

DODATEK

***k výsledkům v rámci objednávky statutárního města Ostrava
HS7772413***

Identifikace sloučenin způsobujících zápach v Hrabové



Zpracovala:

prof. Ing. Helena Raclavská, CSc.

Ostrava

Říjen 2025

Z hlediska zachování objektivity a právní nezávislosti považuji za nevhodné, aby se na zpracování posudku podílela firma, která se zároveň podílela na dodávce technologie. Takový střet zájmů může zpochybnit věrohodnost závěrů. Firma by však měla mít k posudku přístup, aby mohla vyhodnotit jeho obsah pro vlastní potřebu.

DOPLNĚNÍ PRŮBĚHU ODBĚRU VZORKU BĚHEM ZÁPACHOVÉ EPIZODY

Zápachová epizoda „označuje situaci, kdy se v určitém čase a místě vyskytne intenzivní nebo neobvyklý zápach, který je vnímaný jako rušivý, obtěžující nebo potenciálně škodlivý“. Obvykle trvá omezenou dobu (v našem případě déle než 1 hodinu) a může být spojena s konkrétní událostí nebo provozem. V průběhu studie se podařilo časově sladit trojí odběr vzorků provedený občany s paralelním měřením přímo v průmyslové zóně Hrabová. Na základě stížnosti obyvatel jsme dne 9.9. 2024 dorazili do areálu, přičemž už na rondelu v Hrabůvce byl silně vnímatelný a obtěžující zápach. Po příjezdu jsme projeli celou zónu a postupně monitorovali jednotlivé ulice pomocí přenosného analyzátoru VOC. Nejvyšší koncentrace zápachu byla zaznamenána v prostoru před vrátnicí společnosti Brembo Czech, s.r.o., v jejíž blízkosti se nachází jednotka studené plazmy. Při odběru imisí, se vzorkaři (prof. Ing. Helena Raclavská, CSc.) udělalo špatně. Na základě odborné kvalifikace v oblasti chemie jsem jako pravděpodobnou příčinu identifikovala přítomnost **kyseliny máselné (butanové)**, která má charakteristický intenzivní zápach. Následně byla kyselina máselná skutečně potvrzena analýzou TD-GC-MS v odebraných vzorcích.

V původní zprávě „Identifikace sloučenin způsobujících zápach v Hrabové“ (MMO, 2025) jsme mylně uvedli, že kyselina máselná může vznikat při zpracování brzdových destiček. Společnost Brembo Czech, s.r.o. se následně ohradila s tím, že brzdové destičky nevyrábí. V té době nás bohužel nenapadlo prověřit jiný možný zdroj, konkrétně odpadní produkty – emise ze zařízení studené plazmy alespoň na základě informací z literatury, když přímé vzorkování firmou povoleno nebylo. Jedná se o technologii, která dosud není plně prozkoumána, a odborné publikace k jejímu provozu vznikají jen obtížně, neboť obvykle vyžadují souhlas provozovatelů.

NIŽŠÍ MASTNÉ KYSELINY A PŘÍČINY JEJICH VÝSKYTU

Z hlediska plazmové chemie se vznik nižších mastných kyselin (C_2 – C_6) může odehrávat dvěma odlišnými, ale často souběžnými mechanismy: oxidací alifatických VOCs (např. alkoholů, alkenů, aromatů) a rozkladem esterů a ketonů. Typickými prekurzory jsou methylacetát, butanon, diacetyl nebo ethylbutanoát. Kyselina máselná (butanová) je přesně ten typ sloučeniny, který může vznikat jako vedlejší produkt rozkladu VOCs při použití studené plazmy, zejména v prostředí bohatém na uhlovodíky a kyslíkové radikály.

Při působení studené plazmy na VOCs dochází primárně k oxidaci uhlíkatého řetězce, což vede ke vzniku jednoduchých aldehydů (např. formaldehyd, acetaldehyd) a karboxylových kyselin (např. octová, propionová, máselná, benzoová). Tyto sloučeniny představují hlavní produkty iniciální oxidace, zejména při dostatečné koncentraci reaktivních druhů ($\bullet OH$, O_3 , e^- , UV), které iniciují následující chemické reakce (viz *Tabulka 1*).

Sekundární produkty vznikají následně, a to buď nedokončenou oxidací (např. při nízkém výkonu plazmy nebo krátké době expozice), rekombinací fragmentů (např. vznik esterů z kyselin a alkoholů), nebo rozkladem složitějších prekurzorů (např. polymerů, plastifikátorů, dusíkatých VOCs). O tom, zda převládnu primární nebo sekundární produkty, rozhoduje typ plazmy (nanosekundová vs. mikrosekundová), energetická hustota (Wh/m^3), složení emisí (např. přítomnost esterů, aromatů, dusíkatých sloučenin), obsah kyslíku a vody (ovlivňuje tvorbu $\bullet OH$ a O_3), geometrie a průtok reaktoru (časová dostupnost reaktivních druhů).

Tabulka 1 Procesy probíhající působením studené plazmy

Proces	Popis účinku plazmy	Příklad prekurzoru	Výsledný produkt / efekt
<i>Štěpení</i>	Rozklad C–C, C–H, C–O vazeb	Toluene	Benzoová kyselina + C ₂ –C ₄ fragmenty
<i>Oxidace</i>	Přeměna fragmentů na aldehydy, ketony, kyseliny	Butanol	Kyselina másečná, butanová (C ₄)
<i>Dehalogenace</i>	Odštěpení Cl, Br, F z halogenovaných VOCs	Trichlorethylen	Vinylacetát + CO ₂
<i>Rozklad</i>	Kompletní nebo částečný rozpad molekuly	Limonen Ftaláty	Aceton, kyselina propionová Rozklad na kyselinu ftalovou + alkohol
<i>Fragmentace</i>	Rozpad řetězce na menší jednotky	Hexen	C ₂ –C ₆ kyseliny, aldehydy
<i>Transformace</i>	Přeměna funkčních skupin	Ethylacetát	Kyselina octová (CH ₃ COOH)
<i>Radikálová reakce</i>	Iniciace oxidace přes •OH, O ₃ , e ⁻	Diacetyl	Kyselina octová + acetátové fragmenty
<i>Mineralizace</i>	Úplná oxidace na CO ₂ , H ₂ O	Ethanol	CO ₂ + H ₂ O

Indikace neúplné oxidace nebo přítomnosti specifických prekurzorů

Při aplikaci studené plazmy na organické emise dochází k oxidaci, fragmentaci a rekombinaci výchozích látek. Výsledné VOC lze seskupit podle funkčních skupin a zpětně propojit s pravděpodobnými prekurzory a typem reakce:

- **Aldehydy a ketony** (např. benzaldehyd, hexanal, 2,3-pentanedion) vznikají oxidací alkenů, aromatických methylových skupin nebo sekundárních alkoholů. Např. toluen → benzaldehyd; hexen → hexanal.
- **Karboxylové kyseliny** (např. kyselina másečná, propionová, benzoová) vznikají hlubší oxidací aldehydů. Např. butanal → kyselina másečná; benzaldehyd → kyselina benzoová. *Tento přechod je klíčovým indikátorem hloubky oxidace.*
- **Estery** (např. benzoáty, formiáty) vznikají esterifikací alkoholů a kyselin v přítomnosti plazmových radikálů.
- **Thiopeny a benzo[b]thiopheny** vznikají fragmentací ligninu, sírných aminokyselin nebo rekombinací PAH se sírou. Např. lignin → thiopen.
- **Nitrily a isokyanáty** (např. butanenitril, isokyanová kyselina) vznikají oxidací aminů, močoviny nebo dusíkatých VOC. Např. cyklohexylamin → isokyanatocyklohexan.
- **Furany a laktony** (např. furaldehyd, furanony) vznikají oxidací sacharidů, ligninu nebo aromatických prekurzorů. Např. sacharidy → furan → furaldehyd.
- **Triaziny, pyrroly, dusíkaté heterocykly** vznikají cyklizací a aromatizací dusíkatých fragmentů, např. z proteinů nebo aminosloučenin.
- **Alkeny a alkany** (např. 2-methyl-1-penten, pentan) vznikají fragmentací vyšších uhlovodíků nebo dehydrogenací alifatických VOC.

Tato klasifikace umožňuje zpětně odhadnout původ plazmových produktů a využít je jako indikátory účinnosti oxidace, zápachového profilu nebo toxikologického rizika. Sloučeniny jako kyselina másečná, isokyanová nebo furaldehyd jsou zvláště vhodné jako cílové markery pro screening a olfaktometrii. Aldehydy se při plazmové oxidaci postupně mění na mastné karboxylové kyseliny, což lze využít jako indikátor hloubky oxidace. Například:

- **Hexanal** → hexanoová kyselina
- **Benzaldehyd** → benzoová kyselina
- **Butanal** → kyselina másečná (butanoová)
- **Propanal** → kyselina propionová (propanoová).

