaná cesta plynů na 180 ± 10 °C (částicový dvojitý filtr, elektricky vytápěné odběrové teflonové vedení - 2 ks délek 1 a 1,5 m a 2 ks elektronických regulátorů teploty WRW,
- kuličkový rotametr pro měření průtoku plynů v kyvetě,
- dvojitý kuličkový rotametr pro kalibraci složek,
- jednokomorové membránové čerpadlo s regulací průtoku,
- sušený vzduch,
- ovládací software OPUS GA,
- spektrální knihovna B-GAS-LIBRARY.



Obrázek 2 - Schéma zapojení jednotlivých součástí měřicí sestavy



Obrázek 3 - Pohled na měřicí sestavu v laboratoři včetně popisu (červeně vyznačena vyhřívání cesta plynů)

2.5 Pracovní postup

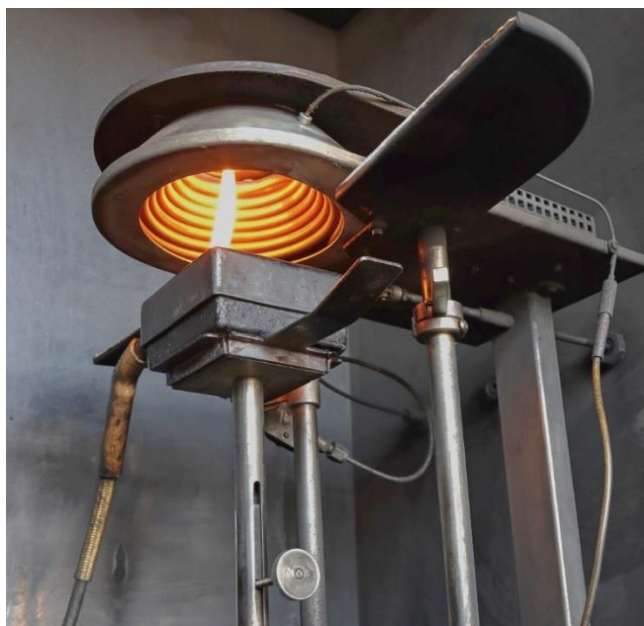
Před započítím vlastní zkoušky bylo nutné zahřát plynovou celou s kyvetou na normou požadovanou teplotu, tj. 180 ± 10 °C. K tomuto účelu je v cele zabudováno vlastní vyhřívání. Během zahřívání byly na plynové kyvetě otevřeny oba ventily tak, aby byla kontinuálně promývána sušeným vzduchem. Pro vlastní měření byla plynová kyveta propojena se zdrojem plynu/plynné směsi, kterým byla jednoduchá (kouřová) komora. Propojení bylo realizováno

teflonovými hadicemi, které tvořily společně s částicovými filtry vyhřívanou cestu plynů, vyhřívanou na výše uvedenou teplotu (viz výše popis přístrojů a zařízení). Z plynové kyvety byl tok plynů veden silikonovými hadičkami přes čerpadlo a rotametr vně laboratoře. Průtok plynů byl nastaven na 1,5 l/min. Dále bylo před každou zkouškou nutné změřit spektrum pozadí, které bylo následně odečítáno od měřených spekter. FTIR spektra byla snímána s těmito parametry:

- rozsah (4800 - 750) cm^{-1} ,
- počet scanů 10 (pro jeden bod křivky koncentrací toxikantů),
- rozlišení 0,5 cm^{-1} .

Pro účely tohoto projektu byly použity čtyři scénáře fyzikálního požárního modelu, a to s hustotou tepelného toku 25 kW/m^2 bez zkušební plamene a se zkušebním plamenem a 50 kW/m^2 bez zkušební plamene a se zkušebním plamenem v souladu s výše uvedenými normami. Pro varianty se zkušebním plamenem byl plamen nastaven na normou požadovanou výšku 30 mm.

Před zkouškou byly vzorky vždy z pěti neexponovaných stran zabaleny do ochranné hliníkové folie chránící vzorek před rozpadnutím a zváženy. Dále bylo spuštěno čerpadlo a otevřeny ventily tak, aby byl zajištěn tok plynů do plynové cely. Poté byl zkušební vzorek umístěn do držáku, umístěn na podstavec v komoře do požadované vzdálenosti od spodní hrany zářiče. Po uzavření komory bylo současně otevřeno stínidlo zářiče a spuštěno kontinuální měření FTIR. Vzorky plynů byly odebírány kontinuálně po celou dobu zkoušky a zaznamenávány na PC s příslušným softwarem. Chování vzorků během zkoušky bylo pozorováno vizuálně přes průzorové okno.



Obrázek 4 - Pohled na průběh zkoušky s podmínkami 25 kW/m^2 se zkušební plamenem

Po ukončení zkoušek bylo stínidlo nad vzorkem uzavřeno a bylo nutné otevřít klapky odvětrávacích otvorů a nuceně odvětrat kouř ze zkušební komory. Poté byl vzorek z komory vyjmut a opětovně zvážen za účelem zjištění hmotnostního úbytku Δm .

2.6 Vyhodnocení výsledků

U každého vzorku byla prováděna celkem tři měření za podmínek opakovatelnosti. Analytickým výstupem je infračervené spektrum, které je grafickým zobrazením funkční závislosti energie, zpravidla absorbance na vlnové délce dopadajícího záření. Molekuly identifikujeme podle charakteristických absorpčních pásů. Koncentrace zjištěných anorganických toxikantů počítáme jako plochu příslušného pásu ve spektru (pomocí software – OPUS GA). Touto metodou nebyly zjišťovány toxikanty na bázi organických sloučenin.

Výsledné hodnoty koncentrací potřebné k následnému dosazení do rovnice pro výpočet konvenčního indexu toxicity v souladu s normami, byly vypočítány jako aritmetický průměr ze tří měření pro hodnoty koncentrací ze 4. a 8. minuty.

$$CIT_G = \frac{0,51 \text{ m}^3 \cdot 0,1 \text{ m}^2}{150 \text{ m}^3 \cdot 0,004225 \text{ m}^2} \cdot \sum_{i=1}^{i=8} \frac{c_1}{c_1} = 0,0805 \cdot \sum_{i=1}^{i=8} \frac{c_1}{c_1}$$

kde: CIT_Gkonvenční index toxicity

$0,51 \text{ m}^3$objem zkušební komory

$0,1 \text{ m}^2$exponovaná plocha vzorku dle fyzikálního modelu

150 m^3objem, do kterého se rozptýlí vzniklé zplodiny (uvažováno pro objem železničního vagónu)

$0,004225\text{ m}^2$exponovaná plocha zkušební vzorku

c_1je koncentrace i-tého toxikantu ve zkušební komoře ve 4. a 8. minutě

C_1je referenční koncentrace i-tého toxikantu

Tabulka 1 - Referenční koncentrace toxikantů C_1

Toxikant	C_1 (mg/m³)
CO ₂	72000
CO	1380
HBr	99
HCl	75
HCN	55
HF	25
NO _x	38
SO ₂	262

3 Vzorky

3.1 Vybrané vzorky

Pro projekt byly výtíčovány materiály, které se používají v rámci realizace ETICS a jsou na trhu běžně dostupné. Výběr materiálů byl konzultován s Asociací výrobců minerální izolace, z.s. a Sdružením EPS ČR, z.s. Bylo pořízeno celkem 15 fasádních izolantů, ze kterých byly připraveny vzorky o rozměrech 75 × 75 × 15 mm. Jednalo se o materiály na bázi polystyrenu (vzorky označené PS), na bázi minerálních vláken (vzorky řady MV), dřevovláknité materiály (vzorky označené DV), polyuretanové desky (PUR) a desky z fenolické pěny (FP).

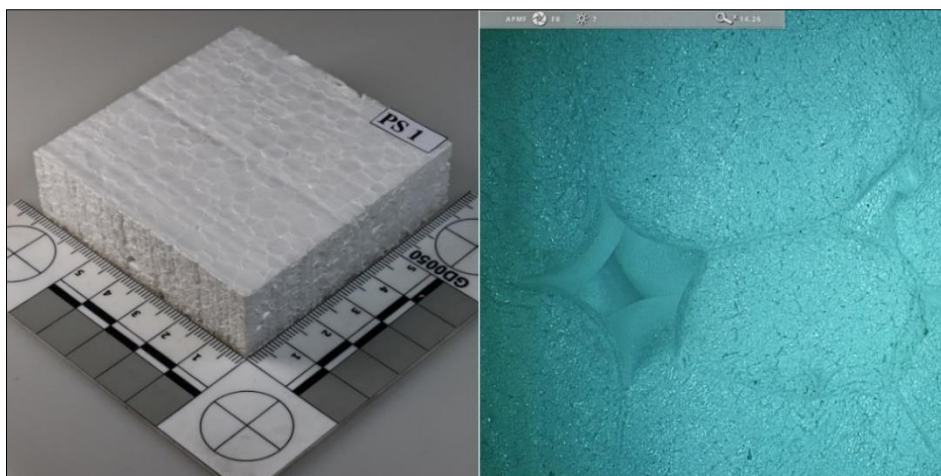
Tabulka 2 - Seznam vzorků

VZOREK		
Označení	Název	Výrobce
PS 1	ISOVER EPS 70 F	Saint-Gobain ISOVER CZ, spol. s r.o.
PS 2	BACHL Extrapor 70F	BACHL s.r.o.
PS 3	Styro XPS 300	Styrotrade, a.s.
PS 4	BACHL EPS 70F	BACHL s.r.o.
PS 5	ISOVER EPS Grey Wall	Saint-Gobain ISOVER CZ, spol. s r.o.
MV 1	KNAUF FKD S Thermal	KNAUF INSULATION, spol. s r.o.
MV 2	PETRALANA PETRAFAS	PETRALANA S.A. (Polsko)
MV 3	ISOVER TF Profi	Saint-Gobain ISOVER CZ, spol. s r.o.
MV 4	URSA FDP 2/V	URSA CZ, s.r.o.
DV 1	PAVATEX Isolair (tl. 35 mm)	PAVATEX SA (Švýcarsko)
DV 2	PAVATEX Pavatherm Combi	PAVATEX SA (Švýcarsko)
DV 3	PAVATEX PAVAFLEX	PAVATEX SA (Švýcarsko)
PUR	TPD - PU	PCC MORAVA - CHEM s.r.o.
PUR-S	Foukaná pěna	neznámý (vzorek dodal UCEEB)
FP 1	Kooltherm K5	Kingspan, a.s.

3.2 Popis vzorků

Vzorek PS1

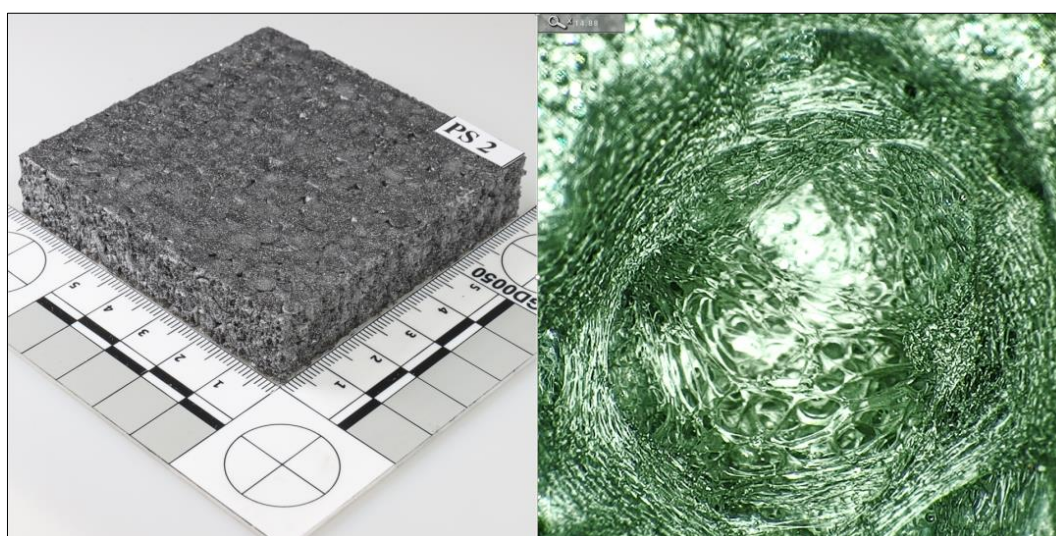
Jedná se o expandovaný polystyren v bílém provedení ve formátu desek s vnějšími rozměry $1000 \times 500 \times 20$ mm. Obchodní označení vzorku PS1 je Isover EPS 70F. Součinitel tepelné vodivosti $0,039 \text{ W/m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, objemová hmotnost $13,5 - 15 \text{ kg/m}^3$.



Obrázek 5 - Pohled na vzorek PS1 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 15 x zvětšeno)

Vzorek PS2

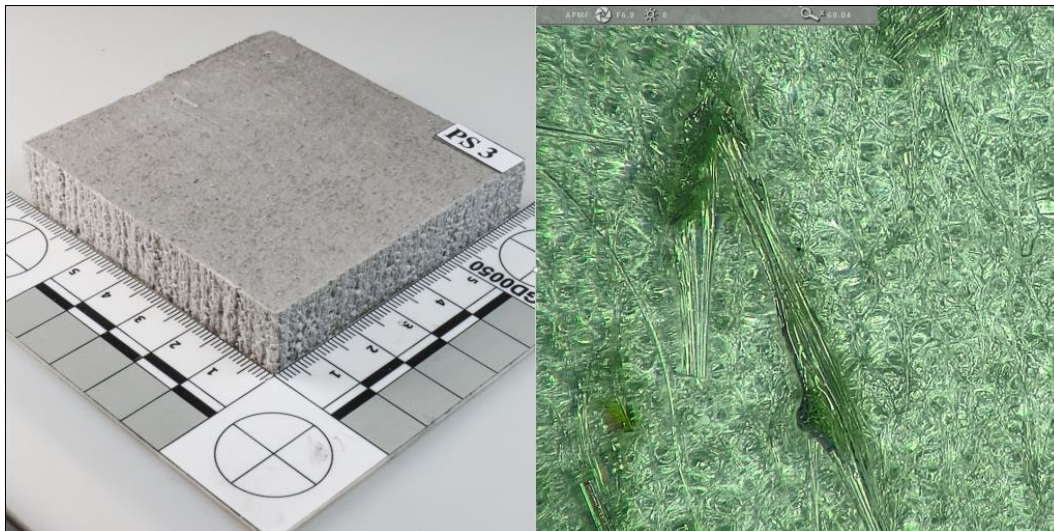
Jedná se o expandovaný polystyren v šedém provedení ve formátu desek s vnějšími rozměry $1000 \times 500 \times 20$ mm. Obchodní označení vzorku PS2 je Bachl EXTRAPOR 70F. Součinitel tepelné vodivosti $0,032 \text{ W/m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, objemová hmotnost $13,5 - 18 \text{ kg/m}^3$.



Obrázek 6 - Pohled na vzorek PS2 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 15 x zvětšeno)

Vzorek PS3

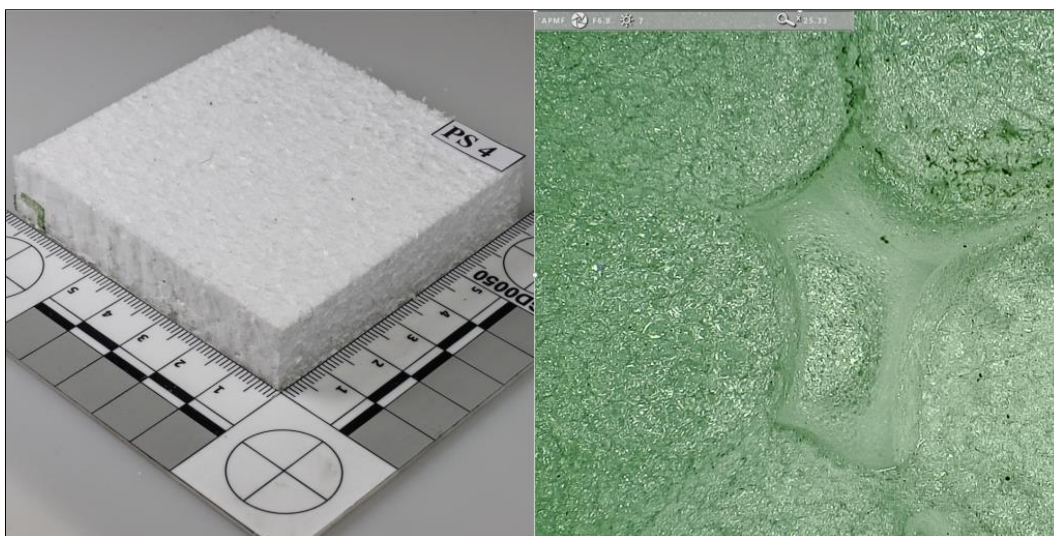
Jedná se o extrudovaný polystyren šedé barvy. Obchodní označení vzorku PS3 je Styro XPS 300. Součinitel tepelné vodivosti $0,034 \text{ W/m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, objemová hmotnost 30 kg/m^3 .



Obrázek 7 - Pohled na vzorek PS3 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68 x zvětšeno)

Vzorek PS4

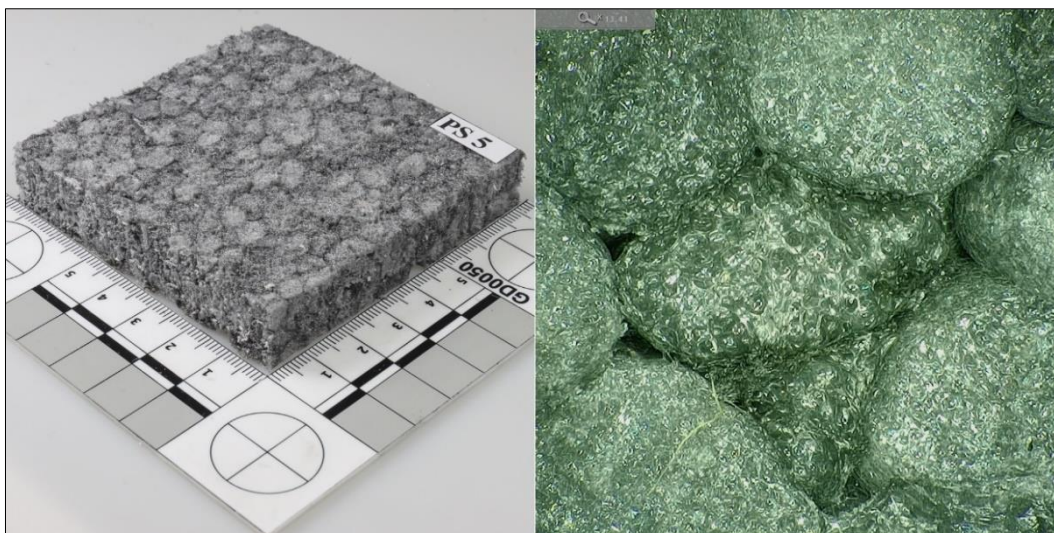
Jedná se o expandovaný polystyren v bílém provedení ve formátu desek s vnějšími rozměry $1000 \times 500 \times 20 \text{ mm}$. Obchodní označení vzorku PS4 je Bachl EPS 70F. Součinitel tepelné vodivosti $0,039 \text{ W/m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, objemová hmotnost $13,5 - 18 \text{ kg/m}^3$.



