



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020



ZÁVĚREČNÁ VĚDECKÁ ZPRÁVA

OBJEKTIVIZACE STÍŽNOSTÍ NA ZÁPACH V ERZGEBIRGSKREIS A V ÚSTECKÉM KRAJI – PŘÍSPĚVEK K ANALÝZE PŘÍČIN A ZJIŠŤOVÁNÍ ZDRAVOTNÍCH NÁSLEDKŮ

Program na podporu: Kooperiční program na podporu přeshraniční spolupráce
mezi Svobodným státem Sasko a Českou Republikou 2014-
2020

Číslo projektu / projektové žádosti: 100274582

Trvání projektu: 01.04.2016 – 30.06.2019

Projektoví Partneři:

Technische Universität Dresden (Leadpartner), Forschungsverbund Public Health Sachsen

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V., Leipzig

Český hydrometeorologický ústav, Praha, pobočka Ústí nad Labem

Zdravotní ústav se sídlem, Ústí n.L.

Krajský úřad, Ústí nad Labem

Sächsisches Staatsministerium für Soziales und Verbraucherschutz

AUTORÍ

Technische Universität Dresden	Luisse Heinrich, Jasmin Kadel, Martin Otto, Dr. Anja Zscheppang
Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie	Dr. Gunter Löschau, Anja Mannewitz, Martina Straková,
Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V.	Maik Merkel, Prof. Dr. Alfred Wiedensohler
Český hydrometeorologický ústav Praha – pobočka Ústí nad Labem	Helena Plachá, Miroslav Bitter
Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem	Dr. Ivan Beneš, Jan Leníček, Jana Moravcová, Dr. Eva Rychlíková, Jiří Skorkovský, David Šubrt
Sächsisches Staatsministerium für Soziales und Verbraucherschutz	Dr. Susanne Bastian

OBSAH

Obsah	I
Seznam Zkratek.....	IV
Zkratky.....	IV
1 Úvod.....	6
2 Stav znalostí	9
2.1 Zápachové epizody v česko-saském pohraničí	9
2.2 Studie zatížení zápachem a zdravotních důsledků v česko-saském pohraničí ...	13
2.3 Dílčí projekty a výzkumné zadání.....	14
3 Popis sledované oblasti.....	15
3.1 Sasko	15
3.2 Česká republika	16
3.3 Možné zdroje ve sledované oblasti.....	16
4 Opatření a program měření	17
4.1 Popis umístění měřicích stanic.....	17
4.1.1 Zvláštní měřicí stanice Deutschneudorf.....	19
4.1.2 Stanice měření kvality ovzduší Lom (CZ)	20
4.1.3 Stanice měření kvality ovzduší Schwartenberg, Annaberg-Buchholz a Ústí nad Labem	21
4.1.4 Zajištění kvality na stanicích Deutschneudorf a Lom	24
4.2 Dílčí projekt 2: Měření škodlivin v ovzduší.....	26
4.2.1 Časový průběh měření.....	26
4.2.2 Kontinuální měření.....	27
4.2.3 Speciální měření.....	30
4.3 Dílčí projekt 2: Program probandů	46
4.3.1 Dynamická olfaktometrie DIN 13725.....	46
4.3.2 Program probandů.....	47
4.4 Hodnocení zatížení zápachem a dopadů zápachových epizod a znečišťujících látek v ovzduší v česko-saském pohraničí	48

4.4.1	Analýza primárních dat ¹	48
4.4.2	Popis metod pro analýzu sekundárních dat.....	55
4.4.3	Vliv zatížení zápachem na zdraví dětí mateřských škol.....	57
5	Hlášení zápachu a výsledky měření	58
5.1	Dílčí projekt 1: Zápachové epizody a škodliviny v ovzduší	58
5.1.1	Významná hlášení zápachu během doby realizace projektu	58
5.1.2	Meteorologie a standardní znečišťující látky na saský a českých měřicích stanicích.....	60
5.1.3	Ultrajemné částice/saze	72
5.1.4	Odběry ovzduší podle směru větru	75
5.1.5	Pasivní odběry	81
5.1.6	Volatilní látky v ovzduší Lomu, Deutschneudorfu a Jeřabině.....	82
5.1.7	PM ₁₀ : Ekotoxikologické testy	87
5.1.8	Výsledky měření s pomocí IMS	89
5.1.9	Bioaerosoly (A. Mannewitz).....	101
5.1.10	Analýzy zdrojů pachových látek.....	111
5.2	Dílčí projekt 2: Program probandů.....	115
5.2.1	Observační kampaně (sezóny).....	115
5.2.2	Formuláře hlášení.....	118
5.2.3	Záznamy o zápachu z pohledu jednotlivých probandů	124
5.2.4	Záznamy o subjektivním dopadu na zdraví	143
5.2.5	Záznamy probandů z Karlovarského kraje	151
6	Souhrn výsledků do komplexní analýzy signálů	156
6.1	Zpětné trajektorie a pohyb vzduchových mas	156
6.2	Analýzy vzorků odebraných do kanystrů	163
	Acknowledgment	173
6.3	Vyhodnocení výsledků měření ze zdravotního hlediska – hodnocení epizod zápachu	173
7	Dílčí projekt 4: Odhad zátěže zápachem a působení zápachových epizod a škodlivin v ovzduší v sasko-českém pohraničí	175

7.1	Výsledky analýzy primárních dat / Výsledky analýz primárních dat	175
7.1.1	Skupinová diskuse s obyvatelstvem a odbornou veřejností	175
7.1.2	Anketa.....	176
7.1.3	Skupinová diskuse s odborníky	192
7.2	Výsledky analýzy sekundárních dat	195
7.2.1	Dopady zápachů v Krušných horách	195
7.2.2	Dopady zápachů v okrese Most a Ústí nad Labem.....	199
7.3	Vliv zátěže zápachem na zdraví dětí z mateřských škol.....	204
7.3.1	Popis sledované skupiny dětí:.....	204
7.3.2	Hodnocení absence v mateřské škole pro respirační onemocnění:.....	205
	Seznam použité literatury	212
	Seznam OBRÁZKŮ	219
	Seznam TABULEK.....	228
	PŘÍLOHY	230
	Obr.	230
	Tab.	253

SEZNAM ZKRATEK

ZKRATKY

AGI	All glas impinger
BC	Black Carbon
BfUL	Státní provozní společnost pro životní prostředí a zemědělství
BTX	Benzen/toluen/xyleny
CFCI	chlorfluorované sloučeniny
ČHMÚ	Czech Hydrometeorological Institute
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
CA	korespondenční analýzou
CO ₂	oxid uhličitý
DMA	differential mobility analyzer
DMS	dimethylsulfid
DMSD	dimethyldisulfid
DMSO	dimethylsulfoxidu
DND	Deutschneudorf
DNPH	dinitrofenylhydrazinem
EOS	extrahovaným organickým látkám
GC-MS	Gas chromatography–mass spectrometry
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
HQ	Hazard Quotient
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
IMS	Iontový mobilitní spektrometr
IQR	Mezikvartilové rozpětí
ITE	individual threshold estimates
JEŘ	Jeřabina
KBE	jednotky tvořící kolonie
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LOM	Lom u Mostu
MAAP	Multi Angle Absorption Photometer
MALDI-TOF MS	Matrix assisted laser desorption ionization-time of flight mass spectrometry
MCA	multikorespondenční analýza

MEM	Minimum Essential Medium
MIBK	methyl isobutyl keton
MPSS	Mobility Particle Size Spectrometer
NO ₂	oxid dusíku
OAV	odor activity value
PBS	roztokem kuchyňské soli s fosfátovým puftrem
PCA	Principal Component Analysis
PM ₁	Particulate Matter (< 1,0 µm)
PM _{2,5}	Particulate Matter (< 2,5 µm)
PM ₁₀	Particulate Matter (< 10,0 µm)
PMF	Positive Matrix Factorization
PNC	particle number concentration
SO ₂	oxid siřičitý
TOL	Toloyl
TROPOS	Leibnitzův institut pro výzkum troposféry
TSA	tryptose soya agar
UFP	ultra fine particles
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VOC	volatile organic compounds
WST	water soluble tetrazolium

1 ÚVOD

Kvalita ovzduší a výskyt zápachu

Od počátku devadesátých let se kvalita ovzduší v sasko-českém pohraničí výrazně zlepšila. Limity EU pro oxid siřičitý a benzen, platné pro ochranu lidského zdraví, jsou na měřicích stanicích v Krušných horách díky zastavení provozu nebo modernizaci průmyslových zařízení, resp. výstavbě technicky moderních zařízení dodržovány.

Přes to všechno si obyvatelé v oblasti Krušných hor opakovaně stěžují na silné a nepříjemné zápachy. Ty se vyskytují v jednotlivých dnech, zejména v zimě při jihoovýchodním větru, často ve spojení s inverzními povětrnostními podmínkami. I přes mnohaleté úsilí a různá šetření nebylo dosud možné připsat výskyt zápachu konkrétním zdrojům. Pouze v ojedinělých případech existovala přímá souvislost mezi haváriemi či opravami průmyslových zařízení v české pánvi a výskytem zápachu.

Za zdroj znečištění se kromě průmyslových zařízení v české pánvi považují také domácí topeniště v regionu. Dle vnímání dotčených občanů i hlášení úřadů se rovněž ukázalo, že nejde jen o jeden, ale o různé zápachy.

Nutnost měření

V zimě 2014/2015 se počet stížností v oblasti Krušných hor opět výrazně zvýšil. Téma proto bylo opět častěji středem pozornosti tisku i místních diskusí. K usnadnění šetření této problematiky zřídily již úřady obou zemí přímé kanály pro podávání zpráv jednotlivým orgánům a navíc si pravidelně vyměňují informace. Možnosti hlášení výskytu zápachu existují rovněž na české straně. Ty jsou však využívány málo. Vystává tedy otázka, zda výskyt zápachu není v české pánvi vnímán v takovém rozsahu nebo jaké existují jiné důvody pro nízký počet hlášení zápachu.

Zápachy

Zápach lidé vnímají již při velmi nízké koncentraci zápachových látek. Lidský nos je v mnohém lepší než analytické metody zápachu, což měření zápachů v Krušných horách a Vogtlandu ztěžuje. Bylo nutné pokusit se určit zdroje, obsahové látky a jejich škodlivý potenciál pomocí nových a inovativních metod měření.

OdCom

To byl úkolem projektu OdCom („Objektivizace stížností na zápach v sasko-českém příhraničí – příspěvek k analýze příčin a zkoumání zdravotních následků“), který dané téma zpracovával v období od dubna 2016 do června 2019.

Tento sasko-český přeshraniční projekt objektivně popsal výskyt zápachu a podrobně analyzoval toxické riziko zápachových látek, možné zdroje zápachu i vnímání zápachové zátěže a zdravotní rizika v sasko-českém příhraničí.

Byl sestaven a realizován rozsáhlý a inovativní program měření. Ten byl založen na současných vědeckých poznatcích. Program měření sestával ze tří dílčích studií. Měření byla prováděna jak na saské straně, tak v České republice. Do projektu bylo zapojeno také obyvatelstvo.

Dílčí studie 1: Měření znečišťujících látek ve vzduchu a zápachu

V rámci dílčí studie 1 byly měřeny látky znečišťující ovzduší, včetně ultrajemných částic a sazí PM. Dále byla prováděna stacionární a mobilní měření pomocí spektrometru iontové mobility. Ve vybraných dnech s hlášením výskytu zápachu byl zkoumán rozptýl znečišťujících látek, aby bylo možné usuzovat na možný zdroj. Ekotoxikologické testy posloužily ke srovnání cytotoxicity vzdušných částic vázaných organických sloučenin. Analýza bioaerosolů posloužila k vyloučení možnosti, že hlášené zdravotní důsledky jsou například způsobeny bakteriemi, plísněmi nebo spory. Pomocí analýzy karbonylových sloučenin a těkavých organických sloučenin byly činěny pokusy usuzovat na zdroj zápachu.

Dílčí studie 2: Program s pokusnými osobami

Obyvatelstvo bylo aktivně zapojeno v rámci dílčí studie 2 do programu s pokusnými osobami (zejména v podzimních a zimních měsících). Základem pro vyhodnocování dat byly údaje testovaných osob). Dny s výskytem zápachu a zdravotními obtížemi byly zaznamenány do formulářů. Použitím kanystrů bylo možné analyzovat v nich obsažený vzduch na chemické látky.

Dílčí studie 3: Epidemiologická studie

V dílčí studii 3 byly prostřednictvím kvalitativních (diskuse) a kvantitativních (průzkumy populace) metod sbírány subjektivní údaje s cílem popsat vnímání zápachů a pociťovaných zdravotních důsledků mezi obyvatelstvem. Významné obtíže dýchacího a kardiovaskulárního systému či gastrointestinálního traktu by mohly vést k hospitalizaci a v nejhorším případě i k úmrtí pacienta. Na základě údajů z nemocničních statistik a statistik příčin úmrtí bylo možné spočítat riziko znečištění ovzduší a zápachu.

Členění závěrečné vědecké zprávy

Kapitola 2 popisuje stav výzkumu a stručně rozebírá jednotlivé případy výskytu zápachu a dosavadní studie.

Kapitola 3 obsahuje informace o oblasti šetření.

Kapitola 4 uvádí přehled metod měření. Popisuje, co bylo měřeno a jak byla tato měření prováděna.

Kapitola 5 prezentuje výsledky dílčích studií 1 a 2.

Kapitola 6 shrnuje výsledky měření v komplexní signální analýze.

Kapitola 7 je věnována vnímání zápachů a subjektivním a objektivním důsledkům.

Kapitola 8 shrnuje hlavní zjištění.

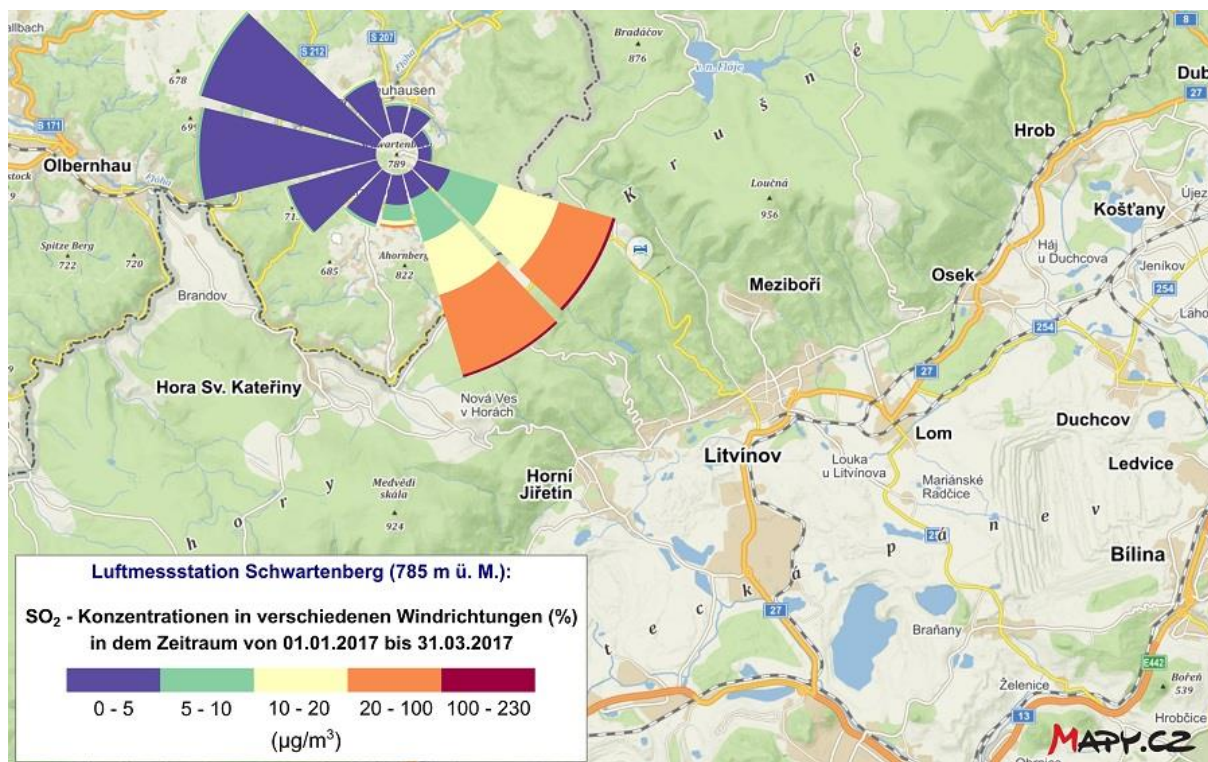
2 STAV ZNALOSTÍ

Kapitola 2 představuje každoročně se vyskytující zápachové epizody v česko-saském pohraničí a zároveň se věnuje tématu obtěžování zápachem a jeho vlivu na vznik nemocí obecně. O aktuálním stavu znalostí týkajících se zatížení zápachem informují prezentované výsledky dosavadních studií. Následně je pozornost věnována dílčím projektů a výzkumnému zadání projektu OdCom.

2.1 ZÁPACHOVÉ EPIZODY V ČESKO-SASKÉM POHRANIČÍ

Kvalita ovzduší v česko-saském pohraničí se od začátku devadesátých let výrazně zlepšila. I přesto se však v okresech Erzgebirgskreis, Mittelsachsen, Vogtlandkreis a ojediněle také v okrese Sächsische Schweiz-Osterzgebirge i nadále opakovaně vyskytují na rozsáhlých územích problémy se zápachem. Dochází k nim především na podzim a v zimě při jihovýchodním proudění větru, v období, kdy nad střední Evropou převládá vysoký tlak a stabilní vzduchové vrstvy s teplotní inverzí, tedy v období, kdy panuje takzvané inverzní počasí.

Příčinou těchto stížností na zápach na saské straně je pravděpodobně velký počet průmyslových zařízení v severočeské průmyslové aglomeraci. Mezi údolím řeky Ohře a Mosteckou pánví se podle údajů Evropského registru úniků a přenosů znečišťujících látek (European Pollutant Release and Transfer Register, E-PRTR) nachází zhruba 100 průmyslových zařízení, která mají ohlašovací povinnost. K problémům se zápachem však přispívají také zařízení na vytápění bytových domů na obou stranách hranice, která k vytápění používají tuhá paliva (např. dřevo, uhlí). Na stanici měření kvality ovzduší na Schwartenbergu pak také bývají naměřeny krátkodobě lehce zvýšené koncentrace standardních znečišťujících látek jako je oxid uhličitý a benzen (obr. 1). Stanovené mezní hodnoty však obecně nejsou překračovány.



obr. 1 Četnost koncentrace SO₂ podle směru větru a koncentrace naměřené na Schwarzenbergu v období leden - březen 2017. Zdroj: ZÚ Ústí nad Labem

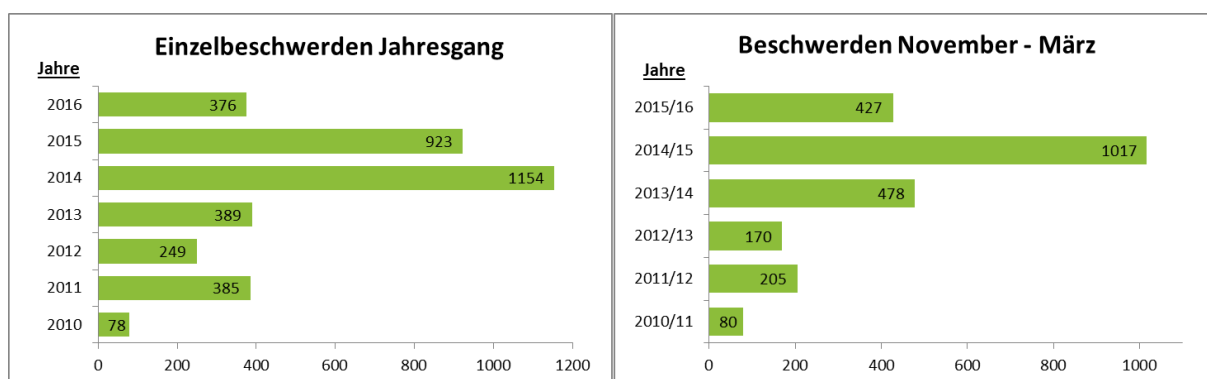
Na Saském zemském úřadu pro životní prostředí, zemědělství a geologii (LfULG) si lze na zápach stěžovat dvojím způsobem. Dotčená osoba buď zavolá na takzvanou „zápachovou linku“ a se zaměstnancem LfULG vyplní příslušný dotazník nebo tento dotazník týkající zápachové epizody vyplní přímo online a zašle jej LfULG.

Zatížení zápachem dosáhlo svého vrcholu v podzimních a zimních měsících na přelomu let 2014 a 2015 s celkovým počtem 1.304 stížností. V následující zimní období počet stížností klesl na 569. Na obr. 2 je zaznamenán počet jednotlivých stížností a stížnosti od září do dubna v Krušných horách (okresy Erzgebirge, Mittelsachsen, ojediněle Sächsische Schweiz - Osterzgebirge) a v okrese Vogtland. Na obr. 3 je zachyceno prostorové rozložení došlých stížností na saské straně

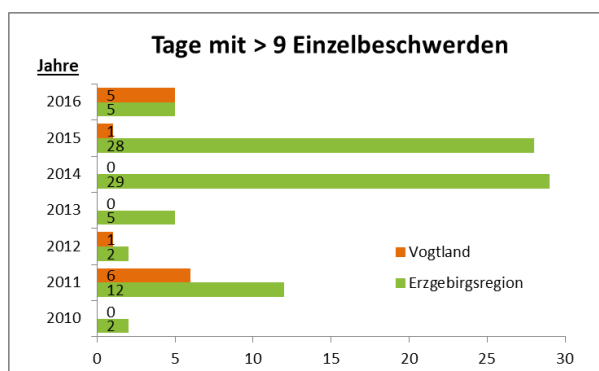
Oblastí v česko-saském pohraničí, která byla nejvíce zatížena zápachem, je Krušnohoří. V roce 2014 zde bylo zaznamenáno 1.154 stížností ve 141 dnech a v roce 2015 celkem 923 stížností na zápach ve 157 dnech. Ve Fojtsku byla minimálně jedna zápachová epizoda hlášena v 15 dnech v roce 2014 a v 29 dnech v roce 2015. V letech 2010 až 2016 došlo podle údajů obyvatelstva Krušnohoří k zápachové epizodě ve dvou až 29 dnech (obr. 4). V tyto dny obdržel LfULG minimálně deset stížností na zápach. Zejména v letech 2014 a 2015 byl počet takovýchto dní extrémně vysoký - celkem se jednalo o 28 resp. 29 dní. Ve Fojtsku

je počet dní s minimálně deseti zápachovými epizodami celkově nižší než v Krušných horách.

V České republice nejsou zápachové epizody a obecně zatížení zápachem mezi obyvatelstvem tematizovány v takové míře, jako na saském území. Neexistuje zde jedno centrální místo, kam by mohla být oznámena zápachová epizoda. Občané mají možnost ohlásit zápach na místní radnici, krajskému úřadu nebo České inspekci životního prostředí (ČIŽP).



obr. 2: Počet stížností na zápach v letech 2010 až 2016 a počet stížností na zápach v zimních měsících listopad až březen v letech 2010 až 2016 v oblasti Krušných hor.

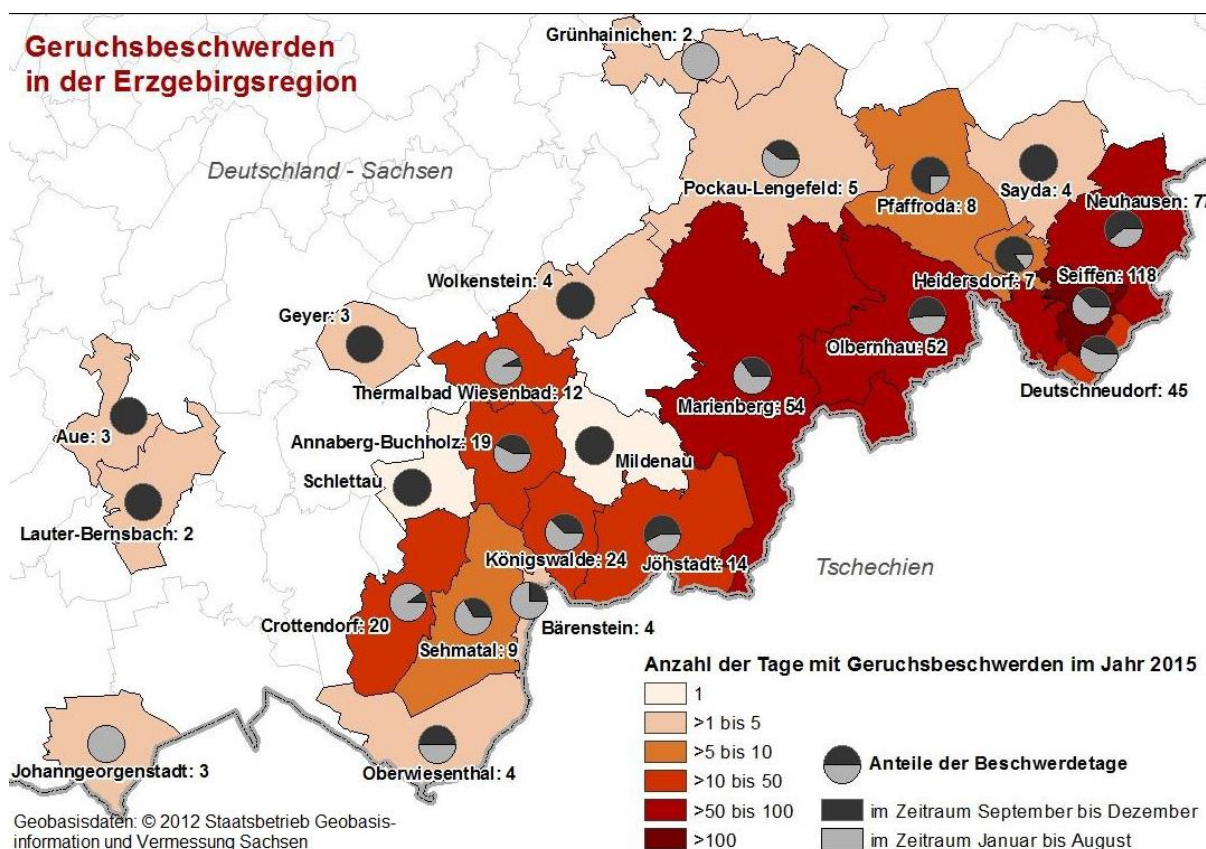


obr. 3: Počet dní s minimálně deseti stížnostmi v regionu Krušných hor (obce z okresů Erzgebirgskreis, Mittelsachsen a Sächsische Schweiz-Osterzgebirge) a Vogtland v letech 2010 až 2016.