Tento přechod je doprovázen změnou zápachového profilu (z ostrého aldehydového na zkažený kyselinový) i toxikologických vlastností. Mastné kyseliny jako kyselina máselná (butanová) jsou zápachově výrazné a zároveň dráždivé, což z nich činí vhodné cílové markery pro olfaktometrii i screening. Sloučeniny jako furaldehyd, thiopheny, isokyanáty nebo triaziny jsou rovněž relevantní pro sledování účinnosti plazmového čištění, a to jak z hlediska zápachu, tak zdravotních rizik. Jejich přítomnost či pokles lze interpretovat jako známku pokročilé oxidace nebo fragmentace aromatických VOC.

VÝSLEDKY STUDIA CHEMICKÝCH SLOUČENIN POCHÁZEJÍCÍCH ZE STUDENÉ PLAZMY V LITERATUŘE

Ačkoli je studená plazma široce využívána pro účely dezodorace, při nevhodném nastavení procesních parametrů nebo při neúplné oxidaci těkavých organických látek (VOC) může docházet ke vzniku pachově aktivních meziproductů. Mezi nejčastěji identifikované sloučeniny patří nízkomolekulární aldehydy (např. formaldehyd, acrolein), ketony a karboxylové kyseliny, které mohou mít výrazný senzorický dopad. Plazma navíc generuje reaktivní dusíkaté látky (např. NO_x, NH₃), které rovněž přispívají ke vzniku zápachu. Tyto jevy byly popsány ve studiích zaměřených na průmyslové aplikace plazmové technologie, včetně úpravy emisí z lakoven a biologických substrátů (Bok et al., 2024; Van Heesch et al., 2024).

Podobné výsledky uvádí Guo et al. (2022), kteří při plazmové degradaci rozpouštědel a laků identifikovali vznik karboxylových kyselin, včetně nižších mastných kyselin jako je octová, propionová a máselná. Jejich konkrétní složení závisí na výchozí struktuře přítomných VOCs a na podmínkách oxidace. Mechanismus vzniku těchto kyselin byl doložen v různých systémech — od fermentace kalu (Wang et al., 2022), přes oxidaci lipidů (Qin et al., 2025), až po rozklad VOCs z lakoven (Guo et al., 2022).

DOPLNĚNÍ INFORMACÍ

V původní zprávě pro MMO je uvedena *Tabulka 18*, která porovnávala koncentrace potenciálně zapáchajících sloučenin během zápachové epizody zaznamenané před vrátnicí společnosti Brembo Czech s.r.o. a v přilehlé obytné zóně. Měření probíhala paralelně a tabulka byla tehdy zveřejněna ve zkrácené podobě, zaměřené výhradně na identifikaci pachově aktivních sloučenin.

V aktuální verzi tohoto doplňku uvádíme tabulku v plném rozsahu (viz *Příloha 1*), přičemž nově vyznačujeme pravděpodobný původ jednotlivých identifikovaných sloučenin — tedy zda mohou pocházet z technologie studené plazmy, nebo z jiných zdrojů. Z celkového počtu 225 sloučenin identifikovaných během zápachové události lze u 43 předpokládat, že vznikly jako výstup plazmového procesu. Dalších 40 sloučenin může mít alternativní původ, například z technologických emisí, biologického rozkladu nebo sekundárních atmosférických reakcí.

V *Tabulce 2* je uveden výčet sloučenin detekovaných v období zápachové události, přičemž seznam je omezen pouze na ty látky, u nichž byl v literatuře nebo databázích doložen vznik během aplikace studené plazmy.

Tabulka 2 Přehled sloučenin identifikovaných během zápachové události včetně jejich vlastností.