Obrázek 8 - Pohled na vzorek PS4 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 25 x zvětšeno)

Vzorek PS5

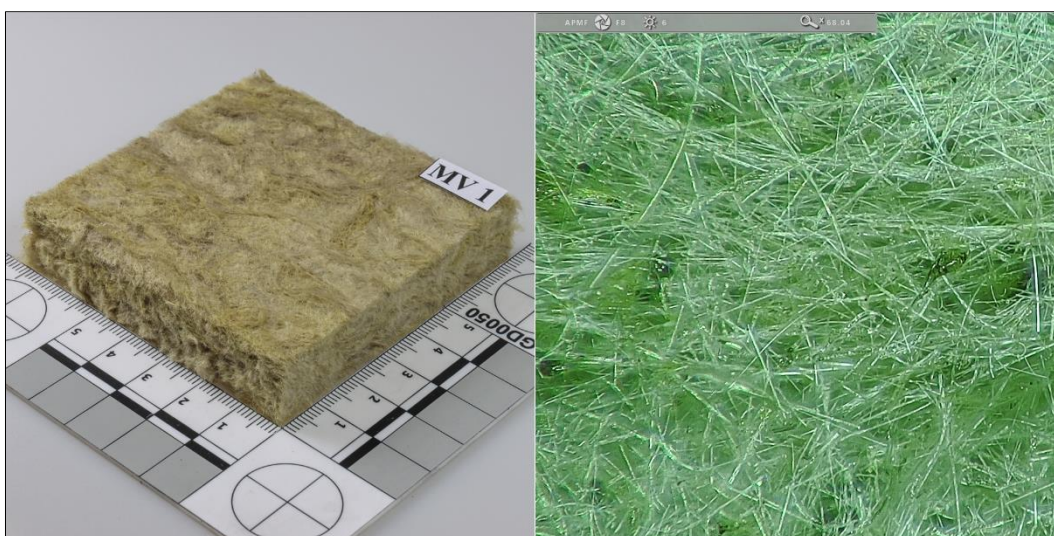
Jedná se o expandovaný polystyren v šedém provedení ve formátu desek s vnějšími rozměry $1000 \times 500 \times 20$ mm. Obchodní označení vzorku PS5 je ISOVER EPS GreyWall. Součinitel tepelné vodivosti $0,039 \text{ W/m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, objemová hmotnost $13,5 - 15 \text{ kg/m}^3$.



Obrázek 9 - Pohled na vzorek PS5 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 13 x zvětšeno)

Vzorek MV1

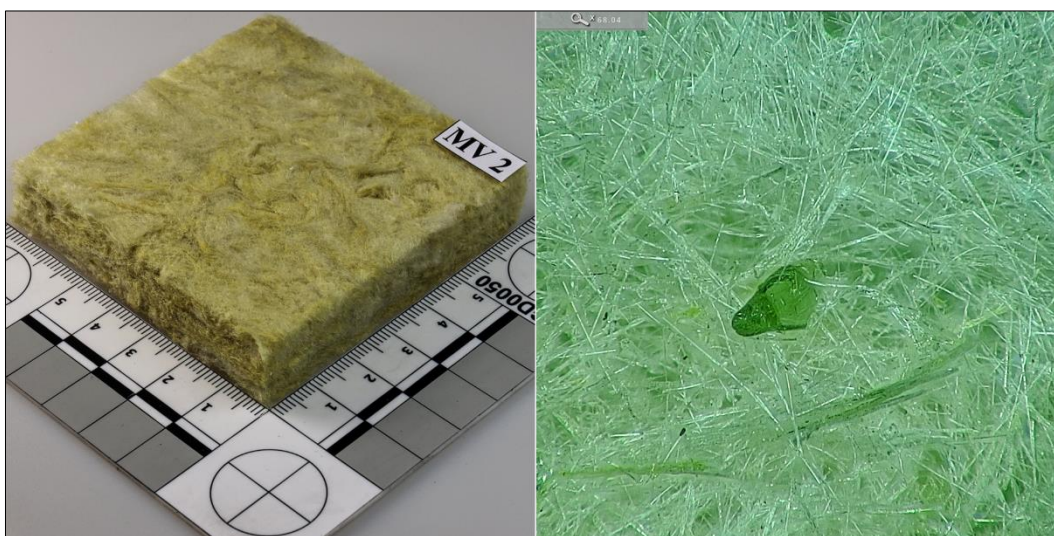
Jedná se o kamennou minerální vlnu ve formátu tuhé desky o vnějších rozměrech $1000 \times 600 \times 50$ mm. Obchodní označení vzorku MV1 je Knauf FKD S. Součinitel tepelné vodivosti $0,035 \text{ W/m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, objemová hmotnost $80 - 150 \text{ kg/m}^3$ (dle tloušťky desky).



Obrázek 10 - Pohled na vzorek MV1 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68 x zvětšeno)

Vzorek MV2

Jedná se o kamennou minerální vlnu ve formátu tuhé desky o vnějších rozměrech $1000 \times 600 \times 50$ mm. Obchodní označení vzorku MV2 je PETRALANA PETRAFAS. Součinitel tepelné vodivosti $0,035 \text{ W/m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, objemová hmotnost $80 - 150 \text{ kg/m}^3$ (dle tloušťky desky).



Obrázek 11 - Pohled na vzorek MV2 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68 x zvětšeno)

Vzorek MV3

Jedná se o kamennou minerální vlnu ve formátu tuhé desky o vnějších rozměrech $1000 \times 600 \times 50$ mm. Obchodní označení vzorku MV3 je ISOVER TF Profi. Součinitel tepelné vodivosti $0,035 \text{ W/m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, objemová hmotnost $80 - 150 \text{ kg/m}^3$ (dle tloušťky desky).



Obrázek 12 - Pohled na vzorek MV3 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68 x zvětšeno)

Vzorek MV4

Jedná se o minerální vlnu na bázi skla ve formátu desky, kaširované netkanou černou sklotextilií o vnějších rozměrech 1250 × 600 × 50 mm. Obchodní označení vzorku MV4 je URSA FDP 2/V. Součinitel tepelné vodivosti 0,034 W/m⁻¹·K⁻¹.



Obrázek 13 - Pohled na vzorek MV4 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68 x zvětšeno)

Vzorek DV1

Jedná se o tuhou dřevovláknitou desku hnědé barvy s největší objemovou hmotností ze všech dřevovláknitých vzorků. Vzorky byly nařezány z reklamních vzorníků poskytnutých zástupci firmy INSOWOOL s.r.o. Obchodní označení vzorku DV1 je ISOLAIR. Součinitel tepelné vodivosti 0,044 W/m⁻¹·K⁻¹, objemová hmotnost 200 kg/m³ (deska o tloušťce 35 mm).



Obrázek 14 - Pohled na vzorek DV1 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 25 x zvětšeno)

Vzorek DV2

Jedná se o tuhou víceúčelovou izolační dřevovláknitou desku hnědé barvy. Vzorky byly nařezány z reklamních vzorníků poskytnutých zástupci firmy INSOWOOL s.r.o. Obchodní označení vzorku DV2 je PAVATHERM-COMBI. Součinitel tepelné vodivosti $0,041 \text{ W/m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, objemová hmotnost 145 kg/m^3 (deska o tloušťce 40 mm).



Obrázek 15 - Pohled na vzorek DV2 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 25 x zvětšeno)

Vzorek DV3

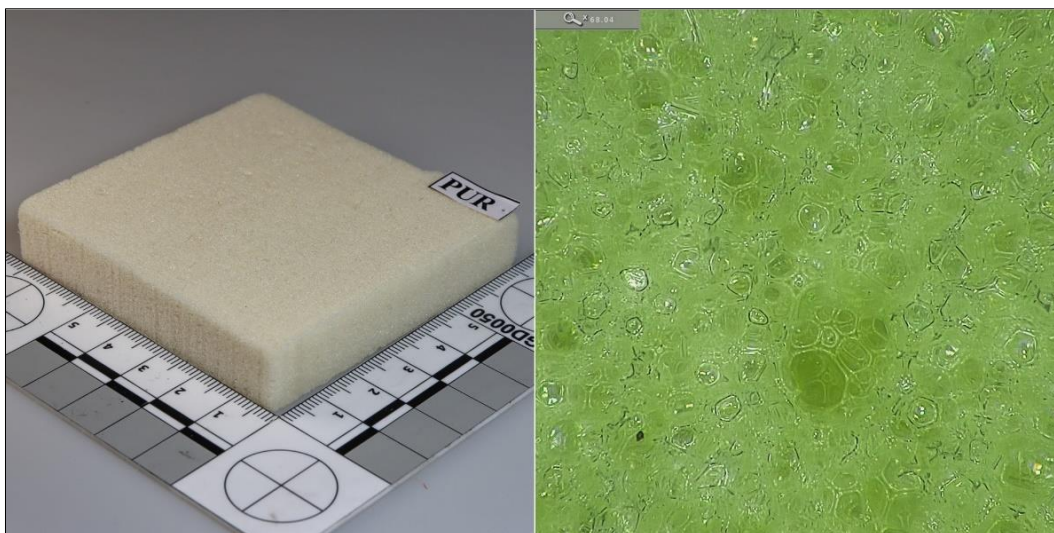
Jedná se o výplňovou tepelně izolační a akumulaci dřevovláknitou rohož hnědé barvy. Vzorky byly nařezány z rohože o vnějších rozměrech $1220 \times 575 \times 160 \text{ mm}$ poskytnutou zástupci firmy INSOWOOL s.r.o. Obchodní označení vzorku DV3 je PAVAFLEX. Součinitel tepelné vodivosti $0,038 \text{ W/m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, objemová hmotnost 55 kg/m^3 .



Obrázek 16 - Pohled na vzorek DV3 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 25 x zvětšeno)

Vzorek PUR

Jedná se o tuhou fasádní desku bílé barvy z polyuretanové pěny s uzavřenou buněčnou strukturou. Vzorky byly nařezány z desky o vnějších rozměrech $1000 \times 600 \times 50$ mm poskytnutou zástupci firmy PCC MORAVA - CHEM s.r.o. Obchodní označení vzorku PUR je TPD – PU. Součinitel tepelné vodivosti $0,025 \text{ W/m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, objemová hmotnost 35 kg/m^3 .



Obrázek 17 - Pohled na vzorek PUR (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68x zvětšeno)

Vzorek PUR-S

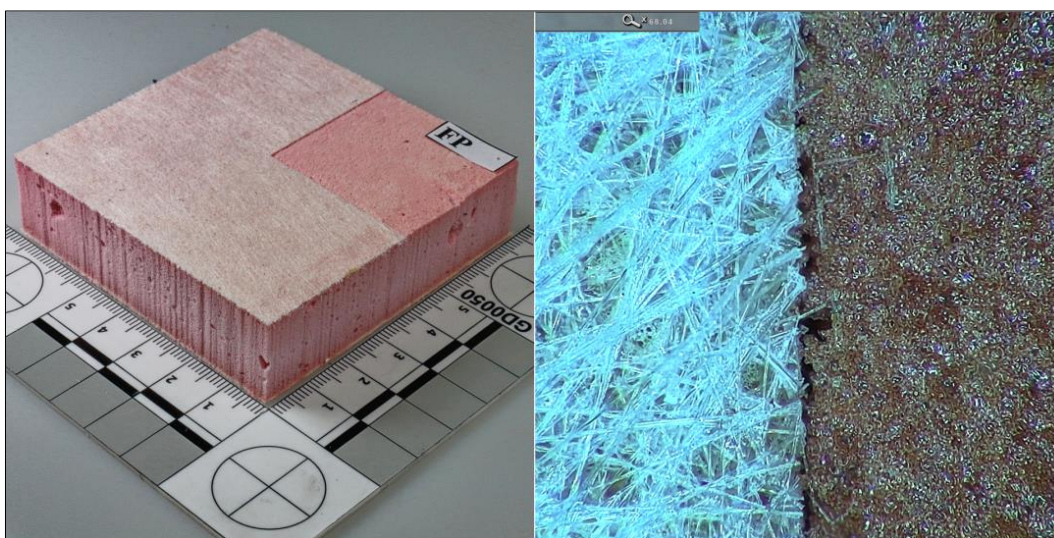
Jedná se o stříkanou tepelnou izolaci z polyuretanové pěny s otevřenou buněčnou strukturou. Vzorky byly nařezány z kvádrů o vnějších rozměrech cca $1000 \times 800 \times 800$ mm. Součinitel tepelné vodivosti $0,037 \text{ W/m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, objemová hmotnost 8 kg/m^3 .



Obrázek 18 - Pohled na vzorek PUR-S (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68x zvětšeno)

Vzorek FP1

Jedná se o kontaktní fasádní desku růžové barvy z tuhé fenolické pěny s uzavřenou buněčnou strukturou. Deska je z obou stran opatřena textilií na bázi skla a z tohoto důvodu byl tento vzorek jako jediný ponechán v původní tloušťce. Vzorky byly nařezány z desky o vnějších rozměrech 1200 × 400 × 200 mm. Obchodní označení vzorku FP je KOOLTHERM® K5. Součinitel tepelné vodivosti 0,021 W/m⁻¹·K⁻¹, objemová hmotnost 35 kg/m³.



Obrázek 19 - Pohled na vzorek FP (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68x zvětšeno)

4 Výsledky měření

4.1 Vzorek PS1



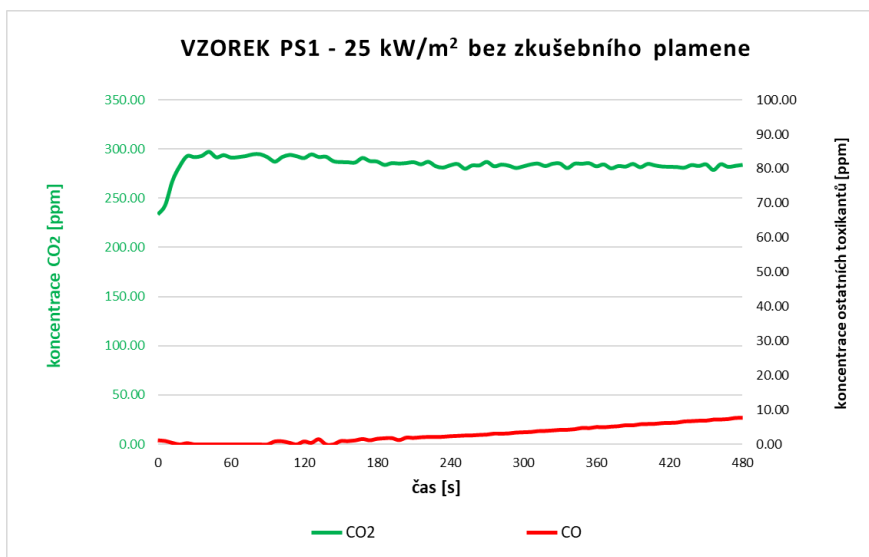
Obrázek 20 - Pohled na vzorky PS1 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene – nehořel, 50 kW/m² bez zk. plamene – hořel)

Tabulka 3 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS1

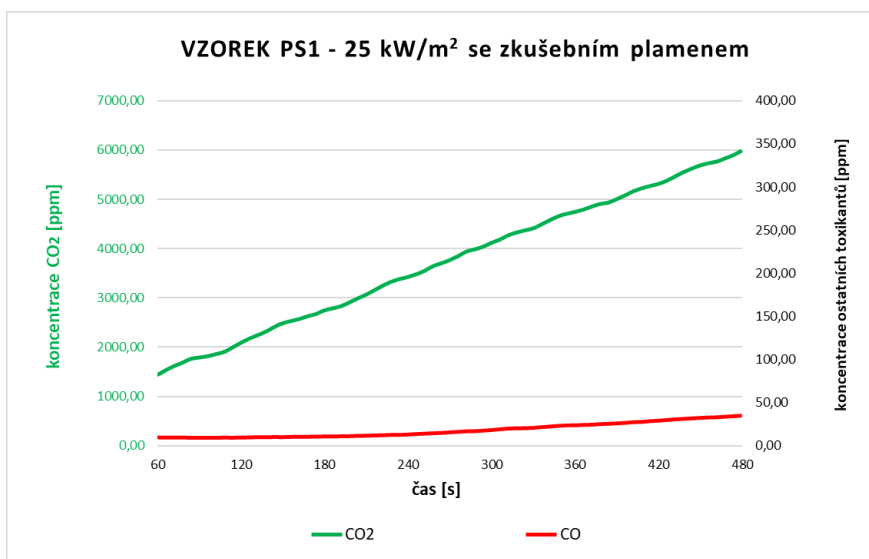
VZOREK PS1		25 kW/m ² bez zk. plamene	25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene - nehořel	50 kW/m ² bez zk. plamene - hořel	50 kW/m ² se zk. plamenem
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	2,38	12,55	17,60	72,14	57,32
	v 8. min	7,67	34,71	47,94	84,95	91,19
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	283,74	3424,57	174,70	2562,40	3659,05
	v 8. min	284,17	5986,96	198,56	2511,92	5360,62
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	34,22	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabulka 4 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PS1

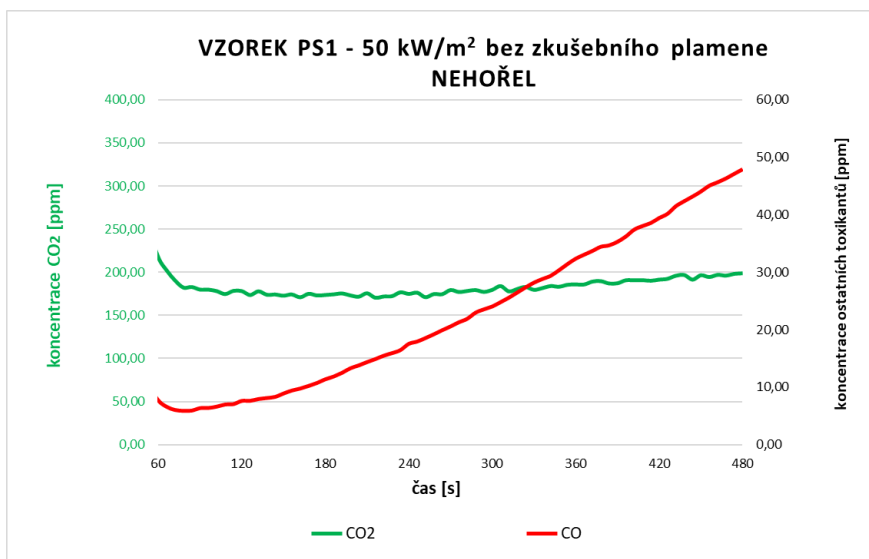
Vzorek PS1		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² bez plamene	0,001	0,001
25 kW/m ² s plamenem	0,007	0,013
50 kW/m ² bez plamene - nehořel	0,001	0,003
50 kW/m ² bez plamene - hořel	0,009	0,010
50 kW/m ² s plamenem	0,010	0,015