Člověk často vnímá pachy, které některé látky vyvolávají již v minimální koncentraci a které však nejsou zdraví škodlivé. Nepříjemný zápach vnímají obyvatelé Krušných hor a Fojtska jako rušivý prvek, díky němuž se necítí dobře, a považují jej za příčinu nejrůznějších zdravotních symptomů a onemocnění. Tento zápach je podle tvrzení dotčených osob příčinou toho, že se obecně necítí dobře, mají bolesti hlavy, trpí nevolností, zvracením a závratěmi.

Dotčené osoby zaznamenaly během zápachových epizod v roce 2015 obtíže s dýcháním (uvedeno 192x), zažívací obtíže (uvedeno 227x) a bolesti hlavy (263krát).

Na měřicí stanici ve Schwartenbergu v Krušných horách jsou měřeny znečišťující látky v ovzduší, které stanoví evropská směrnice 2008/50/ES o kvalitě vnějšího ovzduší a čistším ovzduší pro Evropu, jako je oxid siřičitý, oxidy dusíku, benzen a PM₁₀. Ačkoliv počet stížností na zápach očividně souvisí s nárůstem koncentrací nejrůznějších znečišťujících látek, zákonem stanovené mezní hodnoty kvality ovzduší jsou vždy dodržovány. Existenci stížností na zápach však nelze vysvětlit pouze nárůstem koncentrací těchto znečišťujících látek, neboť jejich naměřené koncentrace leží pod prahovými mezemi zápachu. Předpokládá se, že příčinou zápachů budou spíše organické chemické sloučeniny, které mohou vyvolávat zápach již ve stopových množstvích, jež jsou měřicí technikou jen obtížně zachytitelné. Z toho, co vnímají dotčení občané, ale také vyplývá, že se jedná o různé druhy zápachu. Kromě takzvaného „kočičího zápachu“ je to zápach z chemického průmyslu (minerální olej, dehet, umělé hmoty), sirovodík, kouřové plyny a zápach ze zemědělství.



obr. 4: Zeměpisný rozšíření stížností na zápach na saské straně hranice v roce 2015.

2.2 STUDIE ZATÍŽENÍ ZÁPACHEM A ZDRAVOTNÍCH DŮSLEDKŮ V ČESKO-SASKÉM POHRANIČÍ

Od 90. let jsou realizovány studie, jejichž cílem je 1) objektivizace zápachových epizod a 2) posouzení zdravotních důsledků pro obyvatelstvo v Krušných horách a Fojtsku. Studie provádělo Saské státní ministerstvo sociálních věcí a ochrany spotřebitelů a Saské státní ministerstvo životního prostředí a zemědělství nebo tyto studie zadávalo třetím subjektům.

Studie sahaly od informací v oblasti environmentální medicíny a objasnění pravidelně se vyskytujících zápachových epizod až po výpočet jejich původu. S pomocí nejrůznějších metod se pokusily určit látky, které jsou pro zápach relevantní, a také původce těchto látek.

V roce 2015 byla provedena měření merkaptanů, které by mohly být příčinou stížností na zápach. Ačkoliv zčásti existovala časová souvislost mezi jihovýchodním směrem větru, vyšší koncentrací oxidu siřičitého a benzenu a hlášeným zápachem, nepodařilo se prokázat, že oxid siřičitý a benzen jsou původci zápachových epizod, neboť jejich koncentrace byla nižší než pachový práh (Kath, H. G et al., 2016).

S pomocí analýzy pohybu vzduchových mas měl být určen původ zápachových epizod. Z důvodu velkého počtu zdrojů v severočeské pánvi, v důsledku různě dlouhé doby, po kterou vzduchové masy setrvávají v severočeské pánvi a přeměn chemických látek, ke kterým v ovzduší dochází, nebylo možno učinit přesné závěry o jednotlivých průmyslových stanovištích (Pausch, A. & Hausmann, A., 27.04.2012).

V letech 2002 až 2004 nabízel Zemský výzkumný institut ve spolupráci se zdravotními úřady prohlídky v oblasti environmentální medicíny, kdy měli obyvatelé, u nichž se vyskytovaly nápadné symptomy (jako průjem, zvracení), možnost odevzdat u zdravotních úřadů vzorky stolice. Pokud se nepodařilo prokázat infekční onemocnění, nebylo možno vyloučit zatížení zápachem jako příčinu (Böhm, 2015; Hopf, M. et al., 2006). Další studie zjišťovala v prvních čtyřech měsících roku 2006 počet dní, po které chyběli děti ve školkách v důsledku onemocnění v obcích s vysokým počtem hlášení zápachu (Seiffen, Deutschneudorf, Olbernhau, Heidersdorf). Rodiče a vychovatelé zaznamenávali výskyt akutních respiračních a zažívacích onemocnění u dětí. Statistická souvislost mezi nepřítomností dětí ve školkách a existencí jihovýchodního proudění větru nebyla prokázána (Hopf M. et al., 2006).

Studie zatížení zápachem a zdravotních důsledků, kterou realizovala Technická univerzita Drážďany z pověření Saského státního ministerstva zdraví a ochrany spotřebitelů, ukazuje, že souvislost zatížení zápachem a onemocnění nelze zcela vyloučit. Existuje

částečně vysoké riziko hospitalizace ve dny se zatížením zápachem. Souvislost mezi ambulantním lékařským ošetřením pojištěnců zdravotní pojišťovny AOK-Plus a zatížením zápachem nebyla zjištěna (Zscheppang, A. et al. 2016).

2.3 DÍLČÍ PROJEKTY A VÝZKUMNÉ ZADÁNÍ

Na základě aktuálního stavu znalostí lze konstatovat, že souvislost mezi zatížením ovzduší resp. zápachem a možnými zdravotními dopady je velmi komplexní. Z tohoto důvodu se projekt OdCom věnuje tomuto tématu ve třech různých dílčích projektech.

- Dílčí projekt 1: Měření a dokumentace zápachových epizod a znečišťujících látek v ovzduší
- Dílčí projekt 2: Program probandů k měření a dokumentaci zápachových epizod
- Dílčí projekt 3: Hodnocení zatížení zápachem a dopadů zápachových epizod a znečišťujících látek v ovzduší

Každý ze tří projektů se věnuje otázkám, které uvádíme níže.

Dílčí projekt 1: Zápach a znečišťující látky v ovzduší

1. Jaké vzory signálů identifikuje iontový mobilitní spektrometer?
2. Mohou příznaky nemoci hlášené obyvatelstvem vysvětlit aerosoly nebo je lze jako případného původce onemocnění vyloučit?
3. Je cytotoxicita vzorků PM₁₀ dostatečná k tomu, abychom mohli charakterizovat biologické účinky PM₁₀?
4. Jaké chemické látky se nachází v ovzduší?

Dílčí projekt 2: Program probandů

1. Kdy probandi hlásí zápachové epizody?
2. Mají tyto epizody souvislost se znečišťujícími látkami v ovzduší a směrem větru?
3. Hlásí probandi v tomto případě příznaky onemocnění?
4. Jaké obsahové látky byly extrahovány z kanystrů?

Dílčí projekt 3: Epidemiologická studie

1. Jak obyvatelstvo vnímá zatížení ovzduší ve sledované oblasti?
2. Jak obyvatelstvo vnímá vliv zatížení ovzduší ve sledované oblasti na vlastní zdraví?
3. Přináší znečišťující látky v ovzduší a zápach vyšší zdravotní riziko?
4. Zvyšuje se počet dní, kdy děti nechodí do školky, v období se zvýšeným zatížením znečišťujícími látkami a zápachovými epizodami?

3 POPIS SLEDOVANÉ OBLASTI

3.1 SASKO

Projektová oblast zahrnuje území podél hranice mezi Saskem a Českou republikou a jeho plocha činí zhruba 660 km². Žije zde XX milionů obyvatel. Hlavní sledovaná oblast na saské straně, z níž je hlášen největší počet stížností na zápach, se nachází přímo u hranice ve vzdálenosti cca 15-20 km od severočeského města Litvínov. Patří sem především města Seiffen a Olbernhau a také přilehlé obce.

Saská část sledovaného území se nachází ve vyšších polohách krušnohorského hřebene. Většina obcí leží v nadmořských výškách 450 až 650 m n.m. Především na podzim a v zimě se zde mohou vytvořit inverzní vrstvy, které ovlivňují šíření znečišťujících látek. Během této zvláštní meteorologické situace dochází k obrácení teplotního gradientu vzduchových vrstev. To znamená, že teploty se stoupající vzdáleností od zemského povrchu jako obvykle neklesají, nýbrž rostou. Tento fenomén lze jednoznačně rozpoznat podle toho, že v horách panuje jasné, slunečné počasí, zatímco nížiny a údolí sužuje hustá mlha a smog. Mezi těmito vrstvami je viditelná jasná dělicí čára - hranice inverze, která zabraňuje vertikálnímu promíchávání vzduchových mas. Emise, například z dopravy, průmyslu nebo domácích topenišť, přitom zůstávají pod inverzní vrstvou jako pod pokličkou a v důsledku toho dochází k nárůstu koncentrací standardních znečišťujících látek v ovzduší. Během inverzí se zvyšuje také počet hlášených zápachových epizod.

Právě v saské části Krušných hor je tato mlha vnímána jako „česká mlha“, kterou doprovází „český vítr“ (viz níže). Během inverzního počasí se nad severočeskou pánví utváří oblast tlakové výše. Vzduch v blízkosti země má tendenci proudit ve směru rozdílu tlaku vzduchu, tedy z oblasti tlakové výše do okolních oblastí, kde je tlak nižší.

Krušné hory zabraňují proudění těžkého studeného vzduchu na severozápad. Ale v místech, kde se v Krušných horách nachází sedla nebo průlomová údolí, lze tlak vyrovnat. A právě tady proudí vzduchové masy jako „český vítr“ při jihovýchodním proudění na dotčená saská území. Tento efekt je většinou omezen ve výšce 700 až 900 metrů inverzní vrstvou. Český vítr do určité míry ovlivňuje většinu obcí v saské části projektového území tím, že z jihovýchodního směru přináší znečišťující látky. Stanice měření kvality ovzduší, která je umístěna na Schwartenbergu, se nachází přímo v projektové oblasti ve výšce 789 m n.m. jihovýchodně od obce Seiffen. Tato měřicí stanice však často leží nad dělicí inverzní vrstvou a nemůže tak poskytnout obrázek o poměrech znečišťujících látek v ovzduší v níže položených místech. Z tohoto důvodu byla v obci Deutschneudorf ve výšce xxx m n.m. umístěna mobilní měřicí stanice

3.2 ČESKÁ REPUBLIKA

Domníváme se, že hlavní potenciální zdroj se nachází v areálu Chempark Záluží u Litvínova. Pro projekt jsou tedy velmi důležité jak obce, tak i stanice měření kvality ovzduší a klimatologické stanice ČHMÚ západně a východně od Záluží.

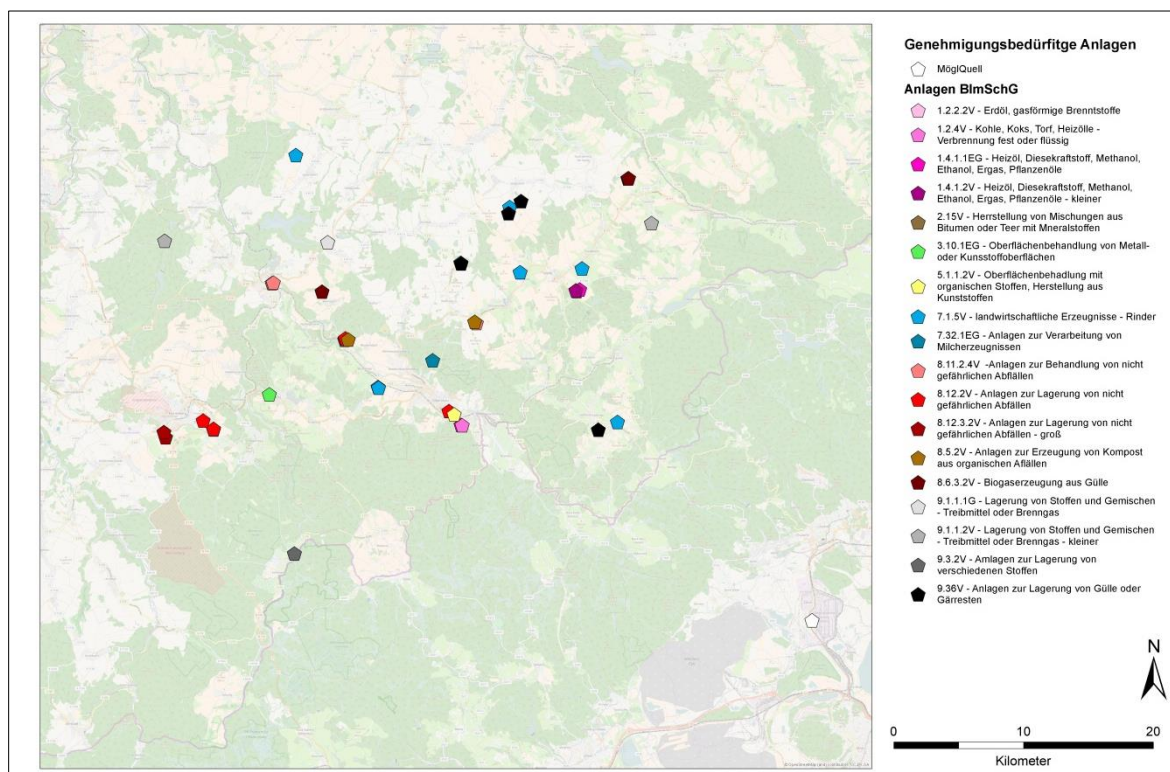
Zatímco region v krušnohorském podhůří je hustě osídlen, na svazích Krušných se nachází pouze několik málo obcí a osad. Pro objektivizaci stížností na zápach jsou však právě tyto obce důležité. Protože však z tohoto regionu nejsou zaznamenávány téměř žádné stížnosti na zápach nebo jich je jen velmi málo, je nutno vyjasnit, do jaké míry má Záluží vliv na obtěžování zápachem. Pro posouzení kvality ovzduší bude použita stanice měření kvality ovzduší v Lomu nedaleko Litvínova. Ze strategického hlediska je tato měřicí stanice dobře umístěna, neboť měří imisní dopad Záluží, okolních měst a povrchových dolů a u-helných elektráren nacházejících se v okolí, které mohou být zdrojem zhoršené kvality ovzduší. Mimoto zkoumá klimatologická stanice v Kadani proudění vzduchu ve výšce do 900 metrů s pomocí takzvaného Sodaru. Díky tomu lze získat informace o lokálních poměrech v proudění vzduchu mimo obvyklý vznik znečišťujících látek.

3.3 MOŽNÉ ZDROJE VE SLEDOVANÉ OBLASTI

Přesný zdroj resp. zdroje se i přes četná šetření nepodařilo definovat. Možným původcem v severočeské průmyslové aglomeraci je kromě hnědouhelných elektráren Ledvice, Počerady a Komořany také chemický průmysl v areálu Chemparku Záluží.

V Ústeckém kraji se nachází mnoho průmyslových oblastí České republiky. V rozsáhlém hnědouhelném revíru u Mostu leží pod povrchem nejrozsáhlejší zásoby hnědého uhlí v České republice. V blízkosti projektové oblasti se nachází lom Bílina, lom Československé armády a lom Vršany.

Ale také v saské části Krušných hor mohou hrát roli nejrůznější zdroje, situace je však výrazně různorodější. Stejně jako na české straně zde lze nalézt velký počet podniků, které v závislosti na druhu výroby podléhají schválení (4. spolkový zákon na ochranu před imisemi) a mohou být zdrojem možných problémů se zápachem. Celkem se jedná o 46 závodů v jedenácti obcích. Patří sem zemědělské podniky, chov dobytka, zařízení na zpracování plynu a dřeva, lakovny, recyklační podniky, zařízení a závody, které spalují a zpracovávají ropu, uhlí a topný olej a zařízení na výrobu umělých hmot (obr. 5).

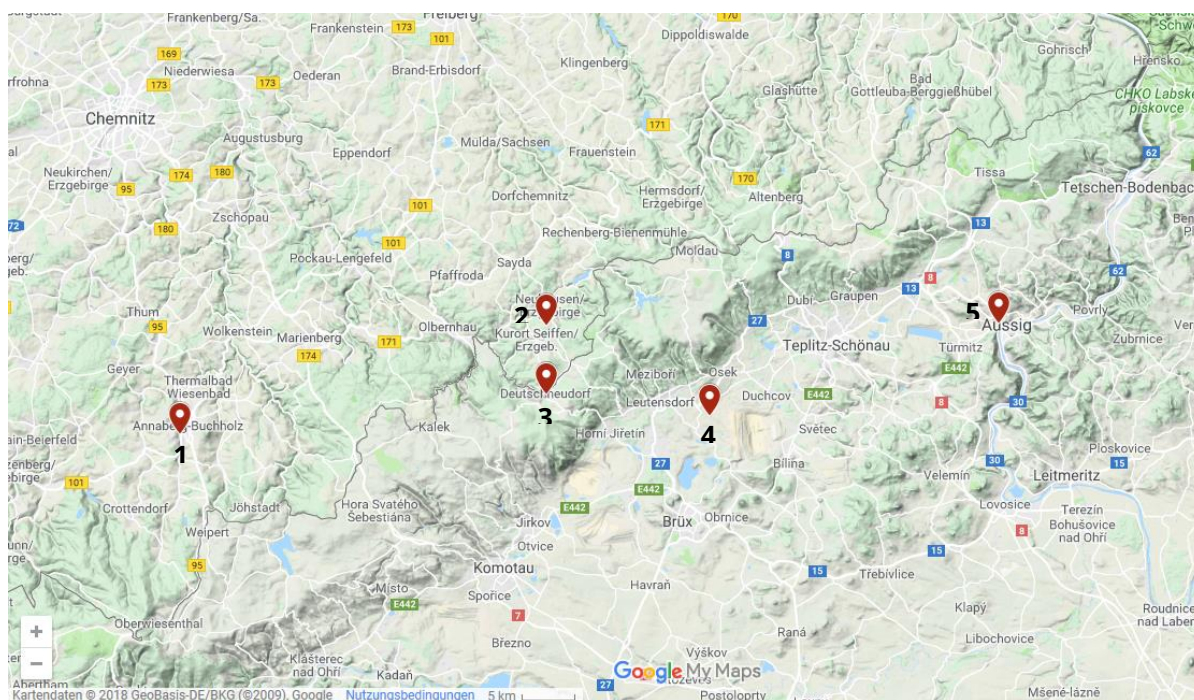


obr. 5: Zařízení podléhající schválení na saské straně, která by rovněž mohla být zdrojem.

4 OPATŘENÍ A PROGRAM MĚŘENÍ

4.1 POPIS UMÍSTĚNÍ MĚŘICÍCH STANIC

V následující kapitole představíme měřicí stanice, které jsou určeny jak pro stacionární nepřetržité měření, tak i zvláštní měřicí stanice použité pro projekt na českém a saském území. Zeměpisná poloha jednotlivých stanic je vyobrazena na obr. 6 a v Tab. 1. Mapa ukazuje Krušné hory jako asymetrickou hrást, na níž se při jihovýchodním proudění nahromadí vzduchové masy ze severočeské pánve a v závislosti na meteorologické situaci pronikají do Saska buď přes hřeben Krušných hor nebo jejich údolími. V tomto regionu se nachází saské stanice měření kvality ovzduší Annaberg-Buchholz a Schwardenberg, a dále speciální měřicí stanice Deutschneudorf, na české straně jsou to pak stanice Lom a Ústí nad Labem - centrum. Stanice měření kvality ovzduší Collmberg a Leipzig-Mitte leží mimo projektovou oblast a slouží jako srovnávací stanice (viz Ekotoxikologické testy).



obr. 6: Zeměpisná poloha jednotlivých stanic v projektové oblasti na saské a české straně hranice. 1 – Annaberg-Buchholz, 2 – Schwarzenberg, 3 – Deutschneudorf, 4 – Lom, 5 – Ústí nad Labem.

Tab. 1: Měřicí stanice v projektu OdCom s klasifikací, nadmořskou výškou a zeměpisnými souřadnicemi.

Stanice	Typ stanice	Výška	Severní šířka	Východní délka
Annaberg-Buchholz	městská	545 m	50° 34' 15"	12° 59' 50"
Schwarzenberg	výšková stanice	785 m	50° 39' 32"	13° 27' 54"
Deutschneudorf	venkovská	635 m	50° 36' 11"	13° 27' 56"
Collmberg	venkovská	313 m	51° 18' 13"	13° 0' 33"
Leipzig-Mitte	dopravní	110 m	51° 20' 38"	12° 22' 37"
Lom	venkovská	265 m	50° 35' 8"	13° 40' 24"
Ústí n. L. - centrum	městská	147 m	50° 39' 40"	14° 2' 35"

4.1.1 Zvláštní měřicí stanice Deutschneudorf

Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V. (Leibnitzův institut pro výzkum troposféry, TROPOS) vytvořil pro projekt ODCOM speciální měřicí stanici v Deutschneudorfu. Měření probíhala od ledna 2017 do března 2019. Měřicí stanice se nachází na náměstí v Deutschneudorfu v nadmořské výšce 635 m.

Deutschneudorf je obec v okrese Erzgebirgskreis se zhruba 1 030 obyvateli. Spadá pod správní obec Seiffen a leží přímo u hraniční řeky Svídnice/Schweinitz. Je to typické rozptýlené osídlení na hřebeni Krušných hor, které se nachází přímo u hranice s Českou republikou. V této poloze je zajištěno volné proudění z jihovýchodního směru, kde se předpokládají zdroje na české straně, které přispívají k zatížení zápachem. Jihozápadně až severně od měřicí stanice existují lokální zdroje obce Deutschneudorf. Obec Seiffen se zhruba 2 200 obyvateli se nachází zhruba 5 km severně od měřicí stanice. Na české straně hraničí s Deutschneudorfem obec Nová Ves v Horách s 483 obyvateli a část obce Mikulovice (93 obyvatel).

Tuto speciální měřicí stanice, která je vyobrazena na obr. 7, lze definovat jako venkovskou měřicí stanici. Na stanici jsou měřeny jak meteorologické parametry, tak i ultrajemný prach, saze PM₁ a další zvláštní parametry.



obr. 7: Speciální měřicí stanice v Deutschneudorfu. Foto: Anja Mannewitz, LfULG.

4.1.2 Stanice měření kvality ovzduší Lom (CZ)

Provozovatelem stanice měření kvality ovzduší v Lomu je Český hydrometeorologický ústav Praha (ČHMÚ) - pobočka Ústí nad Labem. Tato měřicí stanice existuje od roku 2004 a je provozována jako venkovská pozadřová stanice podle požadavků směrnic EU 2008/50/ES a 2004/107/ES. Měřicí stanice je umístěna ve výšce 265 m n.m. ve vzdálenosti zhruba 1 km jihovýchodně od Lomu na venkovském, rovinném území s podílem lesa, polí a luk bez zástavby.

Lom je malé město (cca 3 700 obyvatel) v České republice, spadá do Ústeckého kraje, okresu Most a nachází se mezi Teplicemi a Mostem na úpatí Krušných hor. Sousedními městy jsou Litvínov, Meziboří, Osek a Duchcov. V bezprostřední blízkosti se nachází velký počet průmyslových areálů a hnědouhelných revírů s několika hnědouhelnými elektrárnami.

Stanice měření kvality ovzduší (obr. 8) byla doplněna o druhý měřicí kontejner, do nějž byla umístěna obsáhlá měřicí technika pro projekt ODCOM.

V Lomu jsou měřeny jak meteorologické parametry, tak i standardní znečišťující látky, ultrajemný prach, saze PM_{10} a speciální veličiny.

Imisní limit překračují pouze 24 hodinové průměrné koncentrace prašného aerosolu PM_{10} . Koncentrace $50 \mu g \cdot m^{-3}$ může být podle požadavků české i evropské legislativy překročen 35 x v jednom kalendářním roce. V roce 2016 byl překročen 37x, v roce 2017 však byl překročen 44 x a v roce 2018 dosáhl počet překročení počtu 62.