Skupina chemických sloučenin	Název sloučeniny	Vznik při technologii studené plazmy	Zápachová aktivita	Zdravotní riziko	Poznámka
Aldehydes, ketones, lactones	Benzaldehyd	☑ potvrzený	Δ ~sladký	⚠ senzibilizace	aromatický aldehyd
	Benzaldehyd, hydroxy-deriváty	☑ potvrzený	Δ ~balzámový	⚠ cytotoxicita	fenolické aroma
	Decanal	☑ potvrzený	Δ ~voskový	-	dlouhořetězcový aldehyd
	Hexanal	☑ potvrzený	Δ ~zelený	-	travní tón
	Pentanal	☑ potvrzený	Δ ~ostrý	-	krátkoretězcový aldehyd
	2,3-Pentanedion	☑ potvrzený	Δ ~máslový	⚠ neurotoxicita	diketony
	3-Heptanon	☑ potvrzený	Δ ~ovocný	-	keton středního řetězce
	3-Hexanon	☑ potvrzený	Δ ~ovocný	-	keton středního řetězce
	Ethanone, 1-(3-hydroxyphenyl)-	☑ potvrzený	Δ fenolický	⚠ cytotoxicita	aromatický keton
	1(3H)-Isobenzofuranone	☑ potvrzený	Δ -laktonový	⚠ mutagenita	cyklický lakton
	2(5H)-Furanone	☑ potvrzený	Δ ~karamelový	⚠ cytotoxicita	laktonový VOC
	3-Furaldehyd	☑ potvrzený	Δ ~pražený	⚠ senzibilizace	furanový aldehyd
	Isophthalaldehyd	☑ potvrzený	Δ ostrý	⚠ dráždivý	aromatický dialdehyd
Carboxylic acids and esters	Kyselina máslá (butanová)	☑ potvrzený	⚠ +křehký	⚠ dráždivý	krátkoretězcová mastná kyselina
	Kyselina mravenčí	☑ potvrzený	⚠ +štiplavý	⚠ korozivní	silné reaktivní, metabolická acidóza
	Kyselina benzoová	☑ potvrzený	Δ slabý	-	běžná aromatická kyselina
	Propanoic acid, anhydride	☑ potvrzený	Δ ~ostrý	⚠ dráždivý	anhydrid karboxylové kyseliny
	Benzoic acid, ethyl ester	☑ potvrzený	Δ ~ovocný	-	ester benzoové kyseliny
	Benzoic acid, methyl ester	☑ potvrzený	Δ ~sladký	-	ester benzoové kyseliny
	Benzoic acid, 2-hydroxy-, ethyl ester	☑ potvrzený	Δ ~balzámový	⚠ fenolický ester	derivát kyseliny salicylové
	Benzoic acid, 4-hydroxy-3-methoxy-, methyl ester	☑ potvrzený	Δ ~vanilkový	⚠ fenolický ester	derivát kyseliny vanilové
	Vinyl 2-ethylhexanoate	☑ potvrzený	Δ ~esterový	⚠ málo dat	ester vyšší karboxylové kyseliny
	Formic acid, 1-methylethyl ester	☑ potvrzený	Δ +štiplavý	⚠ dráždivý ester	ester kyseliny mravenčí
	Formic acid, decyl ester	☑ potvrzený	Δ ~mastný	⚠ málo dat	ester kyseliny mravenčí
	Terephthalic acid, methyl vinyl ester	⚠ teoretický	Δ slabý	-	polymerní migrace
Thiophene and benzo[b]thiopheny	Thiophene	☑ potvrzený	Δ +sirný	⚠ málo dat	heterocyklický VOC, vzniká při pyrolyze ligninu
	Thiophene, 2-methyl-	☑ potvrzený	Δ +sirný	⚠ podezření na hepatotoxicitu	alkylovaný derivát
	Thiophene, 2,3-dimethyl-	⚠ teoretický	Δ +slabě sirný	⚠ málo dat	teoretický možný produkt alkylace
	Thiophene, 3,4-dimethyl-	⚠ teoretický	Δ +slabě sirný	⚠ málo dat	nepravděpodobný bez specifických podmínek
	Thiophene, 3-ethyl-	⚠ teoretický	Δ +slabě sirný	⚠ málo dat	ethylace thiophenu není běžná
	Benzo[b]thiophene, 2-ethyl-	☑ potvrzený	Δ +PAH-jako sirný	⚠ podezření na karcinogenitu	strukturálně podobný PAH
Nitriles, Isocyanates, and Nitrogenous VOCs	Butanenitrile, 2-methylene-	☑ potvrzený	Δ +ostrý	⚠ neurotoxicity	nitril, CNS účinky
	Pentanenitrile	☑ potvrzený	Δ +ostrý	⚠ neurotoxicity	nitril, málo dat
	Propanenitrile, 2-hydroxy-	☑ potvrzený	Δ ostrý	⚠ dráždivý	hydroxy-nitril
	Cyanogen	☑ potvrzený	Δ +ostrý, toxický	⚠ inhibice dýchání	vysoce toxický plyn
	Isocyanic acid	☑ potvrzený	Δ +štiplavý	⚠ senzibilizátor	astmatogenní účinky
	Isocyanatocyclohexane	☑ potvrzený	Δ +ostrý	⚠ senzibilizátor	alifatický isokyanát
	Diffuoroisocyanatophosphine	⚠ teoretický	Δ +extrémní	⚠ extrémně toxický	málo dat, podezření na systémovou toxicitu
	2,4-Dimethoxyphenyl isocyanate	⚠ teoretický	Δ fenolický	⚠ senzibilizace	aromatický isokyanát
	Ethenamine, N-methylene-	☑ potvrzený	Δ slabý	⚠ málo dat	duškatý amin
Alkanes and alkenes	3-Aminocrotonitrile	☑ potvrzený	Δ ostrý	⚠ duškatý VOC	nitril + amin
	4-Cyclopentene-1,3-dione	☑ potvrzený	Δ ketonový	⚠ cytotoxicita	diketon, reaktivní
	1-Heptadecene	☑ potvrzený	Δ slabý	-	dlouhořetězcový alken
	1-Nonene, 4,6,8-trimethyl-	☑ potvrzený	Δ slabý	-	rozvětvený alken
	2-methyl-1-pentene	☑ potvrzený	Δ +ostrý	⚠ dráždivý	nízkomolekulární alken
	3-Ethyl-2-hexene	☑ potvrzený	Δ ~ovocný	-	středně těžký alken
	3-Heptene, 3-methyl-	☑ potvrzený	Δ slabý	-	alken středního řetězce
	Pentane	☑ potvrzený	Δ +benzinový	⚠ CNS účinky	těkvavý alkan
	Pentane, 3,3-diethyl-	☑ potvrzený	Δ +benzinový	⚠ CNS účinky	rozvětvený alkan
Triazines and heterocycles	Propane, 1-chloro-2-nitro-	⚠ teoretický	Δ +technický	⚠ málo dat	halogenovaný nitroalkan
	Propane, 2-methyl-1-nitro-	⚠ teoretický	Δ +technický	⚠ málo dat	nitroalkan
	1,3,5-Triazine	☑ potvrzený	Δ +duškatý	⚠ cytotoxicita	heterocyklický VOC
	1,2,4,5-Tetrazine	☑ potvrzený	Δ +duškatý	⚠ cytotoxicita	reaktivní cyklus
	3H-1,2,4-Triazol-3-one	☑ potvrzený	Δ slabý	⚠ málo dat	duškatý heterocyklus
	1H-Pyrazole, 4,5-dihydro-1,5-dimethyl-	☑ potvrzený	Δ slabý	⚠ málo dat	duškatý VOC
	1H-Pyrrrole, 2-methyl-	☑ potvrzený	Δ +zeměný	⚠ málo dat	aromatický heterocyklus
	1H-Pyrrrole, 3-methyl-	☑ potvrzený	Δ +zeměný	⚠ málo dat	aromatický heterocyklus
	3-Methylpyridazine	☑ potvrzený	Δ slabý	⚠ málo dat	duškatý VOC
Cyclic Ethers and Carbonates	1,3-Dioxolane	☑ potvrzený	Δ slabý	-	etherový VOC
	1,3-Dioxolan-2-one	☑ potvrzený	Δ slabý	-	cyklický karbonát
	Propylene carbonate	☑ potvrzený	Δ slabý	-	elektrolytový prekurzor
Phenols, Stabilizers, and Aromatic Aldehydes	2,4-Di-tert-butylphenol	☑ potvrzený	Δ fenolický	⚠ endokrinní disruptor	antioxidant, stabilizátor
	3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde	☑ potvrzený	Δ fenolický	⚠ cytotoxický	antioxidant, fenolický aldehyd
	Benzaldehyde, 2-hydroxy-	☑ potvrzený	Δ ~sladký	⚠ senzitizer	derivát salicylaldehydu
	Benzaldehyde, 3-hydroxy-4-methoxy-	☑ potvrzený	Δ ~jako vanilka	⚠ fenolický	aldehyd podobný vaniliinu
	Benzaldehyde, 4-hydroxy-	☑ potvrzený	Δ ~sladký	⚠ senzitizer	para-
	Furan, 2-methyl-	☑ potvrzený	Δ +spálený, sladký	⚠ cytotoxic	produkt pyrolyzy
Furans and Derivatives	Furan, 3-phenyl-	☑ potvrzený	Δ aromatický	⚠ málo dat	aromatický furan
	3-Furaldehyde	☑ potvrzený	Δ ~pražený	⚠ senzitizer	aldehyd furanu
	1-Hexanol, 2-ethyl-	☑ potvrzený	Δ ~mastný	-	alifatický alkohol
Aliphatic Alcohols and Amines	4-Amino-1-butanol	⚠ teoretický	Δ jemný	⚠ málo dat	aminoalkohol
	Methacrylic anhydride	⚠ teoretický	Δ +štiplavý	⚠ dráždivý	reaktivní anhydrid
	Diffuoroisocyanatophosphine	⚠ teoretický	Δ +extrémní	⚠ vysoce toxický	reaktivní isokyanát-fofin
Special VOCs and Reactive Compounds	Isocyanic acid	☑ potvrzený	Δ +štiplavý	⚠ senzibilizátor	astmatogenní VOC
	Isocyanatocyclohexane	☑ potvrzený	Δ +štiplavý	⚠ senzibilizátor	alifatický isokyanát
	p-Terphenyl	⚠ teoretický	Δ slabý	⚠ PAH	optický zjasňovač
Aromatic Polycyclic Hydrocarbons (PAH-like) and Their Derivatives	1-Phenanthrenecarboxaldehyde...	⚠ teoretický	Δ aromatický	⚠ PAH	polycyklický aldehyd
	Hexanol	☑ potvrzený	Δ ~mastný	⚠ mírné	vzniká oxidací alkenů
	2-Ethyl-1-hexanol	☑ potvrzený	⚠ +štiplavý, těžký	⚠ senzibilizátor	běžný ve stavebních emisích
Aliphatic Alcohols	1-Butanol	☑ potvrzený	Δ ~alkoholový	⚠ mírné	prekurzor butanolu
	1-Propanol	☑ potvrzený	Δ ~alkoholový	⚠ mírné	prekurzor propanolu
	2-Propanol (isopropanol)	☑ potvrzený	Δ ~dezinfekční	⚠ mírné	běžný ve VOC směsích
	4-Amino-1-butanol	⚠ teoretický	Δ slabý	⚠ málo dat	aminový alkohol

Poznámka: Hodnocení zdravotního rizika a zápachové aktivity vychází z kombinace údajů dostupných v odborné literatuře, toxikologických databázích (např. PubChem, HSDB, ECHA - European Chemicals Agency), HSDB (Hazardous Substances Data Bank), PubChem, TOXNET a olfaktometrických studií zaměřených na VOCs v průmyslovém prostředí (viz Mu a Williams, 2022; He et al., 2023; Van Heesch et al., 2024).

ZÁVĚR

Doplněná identifikace sloučenin, které mohou pocházet z procesu studené plazmy a vychází z literárních údajů, prokazatelně potvrzuje, že během zápachové události dominovaly nižší mastné kyseliny – zejména kyselina máselná (butanová). Současně však byly ve spektru identifikovaných látek zachyceny i sloučeniny typické pro původní emise, například z rozpouštědel a změkčovadel (plasticizérů). *Výskyt kyseliny máselné v emisním spektru naznačuje, že oxidace nebyla plně dokončena, což vyvolává otázku, zda bylo zařízení studené plazmy v daném období provozováno v optimálním režimu.*

Tato zjištění představují důležitý podnět pro další interpretaci situace. Je zřejmé, že bez kontinuálního (on-line) monitoringu VOCs na výstupu z plazmového systému – ideálně doplněného o měření na vstupu a kombinovaného s olfaktometrickým hodnocením – nelze získat spolehlivý obraz o příčinách výkyvů ani o dlouhodobé stabilitě emisí. Právě takový přístup je nezbytný pro objektivní posouzení účinnosti technologie a jejího vlivu na okolní prostředí.