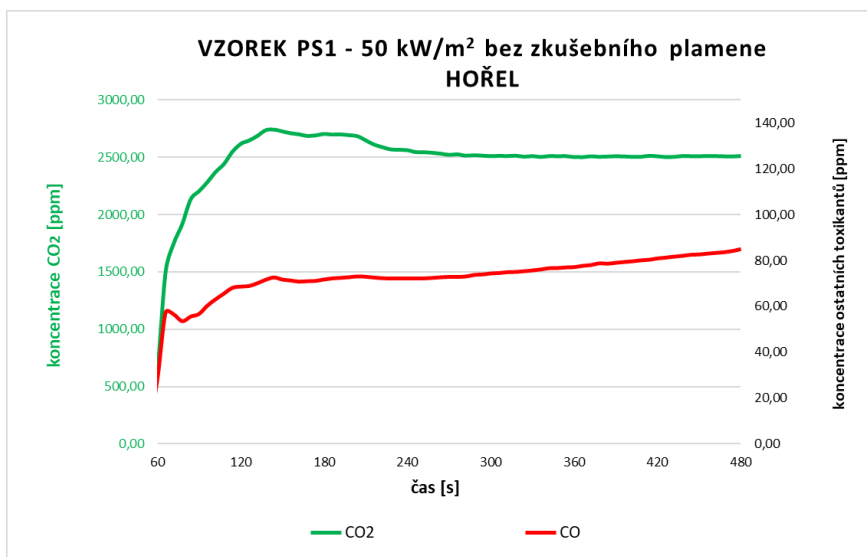
Graf 1 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS1 (25 kW/m² bez zkušebního plamene)



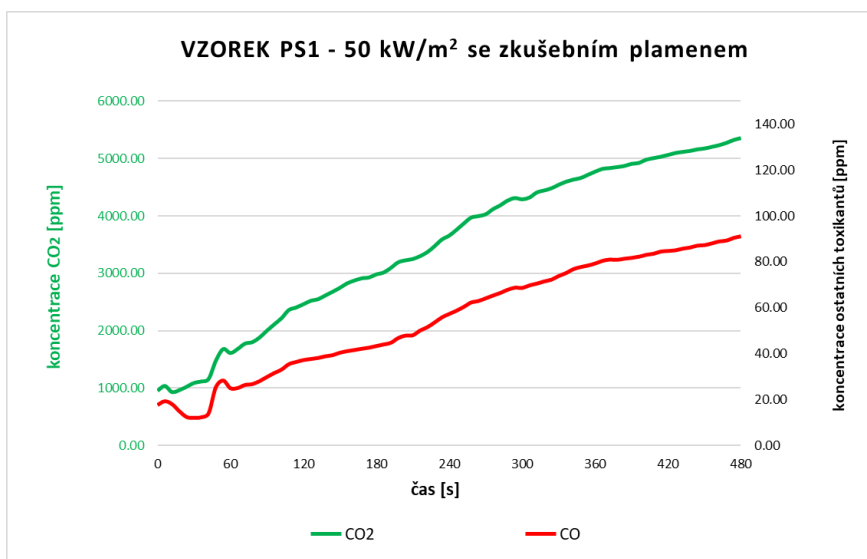
Graf 2 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS1 (25 kW/m² se zkušebním plamenem)



Graf 3 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS1 (50 kW/m² bez zkušebního plamene - vzorek nehořel)



Graf 4 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS1 (50 kW/m² bez zkušebního plamene - vzorek hořel)



Graf 5 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS1 (50 kW/m² se zkušebním plamenem)

4.2 Vzorek PS2



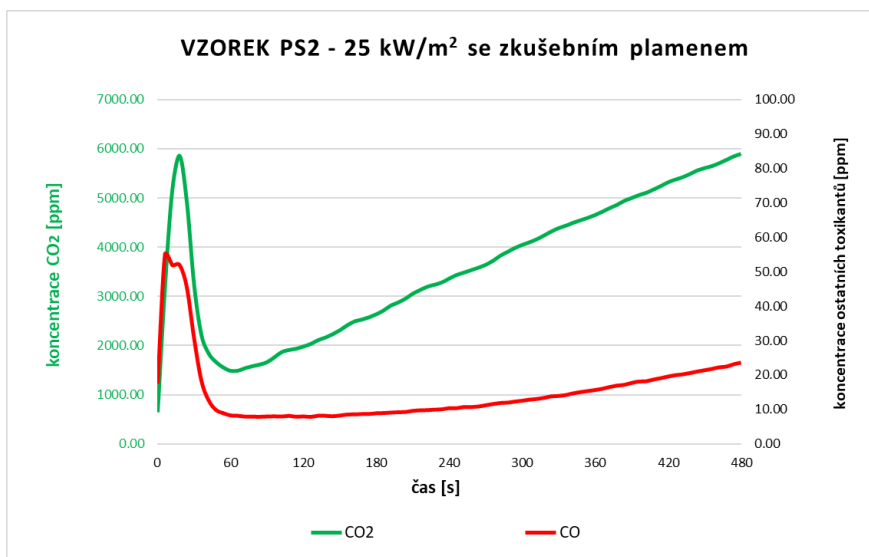
Obrázek 21 - Pohled na vzorky PS2 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene – nehořel, 50 kW/m² bez zk. plamene – hořel)

Tabulka 5 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS2

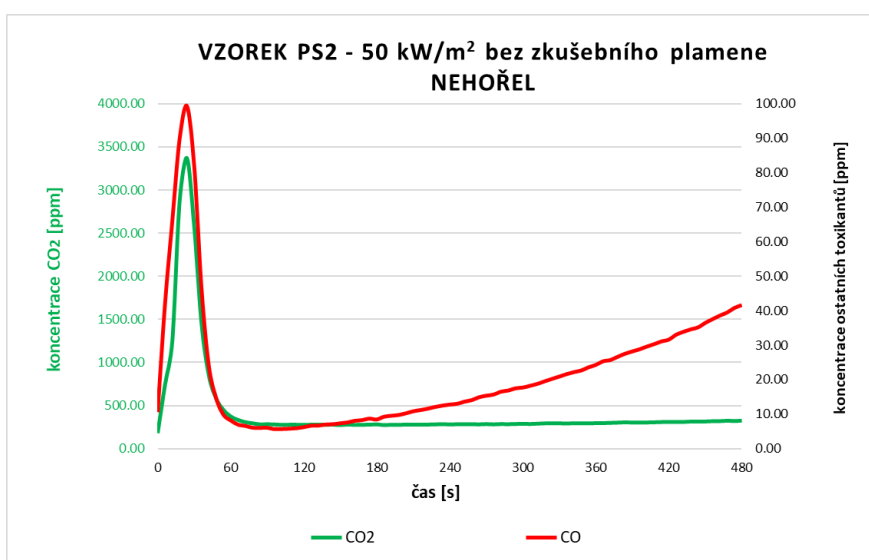
VZOREK PS2		25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene - nehořel	50 kW/m ² bez zk. plamene - hořel
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	10,45	12,79	88,29
	v 8. min	23,62	41,63	111,45
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	3363,95	284,40	3766,78
	v 8. min	5899,75	328,60	3769,74
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00

Tabulka 6 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PS2

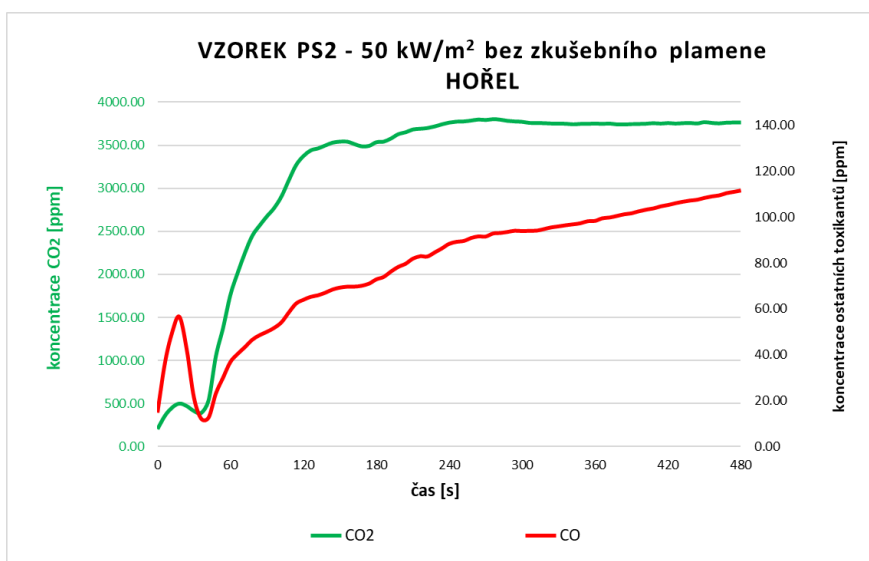
Vzorek PS2		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² s plamenem	0,007	0,012
50 kW/m ² bez plamene - nehořel	0,001	0,003
50 kW/m ² bez plamene - hořel	0,012	0,014



Graf 6 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS2 (25 kW/m² se zkušebním plamenem)

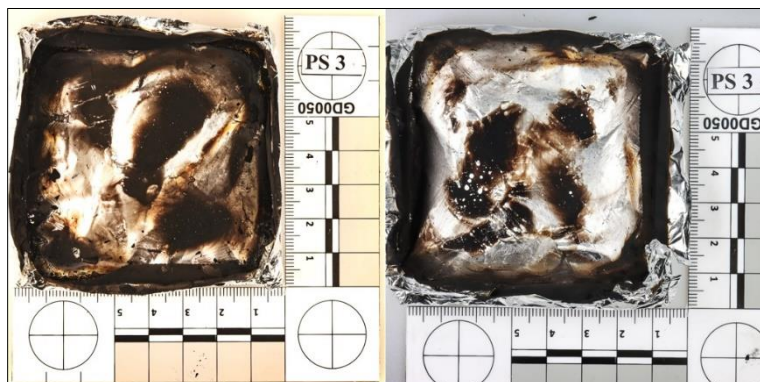


Graf 7 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS2 (50 kW/m² bez zkušebního plamene – vzorek nehořel)



Graf 8 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS2 (50 kW/m² bez zkušebního plamene – vzorek hořel)

4.3 Vzorek PS3



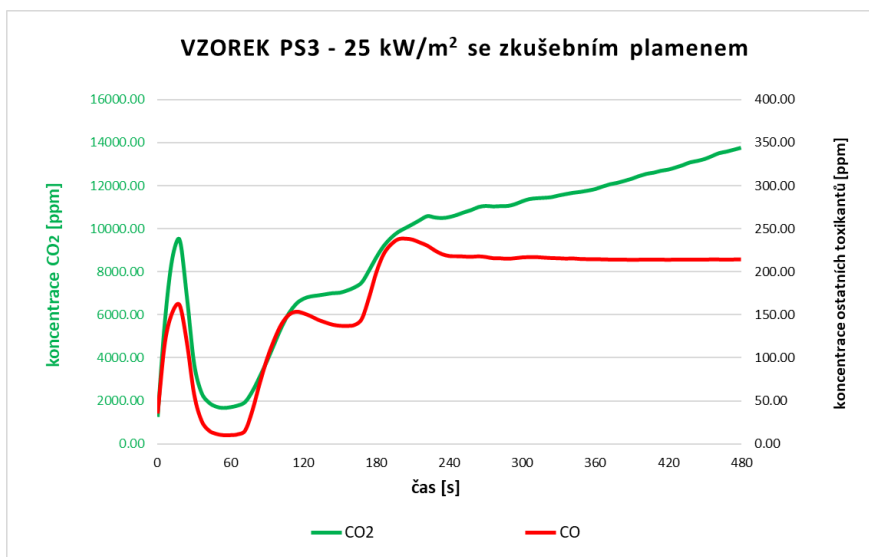
Obrázek 22 - Pohled na vzorky PS3 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene - hořel)

Tabulka 7 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS3

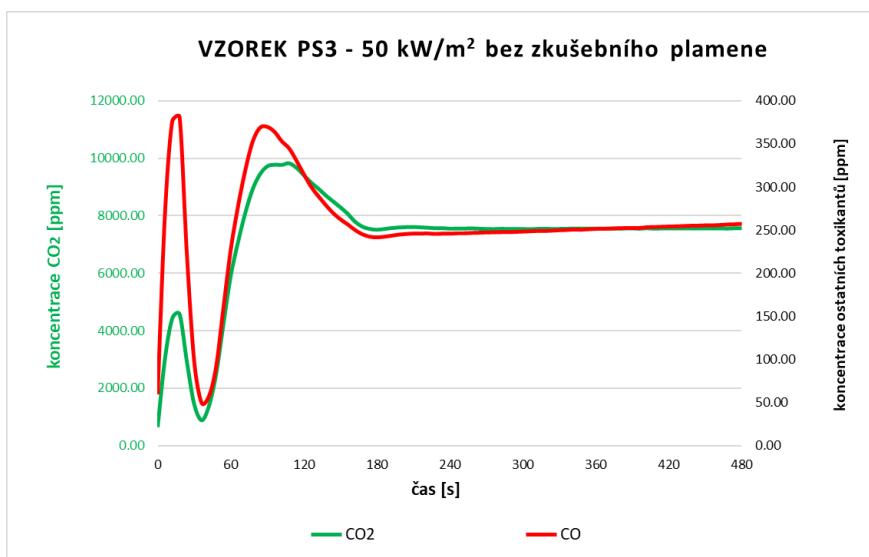
VZOREK PS3		25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	217,98	246,10
	v 8. min	213,88	257,55
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	10541,56	7553,78
	v 8. min	13761,39	7570,14
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00

Tabulka 8 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PS3

Vzorek PS3		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² s plamenem	0,033	0,039
50 kW/m ² bez plamene	0,029	0,029

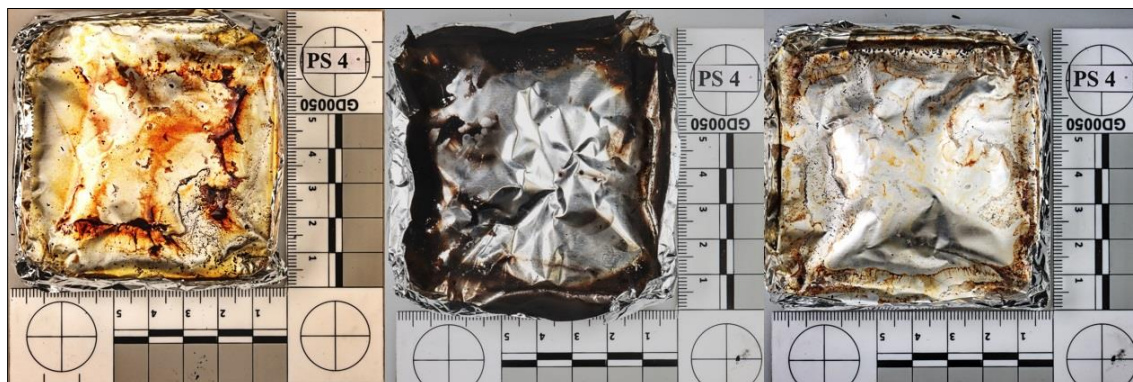


Graf 9 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS3 (25 kW/m² se zkušebním plamenem)



Graf 10 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS3 (50 kW/m² bez zkušebního plamene)

4.4 Vzorek PS4



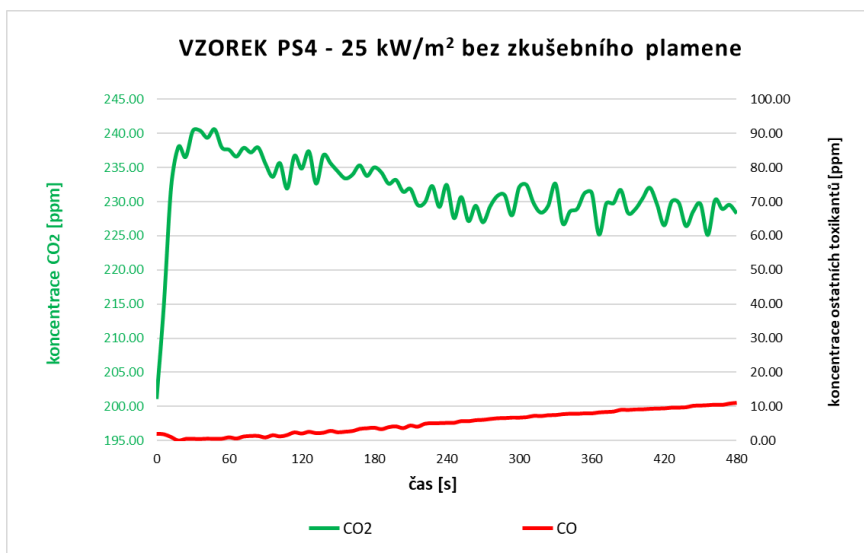
Obrázek 23 - Pohled na vzorky PS4 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene – hořel, 50 kW/m² bez zk. plamene – nehořel)

Tabulka 9 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS4

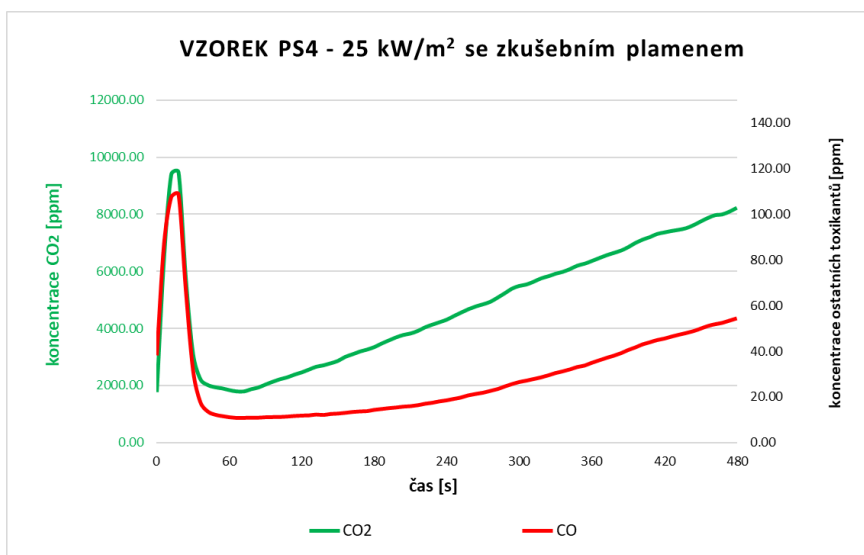
VZOREK PS4		25 kW/m ² bez zk. plamene	25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene - nehořel	50 kW/m ² bez zk. plamene - hořel	50 kW/m ² se zk. plamenem
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	5,19	18,50	24,90	79,20	43,31
	v 8. min	11,12	54,35	69,21	102,33	77,01
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	232,44	4317,33	198,74	2802,52	3031,16
	v 8. min	228,24	8235,57	252,63	3001,19	4220,93
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabulka 10 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PS4

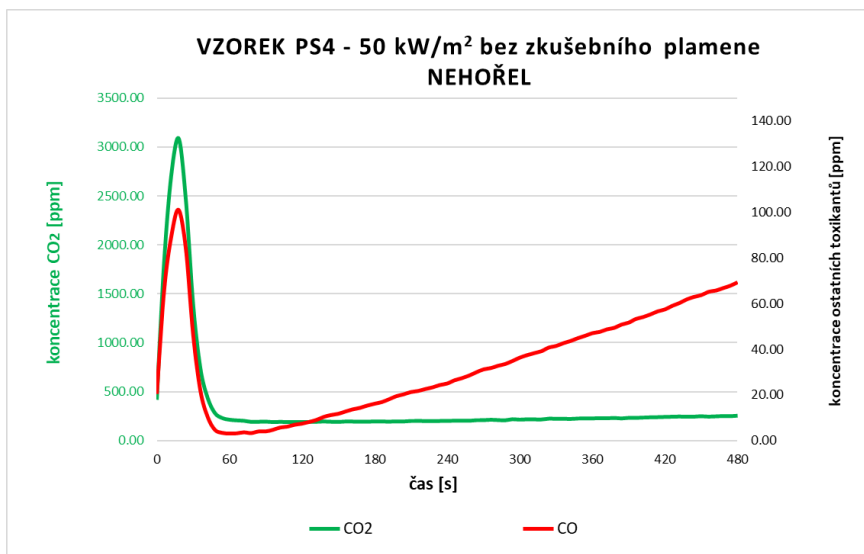
Vzorek PS4		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² bez plamene	0,001	0,001
25 kW/m ² s plamenem	0,009	0,019
50 kW/m ² bez plamene - nehořel	0,002	0,005
50 kW/m ² bez plamene - hořel	0,010	0,012
50 kW/m ² s plamenem	0,008	0,012