V roce 2016 ani 2017 nebyl překročen limit pro ozon $120 \mu g \cdot m^{-3}$ pro maximální denní osmihodinový průměr s povoleným počtem překročení 25. V roce 2018, který byl klimaticky výjimečný, však byla hodnota povoleného počtu překročení 36. Imisní hodnota pro ozon byla překročena na řadě stanic obou měřících organizací.

Žádná další znečišťující látka nepřesáhla v těchto letech imisní limit.



obr. 8: Stanice měření kvality ovzduší v Lomu – Česká republika, foto: Helena Placha, ČHMÚ.

4.1.3 Stanice měření kvality ovzduší Schwartenberg, Annaberg-Buchholz a Ústí nad Labem

Zákonem stanovená měření pro kontrolu kvality ovzduší v Sasku provádí Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (Státní provozní společnost pro životní prostředí a zemědělství, BfUL) se sídlem v Radebeul-Wahnsdorf, a to z pověření Saského zemského úřadu pro životní prostředí, zemědělství a geologii. Zákonným podkladem jsou směrnice EU 2008/508/ES a 2004/107/ES. Stanice měření kvality ovzduší na Schwartenbergu a v Annaberg-Buchholz jsou dvě z 29 měřících stanic saské sítě měření kvality ovzduší. Stanice měření kvality ovzduší v Ústí nad Labem je stejně jako stanice v Lomu provozována českým projektovým partnerem ČHMÚ také podle směrnic EU.

Stanice měření kvality ovzduší **Schwartenberg** se nachází na vrcholu Schwartenbergu ve výšce 785 m n.m. (obr. 9). Podle Pausch a kol. (2017) je kvalifikována jako výšková měřící stanice a nachází se ve vzdálenosti zhruba 8 km severně od hřebene asymetrické hrástě Krušných hor. Stanice je v provozu od roku 1988 a nachází se v obci Neuhausen (cca 2 700

obyvatel) na jihu okresu Mittelsachsen. V bezprostřední blízkosti se 1,5 km jihozápadně nachází stanice lázeňského města Seiffen. Tato obec s cca 2 200 obyvatel, která patří do okresu Erzgebirgskreis, se nachází nedaleko hranic s Českou republikou. Na Schwartenbergu jsou měřeny jak meteorologické parametry, tak i údaje o standardních znečišťujících látkách. Protože se jedná o stanici v blízkosti hranice, jsou zde kontrolovány zejména přeshraniční přenosy znečišťujících látek. Při jihovýchodním proudění jsou měření opakovaně ovlivňována průmyslovou aglomerací v severočeské pánvi. Od začátku měření nedošlo k překročení limitů a cílových hodnot PM_{10} a NO_2 . Opakovaně je však překračována cílová hodnota ozónu, který chrání lidské zdraví i vegetaci (např. v letech 2016 a 2018). Mezní a cílové hodnoty koncentrace SO_2 nejsou překračovány již řadu let.



obr. 9: Stanice měření kvality ovzduší na Schwartenbergu Foto: Gunter Löschau, LfULG.

Stanice měření kvality ovzduší v **Annaberg-Buchholz** se nachází na saském území v malém městě okresu Erzgebirgskreis se zhruba 20 000 obyvatel. Leží ve výšce 545 m n.m. v části města s parkem a lesoparkem, který v severojižním směru protíná spolková silnice B 101 spojující Annaberg-Buchholz s obcí Aue na severu a Freibergem na severovýchodě. V ročním průměru zde projede cca 17 000 vozidel denně. Tato stanice měření kvality ovzduší vyobrazená na obr. 10 je klasifikována jako městská pozadová stanice (Pausch et al., 2017) a je zde umístěna od roku 1994. Na stanici Annaberg-Buchholz jsou měřeny jak

meteorologické parametry, tak i standardní znečišťující látky, ultrajemný prach a saze PM₁. V uplynulých pěti letech nebylo zaznamenáno žádné překročení mezních a cílových hodnot.



obr. 10: Stanice měření kvality ovzduší Annaberg-Buchholz, foto: Burkhard Lehmann, LfULG.

Stanice měření kvality ovzduší **Ústí nad Labem - centrum** vyobrazená na obr. 11 je klasifikována jako stanice v městském pozadí a nachází se v bytové a komerční oblasti od roku 2005. Ústí nad Labem je se svými cca 94 000 obyvatel součástí Ústeckého kraje, který hraničí se Svobodným státem Sasko. Tato stanice měření kvality ovzduší se nachází na okraji severočeského hnědouhelného revíru. Z důvodu polohy v centru města v úzkém údolí na soutoku řek Labe a Bíliny se zde vyskytují charakteristické ranní mlhy a inverze častěji, a sice jak v zimě, tak i v létě. Stanice měření kvality ovzduší leží v nadmořské výšce 147 m n.m. V Ústí nad Labem jsou měřeny jak meteorologické parametry, tak i standardní znečišťující látky, ultrajemný prach a saze PM₁.

Imisní limit překračují pouze 24 hodinové průměrné koncentrace prašného aerosolu PM₁₀. Koncentrace 50 µg·m⁻³ může být podle požadavků české i evropské legislativy překročen 35 x v jednom kalendářním roce. V roce 2016 překročen nebyl, v roce 2017 však byl překročen 39 x, stejně jako v roce 2018.

V roce 2016 i 2017 nebyl překročen limit pro ozon $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ pro maximální denní osmihodinový průměr s povoleným počtem překročení 25. V roce 2018, který byl klimaticky výjimečný, však byla hodnota povoleného počtu překročení 35. Imisní hodnota pro ozon byla překročena na řadě stanic obou měřicích organizací.

Žádná další znečišťující nepřesáhla v těchto letech imisní limit.



obr. 11: Stanice měření kvality ovzduší Ústí nad Labem – centrum, Česká republika. Foto: Helena Placha, ČHMÚ.

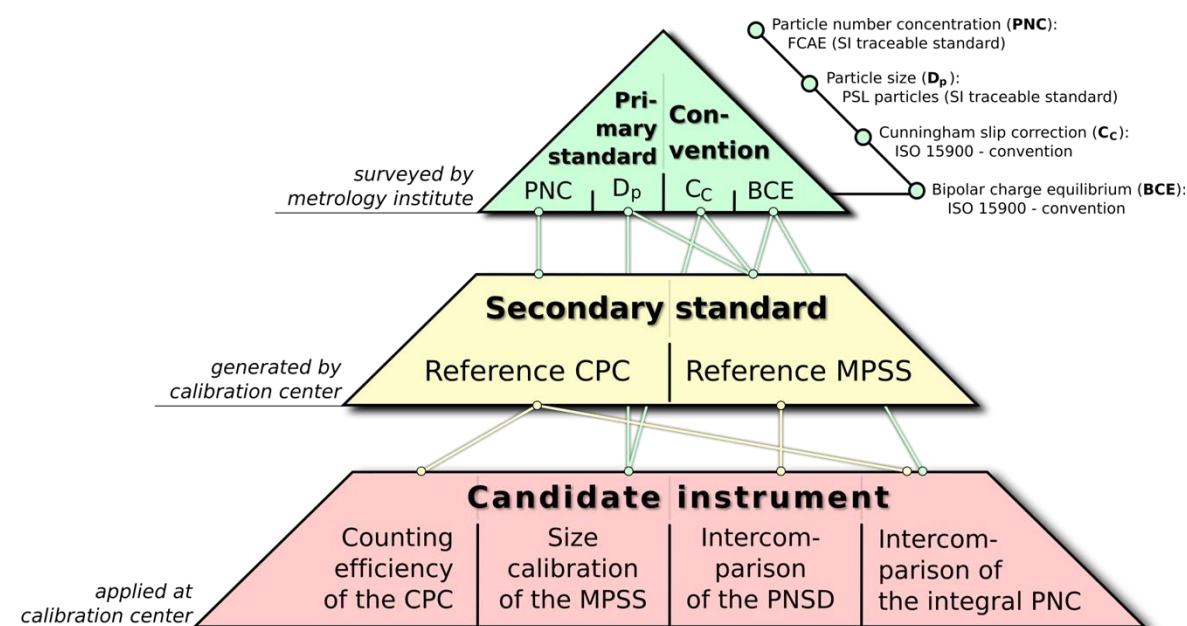
4.1.4 Zajištění kvality na stanicích Deutschneudorf a Lom

Zřízením dvou nových měřicích stanovišť Deutschneudorf v oblasti Krušných hor a Lom na české straně byla vybudována měřicí zařízení pro charakterizaci distribuce velikosti částic a sazí PM₁.

Pro posledně uvedená měření se používají monitory sazí modelu 5012 MAAP (Multi Angle Absorption Photometer). Nevyžadují velkou údržbu a poskytují nepřetržité údaje. S ohledem na zajištění kvality je třeba alespoň jednou měsíčně kontrolovat průtok. Dokumentace v laboratorních evidencích vykazuje pouze nepatrné odchylky maximálně o čtyři

procenta od nastavené hodnoty 8 litrů za minutu. Pozitivně byl hodnocen také test chování nulového bodu prováděný pravidelně při výměně filtru. To ukazuje spolehlivost zařízení pro dlouhodobé studie.

Stanovení distribuce velikosti částic se provádí na obou místech pomocí spektrometrů mobility TROPOS. Ty byly nově vyrobeny na začátku projektu a před dodáním podrobeny rozsáhlým kvalitativním zkouškám v laboratoři WCCAP (Wiedensohler et al., 2012; Wiedensohler et al., 2018). Významnou součástí těchto zkoušek je zpětný převod výsledků měření na základní jednotky (obr. 12).



obr. 12: Schéma zpětného převodu kvalitativních experimentů na primární standardy a zásady.

Za dobu trvání projektu proběhlo na místě pro obě měřicí stanice několik kvalitativních experimentů s referenčními zařízeními TROPOS. Během nich byla po dobu alespoň 36 hodin porovnávána distribuce velikosti částic a za jednotlivé experimenty také celkový počet částic vzhledem k referenčnímu počítadlu částic. Příslušné zprávy z měření jsou k dispozici online na webových stránkách ECAC (ACTRIS). Požadovaná maximální odchylka plus/mínus deset procent byla ve všech srovnáních dodržena.

4.2 DÍLČÍ PROJEKT 2: MĚŘENÍ ŠKODLIVIN V OVZDUŠÍ

4.2.1 Časový průběh měření

Meteorologické parametry, standardní znečišťující látky a hodnoty jemného prachu a sazí PM₁₀ byly nepřetržitě zaznamenávány po celou dobu trvání projektu. Zvláštní měření probíhala buď periodicky po určité období nebo jednorázově, v případě konkrétní události, resp. v jednotlivé dny. Časový průběh všech měření je obsažen v Tab. 2, kde je uvedena také stanice/místo měření

Tab. 2: Časový průběh všech měření, která byla v projektu OdCom použita pro vyhodnocení údajů.

Metoda měření	Druh	Období	Stanice/místo
Meteorologie	trvale	11/16 - 03/19	Schwartenberg
		11/17 - 03/19	Annaberg-Buchholz
Standardní znečišťující látky	trvale	11/16 - 03/19	Ústí nad Labem, Lom
		01/17 - 03/19	Deutschneudorf
Ultrajemné částice/saze	trvale	12/16 - 03/19	Schwartenberg
		01/17 - 03/19	Annaberg-Buchholz
Bioaerosoly	jednorázově (zima a léto)	11/16 - 08/18	Ústí nad Labem
		02/17 - 03/17	Deutschneudorf a Lom
PM ₁₀	periodicky	02/17 - 03/17	Deutschneudorf a Lom
Ekotoxikologické testy	periodicky (zima)	02/18 - 03/18	Lom
Pasivní odběr vzorků	periodicky (zima)	02/17 - 03/17	Deutschneudorf a Lom
Odběr vzorku v závislosti na směru větru	periodicky (zima)	11/17 - 03/18	Lom
		02/17 - 03/17	Deutschneudorf a Lom
Stacionární IMS	periodicky (zima)	12/17 - 03/18	Deutschneudorf a Lom
		11/18 - 01/19	Lom
Mobilní IMS	jednorázově (zima)	02/17	Okres Erzgebirgskreis a ČR
		12/17 - 02/18	Okres Erzgebirgskreis a ČR
Program probandů s odběrem do kanystrů	jednorázově (zima a léto)	12/16 - 12/18	Okres Erzgebirgskreis a ČR
Epidemiologická zdravotní studie	periodicky (zima)	01/18 - 03/18	Okres Erzgebirgskreis a ČR

4.2.2 Kontinuální měření

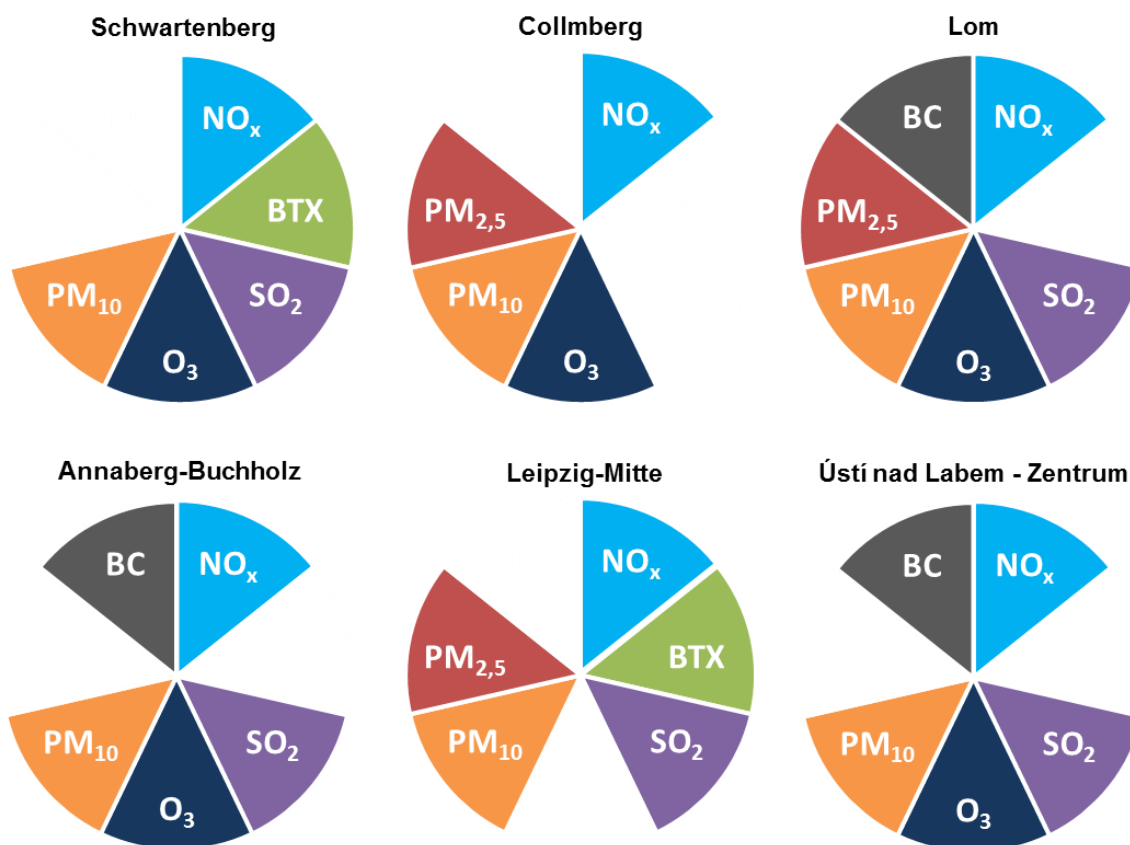
4.2.2.1 Meteorologie a standardní znečišťující látky v ovzduší

V zájmu zajištění co nejmenšího zatížení imisemi byly stanoveny přísné mezní a cílové hodnoty pro standardní znečišťující látky v ovzduší. Standardní znečišťující látky, které jsou měřeny ve všech evropských zemích, jsou mimo jiné oxidy dusíku, jemný prach, ozón, benzopyren, benzen, oxid uhelnatý, oxid siřičitý, saze a těžké kovy v PM₁₀.

Na stanicích měření kvality ovzduší Schwartenberg, Annaberg-Buchholz, Collmberg, Leipzig-Mitte, Lom a Ústí nad Labem - centrum jsou podle evropských směrnic 2008/50/ES a 2004/107/ES měřeny meteorologické parametry a standardní znečišťující látky. Meteorologické parametry jsou navíc zaznamenávány na speciální měřicí stanici v Deutschneudorfu. Meteorologické parametry a měřené standardní znečišťující látky jsou shrnuty v Tab. 3. obr. 13 ukazuje, která standardní znečišťující látka je měřena na které měřicí stanici.

Tab. 3: Meteorologické parametry a znečišťující látky naměřené na stanicích měření kvality ovzduší na saské a české straně s použitým principem měření resp. měřicím přístrojem.

Parametr	Zkratka	Jednotka měřené hodiny	Princip měření/měřicí přístroj
Směr větru	WINDRI	stupně °	větrná směrovka/anemometr
Rychlost větru	WINDGE	m/sec	2D-/miskový anemometr
Teplota okolí	TEMP	°C	čidlo teploty
Vlhkost vzduchu	VLHKOST	%	vlhkoměr
Tlak vzduchu	TLAK	hPa	barometr
Globální záření	ZÁŘENÍ	W/m ²	pyranometr
Oxidy dusíku	NO _x	µg/m ³	chemiluminiscence
Benzen/toluen/xyleny	BTX	µg/m ³	plynová chromatografie
Oxid siřičitý	SO ₂	µg/m ³	UV fluorescence
Jemný prach	PM ₁₀ / PM _{2,5}	µg/m ³	gravimetrie (HVS)
Saze (black carbon)	BC	µg/m ³	optické měření
Ozón	O ₃	µg/m ³	UV absorpce



obr. 13: Znečišťující látky v ovzduší naměřené na německých měřicích stanicích Schwartenberg, Annaberg-Buchholz, Collmberg a Leipzig-Mitte a na českých stanicích v Lomu a Ústí nad Labem – centrum. Všechny hodnoty v $\mu\text{g}/\text{m}^3$. NO_x: oxidy dusíku; BTX: benzen, toluen, xylen; SO₂: oxid siřičitý; O₃: ozon; PM₁₀: jemný prach 10 μm ; PM_{2,5}: jemný prach 2,5 μm ; BC – Black Carbon/saze.

4.2.2.2 Ultrajemné částice a saze PM₁

V obou měřených lokalitách - Deutschneudorf a Lom - byly na začátku projektu instalovány měřicí přístroje za účelem měření distribuce velikosti částí (ultrajemné částice) a ke stanovení sazí PM₁ (obr. 14). Tyto parametry jsou měřeny kontinuálně v časovém rozlišení uvedeném v Tab. 4. Pro porovnání jsou navíc k dispozici hodnoty naměřené na sousedních měřicích stanicích v Annaberg-Buchholz a v Ústí nad Labem.

Použití zařízení DMA umožňuje klasifikaci částic a zejména ultrajemných částic na základě jejich elektrické mobility v rozsahu velikosti od několika nanometrů až po jeden mikrometr. V kombinaci s předřazeným odlučovačem, neutralizátorem a kondenzačním čítačem (CPC) lze stanovit distribuci počtu částic, která pokrývá zmiňovaný rozsah mezi 10 nm a 850 nm. Tento spektrometr velikosti částí (MPSS) vyvinutý institutem TROPOS a použitý v měřicích stanicích je vhodný zejména pro dlouhodobé studie. Navíc je v pětiminutovém intervalu přepínáno mezi stanovením distribuce velikosti částí ve vnějším vzduchu a stanovením distribuce velikosti částí bez těkavých součástí. Pro poslední

jmenované se používá termodenudér, který pracuje s provozní teplotou 300°C a odpařuje volatilní komponenty částic.

Saze, či jinak nazývané černý uhlík (BC), mají tu vlastnost, že absorbují elektromagnetické vlny ve viditelném spektru. Absorpce BC se stanoví s pomocí nepřetržitého sběru částic na filtru z optických vláken. Přitom se stanoví oslabení světla s pomocí kombinace zdroje světla a fotodetektoru (aethalometrie). Monitory sazí, model 5012 MAAP, které byly použity v projektu, přepočítávají absorpci BC s pomocí interního přepočítacího faktoru na hmotnostní koncentraci sazí (Petzold & Kramer, 2001).

Tab. 4: Časové rozlišení průběžných měření ultrajemných částic a sazí

Měřicí stanice	Ultrajemné částice	Ultrajemné částice s termodenudérem	Saze PM ₁
Deutschneudorf	10 min	10 min	1 min
Lom	10 min	10 min	1 min



obr. 14: Měřicí přístroje ke stanovení ultrajemných částic a sazí PM₁

4.2.3 Speciální měření

4.2.3.1 Odběry v závislosti na směru větru

K odběru vzorků bylo použito odběrové zařízení vlastní výroby i návrhu (T-Pro 2010). Princip zařízení spočívá v tom, že zařízení současně měří rychlost a směr větru a odebírá vzorek ovzduší do odběrového kanálu, odpovídajícímu v předcházející minutě naměřenému směru větru. Pokud byla rychlost větru nižší, než 0,5 m/s, software vyhodnotí tento stav jako bezvětří a proud vzduchu přesměruje do odběrového kanálu, který je pro tuto situaci určen. V případě projektu OdCom bylo na setkání partnerů projektu rozhodnuto, že vzduch bude odebírán do tří odběrových kanálů (+ odběrový kanál pro bezvětří). Odběry byly prováděny na patronky SUPELCO BPE-DNPH cartidge (SUPELCO 2018), které jsou plněny silikagelem potaženým 2,4-dinitrofenylhydrazinem. Průtok na zařízení lze nastavit od 0,5 do 6,0 l/min. Software ukládá naměřené minutové směry a rychlosti větru a do jakého odběrového kanálu byl proud vzduchu přepnut. Z průměrného průtoku a počtu přepnutí do jednotlivých kanálů lze poté stanovit množství odebraného vzduchu v jednotlivých kanálech. Odběrová zařízení jsou vyobrazena na Obr. p. 1, Obr. p. 2 až Obr. p. 3.

1. odběrová kampaň

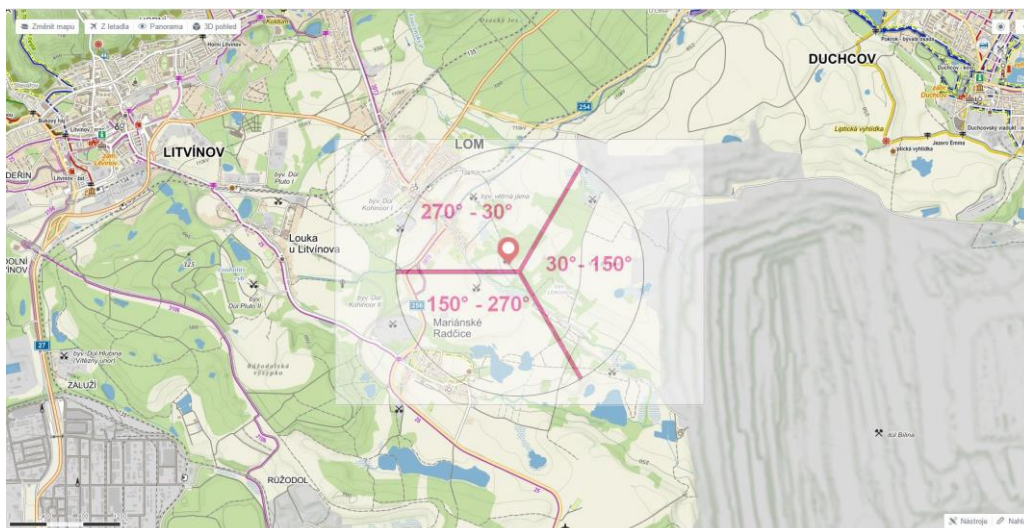
odběrové místo: Lom u Mostu, kontejner ČHMÚ GPS: 50.5857931N, 13.6733631E, 362 m.n.m.

odběrové místo Deutschneudorf: mobilní buňka TROPOS GPS: 50.6032525N, 13.4654536E, 767 m.n.m.

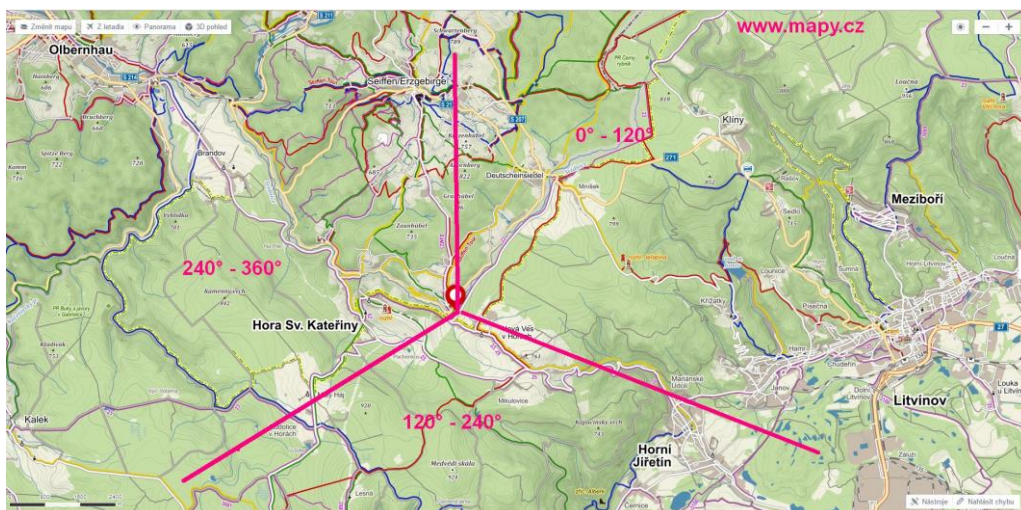
Průtok vzduchu byl kolem 1 l/min ($\pm 0,25$ l/min)

Odběrové kanály byly stanoveny takto (znázornění na mapě, viz obr. 15, obr. 16):

- Lom: kanál 1 = 31°-150°; kanál 2 = 151°-270°; kanál 3 = 271°-360°; 1°-30° kanál 4 = bezvětří (<0,5 m/s) (obr. 15, Tab. p. 1, Tab. p. 3)
- Deutschneudorf: kanál 1 = 0°-120°; kanál 2 = 121°-240°; kanál 3 = 241°-360°; kanál 4 = bezvětří (<0,5 m/s) (obr. 16, Tab. p. 2, Tab. p. 4)



obr. 15: Lom u Mostu. Odběrové segmenty vložené do mapy (Mapy.cz)



obr. 16: Deutschneudorf. Odběrové segmenty vložené do mapy (Mapy.cz)

Vzorky byly po odebrání skladovány v lednici.