DOPORUČENÍ

Tento námi dodatečně doložený výsledek jednoznačně ukazuje, že zapojení subjektu, který dodával technologii, není vhodné pro objektivní posouzení příčin zápachu v průmyslové zóně Hrabová. Pro řešení této situace doporučujeme provést kontrolní měření nezávislou odbornou skupinou, a to za současného zapojení olfaktometrických měření a odběrů vzorků VOC, ideálně s následnou analýzou metodou TD-GC-MS, která již byla v minulosti úspěšně použita. Součástí tohoto postupu by mělo být rovněž nezávislé modelování šíření emisí pomocí systému SYMOS, například ve spolupráci s organizací typu E-Expert, s.r.o. Teprve takto získaná data mohou sloužit jako relevantní podklad pro zpracování dokumentace EIA.

LITERATURA

- Bok, J., Choi, J., Lee, S., Lim, T.H., Jang, Y., 2024. Antibacterial and deodorizing effects of cold atmospheric plasma-applied electronic deodorant. *Scientific Reports* 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53285-9>
- Guo, H., Wang, Y., Liao, L., Li, Z., Pan, S., Puyang, C., Su, Y., Zhang, Y., Wang, T., Ren, J., Li, J., 2022. Review on remediation of organic-contaminated soil by discharge plasma: Plasma types, impact factors, plasma-assisted catalysis, and indexes for remediation. *Chemical Engineering Journal* 436, 135239. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.135239>
- He, Y., Shen, J., Alharbi, N.S., Chen, C., 2023. Volatile organic compounds degradation by nonthermal plasma: a review. *Environmental Science and Pollution Research* 30, 32123-32152. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25524-5>
- Mu, Y., Williams, P.T., 2022. Recent advances in the abatement of volatile organic compounds (VOCs) and chlorinated-VOCs by non-thermal plasma technology: A review. *Chemosphere* 308, 136481. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.136481>
- Qin, X., Chen, M., He, B., Chen, Y., Zheng, Y., 2025. Role of short-chain fatty acids in non-alcoholic fatty liver disease and potential therapeutic targets. *Frontiers in Microbiology* 16. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1539972>
- Van Heesch, E.J.M., Huiskamp, T., Yan, K., Beckers, F.J.C.M., Smulders, H.W.M., Winands, G.J.J., Lemmens, R.H.P., Blom, P.P.M., Segura, S.D., Hoeben, W.F.L.M., Van Paasen, S.V.B., Van Oorschot, J.J., Bonkestoter, A.G.A., Van Den Brand, M.L.J., Hennink, M., Smulders, R.W.J., Pemen, A.J.M., Van Der Laan, P.C.T., 2024. Pulsed processing by cold plasma, applied to industrial emission control. *Frontiers in Chemistry* 12. <https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1386055>
- Zhu, X., Huang, H., He, Y., Wang, X., Jia, J., Feng, X., Li, D., Li, H., 2022. A preliminary study on the feasibility of industrialization for n-caproic acid recovery from food wastewater: From lab to pilot. *Bioresource Technology* 366, 128154. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128154>

PŘÍLOHA 1 ROZDĚLENÍ SLOUČENIN PODLE JEJICH SPOLEČNÉHO VÝSKYTU

Tabulka 1 Rozdělení sloučenin podle jejich pravděpodobného původu jednotlivých identifikovaných sloučenin pozadí Ostrava-Hrabůvka × Brembo × obytná zóna (µg/m³).