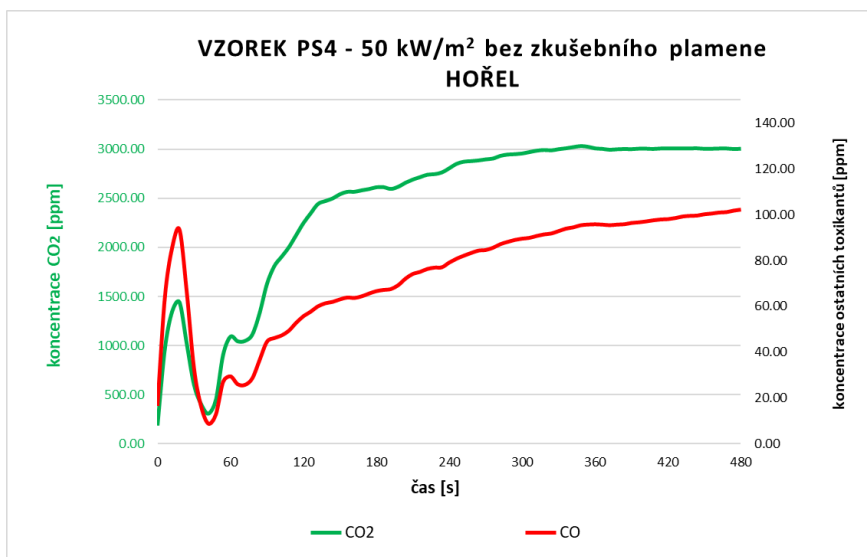
Graf 11 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS4 (25 kW/m² bez zkušebního plamene)



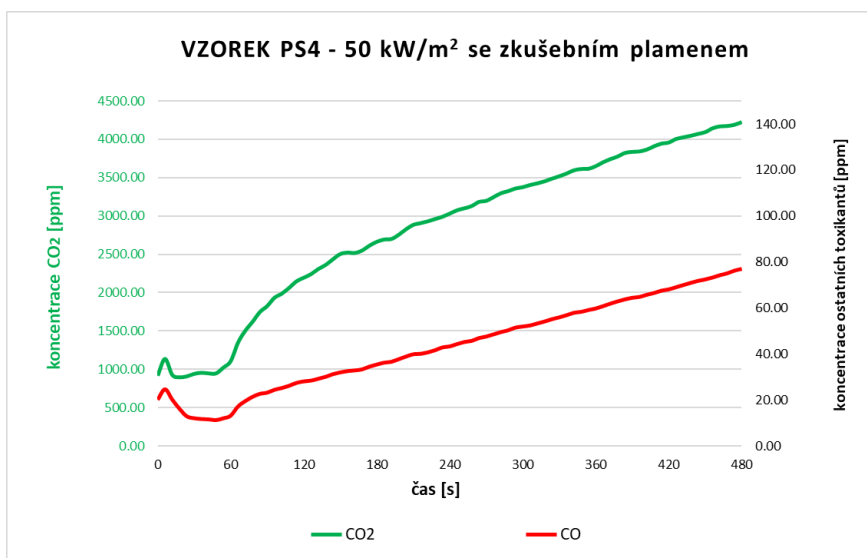
Graf 12 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS4 (25 kW/m² se zkušebním plamenem)



Graf 13 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS4 (50 kW/m² bez zkušebního plamene – vzorek nehořel)

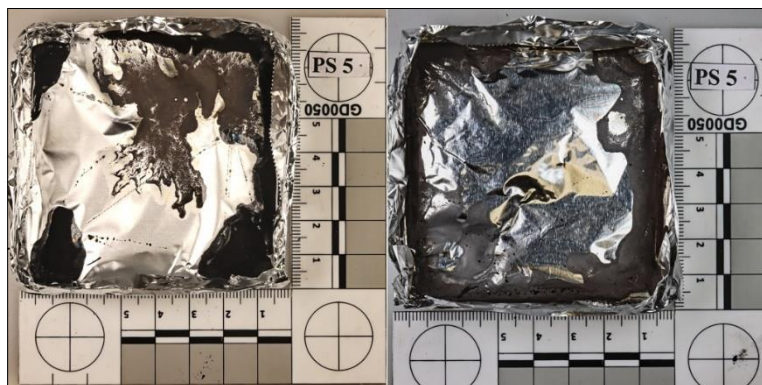


Graf 14 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS4 (50 kW/m² bez zkušebního plamene – vzorek hořel)



Graf 15 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS4 (50 kW/m² se zkušebním plamenem)

4.5 Vzorek PS5



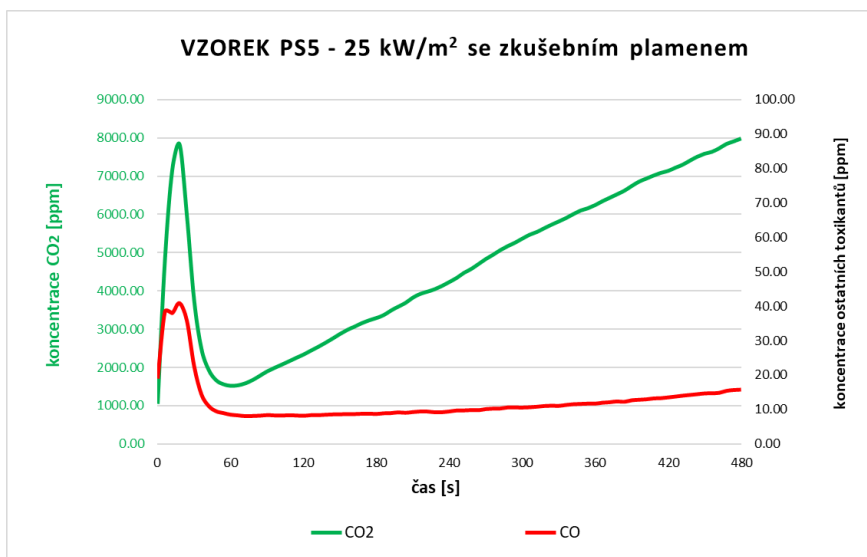
Obrázek 24 - Pohled na vzorky PS5 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene – nehořel)

Tabulka 11 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS5

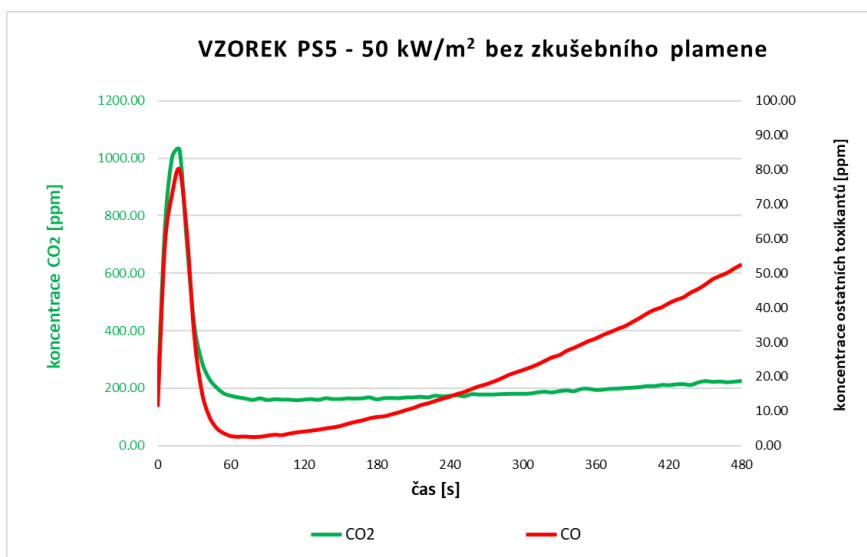
VZOREK PS5		25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	9,36	14,30
	v 8. min	15,73	52,59
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	4237,08	173,38
	v 8. min	7980,16	225,02
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00

Tabulka 12 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PS5

Vzorek PS5		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² s plamenem	0,008	0,016
50 kW/m ² bez plamene	0,001	0,004



Graf 16 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS5 (25 kW/m² se zkušebním plamenem)



Graf 17 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS5 (50 kW/m² bez zkušebního plamene)

4.6 Vzorek MV1



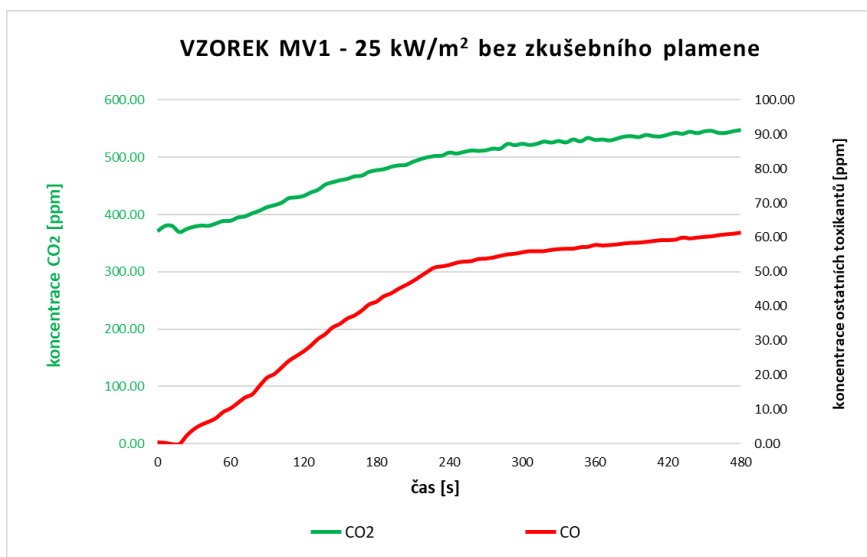
Obrázek 25 - Pohled na vzorky MV1 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene)

Tabulka 13 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PSI

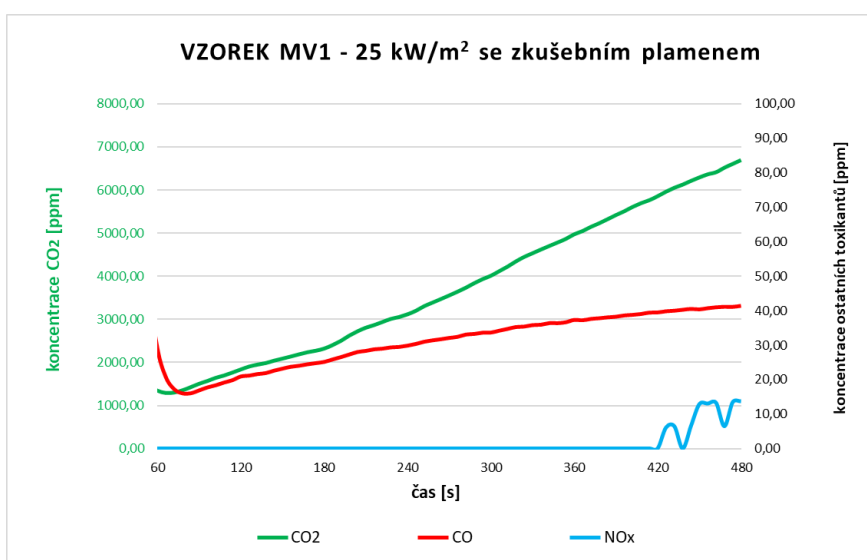
VZOREK MV1		25 kW/m ² bez zk. plamene	25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene	50 kW/m ² se zk. plamenem
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	51,96	29,86	110,57	114,69
	v 8. min	61,36	41,92	117,46	124,27
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	508,16	3120,40	614,96	2826,79
	v 8. min	547,46	6692,05	641,29	4452,65
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	10,95	12,40
	v 8. min	0,00	0,00	14,19	24,77

Tabulka 14 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro MV1

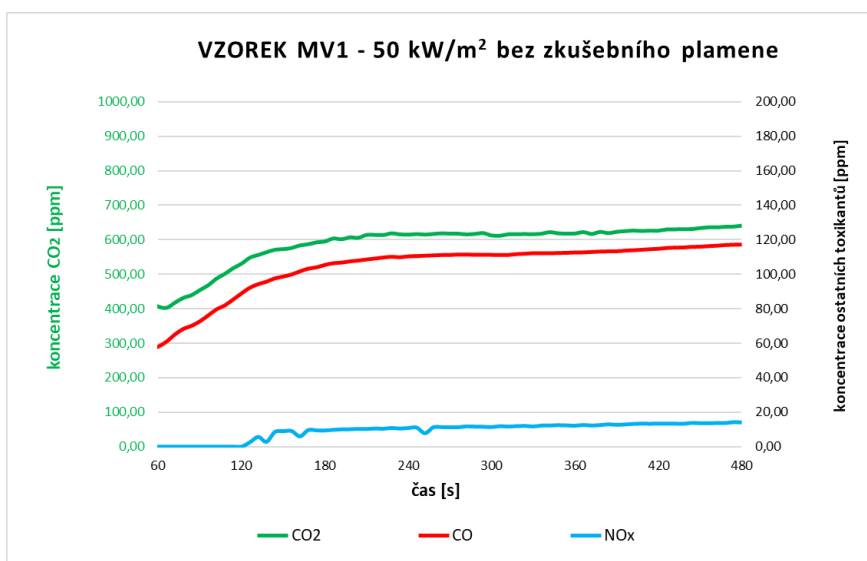
Vzorek MV1		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² bez plamene	0,004	0,005
25 kW/m ² s plamenem	0,008	0,048
50 kW/m ² bez plamene	0,033	0,041
50 kW/m ² s plamenem	0,040	0,071



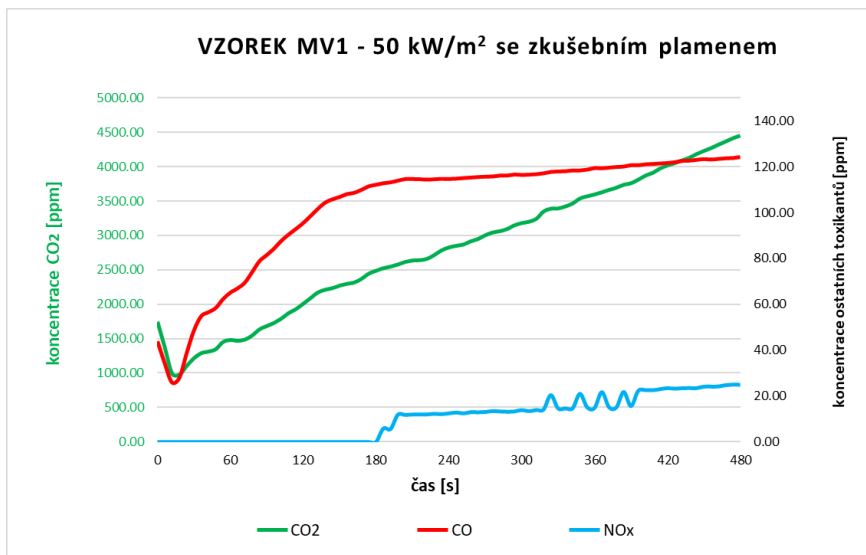
Graf 18 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV1 (25 kW/m² bez zkušebního plamene)



Graf 19 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV1 (25 kW/m² se zkušebním plamenem)



Graf 20 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV1 (50 kW/m² bez zkušebního plamene)



Graf 21 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV1 (50 kW/m² se zkušebním plamenem)

4.7 Vzorek MV2



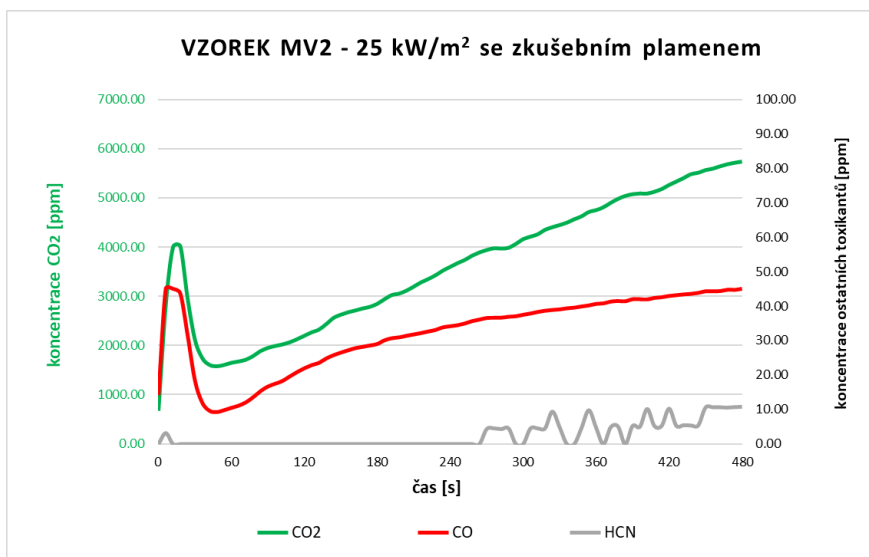
Obrázek 26 - Pohled na vzorky MV2 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene)

Tabulka 15 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro MV2

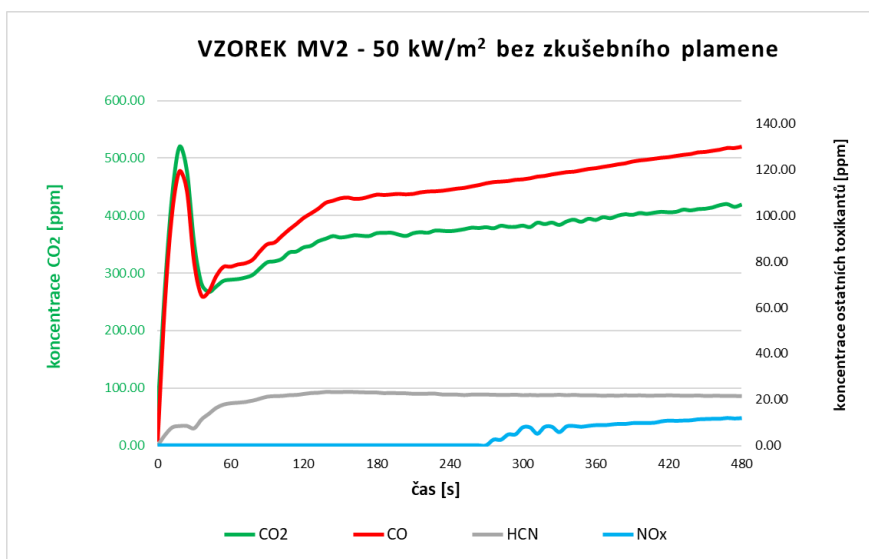
VZOREK MV2		25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	34,07	111,15
	v 8. min	44,97	129,86
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	3593,37	372,75
	v 8. min	5732,38	419,19
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	22,20
	v 8. min	10,81	21,53
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	12,00