Po vyhodnocení výsledků první odběrové kampaně rozhodla měřící skupina projektu OdCom o prodloužení délky odběrů vzorků ve druhé odběrové kampani na osmidenní odběry po dobu 4 měsíců od listopadu 2017 do března 2018 za současného zvýšení průtoku. Odběrová místa zůstala stejná.

2. odběrová kampaň

Průtok byl 1l/min ($\pm 0,25$) v Lomu, 1,25 ($\pm 0,25$) ml/min v Deutschneudorfu.

4.2.3.2 Pasivní odběr vzorků (karbonyly a těkavé organické látky (VOC)).

K pasivnímu odběru vzorků byla použita odběrová zařízení radiello™ 165 (Sigma-Aldrich 2018 a), plněná Florisilem® potaženým 2,4-DNPH podle EPA TO-11A (EPA 2014) a radiello™ 145 BTEX/VOC kit pro termální desorpci (Sigma-Aldrich 2018 b). Tato zařízení sloužila k odběru a stanovení karbonylových sloučenin a ke stanovení těkavých organických sloučenin.

Pasivní vzorkování bylo zaměřeno na dva druhy analytů na karbonyly a volatilní organické látky. Pro odběry byla použita zařízení radiello®, vzorky byly analyzovány metodou HPLC a GC-MS. Odběrová místa byla v roce 2017 Lom a Deutschneudorf a k těm v roce 2018 přibyla Jeřabina.

1. odběrová kampaň

- odběrové místo: Lom u Mostu, kontejner ČHMÚ GPS: 50.5857931N, 13.6733631E, 362 m.n.m. (Tab. p. 5)
- odběrové místo Deutschneudorf: mobilní buňka TROPOS GPS: 50.6032525N, 13.4654536E, 767 m.n.m. (Tab. p. 5)

Odběry byly prováděny vždy v dubletu. Odběrové zařízení bylo během odběru denně kontrolováno. Vzorky byly po odebrání skladovány v lednici.

Po vyhodnocení výsledků první odběrové kampaně rozhodla měřící skupina projektu Od-Com o prodloužení délky odběrů vzorků ve druhé odběrové kampani na osmidenní odběry po dobu 4 měsíců od listopadu 2017 do března 2018. Zároveň rozhodla i o rozšíření počtu odběrových míst pasivních odběrů o odběrové místo rozhledna Jeřabina. To leží v průsmyku mezi oblastí Litvínova a okolím saského města Kurort Seiffen. Místo je neovlivněno okolní zástavbou a blízkým průmyslem a s přímým výhledem na průmyslovou oblast v okolí Litvínova (Obr. p. 4)

2. odběrová kampaň

- odběrové místo: Lom u Mostu, kontejner ČHMÚ GPS: 50.5857931N, 13.6733631E, 362 m.n.m. (Tab. p. 6, obr. 17)
- odběrové místo Deutschneudorf: mobilní buňka TROPOS GPS: 50.6032525N, 13.4654536E, 767 m.n.m. (Tab. p. 6, obr. 18)
- odběrové místo: rozhledna Jeřabina GPS: 50.6127167N, 13.5210558E, 777 m.n.m. (Tab. p. 6, obr. 19)

Odběry byly prováděny vždy v dubletu. Vzorky byly po odebrání skladovány v lednici.



obr. 17: Odběrová místa (zleva) Lom u Mostu (foto Ivan Beneš)



obr. 18: Odběrová místa (zleva) Deutschneundorf



obr. 19: Odběrová místa (zleva) rozhledna Jeřabina

4.2.3.3 Stanovení karbonylů v ovzduší metodou HPLC – UVD

Tímto postupem se stanovuje obsah aldehydů a ketonů v ovzduší, jedná se o metodu kapalinové chromatografie s detektorem pracujícím v ultrafialové oblasti světla (UVD) (Radiello, Firmenmanual 2006). Aldehydy a ketony v plynné formě jsou zachycené v sorpční trubičce na silikagelu s navázaným 2,4-dinitrofenylhydrazinem (2,4-DNPH) a převedené derivatizační reakcí na odpovídající hydrazony (Radiello 2016). Po eluci acetonitrilem stanoveny metodou HPLC s UV detektorem (EPA TO 11A).

Stanoví se tyto analyty: formaldehyd, acetaldehyd, aceton, akrolein, propionaldehyd, krotonaldehyd, methakrolein, 2-butanon, butyraldehyd, isobutyraldehyd, benzaldehyd, cyklohexanon, isovaleraldehyd, valeraldehyd, o-tolulaldehyd, m-tolulaldehyd, p-tolulaldehyd, glutaraldehyd, hexaldehyd, dimethylbenzaldehyd, heptaldehyd, oktaldehyd, nonaldehyd a decylaldehyd (U. S. EPA 1999, SUPELCO Air Monitoring).

Horní mez stanovitelnosti je dána množstvím prosátého vzduchu, sorpční kapacitou použité DNPH trubičky a lineárním rozsahem analytického systému.

Dolní mez stanovitelnosti závisí na velikosti šumu detektoru, hodnotě pozadí a obsahu rušivých složek v sorpčních trubičkách.

Rušivé vlivy

Ozón při odběru ovzduší snižuje výtěžnost zachytu aldehydů a ketonů. Ozón reaguje s 2,4-DNPH a dále může degradovat vzniklé hydrazony (SUPELCO, Air Monitoring). Tento druh interference se potlačuje zařazením tzv. ozónového skrubru (obsah 1,5 g jodidu draselného) před sorpční trubičku.

Odběr a transport vzorku

Odběrová rychlost pro aktivní odběry $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Odebrané množství vzorku v závislosti na směru větru při 1. kampani 10^{-1} - 10^2 litrů, při 2. kampani 10^2 – 10^3 litrů.

Doba odběru vzorků při použití pasivních dozimetrů Radiello 8 dní.

Přeprava vzorků v chladícím boxu. Stabilita analytu na sorpční trubičce 60 dní při 4°C (SUPELCO, Air Monitoring)

4.2.3.4 Identifikace a stanovení těkavých organických látek (VOC) v ovzduší

1) po odběru do SilcoCan kanystrů a zakoncentrování na sorbentech (RESTEK Silco Can canisters, 2005)

2) za použití RadielloTM difuzního vzorkování (Radiello, 2006)

Předmět a působnost metody

Tento postup je určen pro stanovení VOC v ovzduší, uhlovodíků (C5-C12), halogenovaných uhlovodíků, esterů alkoxyalkoholů a kyselin, alkoholů (C1-C10), aldehydů a ketonů (C4-C10) a thiolů-merkaptanů (C1-C4). Pro odběr vzorků v průběhu pachových epizod se používá odběrový kanystr SilcoCan od fy. Restek o objemu 3 nebo 6 litrů. Analyty v odebraném vzorku jsou zkoncentrovány z kanystru na trubičku plněnou sorbentem a po tepelné desorpci stanoveny metodou GC-MS.

Pro dlouhodobé pasivní vzorkování je využíván difuzní vzorkovač Radiello™ se sorbentem Carbograf (grafitizovaný uhlík). Zachycené analyty jsou po tepelné desorpci stanoveny metodou GC-MS.

Podrobný popis metodiky stanovení těkavých organických látek je uveden v příloze.

4.2.3.5 Analýza karbonylů ze vzorků odebraných v závislosti na směru větru

Pro stanovení aldehydů a ketonů byla vybrána metoda vysokoúčinné kapalinové chromatografie s UV detekcí. Stanovení byla prováděna na HPLC Agilent 1100 za použití chromatografické kolony Ascentis s amidovou náplní od firmy Supelco (SUPELCO, Air Monitoring). Princip metody je následující, aldehydy a ketony v plynné formě jsou zachycené v sorpční trubičce na silikagelu s navázaným 2,4-dinitrofenylhydrazinem (2,4-DNPH) a převedené derivatizační reakcí na odpovídající hydrazony (NIOSH 2016). Po eluci acetonitrilem jsou stanoveny metodou HPLC s UV detektorem (EPA TO 11A).

Na základě použité literatury bylo pro měření vytypováno 24 různých karbonylů (Tab. 5).

Tab. 5: Přehled stanovovaných karbonylů

Pořadí	Triviální název	Název IUPAC
1	formaldehyd	metanal
2	acetaldehyd	etanal
3	aceton	propanon
4	akrolein	prop-2-enal
5	propionaldehyd	propanal
6	crotonaldehyd	but-2-enal, butenal
7	methakrolein	2-methylprop-2-enal
8	methylethylketon	2-butanon
9	butyraldehyd/isobutyraldehyd	butanal/2-methylpropanal
10	benzaldehyd/cyklohexanon	benzenkarbaldehyd/cyklohexanon
11	isovaleraldehyd	3-methylbutanal

12	valeraldehyd	pentanal
13	o-tolualdehyd	2-methylbenzaldehyd
14	m/p-tolualdehyd	3/4 -methylbenzaldehyd
15	glutaraldehyd	pentandial
16	hexaldehyd	hexanal
17	dimethylbenzaldehyd	2,5-dimethylbenzaldehyd
18	heptaldehyd	heptanal
19	oktaldehyd	oktanal
20	nonaldehyd	nonanal
21	decylaldehyd	dekanal

Z Tab. 5 je patrné, že 3 dvojice látek jsou stanovovány jako suma, butyraldehyd a isobutyraldehyd, benzaldehyd a cyklohexanon, meta a para tolualdehyd, ostatní analyty se pak stanovují jednotlivě.

Kalibrační závislosti jsou lineární, nejvyšší zvolený rozsah je pro směs benzaldehyd a cyklohexanon (0 – 0,8 µg/vz.), naopak nejnižší rozsah je pro methakrolein (0 – 0,2 µg/vz.). Korelační koeficienty se pohybují v rozmezí 0,9996 až 1,0000.

Meze stanovitelnosti pro jednotlivé karbonyly byly spočítány na objem odebraného vzduchu 100 l. Nejnižší mez stanovitelnosti byla dosažena pro formaldehyd 0,08 µg/m³, a naopak nejvyšší hodnota byla vypočtena pro dekanal 0,58 µg/m³. Pokud bylo odebrané množství vzorku malé v jednotkách nebo dokonce v desetínách litrů, stanovená množství karbonylů se sice třeba blížila mezi stanovitelnosti, ale pak při přepočtu vztaženém na 1 m³ se dostáváme ke koncentracím nereálně vysokým. Z tohoto důvodu, pro zachování objektivity, vzorky, kde odebrané množství vzduchu bylo malé, byly z dalšího hodnocení vyloučeny. Minimální objem prosátého vzduchu u vzorků použitých k výpočtu byl stanoven na 50 l.

4.2.3.6 PM₁₀: Ekotoxikologické testy

Odběr vzorků

Vzorky PM₁₀ na měřicích stanicích v Lomu u Mostu, Deutschneudorfu, Collmu a Lipsku-střed byly odebírány s pomocí vysokoobjemových sběračů (500 l/min) v rámci měřicích kampaní, které probíhaly v období od 14. února 2017 do 1. března 2017 (1. kampaň) a od 17. února 2018 do 13. března 2018 (Lom a Deutschneudorf) resp. od 3. února 2018 do 4. března 2018 (Lipsko a Collmberg). Kromě projektových měřicích stanic v Lomu u Mostu, v blízkosti kontejneru ČHMÚ, a v obci Deutschneudorf (část obce Seiffen), v blízkosti mobilního zařízení na odběr vzorků projektového partnera TROPOS, byly zvoleny dvě další

stanice saské měřicí sítě BfUL Sachsen jako srovnávací stanice: Lipsko-střed jako městská stanice s vysokým dopravním zatížením a Collm jako pozadová stanice na náhorní rovině.

Geografické údaje měřicích stanic:

- Lom - kontejner ČHMÚ: 50°35'08.83" N 13°40'24.21" E, 362 m n.m.
- Deutschneudorf, louka: 50°36'11.75" N 13°27'55.68" E, 767 m n.m.
- Lipsko-střed: 51°20'38.30" N 12°22'31.47" E, 109 m n.m.
- Collmberg, náhorní rovina, 51°18'14.2"N 13°00'33.7"E, 313 m n.m.

Odběr vzorků a vážení filtrů prováděly laboratoře ZÚ UL (1+2), resp. BfUL Radebeul (3+4). Vzorky byly na všech stanicích odebírány po dobu 24 hodin během první kampaně a 48 hodin (stanice 1+2) resp. 2x24 hodin (stanice 3+4) během druhé kampaně. Filtry byly automaticky měněny ve 24:00 hod. s výjimkou stanice v Lomu, kde byla výměna prováděna manuálně v dopoledních hodinách. Ekvilibrované křemenné filtry byly před a po expozici zváženy a následně extrahovány. Se vzorky byly odebírány také „prázdné vzorky“ (field blanks).

Extrakce filtrů a příprava vzorků

Extrakce celého křemenného filtru s nahromaděnými částicemi PM₁₀ byla zahájena v 70 ml dichlormethanu/methanolu (93:7 v/v) pomocí ultrazvuku po dobu 20 minut. Následně proběhla další extrakce filtru v 50 ml stejného rozpouštědla po dobu 20 min. Oba extrakty byly sloučeny a přidáno 50 ml 10% dimethyletheru v hexanu. Po přidání 0,5 ml 10% 1,2-propandiolu v metanolu byl extrakt v proudu dusíku odpařen na menší objem, přenesen do nádobky Eppendorf a následně vysušen (50 µl z 1,2 propandiolu zůstalo na stěně nádobky). Poté bylo přidáno 50 µl dimethylsulfoxidu (DMSO) a tak získáno konečné množství vzorku pro kontrolu cytotoxicity.

V některé dny byla na stanicích Lipsko-střed a Collm z důvodu obvyklého programu měření BfUL k dispozici pouze čtvrtina křemenných filtrů. Ty byly extrahovány s odpovídajícím menším množstvím rozpouštědla (2 x 20 ml dichlormethanu/metanolu (93:7 v/v) a 20 ml 10% dimethylether v hexanu).

Množství DMSO, které bylo přidáno k extrahovaným organickým látkám (EOS) vzorků z filtrů, bylo zvoleno tak, aby koncentrace odrážela objem vzorků vzduchu. To znamená, že 1 ml vzorku odpovídal EOS ze 3 m³ nasátého vzduchu. 10 ml tohoto roztoku bylo smícháno s 1 ml média pro kultivaci buněk (MEM s 10% fetálním telecím sérem). Z tohoto základního roztoku byly připraveny čtyři koncentrace pro buněčné testy.

Testy cytotoxicity s pomocí WST-1 (water soluble tetrazolium)

Pro testy cytotoxicity byla použita humánní plicní buněčná linie A549 a WST-1 (Roche, kat. č. 11644807001). Jedná se o metodu, při které jsou tetrazoliové soli živých buněk metabolizovány mitochondriálními dehydrogenázami na formazan, který lze kvantifikovat s použitím spektrometru. Z reakce tetrazoliové soli na formazan se stanoví aktivita živých buněk.

Buňky A549 byly kultivovány v MEM 1x GlutaMAX s 10% fetálním telecím sérem při 37 °C a 5 % CO₂. Před provedením testů byly buňky spočítány a s hustotou 75 000 buněk na ml aplikovány na kultivační destičku s 96 jamkami (100 µl na jamku > 7500 buněk na jamku). Po 24hodinové inkubaci bylo médium odstraněno, buňky promyty roztokem kuchyňské soli s fosfátovým pufrům (PBS) a do média na kultivaci buněk přidány extrakty PM₁₀ v příslušné koncentraci. Pro vyloučení účinku DMSO byly pro srovnání některé jamky inkubovány 0,1% DMSO v médiu. Jako pozitivní kontrola byl použit cytotoxický síran kadmnatý ve třech různých koncentracích (37,5µM, 75 µM a 150 µM). Všechny vzorky resp. koncentrace byly testovány v triplicátech.

Po 24hodinové inkubaci buněk s vzorky roztoku bylo médium odstraněno, buňky promyty s PBS a reagens WST-1 přidán v 10násobném zředění v bezbarvém MEM k buňkám. Po hodině byla změřena absorpce jednotlivých jamek při vlnové délce 440 nm s pomocí spektrometru (SpectraMax Multimode Plate Reader).

Procento buněk, které přežily, bylo vypočteno takto:

$$\% \text{ živé buňky} = \frac{bs\ X - Abs\ Bl}{Abs\ NC - Abs\ Bl} * 100$$

Abs X – absorpce testované extraktu PM₁₀

Abs Bl – absorpce prázdného vzorku (WST-1 reagens bez buněk)

Abs NC – absorpce negativní kontroly (buňky s médiem)

Pro každou stanici byla vypočítána cytotoxicita pro 24 h (v roce 2017) resp. pro 48 h (v roce 2018) jednotlivě a pro celé období odběru vzorků. Mimoto byla pro každou stanici stanovena hodnota LC30 (= koncentrace, při níž je mrtvých 30 % buněk).

4.2.3.7 Mobilní a stacionární iontový mobilitní spektrometr

Iontový mobilitní spektrometr (IMS) je přístroj pro chemickou analýzu. Možnosti použití jsou rozmanité a sahají od detekce výbušnin až po odhalování drog. Zde jej používáme pro zachycování pachů. Cílem přitom je opětovně rozpoznat různé typické pachy s pomocí matematicky vyhodnotitelných vzorců signálu. Vysoká citlivost měřicí techniky umožňuje

rozpoznat pachové vzory v koncentraci, která se blíží lidskému čichovému prahu nebo je dokonce nižší.

V okolním vzduchu se nachází látky a směsi látek, které mohou způsobit, že cítíme zápach. Zpravidla se skládají z velkého počtu jednotlivých substancí, jejichž účinek téměř nelze kvantitativně stanovit. Fyzikální princip měření spočívá v různých driftových rychlostech (molekulových) iontů v elektrickém poli ve vzduchu za normálního tlaku. Driftová rychlost je čas, který molekulové ionty na základě svých fyzikálních a chemických vlastností potřebují k tomu, aby se dostaly k detektoru.

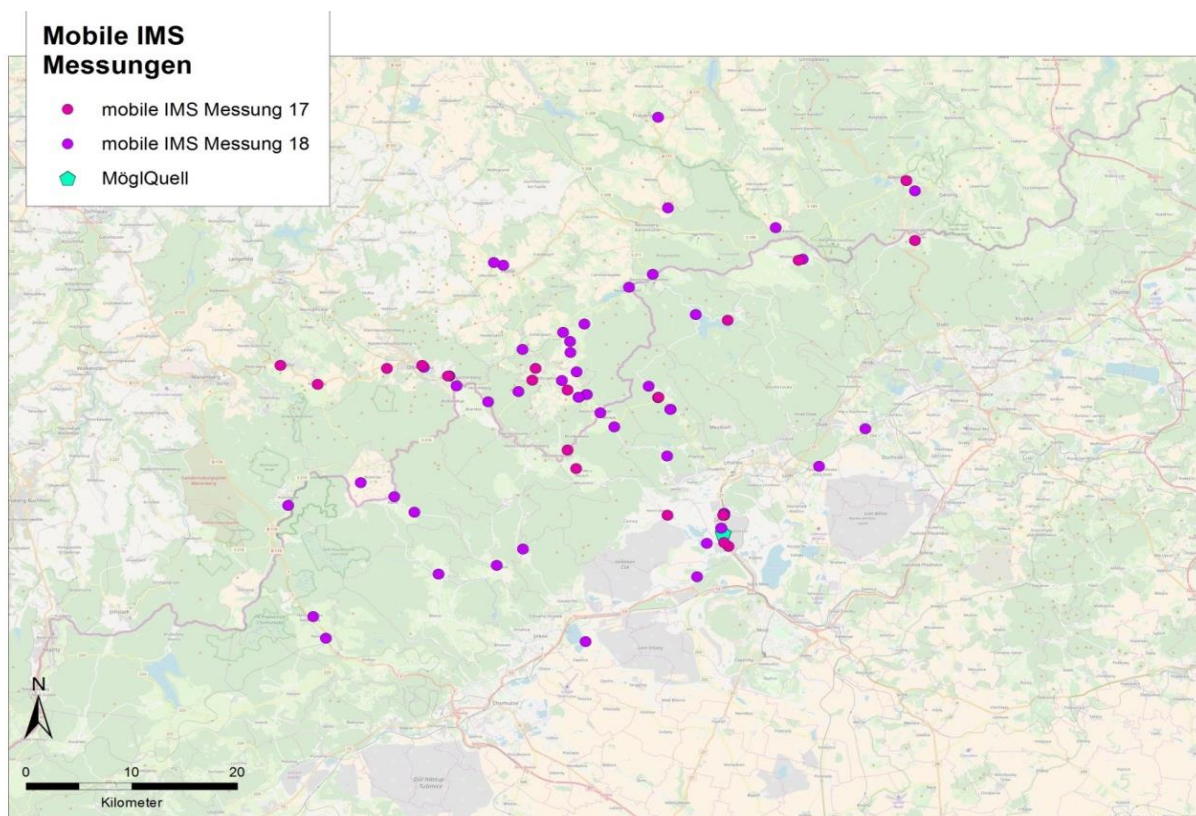
Analýzovaný vzduch je nejprve naplněn do reakčního prostoru měřicí trubičky. S pomocí slabého zářiče jsou molekuly ionizovány a dále vedeny nosným plynem. Tento iontový mrak je elektrickým polem urychlován až k detektoru. Na detektoru jsou ionty opět neutralizovány a vytváří přitom průtok proudu, který je zesílen a přeměněn na napěťový signál. Přitom vznikají určité vzorce signálu s charakteristickým spektrem. To umožňuje rozpoznat, sledovat a rozlišovat pachy. Tyto přístroje a tato metoda však neumí poskytnout informaci o tom, o jaké látky se jedná.

Abychom mohli přesně stanovit opakující se vzorce signálu, museli jsme s pomocí mobilního IMS vytvořit vlastní knihovnu látek. Za tímto účelem jsme jezdili na různá místa a k potenciálním zdrojům na české a saské straně hranice a měřili vnější vzduch. Do knihovny tak byly zahrnuty i směsi látek a sekundární produkty, které jsme pak mohli později také přiřadit (obr. 20).