Identifikovaná sloučenina (µg/m³)	O-Hrabůvka bez zápachu		BREMBO, Czech s.r.o.			Obytná zóna		Možný původ sloučeniny
	09.01.2025	28.01.2025	09.09.2024	19.10.24	22.10.24	09.09.2024	19.10.2024	
.alpha.-Methylstyrene	0.074	0.160	0.269	0.874	0.652	0.241	0.412	Migrace z polymerních směsí, rozklad styrenových materiálů a plazmovou oxidací alkenylbenzenů.
[1,1':3',1''-Terphenyl]-4'-ol			0.013	0.066	0.055	0.015	0.140	Indikátor migrace z polymerních stabilizátorů, luminoforů, antioxidantů nebo jako produkt fragmentace PAH-like struktur.
1-(2-Hydroxyethyl)-1,2,4-triazole			0.027	0.063	0.032	0.029	0.017	Indikátor migrace z korozních inhibitorů, biocidních přísad a dusíkatých heterocyklů.
1(3H)-Isobenzofuranone			0.104	0.506	0.441	0.189	0.125	Migrace z polymerních směsí, přírodní i syntetické zdroje a plazmovou oxidací ftalových struktur.
1,1,4,5,6-Pentamethyl-2,3-dihydro-1H-indene	0.172		0.765	1.541	1.325	0.458	0.796	Polymerní stabilizátory, antioxidanty. Nátérové hmoty
1,1':3',1''-Terphenyl, 5'-phenyl-			0.032	0.105	0.136	0.023	0.065	Migrace z polymerních stabilizátorů, luminoforů, optických materiálů a plazmovou fragmentací aromatických VOC. Termická degradace PAH-like směsí
1,2,4,5-Tetrazine		0.037	0.017	0.087	0.096	0.017	0.032	Může vznikat v dusíkatých plazmových systémech jako produkt cykličační kondenzace: fragmentace+rekombinace
1,2,4,5-Tetrazine, 3,6-dimethyl-		0.015	0.025	0.241	0.302	0.010	0.156	Cyklická kondenzace dusíkatých radikálů - studená plazma
1,2-Benzenedicarboxylic acid, dinonyl ester (di-nonyl ftalát)			0.263	0.372	0.277	0.204	0.136	Migrace z plastifikátorů, polymerních směsí a plazmovou oxidací esterových VOC
1,2-Benzenediol, o-(4-methoxybenzoyl)-o'-(5-chlorovaleryl)-			0.016	0.201	0.396	0.021	0.132	Marker migrace z polymerních stabilizátorů, nebo jako produkt fragmentace komplexních esterů.
1,2-Ethanediol			0.290	0.370	0.590	0.125	0.085	Migrace z polymerních směsí, zvlhčovačů, čisticích prostředky. Vzniká při plazmové oxidaci z 1,3-Dioxolan-2-one, PEG, estery a dioxolane
1,2-Ethanediol, diformate -ethylene glycol diformate			0.985	2.960	3.020	0.805	0.541	Oxidace ethylenglykolu + HCOOH → diformát při studené plazmě. Migrace z modifikovaných polyetherů
1,2-Ethanediol, monobenzoate			0.190	0.302	0.326	0.211	0.089	Polární VOC s nízkoutěkavostí. Plazmová oxidace glykolových esterů.
1,2-Ethanediol, monoformate			0.184	0.990	0.840	0.580	0.085	Může vznikat jako produkt plazmové oxidace následujících prekurzorů: ethylenglykol + kyselina mravenčí, EC, DMC, PEG, formaldehyd + glykolové radikály
1,3,5-Triazine			0.052	0.074	0.014	0.012	0.005	Při plazmové oxidaci amidinových, guanidinových nebo nitrilových prekurzorů
1,3-Benzenediol, monobenzoate			0.294	0.423	0.935	0.252	0.105	UV stabilizátor, antioxidant a inhibiční přísada v polymerních materiálech.
1,3-Dioxolan-2-one			0.541	9.482	1.320	0.346	0.254	Plazmovou oxidací karbonátových esterů. Rozpouštědlo
1,3-Dioxolane			0.252	7.693	1.530	0.639	0.854	Rozpouštědlo, čisticí prostředky. Plazmové oxidace etherových VOC (PEG, PPG).
1,4-Dioxane	0.060	0.034	2.973	0.752	0.107	0.202	0.137	Rozklad PEG, PPG, rozpouštědel
1-Decanamine, N-decyl-N-methyl-			0.074	0.254	0.365	0.063	0.254	Plastifikátory a plazmová oxidace alifatických aminů
1-Heptadecene	0.197		0.156	0.145	0.203	0.163	0.220	Emise z ropných produktů - palivo, maziva. Plazmová oxidace dlouhořetězcových alkenů.
1-Hexanol, 2-ethyl-	0.148	0.717	11.485	6.607	17.860	11.630	2.010	Plastifikátory, migrace z podlahovin. Plazmová oxidace alifatických alkoholů.
1H-Indene, 3-ethenyl-2,3-dihydro-1,1-dimethyl-			0.185	0.087	0.081	0.074	0.036	Spalování uhlí a biomasy (jehličnanů). Může vznikat při studené plazmě z 1,3-dimethylstyren nebo z lýkovaných alkenů
1H-Pyrazole, 4,5-dihydro-1,5-dimethyl-	0.064		0.077	0.784	0.562	0.065	0.033	Může vznikat jako produkt plazmové oxidace alifatických dusíkatých prekurzorů, zejména hydrazinových derivátů nebo diaminoalkenů. Prekurzor pesticidů a herbicidů
1H-Pyrrole, 2-methyl-	0.045		0.063	0.056	0.038	0.052	0.081	Spalování biomasy, plazmovou oxidací dusíkatých heterocyklů.
1H-Pyrrole, 3-methyl-		0.062	0.039	0.214	0.452	0.054	0.021	Spalování biomasy, plazmová oxidace pyrrolu → aldehydy, nitrily, CO ₂
1-Nonene, 4,6,8-trimethyl-			0.085	0.029	0.066	0.041	0.041	Výfukové emise, odparů z paliv a plazmová oxidace alkenů
1-Pentanone, 1-(2-furanyl)-			0.038	1.450	1.590	0.063	0.136	Spalování biomasy, migraci z aromatických přísad a plazmovou oxidací furanových VOC
1-Propanone, 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-		0.072	1.020	2.470	3.310	1.870	0.680	Spalovací procesy
1-Phenanthrenecarboxaldehyde, 1,2,3,4,4a,9,10,10a-octahydro-1,4a-dimethyl-7-(1-methylethyl)-, [1R-(1.alpha.,4a.beta.,10a.alpha.)]-			0.053	0.017	0.021	0.058	0.013	Emise z pryskyřic a spalování jehličnanů, ale i plazmovou oxidací fenanthrenoidních aldehydů
2(SH)-Furanone	0.343	0.051	1.360	1.880	2.300	0.410	0.632	Spalování biomasy, plazmová oxidace furanových VOC
2,3-Pentanedione			0.145	0.141	0.112	0.124	0.345	Pyrolyza biomasy. Plazmová oxidace karbonylových VOC.
2,4-Di-tert-butylphenol	0.064		1.185	0.162	0.085	0.201	0.096	Oxidace polymerních stabilizátorů a plazmovou transformací fenolických VOC.
2,4-Dimethoxyphenyl isocyanate			0.321	0.400	0.800	0.325	0.236	Migrace z polymerních aditiv, plazmová transformace aromatických izokyanátů
2,4-dimethylheptane			0.704	1.020	1.140	0.632	0.201	Výfukové emise, odparů z paliv a plazmová oxidace alkanů
2,4-dimethylhexane			0.396	0.941	0.854	0.287	0.411	Benzín, rozpouštědla, ale i plazmové oxidace alkanů.
2-(4'-Methoxyphenyl)-2-(3'-methyl-4'methoxyphenyl)propane			0.130	0.600	0.410	0.300	0.263	Polymerní aditiva: antioxidanty, změkčovačů, stabilizátorů
2-Butenoic acid, ethyl ester, (E)-			0.852	1.320	1.140	0.874	0.693	Oxidace nenasyčených esterů → aldehydy, epoxidy ve studené plazmě
2-Hydroxyethyl methacrylate (HEMA)			0.285	0.263	0.325	0.365	0.325	UV-nátěry, lepidla
2-methyl-1-pentene			0.234	0.741	0.963	0.451	0.214	Součást benzínu, nafty a rozpouštědel. Možná tvorba při aplikaci studené plazmy oxidací alkenů → epoxidy, karbonylové deriváty
2-Propanone, 1-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-			0.144	0.041	0.211	0.096	0.058	Spalování biomasy nebo oxidace guaicylových VOC → keton
3,5-di-tert-Butyl-4-hydroxybenzaldehyde			0.067	0.032	0.028	0.054	0.036	Produkt oxidace BHT v prostředí s ozonem, UV zářením nebo plazmou
3-Aminocrotononitrile			0.326	0.604	0.325	0.196	0.062	Plazmová nitrilace nebo degradace dusíkatých VOC
3-Ethyl-2-hexene			0.652	0.354	0.285	0.365	0.289	Součást benzínů. Studená plazma při oxidaci alkenů → epoxidy, karbonylové deriváty
3-Furaldehyde			0.136	0.785	0.856	0.852	0.325	Spalování biomasy nebo oxidace furanu → 3-furaldehyd, 2-furaldehyd studenou plazmou
3H-1,2,4-Triazol-3-one, 1,2-dihydro-			0.034	0.026	0.053	0.085	0.037	Může vznikat oxidací triazolů ve studené plazmě.
3-Heptene, 3-methyl-			0.125	1.540	1.685	0.112	0.214	Produkt spalování biomasy a nebo plazmové oxidace alkenů.
3-Heptanone	0.031		0.565	2.390	0.365	0.896	0.200	Spalování biomasy, rozklad lipidů ale i produkt oxidace alfatických VOC studenou plazmou
3-Hexanone	0.293	0.501	0.137	1.054	0.299	0.506	0.164	Spalování biomasy ale i produkt oxidace alifatických VOC → ketony ve studené plazmě
3-Methylpyridazine	0.016	0.454	0.163	0.236	0.127	0.289	0.135	Transformace pyridazinů → oxidované deriváty při studené plazmě
3-Penten-2-one			0.485	0.254	0.127	0.254	0.095	Primární nebo sekundární produkt oxidace nenasyčených VOC.
4,7-dimethylundecane			0.478	1.630	1.850	0.574	0.196	Vedlejší produkt rozkladu lipidů, vosků, maziv nebo syntetických polymerů
4-Amino-1-butanol			0.096	0.057	0.069	0.025	0.150	Plazmová transformace dusíkatých VOC
4-Cyclopentene-1,3-dione			0.652	0.274	0.201	0.199	0.147	Může být relevantní jako produkt plazmové oxidace nenasyčených cyklických VOC
4-Pyridinecarboxylic acid, ethyl ester			0.047	0.025	0.019	0.018	0.087	Oxidace pyridinu → karboxylové deriváty ve studené plazmě
4-tert-Octylphenol			0.036	0.088	0.037	0.078	0.025	Průmyslové čisticí prostředky, emulgátory, barviva
5,7-dimethylundecane			0.625	1.020	1.320	0.584	0.285	Rozklad lipidů a vosků - biogenní. Rozklad maziv
7-Ethyl-2-fluorenyl methyl ketone			0.415	0.741	0.236	0.541	0.187	Oxidace fluorenových skeletů - studená plazma, spalování uhlí a abiomasy
7-Oxodehydroabietic acid, methyl ester			0.720	0.369	0.285	0.449	0.289	Biogenní VOC. zniká jako sekundární produkt při plazmové oxidaci kalafunu - složka pryskyřicových směsí pro výrobu laků
8-Isopropyl-1,3-dimethylphenanthrene		0.121	0.068	0.085	0.035	0.036	0.057	Termická alkylace PAU, spalování dřeva a uhlí
9H-Fluoren-9-one	0.047	0.092	0.061	0.016	0.031	0.020	0.078	Spalování, uhlí a dřeva
Acetic acid, isothiocyanato-, ethyl ester			0.287	0.302	0.421			Isothiokyanátové deriváty se někdy používají při funkcionalizaci polymerů, např. pro zlepšení adheze, UV stability nebo chemické odolnost
Acetic acid, nitro-, methyl ester			0.792	0.320	0.148	0.214	0.185	Není známo, teoreticky možný produkt z použití studené plazmy
Acetophenone	0.327	0.472	0.325	0.635	0.785	0.850	0.201	Rozpouštědlo, katalyzátor polymerace. Produkt nedokonalého spalování
Azetidine	0.059		0.018	0.075	0.097	0.045	0.032	Termický nebo fotochemický rozklad laktamů
Azulene	0.017	0.148	0.685	0.365	0.521	0.856	0.352	Mezi produkt při syntéze barviv, nedokonalé spalování