Tabulka 16 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro MV2

Vzorek MV2		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² s plamenem	0,009	0,030
50 kW/m ² bez plamene	0,040	0,069



Graf 22 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV2 (25 kW/m² se zkušebními plamenem)



Graf 23 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV2 (50 kW/m² bez zkušebního plamene)

4.8 Vzorek MV3



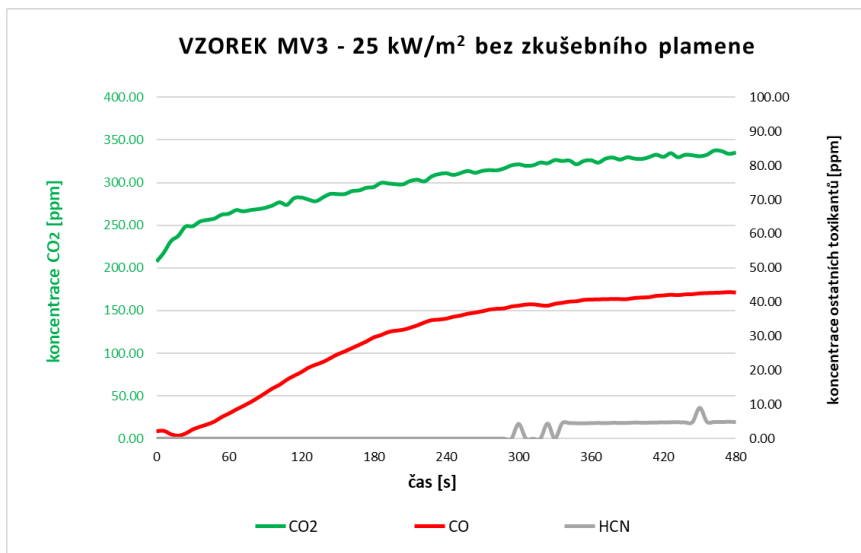
Obrázek 27 - Pohled na vzorky MV3 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene)

Tabulka 17 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro MV3

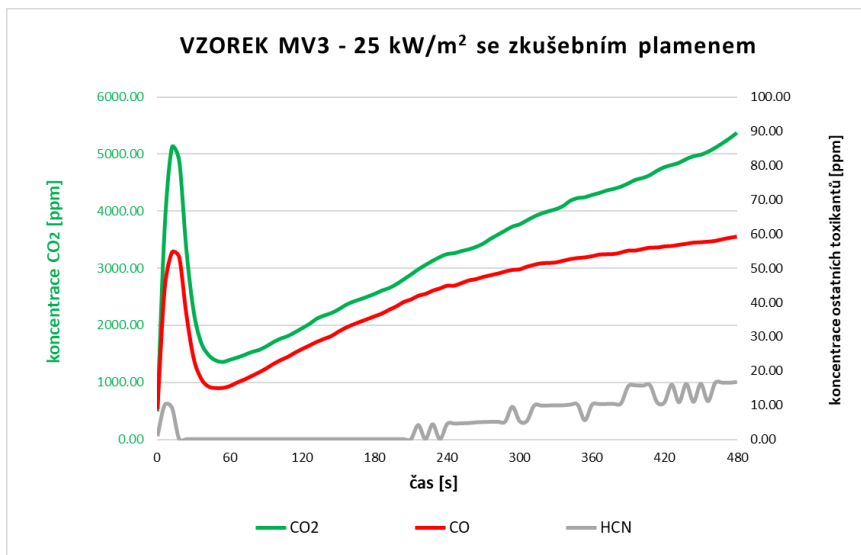
VZOREK MV3		25 kW/m ² bez zk. plamene	25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene	50 kW/m ² se zk. plamenem
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	35,19	44,89	139,06	137,30
	v 8. min	42,81	59,19	162,92	156,04
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	311,11	3247,55	0,00	3028,63
	v 8. min	335,30	5374,30	158,60	4766,73
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	4,49	18,55	17,33
	v 8. min	4,92	16,72	17,59	17,16
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	10,31	23,09

Tabulka 18 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro MV3

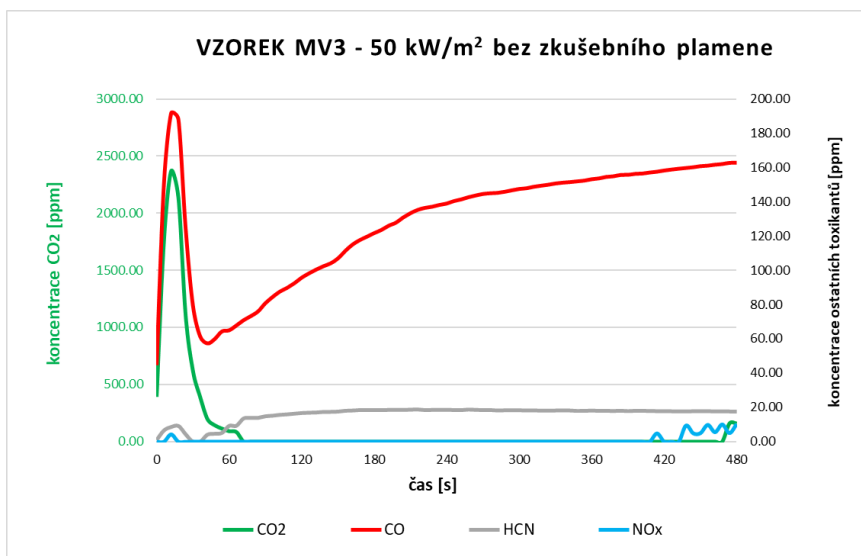
Vzorek MV3		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² bez plamene	0,003	0,011
25 kW/m ² s plamenem	0,016	0,039
50 kW/m ² bez plamene	0,036	0,060
50 kW/m ² s plamenem	0,038	0,094



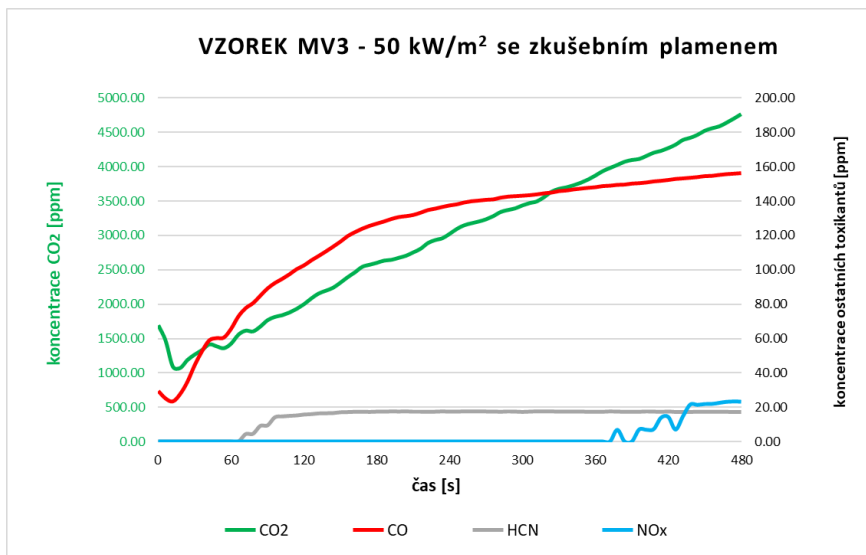
Graf 24 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV3 (25 kW/m² bez zkušebního plamene)



Graf 25 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV3 (25 kW/m² se zkušebním plamenem)



Graf 26 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV3 (50 kW/m² bez zkušebního plamene)



Graf 27 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV3 (50 kW/m² se zkušebním plamenem)

4.9 Vzorek MV4



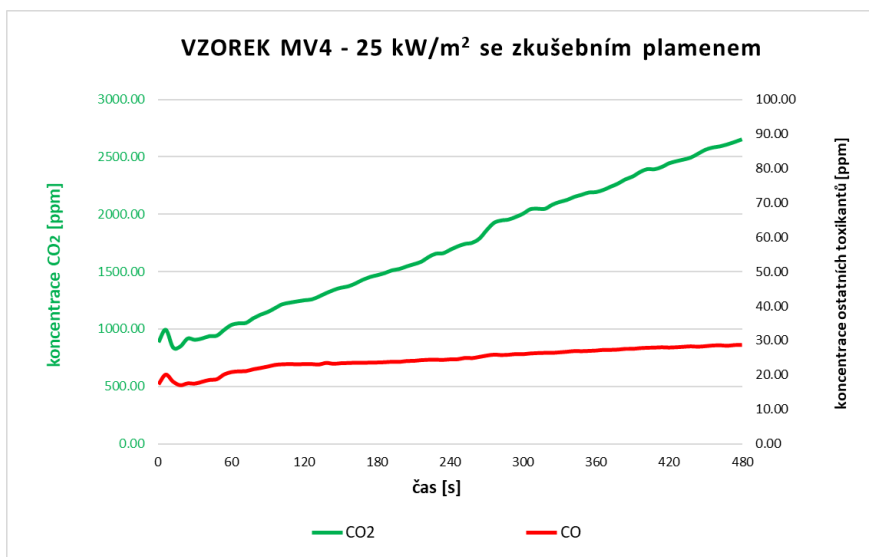
Obrázek 28 - Pohled na vzorky MV4 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene)

Tabulka 19 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro MV4

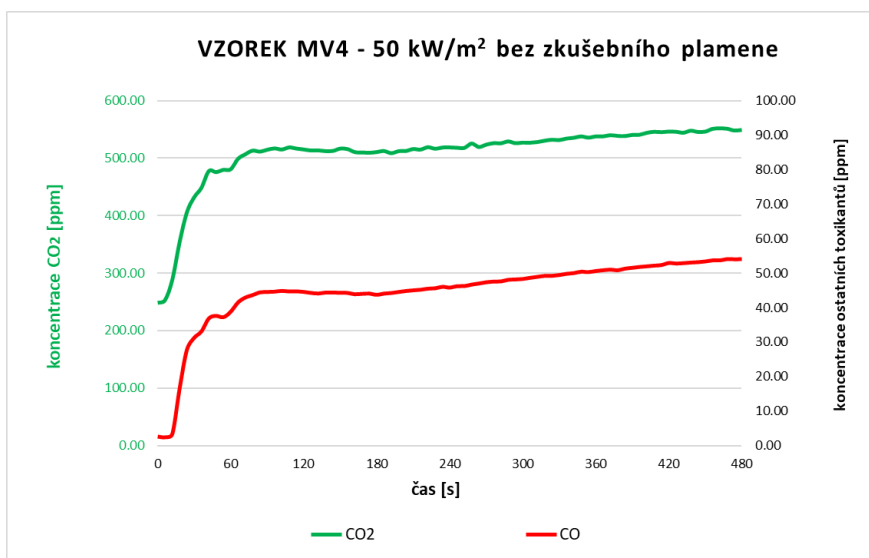
VZOREK MV4		25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	24,54	45,86
	v 8. min	28,73	54,13
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	1689,08	518,37
	v 8. min	2652,17	548,80
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00

Tabulka 20 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro MV4

Vzorek MV4		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² s plamenem	0,005	0,007
50 kW/m ² bez plamene	0,004	0,004



Graf 28 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV4 (25 kW/m² se zkušebními plamenem)



Graf 29 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV4 (50 kW/m² bez zkušebního plamene)

4.10 Vzorek DV1



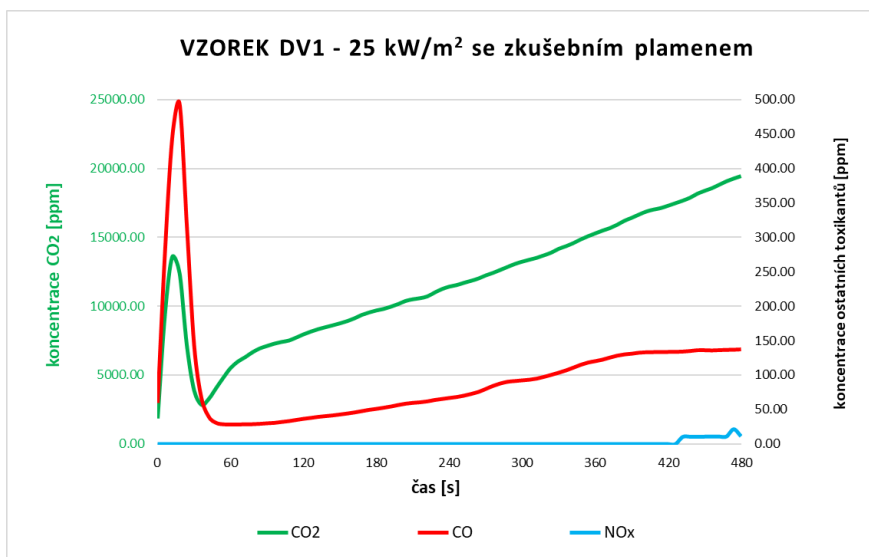
Obrázek 29 - Pohled na vzorky DV1 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene)

Tabulka 21 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro DV1

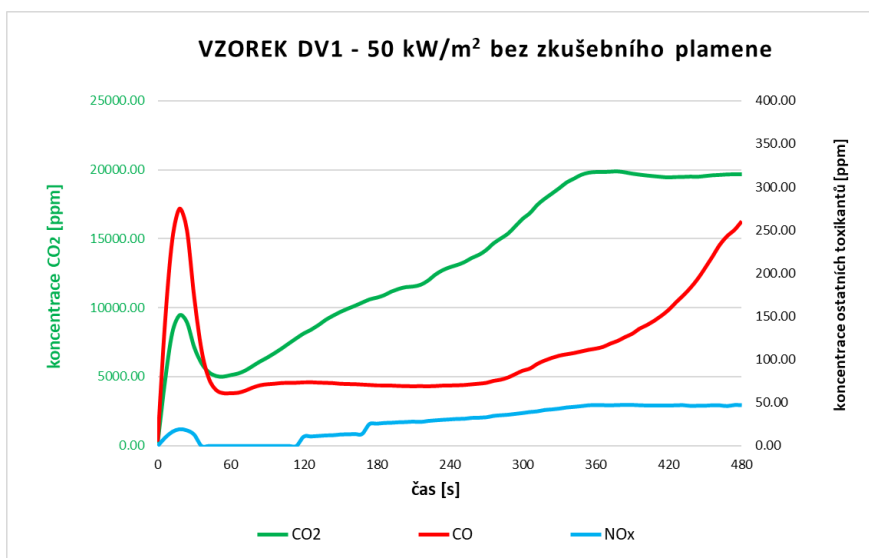
VZOREK DV1		25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	66,72	69,78
	v 8. min	137,22	260,08
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	11422,09	12939,92
	v 8. min	19432,73	19680,84
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	30,75
	v 8. min	11,55	47,23

Tabulka 22 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro DV1

Vzorek DV1		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² s plamenem	0,026	0,073
50 kW/m ² bez plamene	0,099	0,161



Graf 30 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV1 (25 kW/m² se zkušebními plamenem)



Graf 31 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV1 (50 kW/m² bez zkušební plamene)

4.11 Vzorek DV2



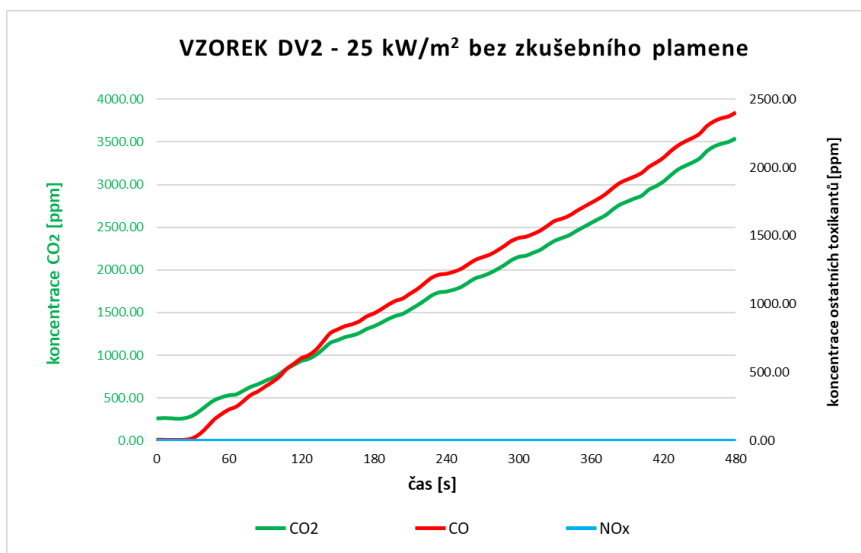
Obrázek 30 - Pohled na vzorky DV2 po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene)

Tabulka 23 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro DV2

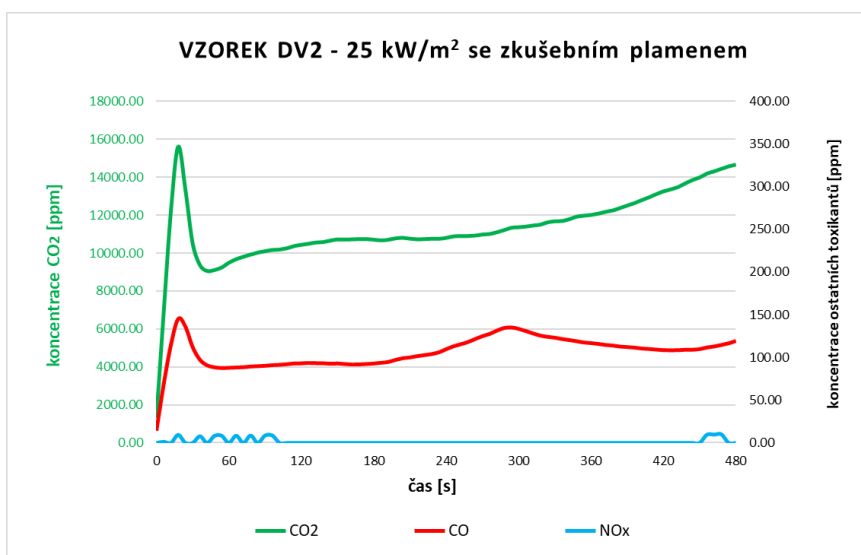
VZOREK DV2		25 kW/m ² bez zk. plamene	25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene	50 kW/m ² se zk. plamenem
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	1221,16	110,03	51,73	88,39
	v 8. min	2403,82	119,76	346,37	342,11
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	1745,84	10792,49	10231,88	13561,29
	v 8. min	3539,51	14656,49	16528,79	21269,70
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	7,98	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	36,19	42,97