Při použití IMS přístrojů byly současně zaznamenávány údaje o větru, abychom následně mohli lokalizovat pachové vzorce s pomocí směru větru. Při vyhodnocení byl analyzován vývoj zápachu v průběhu dne a týdne, abychom tak dokázali rozpoznat, zda se určité pachy v určitou dobu vrací (obr. 21)

Celkem jsme během zimních období měření použili tři IMS přístroje. Dva přístroje byly instalovány vždy po dobu několika měsíců ve stacionárních měřicích kontejnerech v Lomu a Deutschneudorfu a nepřetržitě zaznamenávaly vzorce signálu. Během první zimy byly oba přístroje instalovány na místo v únoru a březnu a během druhého období pak v období od listopadu 2017 do konce března 2018. V listopadu a prosinci 2018 pak proběhla poslední měřicí kampaň. Třetí IMS přístroj byl použit pro mobilní měření s pomocí osobního automobilu, a to v první sezóně po dobu tří týdnů v únoru a během druhé se sezóny také celkově po dobu tří týdnů, tato doba však byla rozdělena do několika měsíců. Data byla shromažďována cíleně během vhodných meteorologických podmínek, tedy především při jihovýchodním proudění, jak v hlavní oblasti stížností okolo Seiffenu a Olbernhau, tak i v bezprostřední blízkosti možných zdrojů. Celkem bylo během 6 týdnů provedeno 117 mobilních měření na 86 místech. Směr větru v příslušné dny určil směr jízdy,

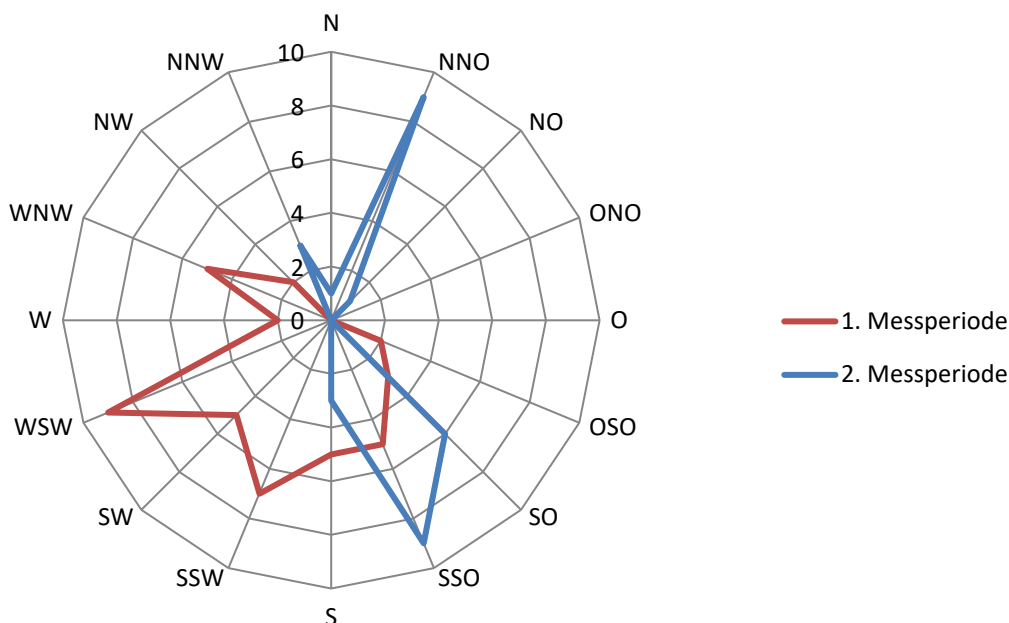
aby bylo možno sledovat rozsah vlivu možného zdroje ve směru větru a podchytit lokální vlivy ve sledované oblasti. Mobilní měření probíhalo také v jednom dni s velkým počtem stížností na zápach, a sice dne 15.02.2018. V tento den obdržel LfULG 11 stížností. Trasa byla stanovena tak, aby bylo možno podchytit vzorec signálu v obcích, z nichž hlášení pocházela.



obr. 20: Mapa míst mobilního měření

Vyhodnocení se mělo zaměřit na tyto otázky:

- Existuje souvislost mezi vzorci signálu IMS a nám známými látkami?
- Existuje souvislost mezi vzorci signálu z mobilních a stacionárních měření?
- Porovnáme-li časy, v nichž se vyskytly stížnosti, s intenzitou vzorců signálu, je některý vzorec/jsou některé vzorce nápadný/é?



obr. 21: Prezentace podmínek větru při mobilních měřeních

4.2.3.8 Bioaerosoly

Bioaerosoly jsou běžně se vyskytující částice šířené vzduchem, na nichž se zachycuje biologický materiál, mezi něž patří mikroorganismy, jako jsou bakterie, plísně a/nebo jejich metabolity. Částice přenášející mikroorganismy představují v ovzduší 25 % veškerých částic ve vzduchu (Jones & Harrison, 2004). Živočichové, rostliny, půda a vodstvo jsou životními prostory pro mikroorganismy, které se do životního prostředí dostávají cestou přirozených emisí. Přirozená pozadová koncentrace závisí kromě podmínek životního prostředí a meteorologických parametrů závislých na ročním období také na velikosti a tvaru částic (Lighthart & Shaffer, 1995; Clauß et al., 2013). Antropogenní zdroje způsobují další emisi určitých částic přenášejících mikroorganismy. Zvýšené koncentrace bioaerosolů s partikulárním podílem až 90 % se vykytují v blízkosti zařízení na zpracování odpadů a chovu hospodářských zvířat (Aengst, 1984).

Bakterie dosahují průměrné velikosti 1-10 μm a v ovzduší se vyskytují jako zkoumaná frakce částic od 0.65 do 12 μm AD (aerodynamický průměr), nejvíce však $> 7 \mu\text{m}$ AD. Vzhledem k vlastnostem spor se plísně na rozdíl od bakterií vyskytují spíše ojediněle (Clauß, 2015). Částice přenášející mikroorganismy mají vliv na zdraví při velikosti částí $\text{PM}_{2,5}$, PM_4 , PM_{10} a v celkovém prachu. Částice, zejména ale částice menších frakcí, mohou být pro člověka významné, jakmile se jedná o zárodky, které jsou pro člověka patogenní, neboť velmi malé částice se mohou dokonce dostat až do plic (Sturm, 2012; Fernstrom & Goldblatt, 2013; Projekt UFIREG, 2014).

Lidé v Krušných horách a Fojtsku se již dlouhou dobu cítí být obtěžováni zápachem. Tento zápach, který vzniká v severočeské průmyslové oblasti nebo přímo v Sasku, vnímají obyvatelé jako faktor negativně ovlivňujících jejich zdravotní stav a jako příčinu onemocnění. Lidé uvádí, že se necítí dobře, mají bolesti hlavy a trpí nevolností, zvracením a průjmy.

Cílem bylo stanovit a vyhodnotit koncentrace bioaerosolů v okolním prostředí v lokalitách Deutschneudorf a Lom a vyjasnit tak jejich možný přínos ke zmiňovaným symptomům onemocnění a případně je jako možnou příčinu onemocnění vyloučit.

Zkoumali jsme celkový počet bakterií na nejrůznějších živných médiích při 37°C a při 22°C, tedy počet všech živých bakterií schopných rozmnožování, které mohou na těchto médiích a v těchto kultivačních podmínkách růst. S pomocí analýzy MALDI-TOF MS a sekvenace 16S-rRNA bylo ze subkultur zjištěno, o jaké druhy bakterií se jedná a zda jsou pro člověka potenciálně nebezpečné. Někteří původci (stafylokoky, streptokoky, enterobakterie a enterokoky) mohou způsobovat záněty, žaludeční a střední infekce, ale i infekce dýchacích a močových cest. Mimoto byl měřen celkový počet plísni resp. obsah plísni ve vzduchu. Některé druhy plísni mohou ve vyšších koncentracích nebo při dlouhodobější expozici způsobovat alergie, infekce, kašel, bolesti hlavy nebo také nevolnost. A konečně byly stanoveny také endotoxiny, produkty rozpadu gramnegativních bakterií, které mohou ve vyšších koncentracích způsobit onemocnění dýchacích cest, vysoké teploty nebo záněty.

Měření v příslušném zimním období probíhalo od listopadu do března a zahrnovalo šest nebo sedm měření v každé lokalitě. V letních měsících byla provedena vždy dvě kontrolní měření. Všechna měření jsou shrnuta v Tab. 6. Měření probíhala při všech směrech větru, nikoliv však za každého počasí: za silného mrazu, deště nebo sněžení nebylo možné měření provádět. Mobilní měřicí stanice zaznamenávala meteorologické parametry, jako je teplota, rychlost větru, směr větru, vlhkost vzduchu, tlak vzduchu a globální záření (obr. 22)

Tab. 6: Časový průběh měření bioaerosolů a použitá technika měření v Lomu a Deutschneudorfu (DND) během obou zimních období měření I a II. Datum tučně: Měření v den s více než třemi stížnostmi na zápach.

Datum	Místo	Roční doba	AGI	MAS	Filtr	SMĚR VĚTRU	TEPLOTA
22.11.16	LOM	Zima I	X	X	---	V - JV	9.6
28.11.16	LOM	Zima I	X	X	---	Z - SSZ	0.9
09.12.16	LOM	Zima I	X	X	---	V - SSZ	4.8
12.01.17	LOM	Zima I	X	X	---	JZ - ZJZ	3.9
20.02.17	LOM	Zima I	X	X	---	JJZ - ZJZ	7.7
20.03.17	LOM	Zima I	X	X	---	JZ - Z	12.0
24.07.17	LOM	Léto I	X	X	X	SV - JV	19.2
01.08.17	LOM	Léto I	X	X	X	VJV - Z	26.3
13.11.16	LOM	Zima II	X	X	---	ZJZ - SZ	4.6
30.11.16	LOM	Zima II	X	X	---	SSV - ZSZ	2.8
19.12.16	LOM	Zima II	X	X	---	JJZ - Z	-0.7
05.01.17	LOM	Zima II	X	X	---	JJZ - ZJZ	7.7
30.01.17	LOM	Zima II	X	X	---	ZJZ - ZSZ	5.1
20.02.17	LOM	Zima II	X	X	---	S - JJV	1.3
16.07.18	LOM	Léto II	X	X	X	JJV - SSZ	25.3
07.08.18	LOM	Léto II	X	X	X	VSV - SSZ	24.7
26.01.17	DND	Zima I	---	X	---	VJV - JV	-3.9
06.02.17	DND	Zima I	X	X	---	Z - SZ	0.9
13.02.17	DND	Zima I	X	X	---	VJV - JV	0.9
15.02.17	DND	Zima I	X	X	---	V - VJV	7.3
09.03.17	DND	Zima I	X	X	---	SZ - SSZ	5.2
13.03.17	DND	Zima I	X	X	---	V - JJZ	3.8
23.03.17	DND	Zima I	X	X	---	VJV - JV	3.8
18.07.17	DND	Léto I	X	X	X	VJV - J	17.9
15.08.17	DND	Léto I	X	X	X	VSV - JV	21.0
23.11.17	DND	Zima II	X	X	---	S - VSV	5.6
07.12.17	DND	Zima II	X	X	---	VSV - JJV	3.0
12.12.17	DND	Zima II	X	X	---	JZ - ZSZ	1.1
25.01.17	DND	Zima II	X	X	---	SV - V	4.3
05.03.17	DND	Zima II	X	X	---	V - VJV	-2.3
08.03.17	DND	Zima II	X	X	---	ZJZ - SZ	4.8
25.07.18	DND	Léto II	X	X	X	SSZ - VSV	25.3

30.07.18	DND	Léto II	X	X	X	JJV - Z	27.1
----------	-----	---------	---	---	---	---------	------

Bioaerosoly byly ze vzduchu převedeny do sběrného roztoku nebo přímo na živnou půdu. Pro bakterie (podle VDI 4252 list 3) a endotoxiny byly použity takzvané impingery (AGI – *all glas impinger*). Aby se ve sběrném roztoku (0,9% roztok chloridu sodného pro bakterie a destilovaná voda bez endotoxinů pro endotoxiny - vždy 30 ml) při teplotách okolo bodu mrazu netvořily krystaly, byly během procesu použity kryostaty pro udržování tepla. Bakterie mohou být - stejně jako plísňe - sbírány s pomocí impaktorů (MAS-100 Eco® - MBV AG) přímo na živné půdy. V létě byly plísňe s pomocí malých filtračních přístrojů podle VDI 4252 list 2 odlučovány na želatinové filtry.



obr. 22: Měřicí stanoviště Deutschneudorf (nahore) a Lom (dole) s měřicí stanicí a sestavenou měřicí technikou v zimě.

Vzorky pro impingery byly upravovány v laboratoři pomocí filtrace celého sběrného roztoku s následnou kultivací na univerzální živné půdě (TSA – *tryptose soya agar*) při 37 °C po dobu 48 hodin. Impakce bakterií byla prováděna na agaru Columbia s ovčí krví (kultivace při 37°C, 48 h), TSA (22°C, 7 d) a manitolovém agaru (37°C, 48 h), impakce plísní pak na DG18 agaru (7 d, 25°C). Pro stanovení plísní v létě byly filtry se vzorky podle VDI 4252 list 2 rozpuštěny v suspenzním roztoku, desítkově zředěny a napipetovány na DG18 agar. Ze vzorků endotoxinů bylo vždy 5 ml sběrného roztoku vloženo do sterilních trubiček a až

do provedení analýzy (CUP Laboratorien Dr. Freitag) zmrazeno na -20°C . V **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** jsou shrnuty jednotlivé postupy v laboratoři.

Po kultivaci byly jednotlivé kolonie (jednotky tvořící kolonie - KBE) subkultivovány pro následnou analýzu MALDI-TOF MS (Ripac-Labor GmbH, Postupim). Hmotnostní spektrometrie MALDI-TOF kombinuje maticí asistovanou laserovou desorpci/ionizaci s analyzátozem doby letu (angl. *time of flight*) uvolňovaných iontů do hmotnostní spektrometrie, což umožňuje také kvalitativní vyhodnocení bakterií. Pokud se některé druhy nepodařilo s pomocí hmotnostní spektrometrie MALDI-TOF určit, následovala shluková analýza těchto neznámých izolátů, aby byly zjištěny podobnosti druhů. Vždy jeden izolát za každý shluk byl následně identifikován pomocí sekvenace 16S-rRNA.

4.3 DÍLČÍ PROJEKT 2: PROGRAM PROBANDŮ

4.3.1 Dynamická olfaktometrie DIN 13725

V rámci této dílčí studie projektu jsme hledali dobrovolníky z řad obyvatel v dotčených oblastech. Cílem bylo, aby především v zimních měsících systematicky sledovali a dokumentovali případný zápach.

Probandi byli proškoleni podle EU normy DIN 13725 a platných standardů olfaktometrického testování. Zjednodušeně řečeno tato norma stanoví, že místnost musí být bez zápachu a příjemná, dobře větraná, nesmí být vystavena přímému slunečnímu záření a zdrojům hluku. Dále bylo nutno při sestavování skupiny probandů dbát pečlivě na to, aby probandi byly osoby starší 16 let, které půl hodiny před a během olfaktometrického měření/testování nesmí nic jíst, kouřit ani pít (kromě vody). Při nachlazení či indispozici, která by zhoršila čich, měl být účastník v každém případě z testu vyřazen. Testování pak probíhá minimálně během tří měřicích kampaní v různé dny s přerušením v délce vždy minimálně jednoho dne mezi kampaněmi. Probandi se museli do „čichové“ místnosti dostavit čtvrt hodiny před začátkem testování, aby si zvykli na pachy v okolí měřeného prostoru. Během testování se zjišťuje minimálně 10 různých odhadů prahových hodnot ITE (individual threshold estimates) s referenčním plynem. Jako referenční plyn se zpravidla používá n-butanol a dusík.

Cílem je najít probandy, kteří nemají „superdobrý“ nos ani nemají „špatný“ čich. Hledali jsme osoby s průměrným čichem, tedy takové osoby, které by zastupovaly reprezentativní vzorek obyvatelstva. Vyhodnocení testů prováděl certifikovaný dodavatel, který zajistil konformitu olfaktometrického testu s normou. Klasifikace pak zařadila testované osoby jako dobré, méně vhodné a zcela nevhodné.

Na konci bylo vybráno 12 probandů na české straně a 11 probandů na saské straně. Co se týče pohlaví, převažovaly na české straně nepatrně ženy, zatímco mezi německými probandy dominovali muži. Věkový průměr českých probandů byl zhruba o 10 let nižší, než německých.

4.3.2 Program probandů

Úkolem této dílčí studie bylo zjistit, zda existuje zásadní rozdíl mezi vnímáním zápachu (četnost, druh) a rozdělením zápachových epizod mezi probandy a obecnými stížnostmi, které jsou zaznamenávány na LfULG. Mimoto bylo cílem zjistit, zda mají součásti zápachu přímou souvislost s určitými meteorologickými podmínkami, ale také se zdravotními obtížemi obyvatelstva. Dále měly být prošetřeny a potvrzeny či vyloučeny potenciální zdroje.

Za tímto účelem byl vytvořen pachový deník, do nějž byly zaznamenávány vyskytující se pachy - datum a čas a také druh a intenzita zápachu. Mimoto je pro projekt zajímavé, zda příslušný proband trvale pobýval v projektové oblasti. Někteří čeští probandi disponovali malými osobními spirometry, s nimiž si sami mohli kontrolovat svou dýchací kapacitu.

Program probandů probíhal na podzim a v zimě od listopadu do března v letech 2017 a 2018 resp. v listopadu a prosinci 2019. Někteří probandi dokumentovali zápachové epizody také během jarních a letních měsíců.

Kromě pachového deníku obdrželi někteří probandi speciální kanystry firmy Restek, s nimiž měli při velmi intenzivních zápachových epizodách odebrat vzorek vzduchu.

Na začátku projektu byly po dohodě se Zdravotním ústavem v Ústí nad Labem, který je projektovým partnerem, zakoupeny speciální kanystry. Jako požadavek na tyto nádoby na odběr vzorků byl stanoven maximálně inertní vnitřní povrch nádoby, s nímž bude možno beze ztrát uschovat vzorky po dobu několika dní. Z tohoto důvodu nebylo možno použít jednoduché kanystry s jednoduchým kovovým povrchem, neboť sirné sloučeniny mohou reagovat s kovovým povrchem, což automaticky vede ke ztrátě kvality vzorku vzduchu. Vzhledem k tomu byly zakoupeny kanystry Silco.

Kanystr naplněný vzorkem vzduchu vyzvedl zaměstnanec projektu a v co nejkratší době jej předal do laboratoře k analýze látek obsažených v kanystru. Mezi odběrem vzorku vzduchu a vlastní analýzou neměly uplynout více než 4 dny. V opačném případě totiž hrozilo nebezpečí rozpadu vzorků na sekundární produkty. Vzorky vzduchu byly v laboratoři za určitých podmínek přesunuty do termodesorpčních trubiček. Třetina vzorku byla vedena na SulfiCarb k analýze thiolů. Další třetina byla převedena na trubičky carboxen-carbograph-tenax (další analýza VOC) a zbývající třetina uschována pro případné

pozdější analýzy. Závěrem byly vzorky identifikovány s pomocí plynového chromatografu - hmotnostního spektrometru s termodesorpcí.

Laboratoř Zdravotního ústavu Ústí nad Labem v Hradci Králové zakoupila z projektových prostředků různé plynové standardy. S pomocí těchto standardů byly kvantifikovány pachové látky.

Probandi vyplňovali při odběru vzorku vzduchu informační list. V něm bylo mimo jiné uvedeno datum, čas a místo, a dále subjektivní hodnocení zápachu, jeho intenzita a směr větru. Látky, které se nacházely v kanystru, měly v kombinaci s jednoduchými zpětnými trajektoriemi, které byly vypočteny.

4.4 HODNOCENÍ ZATÍŽENÍ ZÁPACHEM A DOPADŮ ZÁPACHOVÝCH EPIZOD A ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK V OVZDUŠÍ V ČESKO-SASKÉM POHRANIČNÍ

4.4.1 Analýza primárních dat¹

4.4.1.1 Diskusní skupiny

Celkově bylo v rámci projektu realizováno pět diskusních skupin, dvě na saské a tři na české straně¹; a) skupinová diskuse - část I byla realizována za účelem vytvoření kvantitativních dotazníků, b) skupinová diskuse - část II sloužila zhodnocení výsledků.

S účastníky jsme vedli diskusi o výsledcích kvantitativního dotazníkového šetření a pokusili se vyvinout strategii komunikace s obyvatelstvem. Z diskusí byl pořizován hlasový záznam.

Vyhodnocení 60-90minutových diskusí bylo provedeno shrnutím hlavních aspektů diskuse a tvrzení byla doložena citáty (Schulz et al., 2012).

Diskusní skupiny s obyvatelstvem

Na saské straně byla vedena jedna skupinová diskuse a na české straně dvě skupinové diskuse. Na základě dřívějších empirických studií a předchozích znalostí vědců a vědkyň v této tematické oblasti byl zvolen deduktivní postup (Schulz et al., 2012). Dostupné znalosti, které byly k dispozici díky výzkumné činnosti zadané Saským státním ministerstvem sociálních věcí a ochrany spotřebitelů (Zscheppang et al., 2016), byly zahrnuty do strukturovaného návodu. Na základě strukturovaného návodu účastníci diskutovali o těchto

¹ Dílčí studie byly předloženy ke kontrole etické komisi při Technické univerzitě v Drážďanech. Rozhodnutí komise je k dispozici (číslo jednací EK509122016). Pověřenec pro ochranu osobních údajů Technické univerzity Drážďany se záměrem souhlasil s podmínkou, že bude dodrženo obecné nařízení o ochraně osobních údajů. Souhlas účastníků na české straně je k dispozici, ochrana osobních údajů byla dodržena.

tématech: 1) Kvalita ovzduší, zápachové epizody, 2) diskuse o zápachových epizodách a jejich hlášení a 3) možné zdravotní následky v sasko-českém pohraničí. Účastníky jsme požádali o vyplnění krátkého sociodemografického dotazníku, který obsahuje údaje jako je věk, pohlaví, bydliště a nejvyšší dosažené vzdělání.

Čtyři účastníci mužského pohlaví z obyvatelstva staršího 18 let, kteří žijí v saských oblastech dotčených zápachovými epizodami, se zúčastnili diskusní skupiny dne 4. dubna 2017 v saském Olbernhau. K účasti byli přizváni tiskovou zprávou ve Freie Presse („Český vzduch: hledáme účastníky diskuse“; uveřejněno 28.03.2017). Věk účastníků byl mezi 65 a 68 lety (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

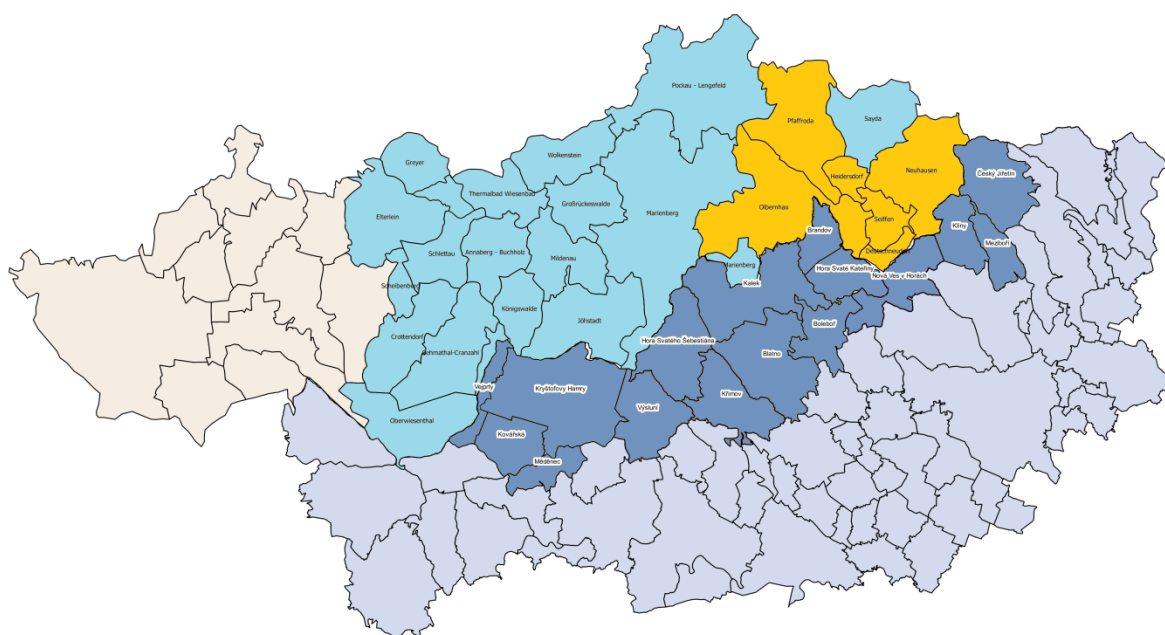
Diskusní skupina s českými účastníky se konala 02.11.2016 v Ústí nad Labem. Této diskuse se zúčastnilo 19 zástupců úřadů a organizací.

Diskusní skupiny s odborníky

Diskuse, která se konala dne 27.03.2019 v Olbernhau, se účastnilo devět odborníků - žen a mužů - z oblasti životního prostředí, zdraví a vzdělávání. Účast odborníků byla zajištěna na základě stávajících kontaktů vědců a vědkyň z TU Drážďany. Účastníci z České republiky přispěli svými znalostmi v oblasti životního prostředí a zdraví. Účastníci z úřadů, vědeckých institucí a studenti diskutovali o hlavních výsledcích dotazníkového šetření (kvalita ovzduší a zápach) a možnostech cílené komunikace a intervence zaměřené na jednotlivé cílové skupiny.

4.4.1.2 Kvantitativní dotazníkové šetření

V návrhu výzkumu byla plánována realizace (a) dotazníkového šetření mezi pacienty (zima 2016/17, zima 2017/2018) (b) reprezentativního dotazníkového šetření mezi obyvatelstvem (zima 2017/2018) v česko-saském pohraničí (obr. 23).



obr. 23: **Žlutá: hlavní oblast (oblast s největším počtem zápachových epizod), světle modrá: okrajová oblast (oblast se zápachovými epizodami), tmavě modrá: česká sledovaná oblast**

Cílem (b) dotazníkového šetření mezi obyvatelstvem bylo zejména zjistit, jak velký je ve sledované oblasti podíl obyvatelstva, které má pocit, že jej zápach obtěžuje, neboť o tom neexistují žádné poznatky. Cílem (a) dotazníkového šetření mezi pacienty bylo určit vliv zápachových epizod a jejich vnímání na diagnostikovaná onemocnění a také na subjektivní pocit zdraví. Populaci měli představovat všichni lidé, kteří ve sledovaném období navštívili praktického lékaře. V německé části sledované oblasti bylo kontaktováno 491 lékařů, z nichž šest vyjádřilo ochotu vydávat pacientům dotazníky. Zpět jsme obdrželi pouze tři kompletně vyplněné dotazníky. Na české straně byla ochota lékařů podpořit studii resp. ochota pacientů se do studie zapojit také nízká. Pacienti se odmítali podílet na šetření zejména z důvodu sdělování kódu ICD10. Lékaři nebyli ochotni tento kód do formuláře zadávat.

Z těchto důvodů byl návrh výzkumu upraven následovně:

Na německé straně bylo (a) dotazníkové šetření mezi pacienty nahrazeno reprezentativním dotazníkovým šetřením mezi obyvatelstvem (<18 let) v hlavní sledované oblasti, kterou představuje pět obcí, z nichž pochází většina stížností na zápach. Cílem bylo získat podrobnější informace o životních situacích, obtěžování zápachem a vnímání

zdravotního stavu. Mimoto bylo podle původního plánu provedeno (b) reprezentativní telefonické šetření v celé sledované oblasti (24 obcí, <18 let).