Identifikovaná sloučenina (µg/m³)	O-Hrabůvka bez zápachu	Brembo bez zápachu	BREMBO, Czech s.r.o.			Obytná zóna		Možný původ sloučeniny
	09.01. 2025	28.01.2025	09.09.2024	19.10.24	22.10.24	09.09.2024	19.10.2024	
Benzaldehyd	0.332	0.640	2.630	2.970	1.020	3.347	0.956	Benzaldehyd a jeho deriváty mohou vznikat při plazmové oxidaci aromatických sloučenin, zejména toluenu, benzylalkoholu nebo fenolu. Mohou ale pocházet i ze spalování.
Benzaldehyd, 2-hydroxy-	0.094	0.061	0.256	0.285	0.301	0.429	0.060	
Benzaldehyd, 3-hydroxy-4-methoxy-			0.632	1.210	2.920	1.420	0.128	
Benzaldehyd, 4-hydroxy-	0.063		0.325	0.241	0.352	0.241	0.241	
Benzamide			0.043	0.145	0.143	0.015	0.014	Degradací produkt při tepelné nebo plazmové degradaci polymerů obsahujících benzoovou nebo amidovou strukturu (např. polyamidy, aramidová vlákna)
Benzene	6.390	0.930	0.745	2.780	3.560	0.524	5.410	Benzen není běžným produktem plazmové syntézy, ale může být detekován jako zbytková kontaminace nebo rozkladný produkt aromatických polymerů. Dále může pocházet ze spalování dřeva, uhlí. Rozpouštědla.
Benzene, 1,1'-(1,3-propanediyl)bis-		0.090	2.150	2.740	2.240	1.980	3.150	
Benzene, (1-methylethyl)- (cumene)	0.130	0.038	0.119	0.344	0.895	0.296	0.105	Polymerní aditiva, rozklad plastů
Benzene, (2-methylpropyl)-	0.062	0.098	0.685	0.502	0.365	0.369	0.745	Vedlejší produkt při pyrolyze alkylbenzenových struktur
Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0.080	0.169	0.085	0.074			0.740	Vedlejší produkt při spalování nebo pyrolyze alkylovaných aromatických polymerů
Benzene, 1,2,3,4-tetramethyl-		0.059	0.142	0.254	0.098	1.410	0.087	Vedlejší produkt při spalování nebo pyrolyze alkylovaných aromatických polymerů
Benzene, 1,2,4-trimethyl-		0.105	0.108	0.361	0.185	0.078	0.205	Výfukové plyny. Rozpouštědla pro barvy a laky.
Benzene, 1,3-dimethyl-			0.217	0.401	0.214	0.742	0.217	Palivo - doprava. Rozpouštědlo pro barvy, laky, lepidla
Benzene, 1,4-dichloro-			0.124	0.382	0.185	0.205	0.154	Vedlejší produkt při spalování PVC, chlorovaných rozpouštědel nebo odpadů
Benzene, 1-ethynyl-4-methyl-			0.254	0.068	0.057	0.132	0.111	Vedlejší produkt při termickém rozkladu styrenových nebo fenylacetylenových struktur
Benzene, 1-isocyano-3-methyl- PUP			0.096	0.036	0.047	0.028	0.015	Rozklad arylaminů nebo arylkarbamiidů, teoreticky možný vznik při aplikaci studené plazmy
Benzene, ethoxy-			0.005	0.037	0.028	0.025	0.070	Rozpouštědlo pro barviva a pryskyřice
Benzene, isocyanato-			0.015	0.074	0.016	0.032	0.029	Uretanové polymeru, barvy
Benzene, propyl-	0.094	0.104	0.372	0.109	0.562	0.368	0.309	Spalování v motorech, rozpouštědlo
Benzenepropanol, 4-hydroxy-3-methoxy-			0.121	0.854	1.030	0.153	0.369	Rozklad ligninu, emise dřeva, papíru
Benzenethiol			0.632	0.411	0.320	0.396	0.178	Spalování aromatických thiolů nebo rozkladu polymerů obsahujících síru může vznikat benzenethiol jako vedlejší produkt. Barvy.
Benzo[b]thiophene, 2-ethyl-			0.174	0.198	0.178	0.185	0.138	Vedlejší produkt při nedokonalém spalování. Může vznikat (z thiofenových struktur) při aplikaci studené plazmy. Termický rozklad pryže nebo automotive komponent y(např. silentbloky, těsnění, hadice)
Benzofuran	0.198	0.081	1.135	0.187	0.241	0.843	0.259	Nedokonalé spalování
Benzofuran, 2-methyl-	0.109		0.024	0.028	0.047	0.017	0.068	
Benzoic acid	0.057		0.136	0.244	0.310	0.165	0.174	Benzoová kyselina může vznikat při plazmové oxidaci následujících látek. Toluenu → oxidace methylové skupiny na karboxylovou, benzylalkoholu → přes benzaldehyd až na benzoovou kyselinu, fenolu → oxidací a přeuspořádáním a aromatických polymerů (např. PS, PET) → při plazmové degradaci. Ovzduší se dostává hlavně jako sekundární oxidovaný produkt nebo při spalování aromatických látek
Benzoic acid, 2-hydroxy-, ethyl ester			0.977	0.164	0.235	0.241	0.179	Estery (ethyl/methyl) mohou vznikat při plazmové oxidaci aromatických prekurzorů (např. toluen, fenol) a následné esterifikaci s alkoholy (ethanol, methanol).
Benzoic acid, 4-hydroxy-3-methoxy-, methyl ester			0.285	0.374	0.289	0.254	0.296	
Benzoic acid, ethyl ester	0.045		0.400	0.302	0.185	2.489	0.189	Reziduální kontaminant v průmyslových provozech
Benzoic acid, hydrazide			1.438	0.555	0.512	0.587	0.417	
Benzonitrile	0.024		1.870	0.652	1.325	2.360	0.874	Rozpouštědlo, barviva, nedokonalé spalování organických látek obsahujících dusík
Benzophenone			0.138	0.079	0.064	0.069	0.125	Plasty, laky, nátěry — jako UV stabilizátor
Benothiazole	0.017		0.185	0.241	0.486	0.305	0.034	Doprava - pneumatiky, barviva, spalování pryže
Biphenyl			0.040	0.095	0.019	0.013	0.019	Rozpouštědlo, výroba barviv, nedokonalé spalování
Bis(2-ethylhexyl) phthalate			0.085	0.116	0.128	0.102	0.032	Plasticizér
Bisphenol A			0.054	0.152	0.149	0.047	0.021	Prekurzor polykarbonátů, epoxidových pryskyřic
Bisphenol C			0.074	0.027	0.058	0.038	0.018	
Butane, 2,2-dimethyl-			6.985	0.745	0.854	0.965	0.485	Rozpouštědlo pro oleje, barvy, lepidla
Butanenitrile, 2-methylene-	0.022		0.125	1.815	0.196	0.521	0.265	Prekurzor polymerních směsí nebo transformační produkt dusíkatých VOC. Může vzniknout studenou plazmou oxidací dusíkatých alkenů (např. 2-methylbuten, allylamin, vinylacetonnitril)
Butanoic acid (kyselina málsná - butanová)		1.758	3.204	0.254	0.204	0.785	0.189	Může vzniknout jako meziprodukt při částečné oxidaci: butanolu, butanalu a alkanů typu butan, isobutan. Je meziproduktem
Butanoic acid, ethyl ester	0.062		0.305	0.096	0.047	0.113	0.068	Rozpouštědlo a plastifikátor v celulóзовých acetátech, nitrocelulóze
Butyl citrate			0.045	0.023	0.017	0.031	0.243	Plastifikátor, stabilizátor a změkčovač
Butylated hydroxytoluene			0.036	0.023	0.018	0.021	0.018	Stabilizátor v palivech, mazivech, polymerech.Transformační produkt při oxidaci fenolů, polymerních stabilizátorů
Caprolactam	0.782	0.181	0.096	0.185	0.162	0.178	0.157	Monomer pro výrobu Nylon 6
Carbonocyanidic acid, ethyl ester	0.031		0.041	0.112	0.130	0.034	0.014	Transformační produkt oxidace nitrilových VOC
Cyanogen			0.365	0.236	0.284	0.174		Vedlejší produkt plazmové oxidace nebo prekurzor HCN a NOx.
Cyanopyrazine			0.147	0.085	0.052	0.132	0.027	Produkt spalování dusíkatých látek nebo transformační produkt oxidace pyrazinových derivátů
Cyclobutane-1,1-dicarboxamide, N,N'-di-benzoyloxy-			0.325	0.285	0.072	0.403	0.285	
Cyclobutanone, 2,2,3-trimethyl-			0.365	0.214	0.185	0.214	0.154	Nepravděpodobné jako primární produkt plazmové transformace VOC, spíše jako reziduální nebo degradační produkt z polymerních povrchů.
Decanal	0.442	0.689	0.521	1.030	1.850	0.401	0.250	Decanal – produkt plazmové oxidace dekanu, aldehydový VOC marker
Decane			0.501	1.670	1.390	0.421	0.287	Benzin, rozpouštědla a technické směsi
Dibutyl phthalate			0.047	0.069	0.052	0.058	0.036	
Dicyclohexyl phthalate			0.282	0.036	0.074	0.056	0.048	Plasticizér
Diethyl Phthalate		0.026	0.535	0.365	0.241	0.365	0.241	Plasticizér
Diffuoroisocyanatophosphine			0.014	0.010	0.016	0.014	0.014	Vedlejší produkt plazmové oxidace
Diffuoromethane	0.395		0.023	0.029	0.015	0.075	0.014	Uniký z klimatizačních a chladicích systémů
Dimethylphosphinic fluoride	0.083	0.014	0.038	0.016	0.018	0.012	0.014	Technické reziduum nebo transformační produkt fluorovaných VOC
Dimethyl sulfone			0.012	0.012	0.014	0.036	0.030	Vedlejší produkt při plazmové degradaci síru obsahujících VOC
Diocetyl phthalate			0.357	0.084	0.105	0.125	0.174	Plasticizér
Diphenylacetylene	0.123		0.086	2.370	4.500	1.143	0.019	Termický rozkladu styrenových nebo fenylacetylenových polymerů
Di-sec-butyl phthalate			0.062	0.028	0.036	0.093	0.048	Plasticizér
Disulfide, dimethyl	0.031	0.025	0.521	0.258	0.960	0.125	0.074	Anaerobní procesy rozkladu organických látek
Ethane, 1,1-diethoxy-			0.052	0.096	0.087	0.048	0.047	
Ethane, isocyanato-			0.632	1.120	1.069	0.235	0.045	Spalování nebo pyrolyza uretanových polymerů
Ethanamine, N-methylene-		0.052	0.187	0.145	0.163	0.132	0.196	Plazmová degradace amidů/aminů
Ethanone, 1-(2-furanyl)-	0.016	0.036	0.351	0.254	0.723	0.236	0.098	Spalování biomasy, pečení chleba, pražení kávy
Ethanone, 1-(3-hydroxyphenyl)-			0.141	0.163	0.152	0.118	0.096	Může vznikat při plazmové oxidaci m-kresolu, m-ethylfenolu nebo jiných methylovaných fenolů
Ethylbenzene	0.344	0.274	1.310	4.020	5.860	2.896	1.323	Součást benzínu, součást barev, plastů
Ethylene diacrylate			0.089	0.152	0.123	0.110	0.058	Může být přítomen jako zbytkový monomer, uvolňuje se z akrylátů
Ethyl isocyanide			0.056	0.052	0.087	0.089	0.029	Původ není jasný, je nestabilní!!!!
Formamide, N,N-dimethyl-			0.689	0.241	0.263	0.415	0.013	Polárné aprotické rozpouštědlo, rozklad polymerů
Formamide, N-methyl-			0.201	0.385	0.669	0.452	0.044	
Formic acid		0.131	1.090	1.630	2.650	3.850	4.090	Běžný produkt oxidace ve studené plazmě. Vzniká při rozkladu alkenů, alkoholů, aldehydů, vedlejší produkt oxidace
Formic acid, 1-methylethyl ester			2.890	0.411	0.325	1.310	0.325	
Formic acid, decyl ester		0.463	1.870	1.870	2.010	0.980	0.375	