Tabulka 24 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro DV2

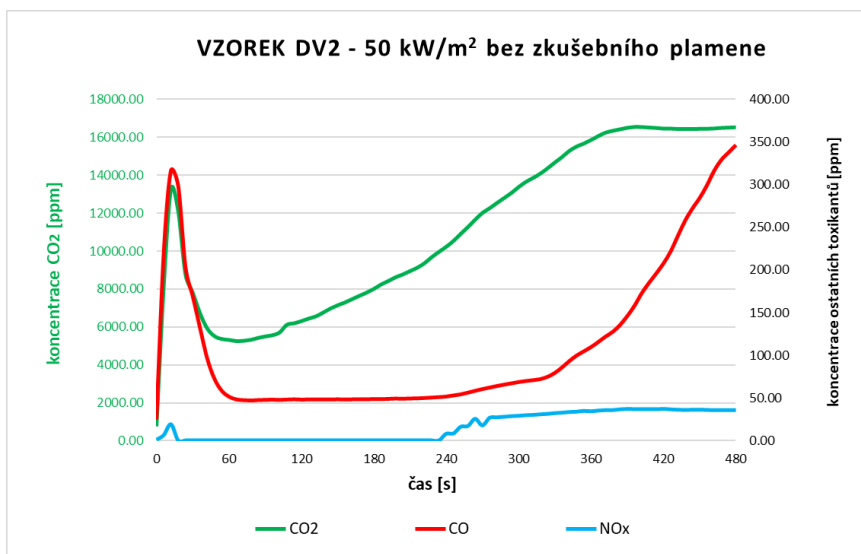
Vzorek DV2		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² bez plamene	0,078	0,154
25 kW/m ² s plamenem	0,027	0,035
50 kW/m ² bez plamene	0,040	0,134
50 kW/m ² s plamenem	0,029	0,154



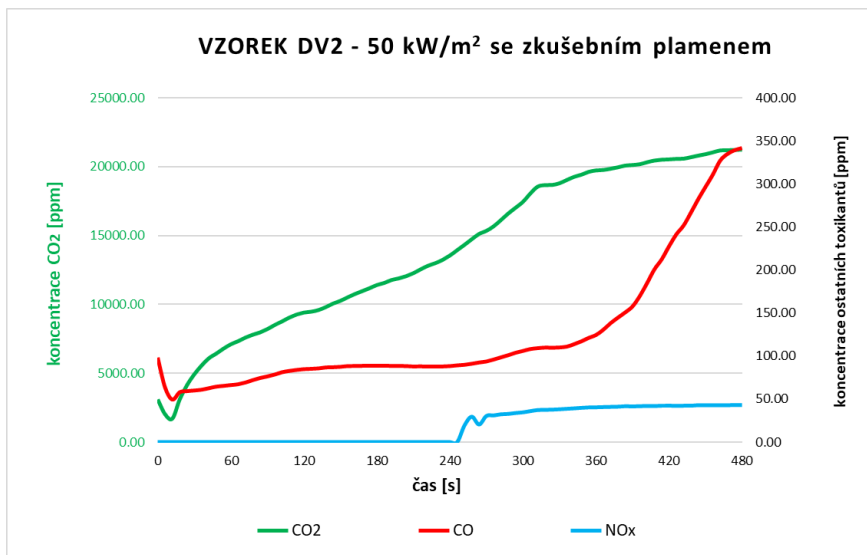
Graf 32 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV2 (25 kW/m² bez zkušebního plamene)



Graf 33 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV2 (25 kW/m² se zkušebním plamenem)

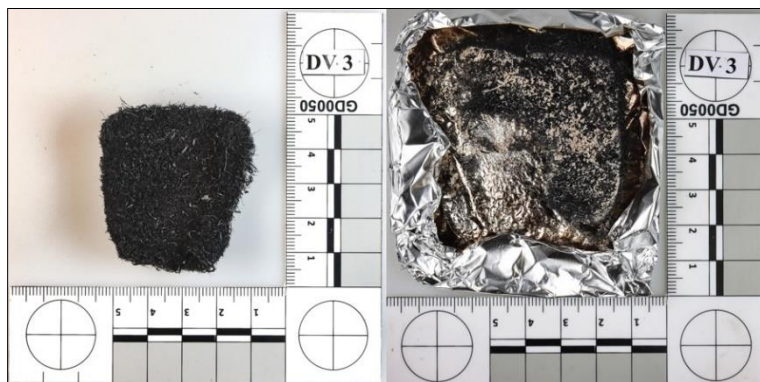


Graf 34 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV2 (50 kW/m² bez zkušebního plamene)



Graf 35 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV2 (50 kW/m² se zkušebními plamenem)

4.12 Vzorek DV3



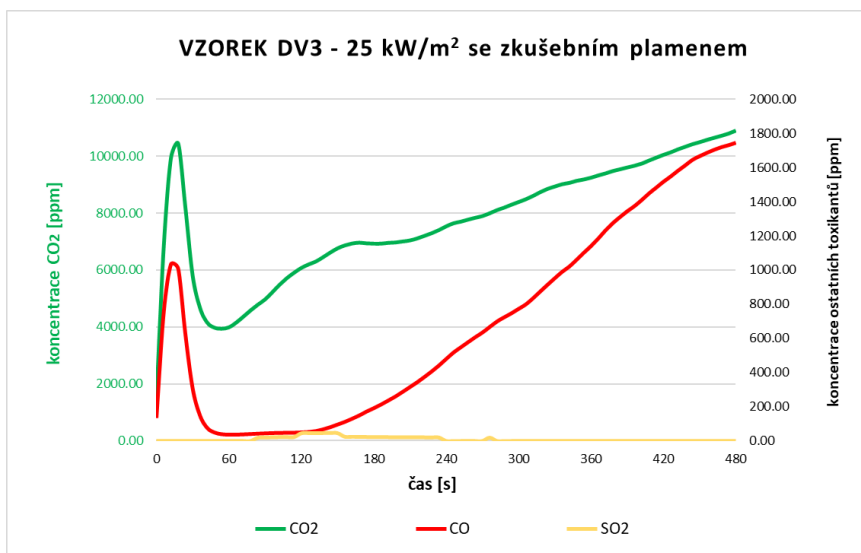
Obrázek 31 - Pohled na vzorky DV3 po měření (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene)

Tabulka 25 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro DV3

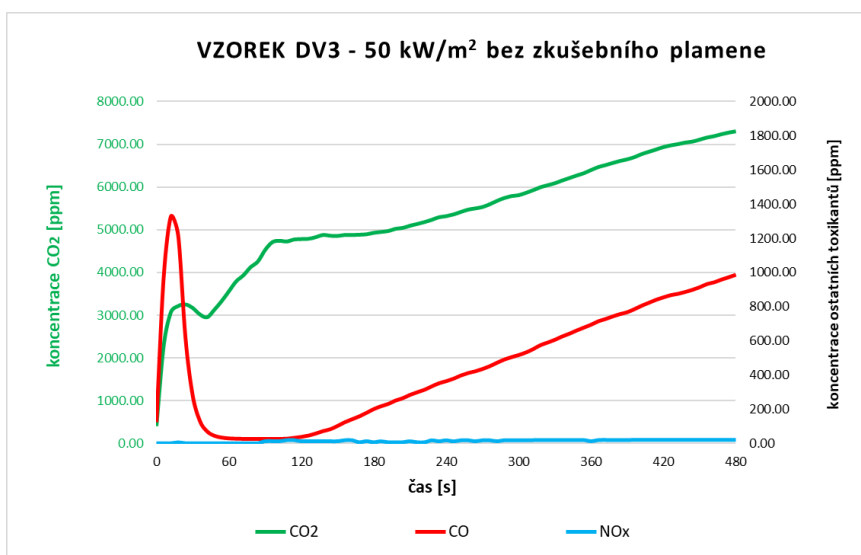
VZOREK DV3		25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	477,97	365,42
	v 8. min	1745,59	987,69
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	7542,30	5321,89
	v 8. min	10912,70	7304,46
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	20,18
	v 8. min	0,00	23,68

Tabulka 26 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro DV3

Vzorek DV3		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² s plamenem	0,044	0,128
50 kW/m ² bez plamene	0,063	0,128

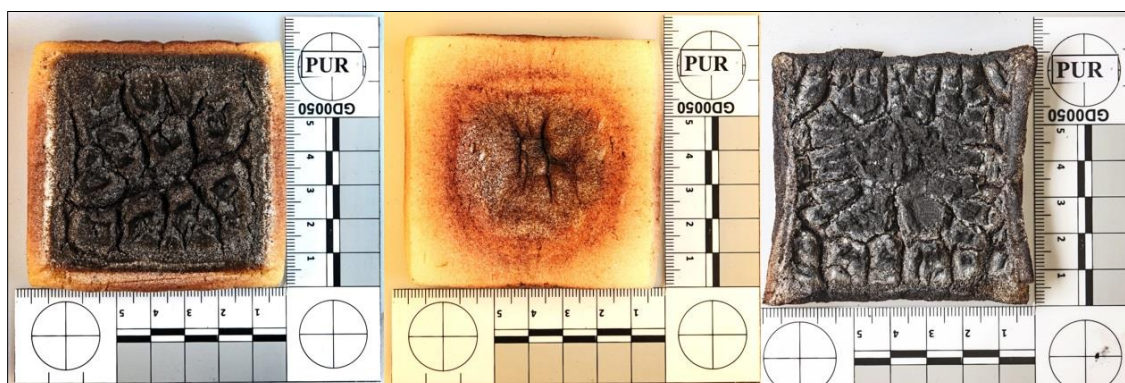


Graf 36 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV3 (25 kW/m² se zkušebním plamenem)



Graf 37 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV3 (50 kW/m² bez zkušebního plamene)

4.14 Vzorek PUR



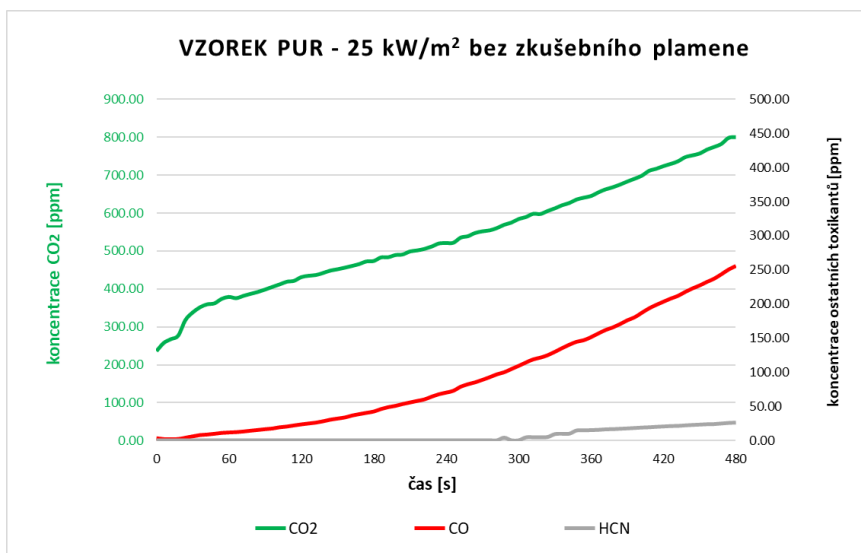
Obrázek 32 - Pohled na vzorky PUR po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 25 kW/m² – spodní povrch vzorku, 50 kW/m² bez zk. plamene)

Tabulka 27 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PUR

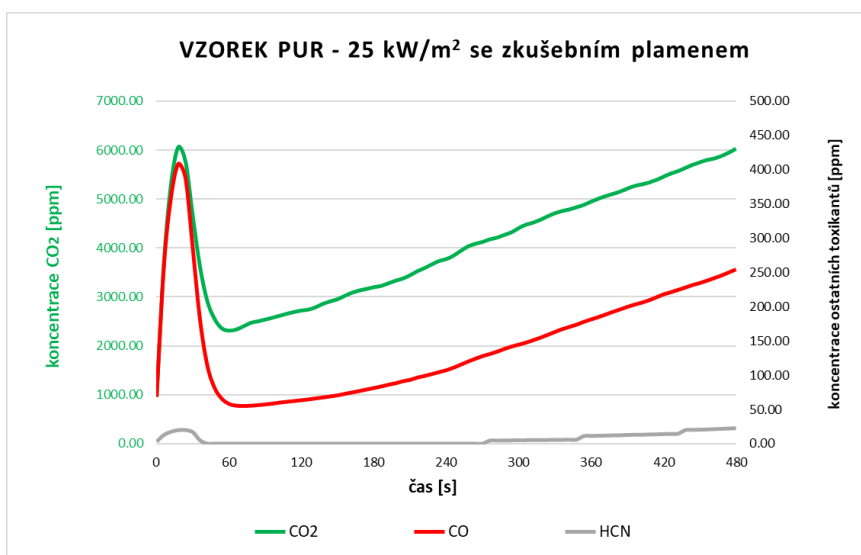
VZOREK PUR		25 kW/m ² bez zk. plamene	25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene	50 kW/m ² se zk. plamenem
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	70,18	107,96	602,47	491,46
	v 8. min	255,89	254,84	1099,54	965,87
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	520,99	3770,97	928,66	4521,59
	v 8. min	799,90	6023,24	1351,31	6616,38
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	61,93	42,84
	v 8. min	26,34	22,68	96,39	79,83
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	6,20
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	26,47

Tabulka 28 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PUR

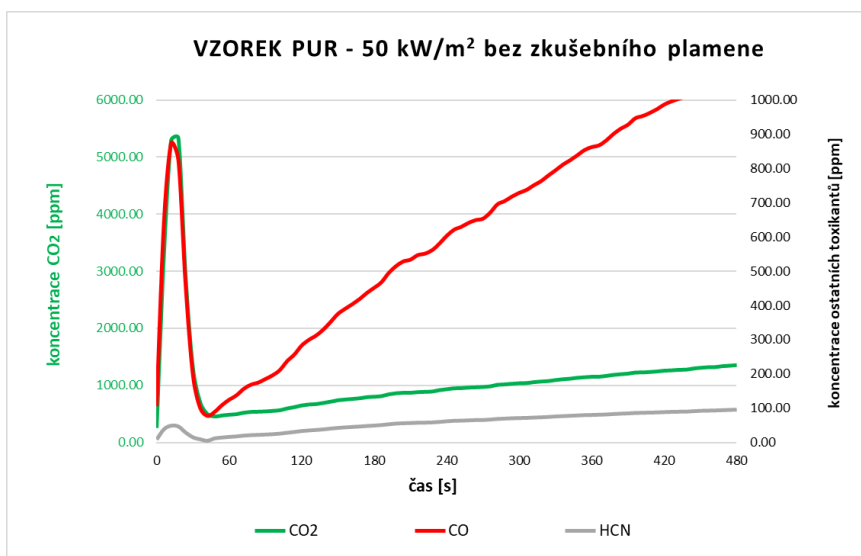
Vzorek PUR		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² bez plamene	0,005	0,056
25 kW/m ² s plamenem	0,014	0,061
50 kW/m ² bez plamene	0,127	0,208
50 kW/m ² s plamenem	0,097	0,241



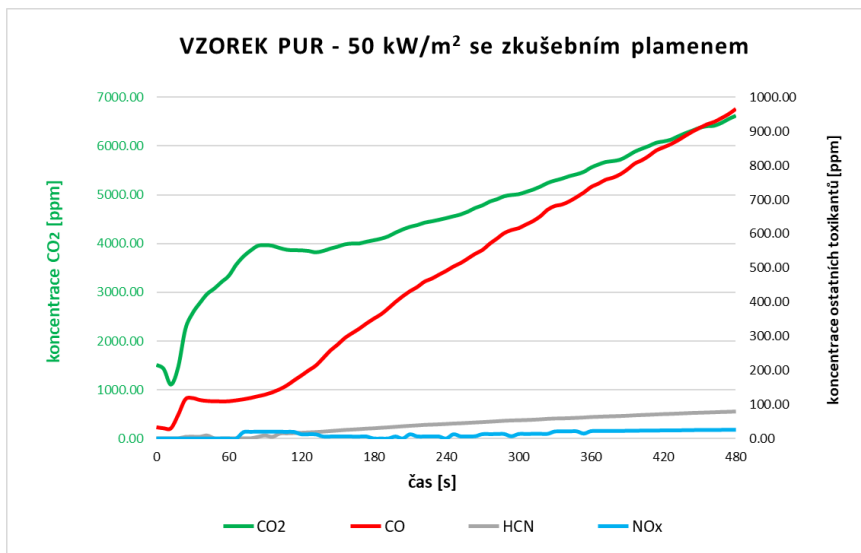
Graf 38 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR (25 kW/m² bez zkušebního plamene)



Graf 39 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR (25 kW/m² se zkušebním plamenem)



Graf 40 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR (50 kW/m² bez zkušebního plamene)



Graf 41 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR (50 kW/m² se zkušební plamenem)

4.15 Vzorek PUR-S



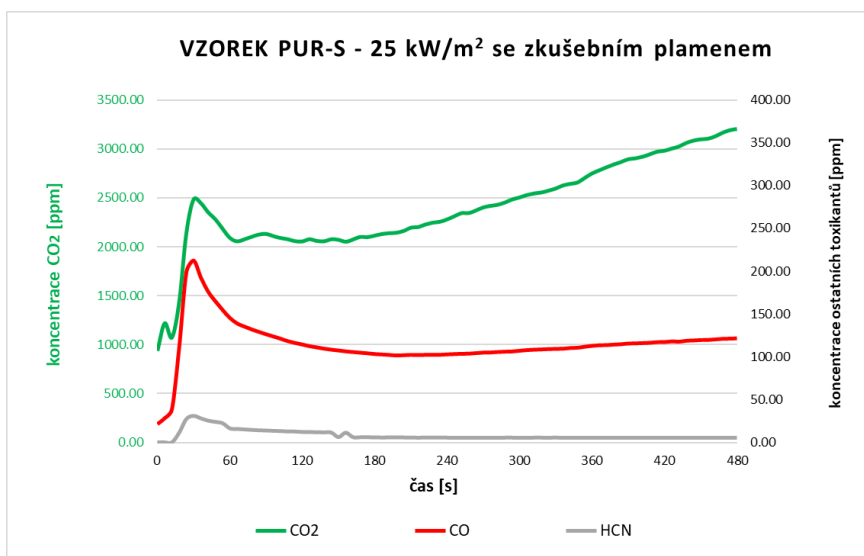
Obrázek 33 - Pohled na vzorky PUR-S po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene)

Tabulka 29 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PUR-S

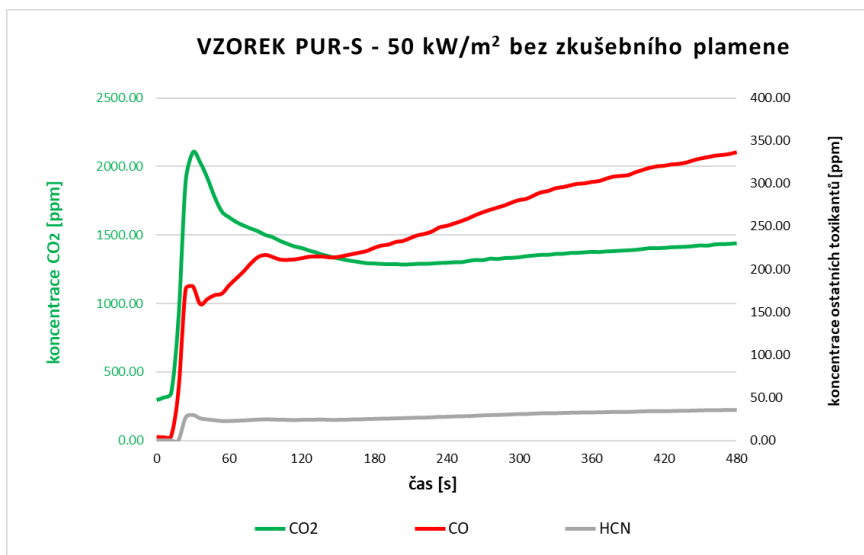
VZOREK PUR-S		25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	103,05	250,93
	v 8. min	121,73	336,48
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	2276,61	1298,01
	v 8. min	3200,37	1440,56
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	5,48	27,62
	v 8. min	5,33	35,61
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00