Specifikem české strany v tomto ohledu bylo, že zde již velmi málo obyvatel má soukromou pevnou telefonní linku. Z tohoto důvodu není (ani přibližně) reprezentativní kontaktování základní populace tímto způsobem možné. Dvě dotazníková šetření, která by byla realizována písemnou formou, nebyla z ekonomických důvodů možná. Ani z hlediska výzkumu by však nebyla přínosná. Nízká hustota obyvatelstva na české straně by totiž pravděpodobně vedla k tomu, že při samostatném dotazníkovém šetření pouze v rámci české hlavní oblasti by nebylo možno získat dostatečný počet dotazníků. Bylo tedy rozhodnuto, že na české straně bude dotazníkové šetření provedeno pouze v celé sledované oblasti, přičemž dotazníky budou obsahovat otázky z obou dotazování.

Dotazníkové šetření prováděné písemnou formou

Jak v Německu, tak i v České republice bylo provedeno plně standardizované kvantitativní šetření za pomoci papírových dotazníků.

Sasko (Německo): Jednoduchým náhodným výběrem z evidence obyvatel byl získán 25% zkušební vzorek (N=3.652). Náhodně vybraným osobám byl poštou zaslán dopis s prosbou o účast v dotazníkovém šetření. Účastníci obdrželi personalizovaný dopis, dotazník (vč. ofrankované obálky) a odkaz, na němž mohli dotazník alternativně vyplnit online. Před zahájením dotazníkového šetření zveřejnil LfULG tiskovou zprávu a v místním denním tisku požádal obyvatele, aby se v případě, že poštou obdrží příslušný dopis, do tohoto šetření zapojili. Aktivní fáze byla zahájena 23.2.2018 odesláním dopisu s žádostí o účast na dotazníkovém šetření (dopis s připomenutím účasti byl zaslán 07.03.2018) a ukončena dne 24.04.2018. Zpět bylo zasláno 1.723 dotazníků (podíl vyplněných dotazníků činil 51,1 %).

Česká republika: Z důvodu specifických podmínek týkajících se ochrany osobních údajů nebylo možno získat zkušební vzorek prostřednictvím úřadů evidence obyvatel. Z důvodu nižší hustoty obyvatelstva v české sledované oblasti bylo možno oslovit všechny domácnosti (N=2.562) vhozením dopisu do schránky. Dopis s žádostí o účast na dotazníkovém šetření byl zaslán 23.03.2018 (první upomínka 15.5.2018; druhá upomínka 29.05.2018). Zpět bylo zasláno 130 dotazníků (podíl vyplněných dotazníků činil 5,1%). Dále bylo možno vyplnit dotazník online na internetových stránkách ZÚ (N=30).

Porovnání podílu vyplněných dotazníků

Podíl vyplněných dotazníků v Německu činil více než 50 % a je tedy výrazně vyšší než v České republice (5,1 %). Důvody této skutečnosti mohou být různé, níže je krátce shrnujeme.

Země: Například z důvodu kulturních rozdílů, ale také v důsledku různých zkušeností s dotazníkovými šetřeními v jednotlivých zemích je možné, že vliv na podíl vyplněných dotazníků má země původu dotazovaných. Autorům nejsou známy studie porovnávající podíl vyplněných dotazníků v Německu a České republice, a proto nelze sílu tohoto faktoru odhadnout.

Oslovení dopisem: V odborné literatuře panuje shoda na tom, že personalizovaný dopis zvyšuje podíl vyplněných dotazníků. Z tohoto důvodu se lze domnívat, že personalizované oslovení mělo kladný vliv na počet vyplněných dotazníků.

Odesílatel: Velký vliv na podíl vyplněných dotazníků má také jejich odesílatel. Na německé straně to byla Technická univerzita v Drážďanech. Na české straně to byl Zdravotní ústav se sídlem v Ústí nad Labem. Druhý projektový partner byl v dopise uveden jako spolupracující partner. V Německu je prokázáno, že univerzity obecně a zejména univerzity, které mají úzký regionální vztah ke sledovanému území, mají jako odesílatelé mimořádně kladný dopad na podíl vyplněných dotazníků (Reuband, 2001). Autorům nejsou známy studie, které by tento efekt prokazovaly u zdravotních ústavů. V souvislosti s mimořádně silným pozitivním účinkem univerzit jako odesílatele v Německu předpokládáme, že také tato skutečnost vedla k vyššímu podílu vyplněných dotazníků v Německu.

Upomínka dopisem: V České republice byla dopisem zaslána jedna upomínka navíc v porovnání s Německem, což mohlo mít pozitivní vliv na počet českých vyplněných dotazníků.

Délka dotazníku: Jak již bylo uvedeno, byla v Německu provedena dvě dotazníková šetření, v České republice naopak pouze jedno, které obsahovalo otázky z obou šetření v Německu. Délka dotazníku má negativní vliv na podíl vyplněných dotazníků, neboť to zvyšuje osobní *výdaj* účastníků (tedy jejich investovaný čas).

Zainteresovanost: Zdá se, že téma je v Německu relevantnější než v České republice (viz část s výsledky). Zájem o téma a také osobní dotčenost tímto tématem zvyšuje podíl vyplněných dotazníků. Mimoto se na české straně jedná nejen o dotčenost ve smyslu zatížení zápachem. Domnělí původci tohoto zápachu (české průmyslové závody) jsou často zaměstnavateli obyvatel žijících v České republice. Také tato závislost by mohla mít vliv na počet vyplněných dotazníků.

Celkově bylo identifikováno šest faktorů, které jsou v obou zemích různé a podle stavu metodického výzkumu mají vliv na počet vyplněných dotazníků. Nelze však vyloučit, že vliv měly také další faktory. Dále nelze odhadnout a) míru vlivu jednotlivých faktorů a b) zda se tyto faktory vzájemně ovlivňují. Pro předkládaný výzkumný projekt je zajímavý zejména faktor zainteresovanosti, neboť ten již před analýzou dat naznačuje, že téma je na německé straně považováno za důležitější než na české straně.

Dotazníkové šetření prováděné telefonicky

Plně standardizované kvantitativní telefonické dotazování (Computer Assisted Telephone Interview, CATI) bylo realizováno mezi německy hovořícím obyvatelstvem v saské sledované oblasti (24 obcí). Dotazování provedlo Zentrum für empirische Sozialforschung (ZeS) (Centrum empirického sociálního výzkumu) působící u Institut für Sozialwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin (Institut pro sociální vědy Humboldtovy univerzity v Berlíně). Cílem bylo dosáhnout 200 dokončených rozhovorů v hlavní oblasti a 300 v okrajových oblastech. Vysoký podíl rozhovorů v hlavní oblasti byl stanoven z toho důvodu, aby byl vygenerován dostatečně velký namátkový vzorek, s jehož pomocí by bylo možno porovnat hlavní a okrajovou oblast. Námátkový vzorek pro telefonické šetření byl získán dvojnásobným náhodným výběrem (Gabler-Häder-Design a metoda Last-Birthday). V období od 25.01.2018 do 12.03.2018 bylo telefonicky osloveno 9.572 osob a vygenerováno 516 dokončených rozhovorů (podíl dokončených rozhovorů činil 26,4%).

Reprezentativnost

Sasko: Údaje z obou šetření byly porovnány s údaji zemského statistického úřadu. Údaje z šetření provedeného formou dotazníků zasílaných poštou byly navíc porovnány s 25% namátkovým vzorkem úřadů evidence obyvatel. Ohledně věku, pohlaví a bydliště nebyly z hlediska inferenční statistiky zjištěny žádné rozdíly, proto jsou údaje pro tyto proměnné reprezentativní.

Operacionalizace

Jak již bylo uvedeno, šetření prováděné formou dotazníků poštou zasílaných představovalo kombinaci obou dotazníků v Německu. Dotazníky měly být pokud možno identické. Z obsahových důvodů, ale i kvůli únosné délce dotazníku to však nebylo vždy možné. V České republice například není běžně používán pojem „česká mlha“. Tento pojem navíc hovorově popisuje, že za určitých meteorologických situací se z Čech do Saska dostávají zapáchající vzduchové masy. Proto se tzv. česká mlha již ze své definice nemůže vyskytovat v Čechách.

Níže je popsána operacionalizace, zvlášť pro telefonické a zvlášť pro písemné šetření, jak byla provedena v Německu.

Dotazníkové šetření prováděné telefonicky (Německo):

- Vnímání kvality ovzduší: V časovém a prostorovém srovnání s jinými oblastmi bylo zjišťováno vnímání kvality ovzduší v Krušných horách. Mimoto bylo zjišťováno, zda kvalita ovzduší ovlivňuje vlastní zdravotní stav a zároveň byla položena nepřímá otázka, zda má dotazovaný obavy, že ovzduší obecně ovlivňuje zdravotní stav obyvatelstva

- Nepříjemné pachy: Byly pokládány otázky týkající se existence, čestnosti výskytu (roční období a frekvence) i místa výskytu nepříjemných zápachů i pocitu obtěžování tímto zápachem obecně. Další otázka se týkala toho, co zápach připomíná (uzavřená otázka, vycházející z výsledků skupinové diskuse I). Dále bylo zjišťováno, zda dotazovaní přijali opatření k tomu, aby se kontaktu se zápachy vyhnuli.
- Linka pro hlášení zápachových epizod: Dotazovaným byla položena otázka, zda znají tuto linku a zda ji již někdy použili.
- „Český vítr“: Bylo zjišťováno, zda dotazovaní tento pojem znají a pokud ne, zda jim jen tento fenomén znám (dotaz opírající se o konkrétní poznatky). Otázky se dále týkaly vnímání tématu v médiích a skutečnosti, zda je toto téma součástí všední komunikace.
- Kouření: Bylo zjišťováno, zda dotazovaný nebo jiná osoba v domácnosti kouří.
- Sociodemografie: Bydliště, věk, pohlaví, nejvyšší dosažené vzdělání, povolání

Dotazníkové šetření prováděné poštou

- Zdravotní stav: Zdravotní stav podle vlastního odhadu respondenta byl zjišťován zdravotním dotazníkem SF-12v1, který byl validován jak v českém, tak i v německém jazyce. Dotazník obsahuje dvanáct otázek (např. obecné vnímání zdraví, vitalita, sociální funkčnost). Ze zjištěných údajů byly podle pokynů Bullingera a Kirchbergera (1998) vytvořeny dvě souhrnné škály (fyzické a mentální zdraví).
- Onemocnění: Byla zjišťována celá řada symptomů spojovaných se zápachem resp. ovzduším (např. kašel, dýchavičnost, pálení očí) a četnost jejich výskytu. Mimoto byla zaznamenávána různá onemocnění (např. kardiovaskulární onemocnění, astma).
- Obava o kvalitu životního prostředí: Pro podchycení obavy o kvalitu životního prostředí byla použita škála vyvinutá Rethagem (2007), která shrnuje jak obecnou obavu, tak i obavu vztahující se specificky k zápachu.
- Vlivy okolního prostředí: Bylo zjišťováno, zda se v blízkém okolí nachází výrobní závod. Mimoto bylo obecně zaznamenáváno, zda a jak často se vykytují různé projevy (hluk, smog, kouř/dým, zápach, intenzita dopravy) a do jaké míry se tím dotazovací cítí být obtěžováni.
- „Český vítr“: Na závěr byla položena otázka týkající se speciálně takzvané „české mlhy“ a to ohledně četnosti jejího výskytu, ohledně toho, zda se jí dotazovaní cítí být obtěžováni a ohledně jejího negativního vlivu na zdravotní stav.
- Kouření: Bylo zjišťováno, zda a od kdy dotazovaný kouří, resp. zda a jak dlouho kouřil [28] nebo zda jiná osoba v domácnosti kouří.

- Problémy, které je nutno řešit na politické úrovni: Byla položena otevřená otázka, které problémy v okolí by měly být rychle vyřešeny
- Sociodemografie: Bydliště, věk, pohlaví, nejvyšší dosažené vzdělání, povolání

4.4.2 Popis metod pro analýzu sekundárních dat

Analýza sekundárních dat zkoumá dopady na populaci, které se vyskytují po expozici způsobené zápachem nebo znečišťujícími látkami v ovzduší a vedou k hospitalizacím nebo úmrtí. Jejím cílem je statisticky prověřit nepřímé, zpožděné a kumulativní dopady expozice během několikaletého sledovaného období.

Základem vyhodnocení pro saské sledované oblasti jsou nemocniční statistiky a statistiky příčin úmrtí vedené spolkovými a zemskými statistickými úřady (Zemský statistický úřad, 2019). Tyto statistiky zaznamenávají denní aktuální diagnózy všech nemocnic a zařízení preventivní a rehabilitační péče v Německu podle Mezinárodní statistické klasifikace nemocí a souvisejících zdravotních problémů (ICD-10). S jejich pomocí lze mimo jiné analyzovat regionální kumulace onemocnění a vyhodnocovat je v mezinárodním srovnání.

V saských sledovaných oblastech jsou analyzovány údaje nemocničních statistik pro roky 2012 až 2016 a údaje statistik příčin úmrtí pro roky 2012 až 2015 (Zemský statistický úřad, 2019). Nemocniční statistiky a statistiky příčin úmrtí pro českou sledovanou oblast má k dispozici Zdravotní ústav Ústí nad Labem pro roky 2012 až 2017.

Vyhodnocení saské hlavní a okrajové oblasti a české sledované oblasti bylo prováděno zvlášť.

V saské hlavní oblasti analýza zahrnuje obce Deutschneudorf, Heidersdorf, Neuhausen, Olbernhau/Pfaffroda a Seiffen, v nichž nejčastěji dochází k výskytu zápachu. Diagnózy uvedených statistik jsou asociovány s hlášeními zápachu a s parametry životního prostředí a znečišťujících látek z měřicích stanic Annaberg-Buchholz a Schwanberg. Data měřicí stanice v Deutschneudorfu, která jsou pro vyhodnocení také vhodná, jsou k dispozici od začátku roku 2017, data z nemocničních statistik a statistik příčin úmrtí pro saskou sledovanou oblast však byla v době vyhodnocení k dispozici pouze do roku 2016 resp. 2015.

Saskou okrajovou oblast reprezentují města Annaberg-Buchholz, Aue a Marienberg. Všechny tři obce jsou ohledně zatížení znečišťujícími látkami a meteorologických parametrů podobné (Zscheppang et al., 2014, s. 74). Hospitalizace a příčiny úmrtí jsou asociovány s daty pozadové stanice Annaberg-Buchholz. Pro vyhodnocení v české sledované oblasti byla použita data měřicí stanice v Lomu.

Pro bližší určení vlivu zatížení zápachem a naměřených znečišťujících látek na hospitalizaci a na příčiny úmrtí jsou diagnózy MKN-10 zaznamenané ve statistikách nejprve rozděleny

na základě stavu znalostí (Aatamila et al., 2011; Blanes-Vidal, Nadimi, Ellermann, Andersen & Lofstrom, 2012) a již ukončených výzkumných projektů v Krušných horách (Zscheppang et al., 2014; Zscheppang, Otto, & Schürmann, 2016) do pěti hlavních skupin diagnóz. Jsou to všechny *Přírozené příčiny (MKN-10 A00-R99)* a kapitola MKN-10 pro *nemoci oběhové soustavy (MKN-10: I00-I99)*, *nemoci dýchací soustavy (MKN-10: J00-J99)*, *nemoci trávicí soustavy (MKN-10: K00-K93)* a *příznaky a nálezy nezařazené jinde (MKN-10: R00-R99)*. Kategorie v MKN-10 pod písmeny I, J, K a R představují diagnózy se specifickými příčinami, jež mohou být odvozeny od znečištění ovzduší znečišťujícími látkami. Aby bylo možno stanovit důsledky co nejpřesněji, je každá hlavní skupina diagnóz dále členěna. Přehled všech sledovaných diagnóz a jejich skupin obsahuje Tab. p. 9.

Nemocniční statistiky jsou následně vyhodnoceny pro všechny skupiny diagnóz. Statistika příčin úmrtí je naopak zkoumána pouze pro skupiny hlavních diagnóz.

Jako veličina ovlivňující hospitalizace v nemocnici a úmrtí je zohledněno zatížení zápachem na základě denních aktuálních hlášení zápachu a znečišťující látky v ovzduší měřené na stanicích - PM_1 saze, PM_{10}^2 , ultrajemné částice velikostní třídy 20-100 nm a celá koncentrace částí třídy velikosti 20-800 nm. Aby bylo možno znázornit časově posunuté jednoduché dopady, obsahují statistické modely různé prodlevy („lag“) ovlivňujících veličin (lag 0 až lag 5):

lag 0 = den epizody

lag 1 = 1 den před epizodou

lag 2 = 2 dny před epizodou

lag 3 = 3 dny před epizodou

lag 4 = 4 dny před epizodou

lag 5 = 5 dnů před epizodou

Lag 0 znamená, že účinek (např. hospitalizace) byl pozorován ve stejný den jako expozice (např. zápachem). Lag 1 až lag 5 znamená časovou prodlevu účinku (o 1, 2, 3, 4 resp. 5 dnů). Přímé, zpožděné a kumulativní účinky jsou navíc zohledněny jako několikadenní střední hodnoty ovlivňujících veličin (Armstrong, 2006):

lag 0-1 = bezprostřední účinek (průměr 2 dnů)

lag 2-5 = zpožděný účinek (průměr 4 dnů)

lag 0-5 = kumulativní účinek (průměr 6 dnů)

Kromě zápchových epizod a znečišťujících látek v ovzduší jsou kontrolovány různé rušivé veličiny. Je to průměrná denní teplota vzduchu a průměrná denní vlhkost vzduchu (vždy s

² Vyhodnocení není provedeno pro saskou okrajovou oblast.

lag 0-1 nebo lag 2-13) jako meteorologický údaj. Navíc je kontrolován časový trend, pracovní dny a svátky, období prázdnin (domnělá změna celé populace) a chřipkové epidemie.

Data jsou vyhodnocována pomocí Poissonova regresního modelu při zohlednění nadměrného rozptylu³. Regresní modely modelují souvislost jedné nebo více nezávislých ovlivňujících proměnných (zde: zápachové epizody, znečišťující látky) a nezávislé proměnné (zde hospitalizace v nemocnici). Poissonův regresní model je vhodný zejména pro vyhodnocení dat četnosti⁴, jako je například výskyt nemocí, hospitalizace nebo úmrtí (Dominici & Peng, 2008).

Pro časový trend, teplotu a vlhkost vzduchu se předpokládá, že jsou v nelineární souvislosti s cílovými proměnnými. Proto jsou v regresním modelu modelovány s přirozenými kubickými spline⁵.

Výsledky regresního modelu ukazují nárůst relativního rizika v procentech ($RR-1$ [%])⁶ pro hospitalizaci nebo úmrtí, pokud se zkoumaná ovlivňující veličina zvýší o jedno mezikvartilové rozpětí (IQR)⁷.

4.4.3 Vliv zatížení zápachem na zdraví dětí mateřských škol

Ve dvou zimních obdobích v letech 2017 a 2018 (pokaždé od února do března & října do prosince) byla v dětském denním zařízení péče o děti v Ústí nad Labem zaznamenána nepřítomnost předškoláků. Studie zkoumala předpoklad, že látky znečišťující ovzduší a zápach vedou ke zvýšené absenci dětí v důsledku onemocnění dýchacích cest ve sledovaném zařízení péče o děti. Informace o absenci dětí byly zaznamenány a následně poskytnuty vedoucím zařízení. Byly zaznamenány následující důvody nepřítomnosti: a) absence způsobená respiračním onemocněním, b) absence způsobená jinou nemocí, c) jiné důvody absence. Rodiče byli ve vstupním dotazníku požádáni, aby poskytli informace o zdravotním stavu a průměrné době pobytu venku. Kromě toho uváděli důvod, pro který

³ O nadměrný rozptyl (angl. overdispersion) se jedná v případě, kdy empirická data vykazují větší rozptyl, než se předpokládá na základě distribuce zohledněné ve statistickém modelu.

⁴ Data četnosti označují četnost událostí. Jsou to celá čísla, která nejsou minusová.

⁵ Kubický spline je funkce, která je složená z několika polynomů (vztahujícím se vždy k určitému rozmezí hodnot). Jsou vhodné k analyzování souvislostí proměnných, které se nevyznačují určitým druhem vztahu (např. lineární, kvadratické, kubické atd.).

⁶ Relativní riziko se vypočítá z regresního koeficientu Beta (β) takto: $RR-1 = \exp(\beta + IQR)$. Jeho interpretace jako procentuální změna vyplývá z vynásobení faktorem 100.

⁷ Mezikvartilové rozpětí (IQR) je míra variability. Představuje rozdíl mezi první a třetím kvantilem distribuce a udává, v jaké oblasti hodnot se nachází 50 procent dat. Malé IQR znamená, že rozptyl dat je malý. Vysoké IQR naopak ukazuje na to, že data jsou vzájemně velmi vzdálená.

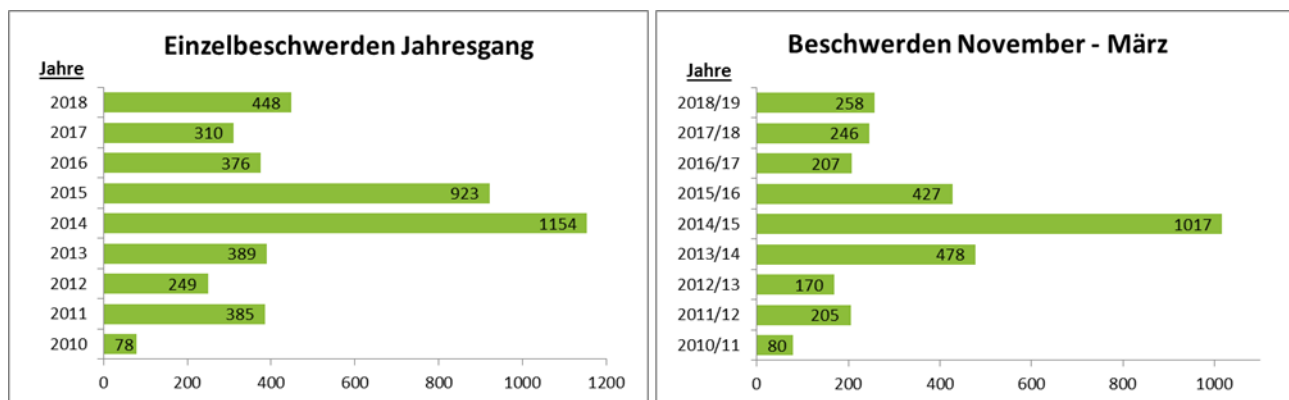
dítě každý den své nepřítomnosti chybělo. Sledovaným obdobím byl leden-březen 2017, listopad 2017- březen 2018. Kvalita ovzduší byla vyhodnocena na základě dat z měření ovzduší z měřicí stanice Státního imisního systému ČHMÚ v Lomu u Mostu.

5 HLÁŠENÍ ZÁPACHU A VÝSLEDKY MĚŘENÍ

5.1 DÍLČÍ PROJEKT 1: ZÁPACHOVÉ EPIZODY A ŠKODLIVINY V OVZDUŠÍ

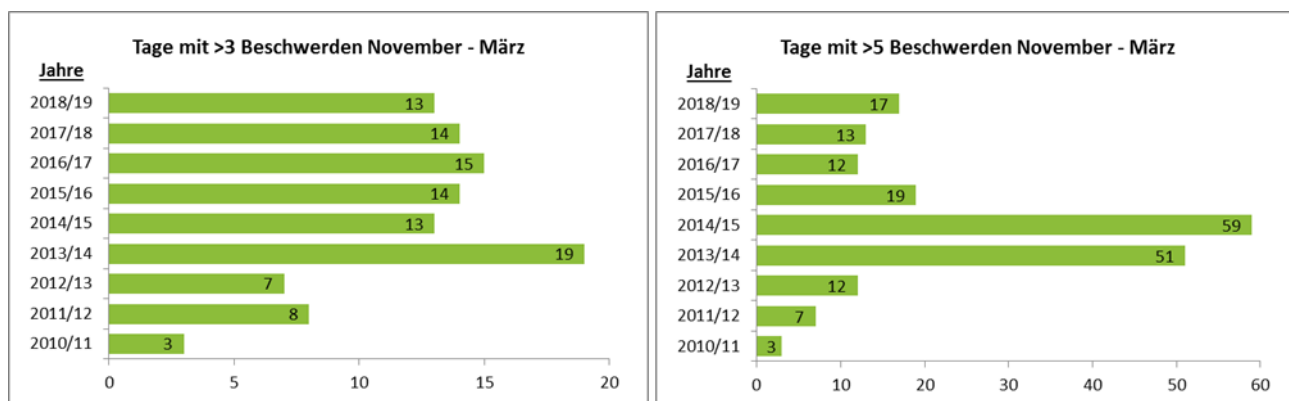
5.1.1 Významná hlášení zápachu během doby realizace projektu

Ohlédneme-li se za obdobím posledních devíti let, tedy do roku 2010, zjistíme, že rok 2014 a 2015 a také zima 2014/15 byly obdobími s největším počtem stížností v krušnohorském regionu (obr. 25). Během posledních tří zimních období (realizace projektu) byly počty relativně konstantní, celkově to bylo 207 hlášení v zimě 16/17, z toho bylo 15 dní s více než třemi stížnostmi za den a 12 dní s více než 5 stížnostmi za den; celkem 246 stížností v zimě 17/18, z toho bylo 14 dní s více než 3 stížnostmi a 13 dní s více než 5 stížnostmi; a celkem 258 hlášení v zimě 18/19, z toho bylo 13 dní s více než 3 stížnostmi za den a 17 dní s více než 5 stížnostmi za den. Poslední zima tedy byla obdobím s největším počtem stížností. V případě, že byly zaznamenány tři a více stížností denně, jednalo se o významnou zápachovou epizodu, při pěti stížnostech denně pak o velmi významnou zápachovou epizodu. V tomto případě byla epizoda hlášena také přeshraničně českým institucím - tedy ČHMÚ a OI ČIŽP v Ústí nad Labem. Česká inspekce životního prostředí vykonává kontrolu možných zdrojů/podniků a získané informace předává německé straně. Na obr. 26 a obr. 27 jsou vyobrazeny dny s >3 nebo >5 stížnostmi. Souvislost mezi počty stížností a naměřenými koncentracemi standardních znečišťujících látek v ovzduší na Schwartenbergu a také vliv meteorologických podmínek je popsána v kapitole 5.1.3.



obr. 24: Počet stížností na zápach v letech 2010 až 2018 (nalevo),

obr. 25: Počet stížností na zápach v zimních měsících listopad až březen v letech 2010 až 2019 v oblasti Krušných hor (doprava).



obr. 26: Počet významných (>3 stížnosti za den) dnů se zápachem (>5 stížnosti za den) v zimních měsících listopad až březen 2010 až 2019 v regionu Krušných hor (nalevo).

obr. 27: Počet velmi významných dnů se zápachem (>5 stížnosti za den) v zimních měsících listopad až březen 2010 až 2019 v regionu Krušných hor (doprava).