Identifikovaná sloučenina (µg/m³)	O-Hrabůvka bez západhu		BREMBO, Czech s.r.o.			Obytná zóna		Možný původ sloučeniny
	09.01. 2025	28.01.2025	09.09.2024	19.10.24	22.10.24	09.09.2024	19.10.2024	
Furan, 2-methyl-			0.521	1.570	0.840	0.572	0.285	Může vznikat dekarbonizací furfuralu při aplikaci studené plazmy
Furan, 3-phenyl-	0.044	0.034	0.152	0.280	0.480	0.152	0.024	Vedlejší produkt aromatické transformace
Furfural	0.406	0.244	1.565	2.670	3.540	1.330	0.627	Pyrolyza hemicelulózy, potravinářské procesy
Glutaric acid, butyl 2-ethylhexyl ester			0.145	0.240	0.241	0.185	0.215	Možný vznik při esterifikaci glutarové kyseliny s alkoholy (butanol, 2-ethylhexanol)
Glutaric acid, di(2-ethylhexyl) ester			0.036	0.063	0.085	0.018	0.120	Plasticizer
Heptadecane	0.085	1.927	1.110	3.920	2.560	0.920	0.574	Reziduum z technických směsí (např. minerální oleje, parafíny)
Heptane, 3-methylene-	0.063		0.960	2.680	2.010	0.960	0.360	Přítomen jako stopová složka v technických uhlovodíkových směších
Hexanal	0.139	0.219	1.960	4.040	4.250	1.320	0.965	Rozklad alkanů přítomných v rozpouštědle - hexanu
Hexane, 1-chloro-	0.260		0.996	0.643	0.325	1.794	0.241	Složka rozpouštědel
Hexane, 3,3-dimethyl-	0.320		0.156	3.250	2.740	0.411	0.521	Technické směsi uhlovodíků
Isocyanatocyclohexane			4.100	6.800	4.500	3.600	1.900	Vedlejší produkt při plazmové degradaci polyuretanových (PUR) materiálů
Isocyanic acid			3.650	2.010	1.870	3.650	3.020	Isokyanová kyselina (HNCO) vzniká při oxidaci aminů a amidů
Isophthalaldehyde			0.026	0.063	0.021	0.041	0.009	Může vznikat oxidací aromatických uhlovodíků s meta-substitucí, např. meta-xylen (1,3-dimethylbenzen) nebo isophthalic acid
Isothiocyclohexane			2.260	2.630	1.850	2.540	1.780	Pokud je přítomen cyklohexylamin nebo cyklohexylthiol, může plazma vést k vzniku isothiocyclohexanu jako vedlejšího produktu.
Limonene			0.387	1.350	1.050	0.285	0.365	Vonná složka
Methacrylamide			0.309	1.850	1.520	0.102	0.085	
Methacrylamide, N-butyl-			0.852	1.050	1.960	0.630	0.285	Rezidua z polymerních systémů
Methacrylic anhydride			0.059	0.251	0.204	0.087	0.051	Plazma může aktivovat nebo štěpit methakrylátové struktury → vznik anhydridu VOC screening: methakrylový anhydrid může být indikátor plazmové modifikace akrylátových materiálů
Methanamine, N,N-difluoro-	0.051	0.054	0.089	0.635	0.141	0.014	0.246	Plazmová degradace fluorovaných polymerů
Methane, fluorotrinitro-			0.006	0.004	0.004	0.009	0.009	Fluorovaný mezi produkt
Methyl dehydroabietate			0.263	1.650	2.850	0.117	0.985	VOC z pryskyřic
Methyl isobutyl ketone	0.429	0.327	0.854	1.650	1.370	1.050	0.874	Rozpouštědlo, technické směsi
Methyl methacrylate			0.745	1.020	0.850	0.740	0.852	Akrylátové plasty a pryskyřice
Naphthalene, 1-methyl-7-(1-methylethyl)-		0.237	0.205	0.401	0.521	0.465		Vedlejší produkt pyrolyzy při spalování: uhlí, dřeva
Naphtho[2,1-b]furan			0.426	0.802	0.562	0.118	0.141	Vedlejší produkt pyrolyzy aromatických sloučenin (např. naftalenu, furanu)
n-Decanoic acid		0.431	0.673	0.652	0.465	1.588	0.415	Rozklad biomasy, emise z detergentů
n-Hexadecanoic acid		17.325	0.287	1.620	1.410	0.326	0.152	Spalování biomasy, odpadů
Octanal	0.204	0.385	1.558	3.504	1.140	0.125	0.085	Může vzniknout jako produkt oxidace uhlovodíků nebo lipidových VOC
Octan			0.385	1.630	1.490	0.432	0.214	Rozpouštědla
Octane, 2,7-dimethyl-	0.395		0.340	0.550	1.820	0.256	0.510	Rozpouštědlo, technické směsi
Octanoic acid			0.152	0.054	0.117	0.096	0.087	Může vznikat jako vedlejší produkt při oxidaci alifatických uhlovodíků ve studené plazmě
o-Cymene			0.840	1.885	1.740	0.411	0.519	Vonná složka
o-Terphenyl			0.007	0.016	0.017	0.005	0.008	Marker technických reziduí
o-Toluic acid, 4-cyanophenyl ester			0.874	0.652	0.236	0.359	0.251	Barviva, poly merní modifikátory
o-Toluidine			0.018	0.070	0.037	0.017	0.018	Indikátor barvivových emisí
Oxazole			0.325	0.620	0.890	0.215	0.006	Vedlejší produkt oxidace dusíkatých a kyslíkatých VOC
o-Xylene	0.962		1.891	7.060	8.700	0.965	3.233	Rozpouštědlo v nátěrových hmotách, lepidlech
p-(1-Propenyl)-toluene			0.063	0.748	0.652	0.365	0.530	Alkylovaná aromatická rozpouštědla
p-Aminotoluene			0.018	0.110	0.085	0.062	0.087	Marker barvivové chemie
p-Cresol	0.130	0.094	0.185	0.597	0.251	0.145	0.098	Dezinfekce, barviva, pryskyřice
p-Cymene			0.604	1.606	1.060	1.320	0.094	Biogenní, vonná látka
Pentadecanenitrile	0.030		0.012	0.017	0.019	0.018	0.015	indikátor nitrilace mastných kyselin
Pentadecanoic acid	0.454	0.776	0.178	0.236	0.185	0.174	0.129	Vedlejší produkt oxidace C ₁₅ alkanů
Pentanedioic acid, (2,4-di-t-butylphenyl) mono-ester			0.325	0.321	0.145	0.362	0.251	Antioxidanty a stabilizátory plastů: deriváty 2,4-di-terc-butylfenolu se používají jako UV stabilizátory a inhibitory oxidace
Pentanal			0.328	1.410	1.740	0.285	0.296	Vedlejší produkt oxidace uhlovodíků, alkoholů nebo mastných kyselin.
Pentane			0.265	0.185	0.305	0.285	0.611	Degradace alifatických VOC, rozpouštědlo, barviva
Pentane, 3,3-diethyl-	0.095		1.520	1.360	0.521	0.652	0.521	Produkt fragmentace vyšších alkanů (např. dodekan, hexadekan)
Pentanenitrile			0.015	0.150	0.141	0.196	0.075	Může vznikat jako vedlejší produkt plazmové oxidace alifatických aminů, amidů nebo mastných kyselin v přítomnosti dusíku
Phenol			2.360	2.990	1.320	0.332	0.269	Neselektivní
Phenol, 2,6-dimethoxy-4-{2-propenyl}-, 4-allylsyringol	0.086		0.596	0.652	0.695	2.086	0.411	Vůně, fenolické pryskyřice
Phenol, 2-chloro-			3.550	0.102	0.132	0.510	0.019	Odpařování z fenolických pryskyřic, konzervantů, čistících prostředků
Phenol, 2-methoxy-, guajakol	0.486	0.918	2.960	3.116	2.630	4.450	2.980	Marker ligninového původu
Phenol, 5-ethenyl-2-methoxy-, vinylguajakol			0.257	0.162	0.250	0.163	0.125	Marker ligninového původu - spalování biomasy
Phthalic acid, di(2-propylpentyl) ester	0.076		0.062	0.236	0.302	0.266	0.149	Plastifikátor v PVC, PUR, PE: zajišťuje pružnost, odolnost vůči UV
Propanoic acid, anhydride	0.304		0.107	4.950	2.140	0.435	0.596	Přechodný produkt oxidace esterů nebo kyselin
p-Terphenyl		0.149	0.013	0.019	0.015	0.018	0.031	Reziduum z technických směsí, spalování nebo plazmové fragmentace PAU
p-Xylene		0.561	0.596	0.965	3.010	2.025	1.250	Použití jako rozpouštědlo
Propane, 1-chloro-2-nitro-			0.021	0.029	0.040	0.036	0.013	Vedlejší produkt plazmové nitrilace a chlorace
Propane, 2-isocyanato-2-methyl-			0.174	0.012	0.163	0.089	0.075	Indikátor isokyanátových emisí z PUR systémů
Propane, 2-methyl-1-nitro-			0.032	0.016	0.013	0.012	0.015	Marker technických směsí, spalování nebo vedlejší produkt plazmové nitrilace
Propanenitrile, 2-hydroxy-			0.214	0.415	0.241	0.125	0.632	Vedlejší produkt plazmové oxidace aldehydů v přítomnosti HCN nebo NOx
Propargyl alcohol			0.316	0.658	0.214	0.321	0.108	Reaktivní monomer: při výrobě epoxidových pryskyřic, lepidel, povlaků. Odpařování technických směsí
Propylene carbonate			0.201	0.074	0.008	0.085	0.063	Rozpouštědlo, plastifikátor a součást barev, lepidel nebo transformační produkt plazmové oxidace
Pyridine	0.020	0.370	0.770	3.762	2.540	0.701	0.365	Rozpouštědlo, gumárenství.
Pyrazine			0.106	0.068	0.045	0.021	0.067	Indikátor tepelných emisí, emise z grilování a pražení
Succinimide			0.320	0.048	0.098	0.156	0.047	Součást polymerních aditiv, vedlejší produkt spaování
Terephthalic acid, methyl vinyl ester			0.562	0.415	2.580	0.296	0.185	Reaktivní monomer, reziduum z polymerních směsí nebo transformační produkt plazmové oxidace PET
Tetrachloroethylene	0.428	0.028	0.098	0.074	0.039	0.085	0.102	Odmašťování kovových dílů: v automobilovém průmyslu, rozpouštědlo
Tetradecanoic acid	0.584	2.614	0.365	1.690	0.211	0.218	0.432	Biogenní původ, změkčovaadlo, lubrikant
Thiocyanic acid methylester			0.352	0.198	0.174	0.345	0.214	Vedlejší produkt plazmové oxidace organických sloučenin síry a dusíku.
Thiophene	0.048	0.125	0.357	0.239	1.020	0.214	0.623	Odpařování z technických směsí: barvy, lepidla. Používán jako rozpouštědlo, vzniká při grilování. Zpracování ligninu- výroba celulózy. Lencing Biocel Paskov?
Thiophene, 2,3-dimethyl-	0.036		0.205	0.312	0.169	0.325	0.026	Indikátor spalování sirných látek, plazmová oxidace VOC , emise z grilování
Thiophene, 2-methyl-	0.029		0.052	0.096	0.105	0.029	0.076	
Thiophene, 3,4-dimethyl-	0.031	0.018	0.157	0.417	0.263	0.185	0.050	Alkylované thiopheny relevantní pro spalovací rezidua a plazmovou oxidací VOC se sírou, detekovány v emisech z grilování, odpařování z barviv a lepidel
Thiophene, 3-ethyl-	0.072	0.054	0.142	0.099	0.103	0.068	0.063	
Toluene		5.125	7.850	15.870	10.350	13.520	14.885	Rozpouštědlo
Triacetin			0.032	0.027	0.025	0.013	0.011	Indikátor kosmetických nebo palivových směsí
Trichloroethylene			0.152	0.189	0.196	0.212	0.254	Odmašťování kovových dílů v automobilovém průmyslu, rozpouštědlo