Tabulka 30 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PUR-S

Vzorek PUR-S		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² s plamenem	0,019	0,021
50 kW/m ² bez plamene	0,057	0,073



Graf 42 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR-S (25 kW/m² se zkušebním plamenem)



Graf 43 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR-S (50 kW/m² bez zkušebního plamene)

4.16 Vzorek FP



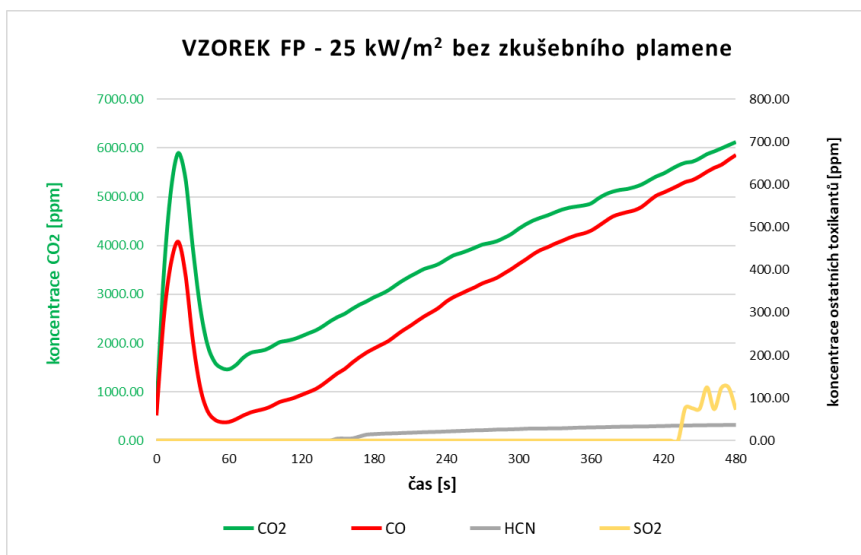
Obrázek 34 - Pohled na vzorky FP po měřeních (zleva: 25 kW/m² se zk. plamenem, 50 kW/m² bez zk. plamene)

Tabulka 31 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro FP

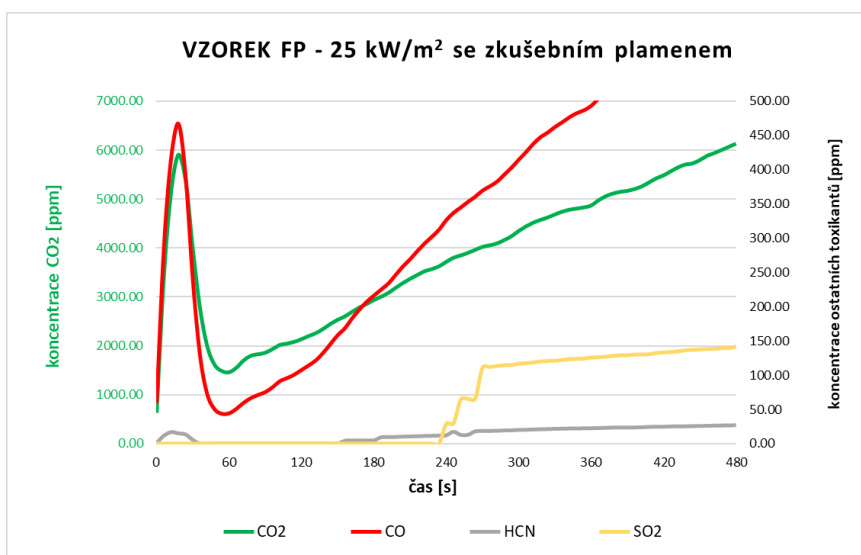
VZOREK FP		25 kW/m ² bez zk. plamene	25 kW/m ² se zk. plamenem	50 kW/m ² bez zk. plamene	50 kW/m ² se zk. plamenem
koncentrace CO (ppm)	ve 4. min	406,33	326,12	944,02	628,72
	v 8. min	974,27	670,37	1311,91	1127,67
koncentrace CO ₂ (ppm)	ve 4. min	635,95	3717,05	1242,95	4705,96
	v 8. min	1241,67	6126,97	2328,30	7633,23
koncentrace HCN (ppm)	ve 4. min	21,58	12,43	39,10	22,01
	v 8. min	37,33	27,60	43,96	33,25
koncentrace SO ₂ (ppm)	ve 4. min	0,00	29,06	0,00	109,18
	v 8. min	72,77	141,98	0,00	137,08
koncentrace NO _x (ppm)	ve 4. min	0,00	0,00	0,00	0,00
	v 8. min	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabulka 32 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro FP

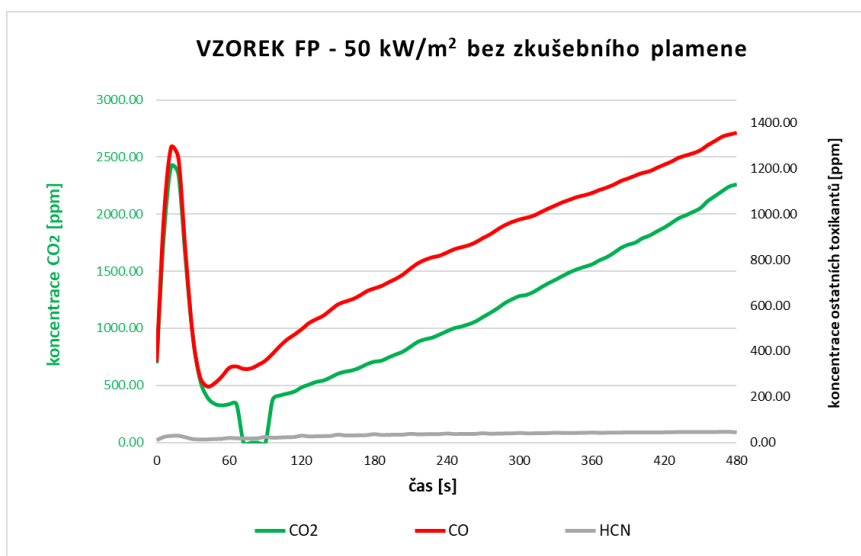
Vzorek FP		
Podmínky	CIT _G (4 min)	CIT _G (8 min)
25 kW/m ² bez plamene	0,058	0,171
25 kW/m ² s plamenem	0,067	0,199
50 kW/m ² bez plamene	0,118	0,150
50 kW/m ² s plamenem	0,153	0,223



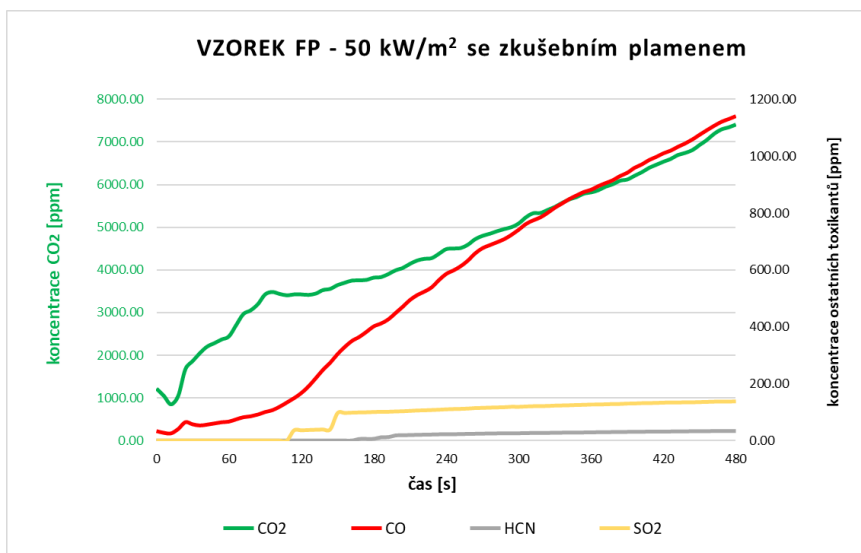
Graf 44 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek FP (25 kW/m² bez zkušebního plamene)



Graf 45 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek FP (25 kW/m² se zkušebním plamenem)



Graf 46 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek FP (50 kW/m² bez zkušebního plamene)



Graf 47 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek FP (50 kW/m² se zkušebním plamenem)

5 Vyhodnocení výsledků

5.1 Výskyt toxikantů během měření u jednotlivých vzorků

PS1

Vzorek s označením PS1 byl testován při 4 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 bez zkušebního plamínku a následně i s plamínkem nedošlo ve zplodinách hoření k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. U podmínek s plamínkem byly hodnoty koncentrací CO a CO₂ mnohem vyšší než u měření bez plamínku. Vzorky během měření nehořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku i s plamínkem také nedošlo k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. Během měření, které probíhaly bez plamínku, vzorky hořely i nehořely. Hodnoty koncentrací CO a CO₂ byly mnohem vyšší u vzorků, které hořely. U podmínek 50 kW/m^2 se zkušebním plamínkem vzorky hořely i nehořely, ale hodnoty koncentrací CO a CO₂ nebyly tak rozdílné, a proto se neřešily zvlášť.

PS2

Vzorek s označením PS2 byl testován při 2 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem nedošlo k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. Vzorky během měření nehořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku také nedošlo k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. Během měření vzorky hořely i nehořely. Hodnoty koncentrací CO a CO₂ byly mnohem vyšší u vzorků, které hořely.

PS3

Vzorek s označením PS3 byl testován při 2 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem se ve zplodinách hoření vyskytly jenom CO a CO₂. Vzorky během měření hořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku se také ve zplodinách hoření vyskytly jenom CO a CO₂. Vzorky během měření hořely.

Hodnoty koncentrací CO byly pro obě podmínky měření prakticky stejné, ale koncentrace CO₂ u měření za podmínek 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem byly vyšší než u měření za podmínek 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku.

PS4

Vzorek s označením PS4 byl testován při 4 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 bez zkušebního plamínku a následně i s plamínkem nedošlo během měření k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. U podmínek s plamínkem byly hodnoty koncentrací CO a CO₂ mnohem vyšší než u měření bez plamínku. Vzorky během měření nehořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku i s plamínkem také nedošlo k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. Během měření, které probíhaly bez plamínku, vzorky hořely i nehořely. Hodnoty koncentrací CO a CO₂ byly mnohem vyšší u vzorků, které hořely. U podmínek 50 kW/m^2 se zkušebním plamínkem vzorky hořely i nehořely, ale hodnoty koncentrací CO a CO₂ nebyly tak rozdílné.

PS5

Vzorek s označením PS5 byl testován při 2 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem nedošlo k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. Vzorky během měření nehořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku také nedošlo k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. Během měření vzorky nehořely.

Hodnoty koncentrací CO byly pro podmínky měření 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem nižší než u podmínek měření 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku, ale koncentrace CO₂ byly naopak vyšší.

MV1

Vzorek s označením MV1 byl testován při 4 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 bez zkušebního plamínku nedošlo k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem došlo kromě výskytu CO a CO₂ také k výskytu NO, který byl detekován až ke konci měření a přispěl k výpočtům CIT_G v 8. minutě. U obou podmínek měření vzorky nehořely. Hodnoty koncentrací CO byly pro podmínky měření 25 kW/m^2 s i bez zkušebního plamínku prakticky stejné, ale koncentrace CO₂ byly mnohem vyšší u měření s plamínkem.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku i s plamínkem došlo k výskytu toxikantů CO, CO₂ a NO. Výskyt NO ve zplodinách hoření přispíval k výpočtům CIT_G ve 4. i 8. minutě. Koncentrace NO byly o něco vyšší u podmínek s plamínkem. Hodnoty koncentrací CO byly pro podmínky měření 50 kW/m^2 se i bez zkušebního plamínku prakticky stejné, ale koncentrace CO₂ byly mnohem vyšší u měření s plamínkem. U obou podmínek měření vzorky nehořely.

MV2

Vzorek s označením MV2 byl testován při 2 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem došlo kromě výskytu CO a CO₂ také k výskytu HCN, který byl detekován až v druhé polovině měření, přispěl k výpočtům CIT_G v 8. minutě. Při výše uvedených podmínkách měření vzorky nehořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku i s plamínkem došlo k výskytu toxikantů CO, CO₂, HCN a NO. HCN se vyskytoval ve zplodinách hoření během celé doby měření a tím přispěl k výpočtům CIT_G ve 4. i 8. minutě. NO se začal vyskytovat až v druhé polovině měření a ovlivnil výpočet CIT_G až v 8. minutě. Koncentrace CO₂ u měření za podmínek 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem byly vyšší než u měření za podmínek 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku. Vzorky za výše uvedených podmínek nehořely.

MV3

Vzorek s označením MV3 byl testován při 4 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 bez zkušebního plamínku došlo ve zplodinách hoření k výskytu CO a CO₂, v druhé polovině měření došlo k výskytu HCN. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem došlo k výskytu CO, CO₂ a také HCN, který se vyskytoval spíše ve druhé polovině měření, ale přispěl do výpočtu CIT_G ve 4. i 8. minutě. Hodnoty koncentrací CO byly pro podmínky měření 25 kW/m^2 s i bez zkušebního plamínku prakticky stejné, ale koncentrace CO₂ byly mnohem vyšší u měření s plamínkem. U obou podmínek měření vzorky nehořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku i s plamínkem došlo ve zplodinách hoření k výskytu CO, CO₂, HCN a NO. HCN se ve zplodinách hoření vyskytoval prakticky po celou dobu měření ve srovnatelných koncentracích. NO se v obou případech vyskytoval až v druhé polovině měření, při podmínkách s plamínkem v o něco vyšších koncentracích. Hodnoty koncentrací CO byly pro podmínky měření 50 kW/m^2 se i bez zkušebního plamínku prakticky stejné, ale koncentrace CO₂ byly mnohem vyšší u měření s plamínkem. U obou podmínek měření vzorky nehořely.

MV4

Vzorek s označením MV4 byl podroben měření při 2 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem nedošlo ve zplodinách hoření k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. Vzorky během měření nehořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku došlo během měření pouze k výskytu CO a CO₂. Během měření vzorky nehořely. Hodnoty koncentrací CO byly pro obě podmínky měření prakticky stejné, ale koncentrace CO₂ byly mnohem vyšší u měření 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem.

DV1

Vzorek s označením DV1 byl podroben měření při 2 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem byly ve zplodinách hoření identifikovány CO, CO₂ a ke konci měření NO. Výskyt NO přispěl k výpočtům CIT_G pouze v 8. minutě. Vzorky během měření hořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku došlo během měření pouze k výskytu CO, CO₂ a NO, který se vyskytoval prakticky během celé doby měření. Vzorky během zkoušek hořely.

Hodnoty koncentrací CO byly pro podmínky 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku o něco vyšší, zatímco koncentrace CO₂ byly u obou podmínek prakticky stejné. Vzorky během měření hořely.

DV2

Vzorek s označením DV2 byl testován při 4 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 bez zkušebního plamínku nedošlo k výskytu jiných toxikantů než CO a CO₂. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem došlo kromě výskytu CO a CO₂ také k výskytu NO, který se vyskytoval namátkově a nepřispěl jako toxikant k výpočtu CIT_G. Hodnoty koncentrací CO byly pro podmínky měření 25 kW/m^2 bez zkušebního plamínku mnohem vyšší než u měření s plamínkem. Naopak koncentrace CO₂ byly mnohem vyšší u měření s plamínkem. Při podmínkách 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem vzorky hořely, zatímco bez plamínku nehořely, ale žhnuly.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku i s plamínkem došlo k výskytu toxikantů CO, CO₂ a NO. NO se vyskytoval vesměs ve druhé polovině měření a k výpočtům CIT_G ve 4. minutě nepřispěl vůbec (podmínky s plamínkem) anebo jen málo (podmínky bez plamínku), protože byl výskyt zatím jenom u jednoho měření. V obou případech výskyt NO přispěl k výpočtu CIT_G v 8. minutě. Zatímco hodnoty koncentrací CO byly pro podmínky měření 50 kW/m^2 s i bez zkušebního plamínku prakticky stejné, koncentrace CO₂ byly srovnatelné (o něco vyšší byly u podmínek měření s plamínkem). U obou podmínek měření vzorky hořely.

DV3

Vzorek s označením DV3 byl podroben měření při 2 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem byly ve zplodinách hoření identifikovány CO, CO₂ a SO₂. Ten se vyskytoval v první polovině měření a vůbec nepřispěl jako toxikant pro výpočet CIT_G. Vzorky během měření hořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku došlo během měření pouze k výskytu CO, CO₂ a NO, který se vyskytoval prakticky během celé doby měření. Vzorky během zkoušky hořely.

Hodnoty koncentrací CO a CO₂ byly pro podmínky 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem o něco vyšší než u měření při 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku. Vzorky během měření hořely.

FP

Vzorek s označením FP byl testován při 4 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 bez zkušebního plamínku se během měření ve zplodinách hoření vyskytly CO, CO₂, HCN a SO₂. HCN se nevyskytoval ihned od začátku, ale přispěl do výpočtu CIT_G ve 4. i 8. minutě. SO₂ se vyskytl pouze ke konci měření a ovlivnil CIT_G v 8. minutě. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem se během měření vyskytly CO, CO₂, HCN a SO₂. HCN se nevyskytoval ihned od začátku, ale přispěl do výpočtu CIT_G ve 4. i 8. minutě. SO₂ se vyskytl ve druhé polovině měření, ale stačil částečně přispět pro výpočet CIT_G i v 4. minutě. Hodnoty koncentrací CO byly pro podmínky měření 25 kW/m^2 bez zkušebního plamínku nepatrně vyšší než u měření s plamínkem. Naopak koncentrace CO₂ byly zase o něco vyšší u měření s plamínkem. Vzorky během měření nehořely.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku i s plamínkem došlo k výskytu toxikantů CO, CO₂ a HCN. HCN se vyskytoval ve zplodinách hoření po celou dobu měření. Při tepelném toku 50 kW/m^2 se zkušebním plamínkem došlo k výskytu toxikantů CO, CO₂, HCN a SO₂. Toxikanty HCN ani SO₂ se nevyskytovaly ihned od začátku, ale přispěly do výpočtu CIT_G ve 4. i 8. minutě. Hodnoty koncentrací CO byly pro obě podmínky měření prakticky stejné, koncentrace CO₂ byly o něco vyšší u měření se zkušebním plamínkem. Během měření s plamínkem vzorek nějakou dobu hořel, zatímco bez zkušebního plamínku nehořel.

PUR

Vzorek s označením PUR byl testován při 4 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 bez zkušebního plamínku se během měření ve zplodinách hoření vyskytly CO, CO₂ a HCN. HCN se vyskytoval až ve druhé polovině měření, a tak přispěl do výpočtu CIT_G 8. minutě. Při

tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem se během měření vyskytly CO, CO₂ a HCN. HCN se vyskytoval také až ve druhé polovině měření, a tak přispěl do výpočtu CIT_G 8. minutě. Hodnoty koncentrací CO byly pro obě podmínky měření stejné, koncentrace CO₂ byla mnohem vyšší u měření s plamínkem. Během měření hořely pouze vzorky, u kterých byl zkušební plamínek.

Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku se během měření vyskytly ve zplodinách hoření CO, CO₂ a HCN. HCN se vyskytoval ve zplodinách hoření po celou dobu měření. Při tepelném toku 50 kW/m^2 se zkušebním plamínkem došlo k výskytu toxikantů CO, CO₂, HCN a NO. HCN se vyskytoval ve zplodinách hoření po celou dobu měření. NO se během měření vyskytoval ze začátku sporadicky, proto nepřispěl k výpočtu CIT_G ve 4. minutě. Ve druhé polovině měření se již vyskytoval pravidelně. Hodnoty koncentrací CO byly pro obě podmínky měření stejné, koncentrace CO₂ byly vyšší u měření se zkušebním plamínkem. Během měření s plamínkem vzorek nějakou dobu hořel, zatímco bez zkušebního plamínku nehořel.

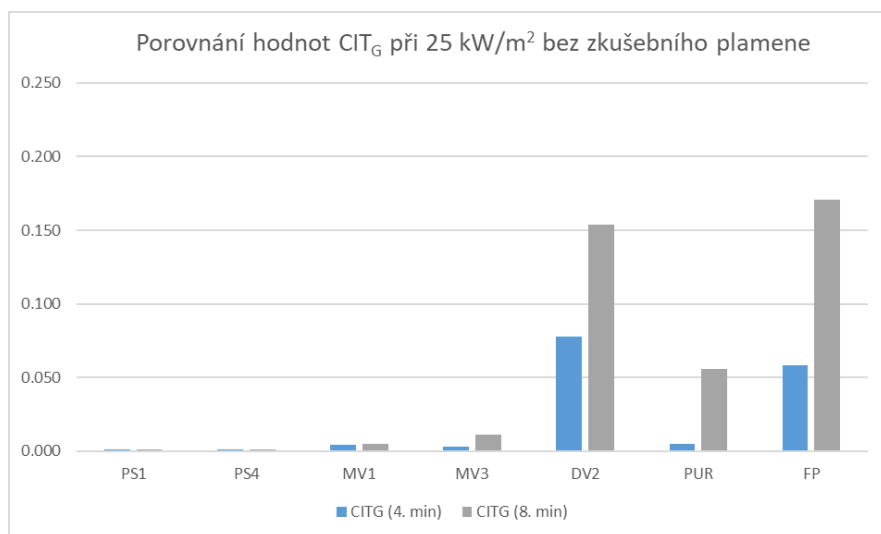
PUR-S

Vzorek s označením PUR-S byl podroben měření při 2 podmínkách. Při tepelném toku 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem se během měření vyskytly toxikanty CO, CO₂ a HCN. U jednoho měření se HCN vyskytoval po celou dobu měření, u jiných jenom v první polovině měření. Vzorky během měření krátce zahořely.

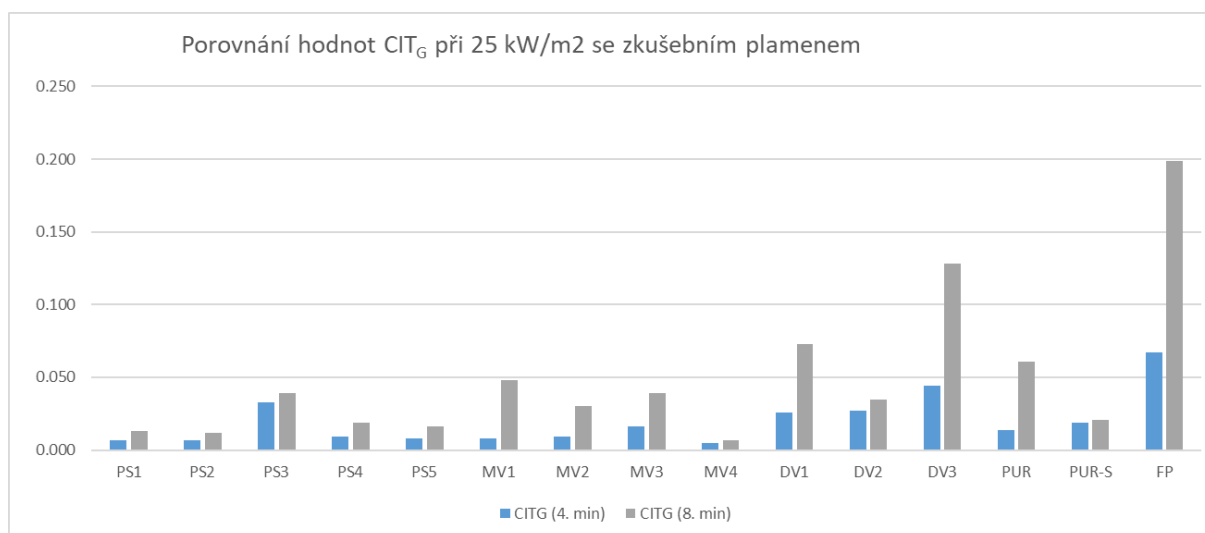
Při tepelném toku 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku se během měření vyskytly toxikanty CO, CO₂ a HCN. HCN se vyskytoval ve zplodinách hoření po celou dobu měření. Vzorky během měření krátce zahořely.

Hodnoty koncentrací CO byly u podmínek 50 kW/m^2 bez zkušebního plamínku o něco vyšší, koncentrace CO₂ byly naopak o něco vyšší mnohem vyšší u měření 25 kW/m^2 se zkušebním plamínkem.

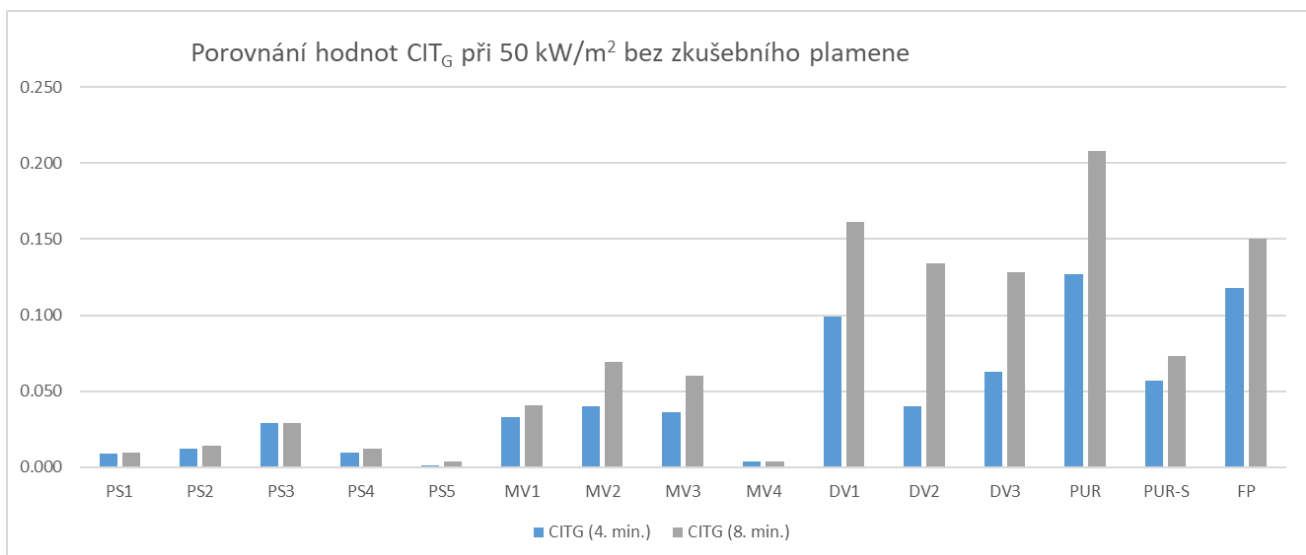
5.2 Porovnání hodnot CIT_G



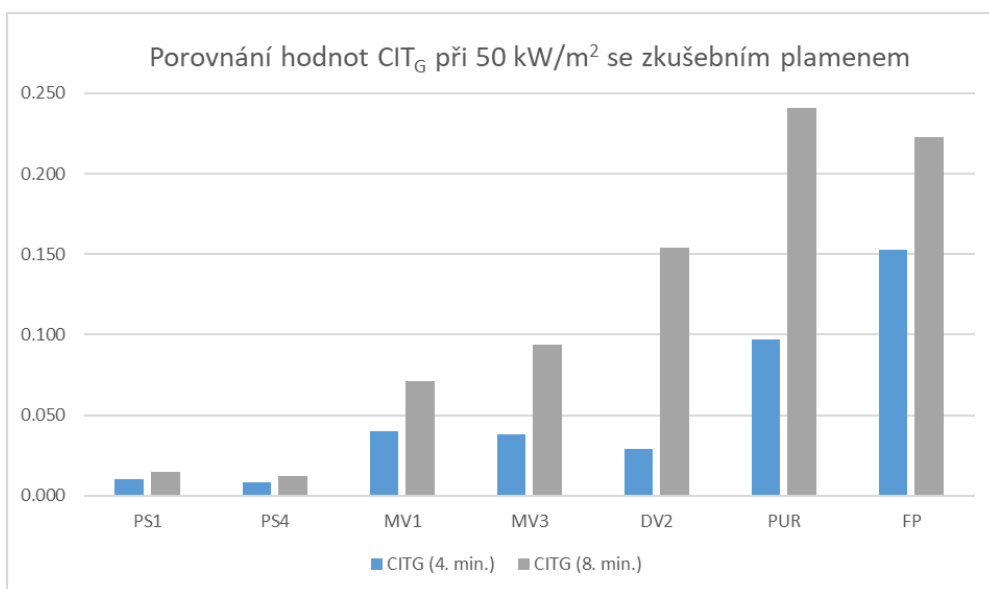
Graf 48 - Porovnání hodnot CIT_G při 25 kW/m² bez zkušební plamene



Graf 49 - Porovnání hodnot CIT_G při 25 kW/m² se zkušebním plamenem



Graf 50 - Porovnání hodnot CIT_G při 50 kW/m^2 bez zkušebního plamene



Graf 51 - Porovnání hodnot CIT_G při 25 kW/m^2 se zkušebním plamenem

6 Závěr

I když je použitá metoda pro stanovení toxicity primárně určena pro zkoušení materiálů a komponent v železniční dopravě, lze ji s úspěchem použít i pro stanovení toxicity fasádních izolantů, a to zcela určitě z hlediska identifikace vyvíjených toxikantů včetně jejich koncentrací. Konvenční index toxicity CIT_G lze brát jako měřítko toxicity, které je primárně vztažené k podmínkám požáru drážních vozidel. Výsledné hodnoty tohoto indexu všech zkoušených materiálů jsou i přes tuto skutečnost velmi nízké.

Zkoušené fasádní izolanty splnily z hlediska toxicity přísné požadavky vyplývající ze zkušebních předpisů pro železniční přepravu. Tyto požadavky jsou navíc stanovovány pro materiály a komponenty umístěné v interiéru, na rozdíl od požáru fasádních izolantů umístěných v rámci uceleného systému ETICS vně objektu. Z tohoto důvodu je v plánu se nyní zaměřit na materiály používané v rámci interiérů.

7 Seznamy

7.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 - FTIR spektrometr MATRIX-MG2	6
Obrázek 2 - Schéma zapojení jednotlivých součástí měřicí sestavy	7
Obrázek 3 - Pohled na měřicí sestavu v laboratoři včetně popisu (červeně vyznačena vyhřívaná cesta plynů)	7
Obrázek 4 - Pohled na průběh zkoušky s podmínkami 25 kW/m ² se zkušebním plamenem	9
Obrázek 5 - Pohled na vzorek PS1 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 15 x zvětšeno)	12
Obrázek 6 - Pohled na vzorek PS2 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 15 x zvětšeno)	12
Obrázek 7 - Pohled na vzorek PS3 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68 x zvětšeno)	13
Obrázek 8 - Pohled na vzorek PS4 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 25 x zvětšeno)	13
Obrázek 9 - Pohled na vzorek PS5 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 13 x zvětšeno)	14
Obrázek 10 - Pohled na vzorek MV1 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68 x zvětšeno)	14
Obrázek 11 - Pohled na vzorek MV2 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68 x zvětšeno)	15
Obrázek 12 - Pohled na vzorek MV3 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68 x zvětšeno)	15
Obrázek 13 - Pohled na vzorek MV4 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68 x zvětšeno)	16
Obrázek 14 - Pohled na vzorek DV1 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 25 x zvětšeno)	16
Obrázek 15 - Pohled na vzorek DV2 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 25 x zvětšeno)	17
Obrázek 16 - Pohled na vzorek DV3 (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 25 x zvětšeno)	17
Obrázek 17 - Pohled na vzorek PUR (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68x zvětšeno)	18
Obrázek 18 - Pohled na vzorek PUR-S (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68x zvětšeno)	18
Obrázek 19 - Pohled na vzorek FP (vpravo snímek z digitálního mikroskopu - 68x zvětšeno)	19
Obrázek 20 - Pohled na vzorky PS1 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene – nehořel, 50 kW/m ² bez zk. plamene – hořel)	20
Obrázek 21 - Pohled na vzorky PS2 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene – hořel, 50 kW/m ² bez zk. plamene – nehořel)	23
Obrázek 22 - Pohled na vzorky PS3 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene - hořel)	25
Obrázek 23 - Pohled na vzorky PS4 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene – hořel, 50 kW/m ² bez zk. plamene – nehořel)	27
Obrázek 24 - Pohled na vzorky PS5 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene – nehořel)	30
Obrázek 25 - Pohled na vzorky MV1 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene)	32
Obrázek 26 - Pohled na vzorky MV2 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene)	35
Obrázek 27 - Pohled na vzorky MV3 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene)	37
Obrázek 28 - Pohled na vzorky MV4 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene)	40
Obrázek 29 - Pohled na vzorky DV1 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene)	42
Obrázek 30 - Pohled na vzorky DV2 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene)	44
Obrázek 31 - Pohled na vzorky DV3 po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene)	47
Obrázek 32 - Pohled na vzorky PUR po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 25 kW/m ² – spodní povrch vzorku, 50 kW/m ² bez zk. plamene)	49
Obrázek 33 - Pohled na vzorky PUR-S po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene)	52
Obrázek 34 - Pohled na vzorky FP po měřeních (zleva: 25 kW/m ² se zk. plamenem, 50 kW/m ² bez zk. plamene)	54

7.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 - Referenční koncentrace toxikantů C_1	10
Tabulka 2 - Seznam vzorků	11
Tabulka 3 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS1	20
Tabulka 4 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PS1	20
Tabulka 5 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS2	23
Tabulka 6 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PS2	23
Tabulka 7 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS3	25
Tabulka 8 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PS3	25
Tabulka 9 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS4	27
Tabulka 10 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PS4	27
Tabulka 11 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS5	30
Tabulka 12 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PS5	30
Tabulka 13 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PS1	32
Tabulka 14 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro MV1	32
Tabulka 15 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro MV2	35
Tabulka 16 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro MV2	35
Tabulka 17 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro MV3	37
Tabulka 18 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro MV3	37
Tabulka 19 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro MV4	40
Tabulka 20 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro MV4	40
Tabulka 21 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro DV1	42
Tabulka 22 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro DV1	42
Tabulka 23 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro DV2	44
Tabulka 24 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro DV2	44
Tabulka 25 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro DV3	47
Tabulka 26 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro DV3	47
Tabulka 27 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PUR	49
Tabulka 28 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PUR	49
Tabulka 29 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro PUR-S	52
Tabulka 30 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro PUR-S	52
Tabulka 31 - Naměřené hodnoty sledovaných toxikantů ve 4. a 8. minutě pro FP	54
Tabulka 32 - Výsledky vypočtených hodnot CIT_G pro FP	54

7.3 Seznam grafů

Graf 1 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS1 (25 kW/m ² bez zkušebního plamene)	21
Graf 2 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS1 (25 kW/m ² se zkušebním plamenem)	21
Graf 3 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS1 (50 kW/m ² bez zkušebního plamene - vzorek nehořel)	21
Graf 4 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS1 (50 kW/m ² bez zkušebního plamene - vzorek hořel)	22
Graf 5 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS1 (50 kW/m ² se zkušebním plamenem)	22
Graf 6 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS2 (25 kW/m ² se zkušebním plamenem)	24
Graf 7 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS2 (50 kW/m ² bez zkušebního plamene - vzorek nehořel)	24
Graf 8 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS2 (50 kW/m ² bez zkušebního plamene - vzorek hořel)	24
Graf 9 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS3 (25 kW/m ² se zkušebním plamenem)	26
Graf 10 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS3 (50 kW/m ² bez zkušebního plamene)	26
Graf 11 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS4 (25 kW/m ² bez zkušebního plamene)	28
Graf 12 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS4 (25 kW/m ² se zkušebním plamenem)	28
Graf 13 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS4 (50 kW/m ² bez zkušebního plamene - vzorek nehořel)	28
Graf 14 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS4 (50 kW/m ² bez zkušebního plamene - vzorek hořel)	29

Graf 15 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS4 (50 kW/m ² se zkušební plamenem).....	29
Graf 16 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS5 (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	31
Graf 17 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PS5 (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	31
Graf 18 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV1 (25 kW/m ² bez zkušební plamene).....	33
Graf 19 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV1 (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	33
Graf 20 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV1 (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	33
Graf 21 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV1 (50 kW/m ² se zkušební plamenem).....	34
Graf 22 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV2 (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	36
Graf 23 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV2 (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	36
Graf 24 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV3 (25 kW/m ² bez zkušební plamene).....	38
Graf 25 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV3 (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	38
Graf 26 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV3 (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	38
Graf 27 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV3 (50 kW/m ² se zkušební plamenem).....	39
Graf 28 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV4 (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	41
Graf 29 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek MV4 (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	41
Graf 30 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV1 (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	43
Graf 31 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV1 (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	43
Graf 32 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV2 (25 kW/m ² bez zkušební plamene).....	45
Graf 33 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV2 (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	45
Graf 34 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV2 (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	45
Graf 35 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV2 (50 kW/m ² se zkušební plamenem).....	46
Graf 36 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV3 (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	48
Graf 37 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek DV3 (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	48
Graf 38 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR (25 kW/m ² bez zkušební plamene).....	50
Graf 39 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	50
Graf 40 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	50
Graf 41 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR (50 kW/m ² se zkušební plamenem).....	51
Graf 42 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR-S (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	53
Graf 43 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek PUR-S (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	53
Graf 44 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek FP (25 kW/m ² bez zkušební plamene).....	55
Graf 45 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek FP (25 kW/m ² se zkušební plamenem).....	55
Graf 46 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek FP (50 kW/m ² bez zkušební plamene).....	55
Graf 48 - Průběh vývinu toxikantů v čase - vzorek FP (50 kW/m ² se zkušební plamenem).....	56
Graf 49 - Porovnání hodnot CIT _G při 25 kW/m ² bez zkušební plamene.....	63
Graf 50 - Porovnání hodnot CIT _G při 25 kW/m ² se zkušební plamenem.....	63
Graf 51 - Porovnání hodnot CIT _G při 50 kW/m ² bez zkušební plamene.....	64
Graf 52 - Porovnání hodnot CIT _G při 25 kW/m ² se zkušební plamenem.....	64