Tyto velmi **významné zápachové epizody** (více než dva dny s více než 5 stížnostmi) byly zaznamenány v období od listopadu do března v průběhu uplynulých tří zimních období (období realizace projektu):

<u>zima 16/17</u>	<u>zima 17/18</u>	<u>zima 18/19</u>
21.11.-23.11.2016	01.03.-07.03.2018	04.11.-16.11.2018
21.01.-15.02.2017	25.03.-28.03.2018	21.11.-25.11.2018
		28.11.-02.12.2018
		19.01.-23.01.2019

Tyto velmi **významné dny se zápachem** (jeden nebo dva dny s více než 5 stížnostmi) byly zaznamenány v období od listopadu do března v průběhu uplynulých tří zimních období (období realizace projektu):

<u>zima 16/17</u>	<u>zima 17/18</u>	<u>zima 18/19</u>
08.11.2016	15./16.11.2017	18.12.2018
04.12.2016	25.11.2017	
19.12.2016	25./26.01.2018	
	07./08.02.2018	
	14./15.02.2018	
	19.02.2018	

5.1.2 Meteorologie a standardní znečišťující látky na saský a českých měřicích stanicích

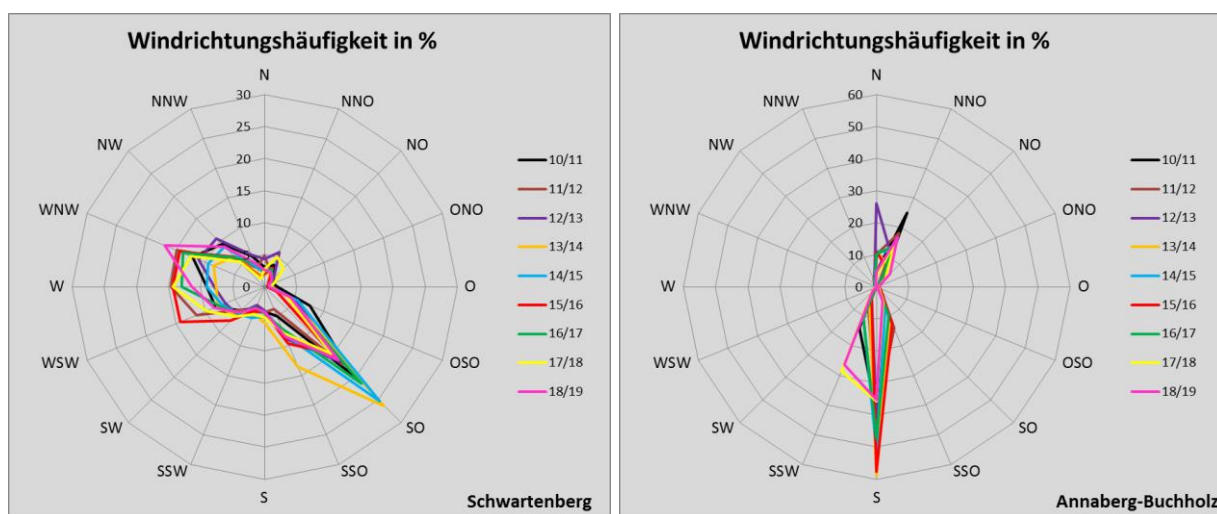
5.1.2.1 Meteorologie

Počasí ovlivňuje mimo jiné také imise. Během chladné zimy lze například očekávat více emisí z topení než během mírné zimy. V následující kapitole je popsána teplota a směr větru jako meteorologické parametry, které byly měřeny na stanicích měření kvality ovzduší na Schwartenbergu, v Annaberg-Buchholz, v Lomu a Ústí nad Labem - centrum a na zvláštní měřicí stanici v Deutschneudorfu. Časový průběh sběru dat na jednotlivých stanicích během projektu je shrnut v kapitole 4.2.1.

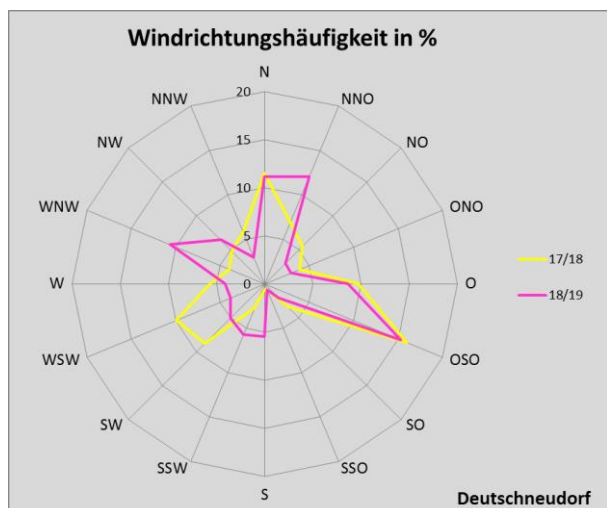
Průběh průměrných měsíčních teplot v příslušných zimních periodách, kterými bylo období od listopadu do března, je znázorněn na Obr. p. 5. Vědomě jsme znázornili zimní období od roku 2010, abych tři zimní periody z projektového období sledovali v delším kontextu. Na Schwartenbergu, který je vysoký 878 m, byly obecně naměřeny nejnižší průměrné měsíční teploty. V Lomu a Ústí nad Labem na české straně byly vždy zaznamenávány vyšší teploty, což je podmíněno polohou těchto stanic. Během první zimy 2016/2017 činila střední teplota v listopadu již 0°C a v únoru 2017 spadla na zhruba -6°C. Během druhé zimy byla v únoru nejnižší měsíční průměrná teplota za celé projektové období. Třetí zima byla nejteplejší zimou na Schwartenbergu. V lednu byla nejnižší teplota -4°C. Průběh měsíčních průměrných hodnot zbývajících tří měřicích stanic je podobný jako na Schwartenbergu, jen jsou tyto hodnoty o něco vyšší. V Annaberg-Buchholz a Deutschneudorfu bylo zhruba o 2 až 4°C a v Lomu a Ústí o 5 až 8°C tepleji.

Na obr. 28 a obr. 29 jsou znázorněny větrné růžice tří saských měřicích stanic Schwartenberg, Annaberg-Buchholz a Deutschneudorf. Na Schwartenbergu převažovaly v posledních devíti letech nejčastěji směry větru jihovýchod (SO) a západ (W). Výjimečně vítr vál také ze severovýchodu (NO), například v zimě 2017/18. Jihovýchodní směr větru byl nejčastější v zimních měsících let 2013/14 a 2014/15. V posledních třech zimních obdobích poměrně výrazně poklesla četnost jihovýchodního větru, naopak se zvýšila četnost větru západního. V Annaberg-Buchholz vál převážně jižní vítr (S), ojediněle také severní vítr (N). Četnost jižního větru se v posledních třech zimních obdobích snížila. Díky tomu poklesl na těchto obou saských měřicích stanicích v projektovém období přenos vzduchových mas z České republiky. Zvláštní měřicí stanice Deutschneudorf zaznamenávala tři hlavní směry větru: východjihovýchodní (OSO), severní (N) a severoseverovýchodní (NNO) a západní (W) až jihozápadní (SW), přičemž nejčastěji se vyskytoval vítr z východjihovýchodního směru.

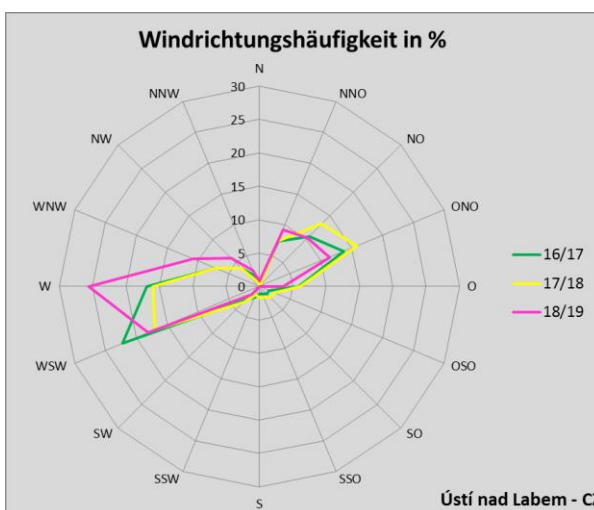
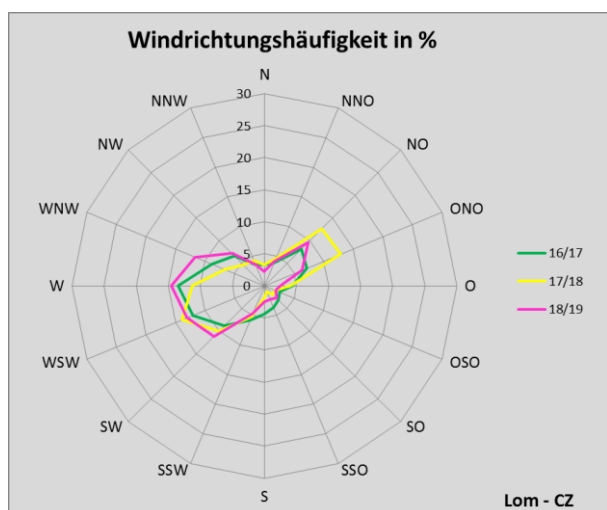
Větrné růžice (obr. 30) z údajů o větru z českých měřicích stanic v Lomu a Ústí nad Labem vykazovaly podobné profily četnosti směru větru. Ze západního až jihozápadního a severovýchodního směru vítr přicházel nejčastěji.



obr. 28: Procentuální četnost směrů větru pro zimní období na saských stanicích měření kvality ovzduší Schwartenberg a Annaberg-Buchholz.



obr. 29: Procentuální četnost směrů větru pro zimní období na speciální měřicí stanici Deutschneudorf



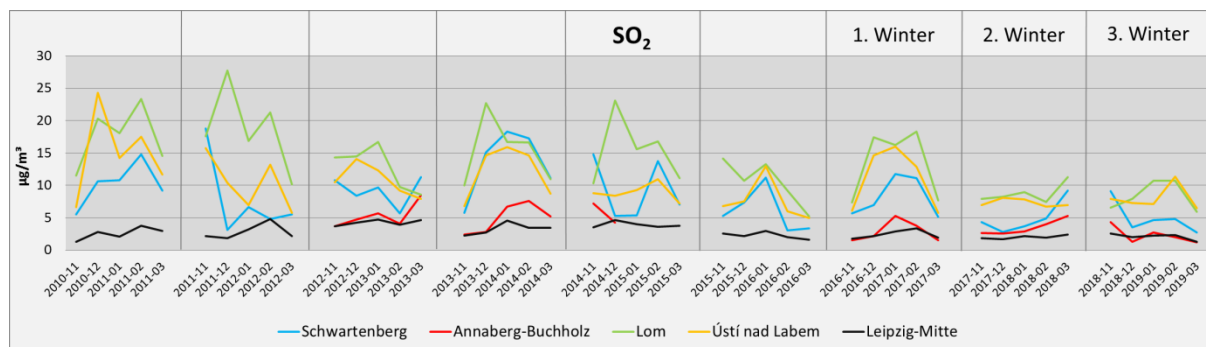
obr. 30: Procentuální četnost směrů větru na českých stanicích měření kvality ovzduší Lom a Ústí nad Labem – centrum.

5.1.2.2 Standardní znečišťující látky v ovzduší v ročním průběhu

Pro porovnání s německou měřicí stanicí Schwartenberg a českými měřicími stanicemi Lom a Ústí nad Labem byla použita stanice Collmberg, která je klasifikována jako venkovské pozadí, a dopravní stanice Lipsko-střed.

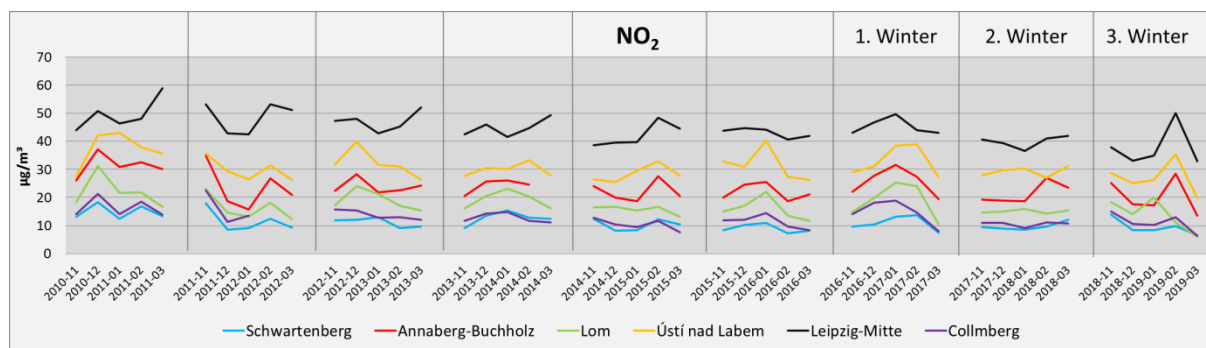
Při sledování ročního průběhu hodnot SO_2 v uplynulých devíti zimních obdobích zjistíme, že koncentrace SO_2 v průměru na měřicích stanicích Lom, Ústí a Schwartenberg poklesla (obr. 31). Měřicí stanice Lipsko-střed dokumentuje již desetiletí pro centrální Sasko a velkoměsto s více než 600 000 obyvatel extrémně nízké koncentrace SO_2 , neboť ve výrobě tepla došlo k plošnému přechodu z uhlí na moderní zdroje energií. V Lomu a Ústí nad

Labem byly zaznamenány nejvyšší koncentrace, neboť tyto stanice se nachází v blízkosti potenciální emitentů (průmysl a domácí topeniště s palivy s vysokým obsahem síry), koncentrace na Schwartenbergu byly na středních hodnotách. Mezní hodnoty nebyly překročeny. Trend k velmi malým koncentracím SO_2 byl v posledních dvou letech zjevný také v České republice, a to z důvodu přechodu na moderní zdroje energie.



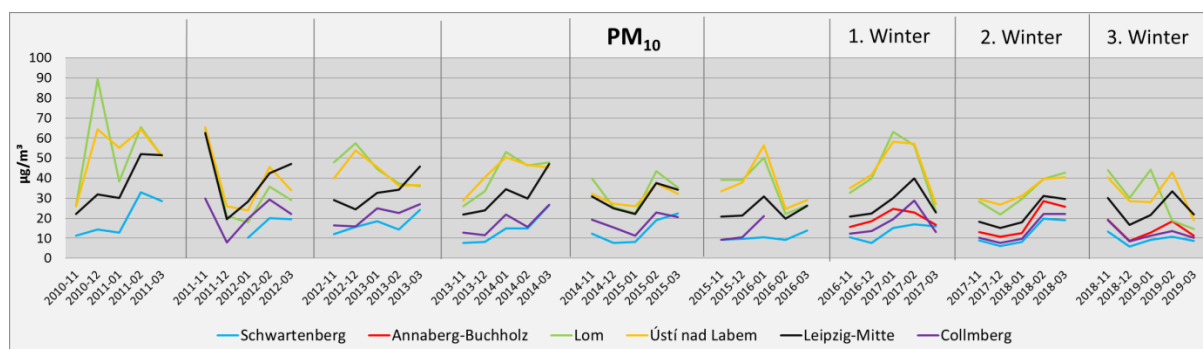
obr. 31: Vývoj měsíčních středních hodnot koncentrací SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v zimních obdobích posledních devíti let v období od 2010-11 do 2019-03 na stanicích měření kvality ovzduší Schwartenberg (modrá), Annaberg-Buchholz (červená), Lom (zelená), Ústí nad Labem – centrum (žlutá) a Lipsko-střed (černá).

Při sledování ročního průběhu hodnot NO_2 v uplynulých devíti zimních obdobích zjistíme, že koncentrace NO_2 v průměru na všech měřicích stanicích poklesla (obr. 32). Nejvyšší koncentrace byly zaznamenány na stanicích v Lipsku, Annaberg-Buchholz a Ústí nad Labem, vzhledem k jejich městské poloze (doprava, topení, průmysl), koncentrace na Schwartenbergu byly srovnatelné s koncentracemi venkovského pozadí v Collmbergu. Mezní hodnoty byly na stanici Lipsko-střed překračovány v letech 2010 až 2013 a 2015 až 2016, příčinou byla naftová vozidla.



obr. 32: Vývoj měsíčních středních hodnot koncentrací NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v zimních obdobích posledních devíti let v období od 2010-11 do 2019-03 na stanicích měření kvality ovzduší Schwartenberg (modrá), Annaberg-Buchholz (červená), Lom (zelená), Ústí nad Labem – centrum (žlutá), Lipsko-střed (černá) a Collmberg (fialová).

Při sledování měsíčních středních hodnot PM_{10} v uplynulých devíti zimních obdobích zjistíme, že koncentrace PM_{10} v průměru na všech měřicích stanicích poklesla (obr. 33). V Lomu a Ústí nad Labem byly zaznamenány nejvyšší koncentrace, neboť tyto stanice se nachází v městském prostředí nebo v blízkosti města a průmyslových oblastí. Naměřené hodnoty ze stanice Lipsko-střed dokumentují, že ve velkém městě s více než 600 000 obyvateli a navíc na dopravně zatíženém místě s vysokým objemem dopravy (více než 45 000 vozidel/den) se vyskytovaly většinou nižší koncentrace PM_{10} než na městské pozadové měřicí stanici v Ústí nebo dokonce na venkovské měřicí stanici v Lomu. Zde panují velké rozdíly v kvalitě ovzduší v České republice a v Sasku. Koncentrace na Schwardenbergu byly nejnižší, neboť tento kopec často leží nad inverzní vrstvou. Hodnota PM_{10} byla na české straně několikrát překročena (viz kapitola Popis umístění měřicích stanic 4.1).

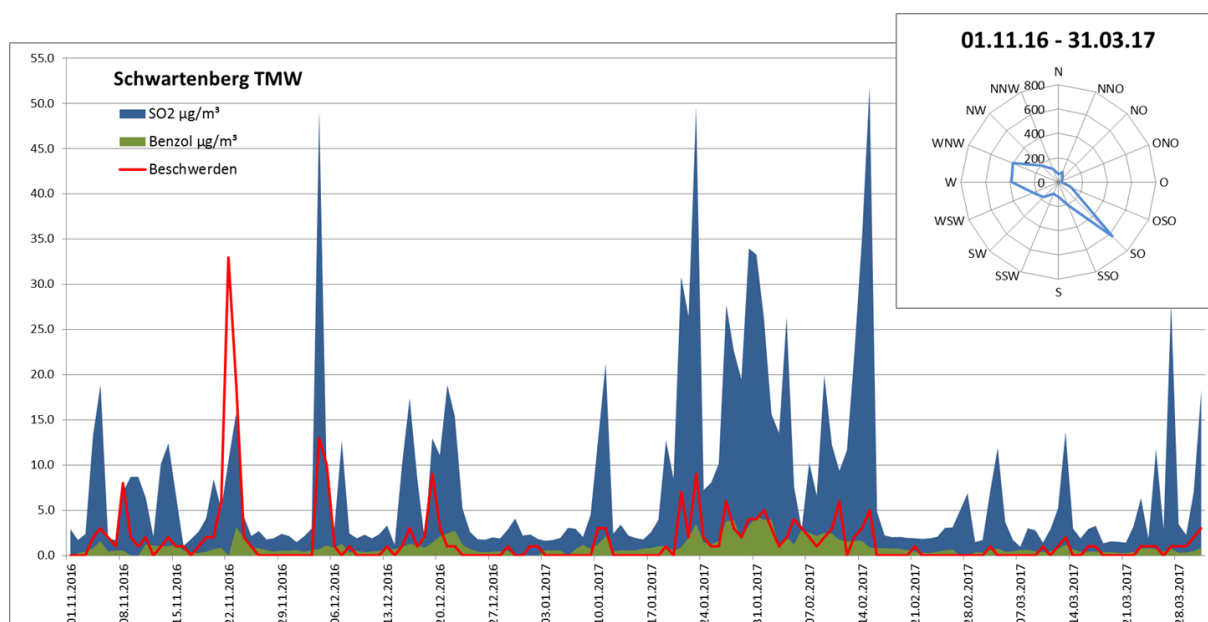


obr. 33: Vývoj měsíčních středních hodnot koncentrací PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v zimních obdobích posledních devíti let v období od 2010-11 do 2019-03 na stanicích měření kvality ovzduší Schwardenberg (modrá), Annaberg-Buchholz (červená), Lom (zelená), Ústí nad Labem – centrum (žlutá), Lipsko-střed (černá) a Collmburg (fialová).

5.1.2.3 Měsíční distribuce standardních znečišťujících látek v ovzduší na Schwardenbergu v souvislosti s počtem stížností v projektovém období

V této kapitole srovnáváme koncentrace znečišťujících látek v ovzduší na Schwardenbergu a hlášené počty stížností během tří zimních období (viz kapitola 5.1.1).

obr. 34 v denním průběhu první zimy 2016-11 až 2017-03 prokazuje, že existovala souvislost mezi zvýšenou koncentrací standardních znečišťujících látek v ovzduší jako je SO_2 nebo benzen. Nárůst koncentrací znečišťujících látek pozitivně koreloval s počtem stížností na zápach. V zimě 2017/18 a 2018/19 tomu bylo podobně.



obr. 34: Souvislost mezi koncentrací znečišťujících látek ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a počtem stížností na příkladu SO_2 (modrá) a benzenu (zelená) v prvním zimním období 2016/17.

Ze srovnání zimních měsíců listopad až březen v letech 2016/17, 2017/18 a 2018/19 vyplynuly nejnižší koncentrace znečišťujících látek na Schwartenbergu během mírné zimy 2017/18 (Obr. p. 6). Koncentrace SO_2 a NO_2 byly nejvyšší v měsících 2017-01 a 2017-2, jakož i v měsících 2018-03 a 2018-11, koncentrace PM_{10} a benzenu byly v těchto měsících také vyšší. Počty stížností korelují pozitivně s těmito hodnotami.

Vyšší koncentrace PM_{10} a benzenu byly zaznamenány také v 2018-2, přičemž v tomto období nebyly přijaty téměř žádné stížnosti. To samé platí pro PM_{10} v měsíci 2017-03. Na základě těchto informací se lze domnívat, že zde existuje místní zdroj, například z dopravy nebo z jiných spalovacích procesů.

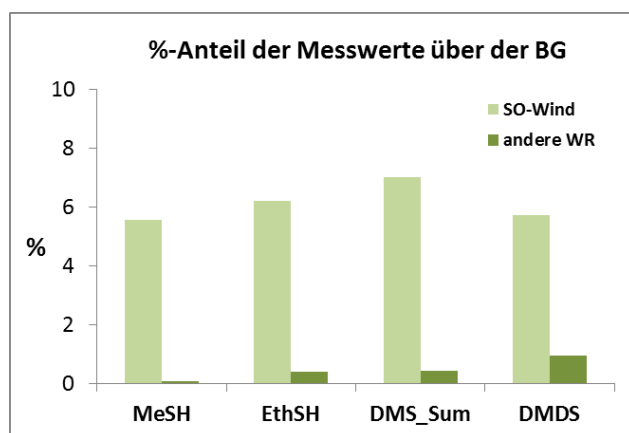
Koncentrace toluenu vzrostly v měsících 2017-01, 2017-02 a 2018-11 s vysokými počty stížností. V měsíci 2018-11 byly koncentrace xylenu a počet stížností také vyšší. Vyšší koncentrace toluenu a xylenu, ale menší počet stížností, byly zaznamenány také v měsíci 2019-02. Koncentrace xylenu v měsících 2016-11 a 2018-12 byly v porovnání s jinými naměřenými znečišťujícími látkami také vyšší, přičemž se zvýšil také počet stížností. Lze se tedy domnívat, že ovzduší zde ovlivňuje lokální zdroj.

Počty stížností korelují s vyšším přenosem znečišťujících látek v období 2017-01 a 2017-02, a v období 2018-03 a 2018-11, zejména z jihovýchodního směru (kapitola 5.1.2.4). Pachové prahy pro SO_2 , NO_2 , benzen ale leží vysoko nad naměřenými koncentracemi na Schwartenbergu. PM_{10} je bez zápachu. SO_2 a jiné standardní znečišťující látky nepřichází jako zdroje četných stížností na zápach do úvahy.