Identifikovaná sloučenina (µg/m³)	O-Hrabůvka bez zápachu	Brembo bez zápachu	BREMBO, Czech s.r.o.			Obytná zóna		Možný původ sloučeniny
	09.01. 2025	28.01.2025	09.09.2024	19.10.24	22.10.24	09.09.2024	19.10.2024	
Triethyl citrate	0.026		0.007	0.065	0.084	0.065	0.021	Plastifikátor, reziduum z polymerních směsí,
Triphenyl phosphate			0.024	0.073	0.074	0.060	0.045	Plastifikátor a zpomalovač hoření
Undecane, 3,8-dimethyl-	0.076	0.011	0.010	0.092	0.192	0.035	0.014	Odpařování z technických směsí: barvy, lepidla, paliva
Undecane, 4,7-dimethyl-	0.065	0.010	0.089	0.362	0.275	0.039	0.022	
Urea, ethyl-			0.084	0.098	0.205	0.039	0.036	Močovinové pryskyřice: např. močovino-formaldehydové (UF), melamin-močovinové (MF). Může být nově tvořena reakcí NH ₃ + CO + ethylové radikály: fragmenty běžné v plazmovém prostředí
Urethane			0.042	0.412	0.365	0.042	0.032	Transformační produkt plazmové oxidace dusíkatých VOC
Vinyl 2-ethylhexanoate			0.175	0.652	0.554	0.325	0.324	Reziduum z nátěrových hmot, lepidel nebo transformační produkt oxidace esterů
Xanthone	0.028		0.029	0.478	0.321	0.069	0.028	Transformační produkt při oxidaci polyfenolů nebo aromatických VOC

Vysvětlivky:

Emise ze studené plazmy + jiný zdroj	Pouze emise ze studené plazmy	Plastifikátory
--------------------------------------	-------------------------------	----------------

Ověřovací doložka změny datového formátu dokumentu podle § 69a zákona č. 499/2004 Sb.

Změnou datového formátu se nepotvrzuje správnost a pravdivost údajů obsažených v dokumentu a jejich soulad s právními předpisy.
Vstupující dokument nebyl podepsán.

Typ vstupního dokumentu: .PDF
Otisk vstupního souboru: 3CDA504BF4DA5E21C9743E00430C3EF3B247D6FF3A9937D09F9F458071FEDFF9
Použitý algoritmus: SHA256_SBB 2.16.840.1.101.3.4.2.1

Subjekt, který změnu formátu dokumentu provedl:
Moravskoslezský kraj, 28. října 2771/117, 70200 Ostrava, posta@msk.cz

Datum vyhotovení ověřovací doložky:
27.10.2025

Jméno a příjmení osoby, která změnu formátu dokumentu provedla:
Moravskoslezský kraj