Nepodařilo se vyjasnit možný lokální přenos xylenu a toluenu z okolních obcí. Naměřené koncentrace se sice pohybovaly daleko pod pachovým prahem, koncentrace naměřené na Schwartenbergu však mohly být přenosem vzduchových mas zeslabeny, naopak v bezprostřední blízkosti emise je mohlo být možné cítit.

Na Schwartenbergu byly v projektovém období měřeny kromě standardních znečišťujících látek také merkaptany (methyl- a ethylmerkaptan - MeSH a EtSH) a sulfidy (m.j. dimethylsulfid a dimethyldisulfid - DMS a DMDS). Díky své těkavosti se mohou vzduchem snadno šířit a mají velmi nízké prahy zápachu, které zčásti leží pod mezí stanovitelnosti (methyl- a ethylmerkaptan). Měření merkaptanů a sulfidů a interpretace jejich hodnot byla celkově obtížná. V měsících 2018-11 a 2018-12 probíhala přestávka v měření, přičemž v těchto měsících byly zaznamenány velmi vysoké počty stížností. Vliv na měření a interpretaci jejich výsledků měly také komplikované podmínky pro distribuci znečišťujících látek v Krušnohoří a vliv procesu rozkladu merkaptanů, který v současnosti nelze určit.

Většina naměřených hodnot (> 95 %) merkaptanů a sulfidů se zásadně pohybovala pod mezí stanovitelnosti. Nelze proto přesně učinit přesný závěr týkající se souvislosti mezi stížnostmi na zápach a zvýšenými koncentracemi. Přesto se však koncentrace častěji pohybovaly nad mezí stanovitelnosti v období, kdy převládal jihovýchodní vítr (obr. 35).



obr. 35: Procentuální podíl naměřených hodnot merkaptanů a sulfidů při jihovýchodním větru a jiných směrech větru během tří zim projektového období, které se pohybovaly nad mezí stanovitelnosti. MeSH – methylmerkaptan; EthSH – ethylmerkaptan; DMS – Dimethylsulfid; DMDS.

Podrobná zpráva o měřeních merkaptanů od začátku projektu je dostupná zde: www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/Fachbeitrag_Mercaptan_31_8_16.pdf.

5.1.2.4 Souvislost mezi standardními znečišťujícími látkami v ovzduší, meteorologií a počty stížností

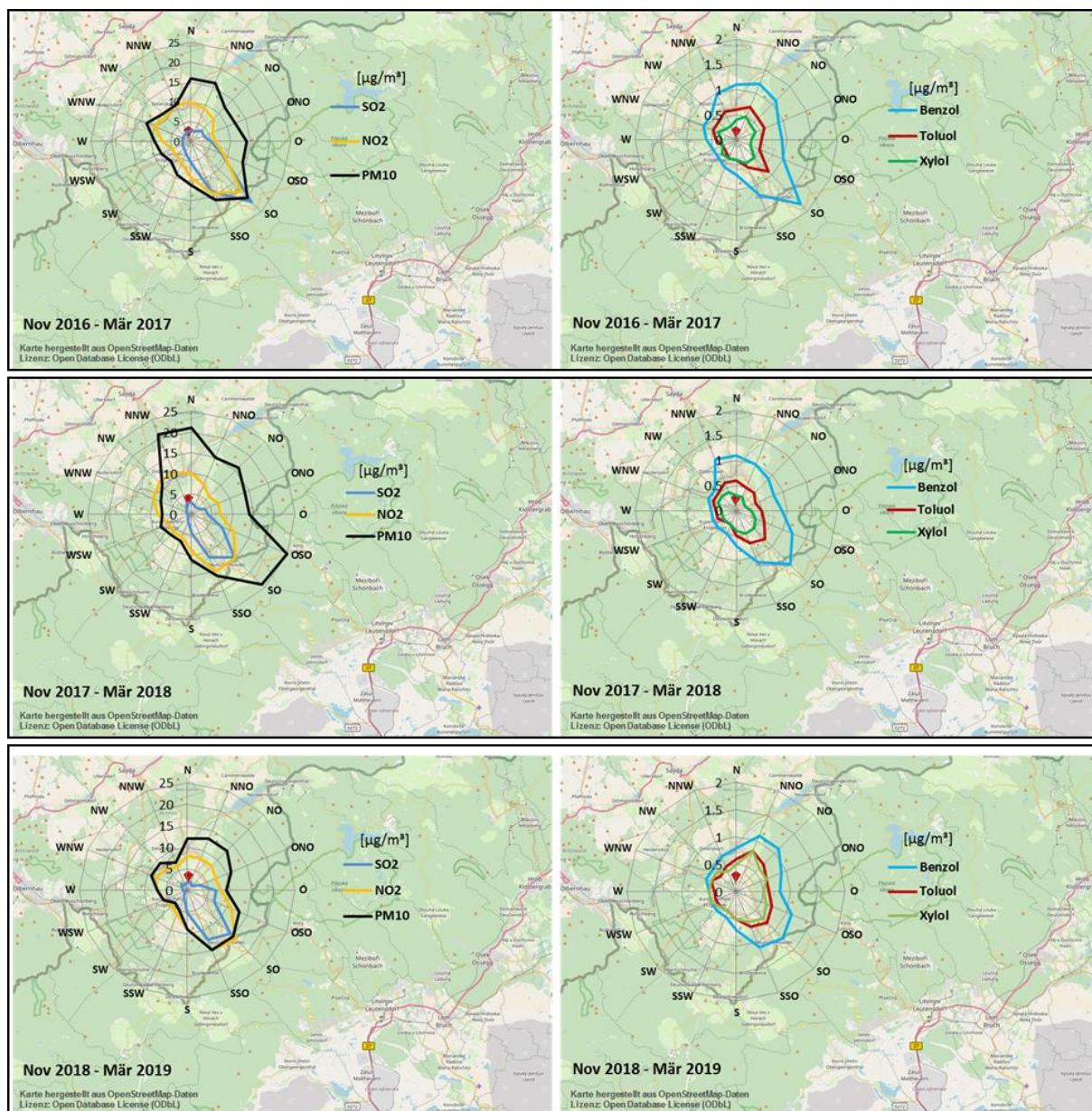
Větrné růžice, které zahrnují standardní znečišťující látky v ovzduší, mohou objasnit velikost koncentrace ve vztahu k původu znečišťujících látek v ovzduší. obr. 36 a obr. 37 znázorňují prostorovou distribuci standardních znečišťujících látek v ovzduší během příslušných zimních měsíců na Schwartenbergu a v Lomu.

V projektovém období obecně poklesly koncentrace standardních znečišťujících látek v ovzduší z jihovýchodu. Příčinou bylo mimo jiné slabší proudění vzduchu z jihovýchodního směru a nárůst proudění z jiných směrů větru, zejména ze západu.

Na Schwartenbergu byly prokázány maximální koncentrace SO_2 , NO_2 a benzenu pro jihovýchodní směr větru. Koncentrace z tohoto směru po období projektu poklesly. Zdrojem jsou jednak průmyslové závody v Litvínově (především SO_2) a spalovací procesy z dopravy a topení na české straně. Vyšší koncentrace benzenu byly zaznamenány také ze severovýchodního směru.

Zvýšené koncentrace PM_{10} se vyskytovaly také ze severního, západního a jihovýchodního směru, přičemž v zimě 2017/18 byly tyto koncentrace nejvyšší. Procesy spalování z dopravy a topení, jakož i zdroje ze zemědělství jak na saské, tak i na české straně a těžba v povrchových dolech na české straně hrají zásadní roli ve vyšších koncentracích, přičemž nárůst koncentrace byl nejvýraznější z jihovýchodního směru.

Koncentrace toluenu byly závislé na směru větru pouze zčásti. Lehce zvýšené koncentrace toluenu byly v zimě 2016/17 zaznamenány z jihovýchodního směru. V porovnání s předchozími lety lehce vzrostly koncentrace ze severního až severovýchodního směru. Naopak xylol zjevně nebyl závislý na směru větru. Nelze tedy vyloučit, že došlo k jeho přenosu z obcí na saské straně.



obr. 36: Větrné růžice v souvislosti s koncentracemi znečišťujících látek v ovzduší ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na Schwartenbergu (červený bod) v projektovém období (1. – nahoře, 2. – střed a 3. zimní období – dole, v období listopad - březen): SO_2 (modrá), NO_2 (žlutá) a PM_{10} (černá) – vlevo; benzen (světlemodrá), toluen (hnědá) a xylen (zelená) – vpravo.

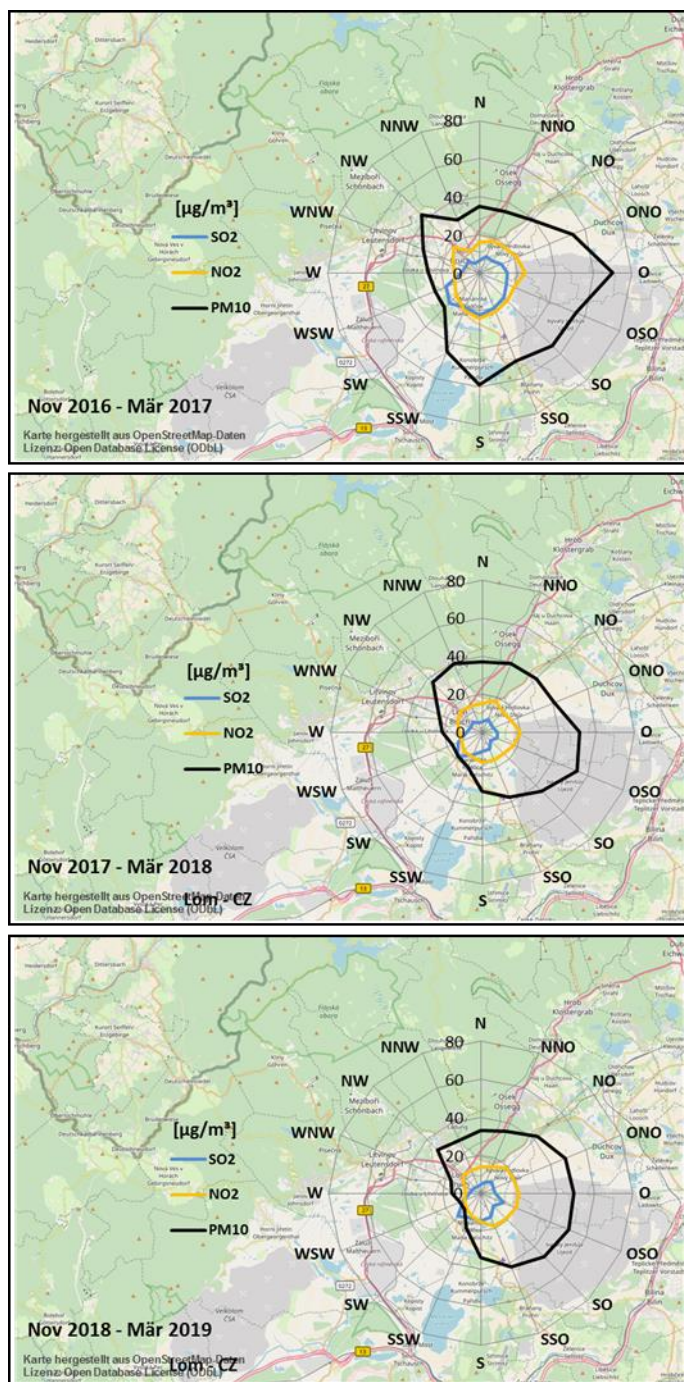
V Lomu byl zaznamenán nárůst koncentrace SO_2 , jakmile vítr váł z jihozápadního směru. Nejnižší koncentrace SO_2 byly zaznamenány při směru větru ze severozápadu až severu. Koncentrace v 1. zimě byly ve srovnání s 2. a 3. zimou výrazně vyšší. Zdrojem je zřejmě chemický areál v Litvínově.

Naopak koncentrace NO_2 nebyly závislé na směru větru. Jeho zdroje pocházely z různých spalovacích procesů, jako je doprava, topení a průmysl.

Nízké koncentrace PM_{10} byly naměřeny při směru větru ze západu až jihozápadu. Vysoké koncentrace PM_{10} pocházely převážně ze severozápadní, přes severní, východní až po jižní směr větru, přičemž koncentrace z východního směru byly nejvyšší. Koncentrace prachu obecně po dobu trvání projektu klesaly. Chemický areál v Litvínově zde nelze uvést jako zdroj vyšších koncentrací. Zásadní roli hrají spíše spalovací procesy z dopravy a vytápění v okolních obcích, ale také zemědělství a těžba v povrchových dolech východně od měřicí stanice v Lomu.

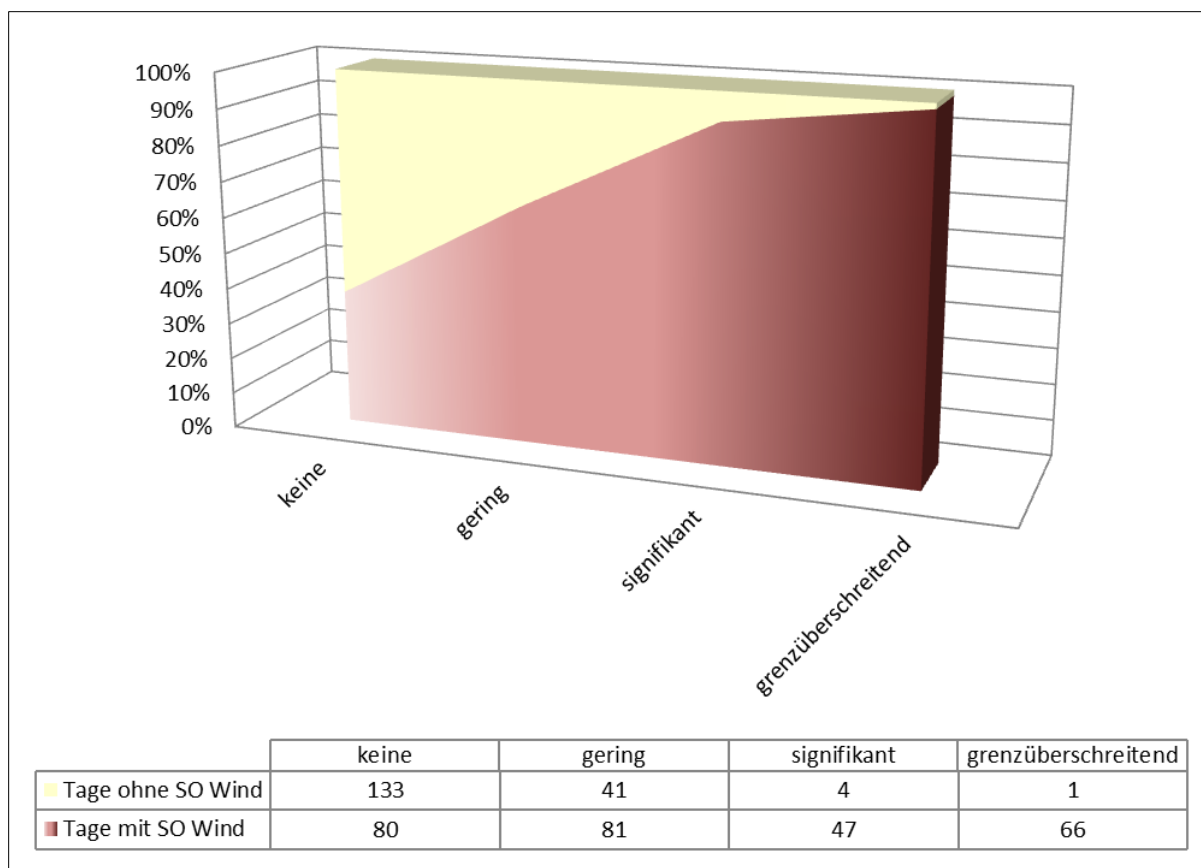
Na saské straně byly při jihovýchodním větru často naměřeny vyšší koncentrace PM_{10} na Schwartenbergu. Vzhledem k tomu, že PM_{10} je bez zápachu a podle větrných růžic nepřicházel Chempark jako zdroj do úvahy, byly příčinou častých stížností na zápach jiné zdroje.

BTX nebyly v Lomu měřeny.



obr. 37: Větrné růžice v souvislosti s koncentracemi standardních znečišťujících látek v ovzduší ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v Lomu na české straně v projektovém období (1. – nahoře, 2. – střed a 3. zimní období – dole, v období listopad - březen): SO₂ (modrá), NO₂ (žlutá) a PM₁₀ (černá).

Mimoto existuje jednoznačná souvislost mezi jihovýchodním větrem a nárůstem stížností na zápach (obr. 38). Srovnáme-li dny s jihovýchodním prouděním a dny bez jihovýchodního větru ve všech zimních obdobích, bylo ve dny s jihovýchodním větrem zaznamenáno výrazně více stížností na zápach. Zajímavé je, že ojediněle byly zaznamenány stížnosti také ve dny s jinými směry větru.



obr. 38: Počet dní bez jihovýchodního větru a s jihovýchodním větrem s žádnými stížnostmi, nízkým počtem (1-2 stížnosti), významným počtem (≤ 3 stížnosti) stížností a přeshraničními (≤ 5 stížností) zápachovými epizodami během všech tří zimních období v době od listopadu do března.

Jihovýchodní vítr hrál rozhodující roli v intenzitě koncentrací znečišťujících látek a počtu stížností na zápach. Porovnáme-li koncentrace znečišťujících látek naměřené na Schwarzenbergu při všech směrech větru a pouze při jihovýchodním větru, pak se například u SO_2 ukázalo ve všech třech zimních obdobích, že koncentrace SO_2 byly vyšší, jakmile panoval jihovýchodní vítr a byly zaznamenány stížnosti na zápach (Obr. p. 7). I když se nevyskytly žádné stížnosti, koncentrace SO_2 zásadně vzrostly při jihovýchodním směru větru.

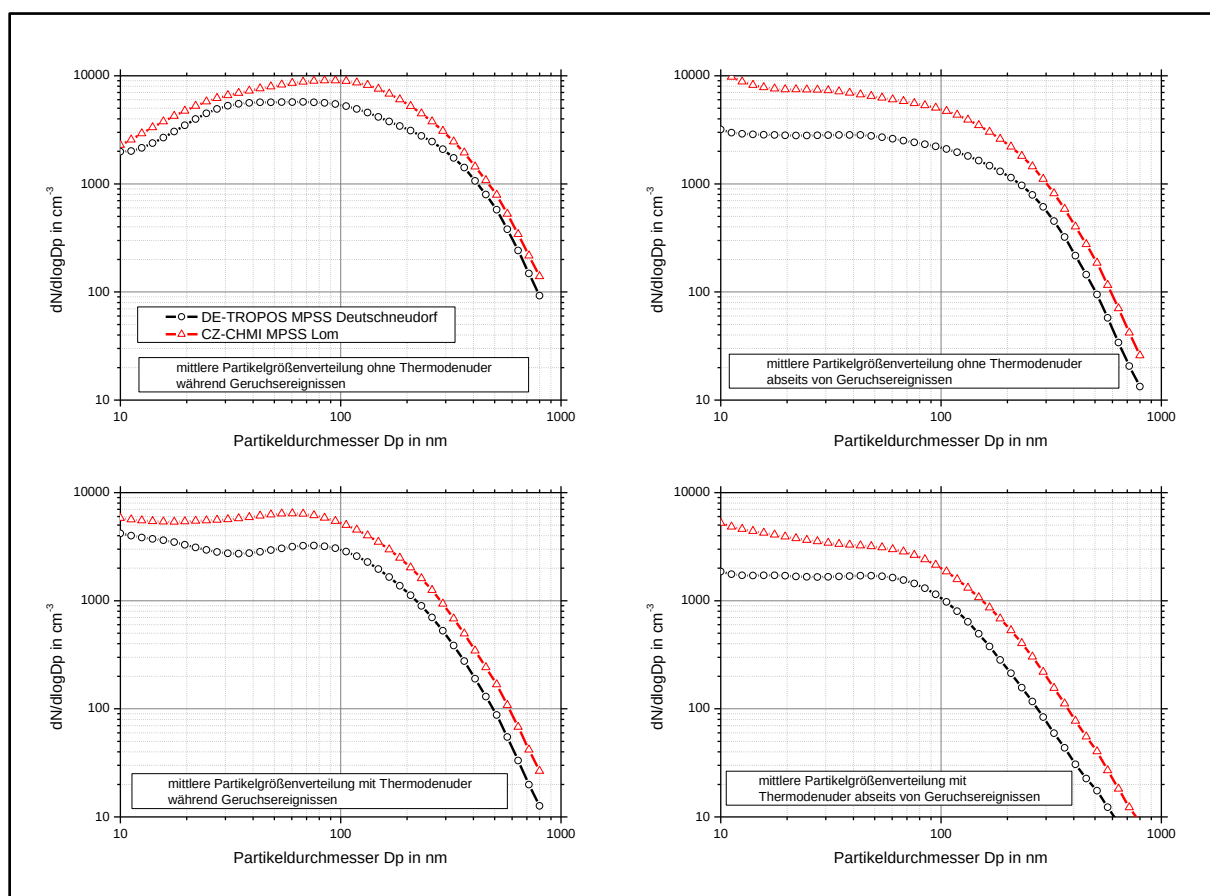
NO_2 , benzen a toluen vykazovaly podobný nárůst koncentrace při jihovýchodním větru jako SO_2 .

Souvislost mezi koncentracemi PM_{10} , stížnostmi a směrem větru nebyla tak jednoznačná, neboť koncentrace nebyly závislé pouze na jihovýchodním směru větru. Obr. p. 7 sice znázorňuje vyšší koncentrace právě ve druhém zimním období 2017/18 při jihovýchodním větru, ale souvislost se stížnostmi na zápach se nepodařilo jednoznačně prokázat. Jak je popsáno v kapitole 5.1.2.4, byly vysoké koncentrace naměřeny také ve dny s menším počtem stížností či s žádnými stížnostmi respektive při jiných směrech větru než je jihovýchodní vítr.

Na rozdíl od standardně měřených znečišťujících látek nebyla prokázána žádná souvislosti mezi koncentracemi xylenu, jihovýchodním směrem větru a počtem stížností (Obr. p. 7). Právě ve třetím zimním období se ukázalo, že koncentrace xylenu při jihovýchodním větru s ohledem na počty stížností byly nižší než u jiných směrů větru. Přenos z České republiky je v tomto případě vyloučen.

5.1.3 Ultrajemné částice/saze

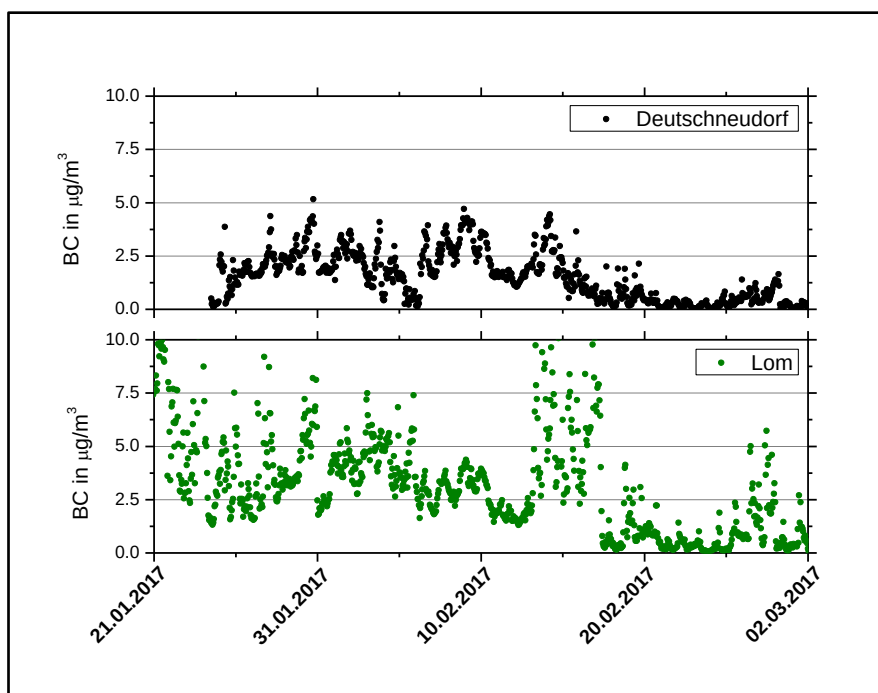
V této kapitole jsou prezentovány výsledky měření ultrajemných částic a sazí PM₁ ve významné dny se zápachovými epizodami. Na obr. 39 jsou vyobrazeny průměrné distribuce velikosti částic, které byly naměřeny během epizod v období od 21.01.2017 do 15.02.2017 při jihovýchodním směru větru (levý sloupec). U výsledků rozlišujeme měření s termodenudérem a bez něj (nahore a dole). Pravá strana naopak ukazuje průměr během období po zaznamenaných zápachových epizodách (16.02.2017-12.03.2017), během kterých pocházel vítr z různých směrů.



obr. 39: Průměrné distribuce velikosti částic pro měřicí stanice Deutschneudorf na německé straně a Lom na české straně. Vlevo nahoře: zápachová epizoda a měření bez termodenudéru; vlevo dole: stejné období a s termodenudérem; pravý sloupec analogické rozdělení měření bez zápachové epizody.

Z obr. 40 jasně vyplývá podobnost distribuce velikosti částí mezi měřicími body Lom a Deutschneudorf pro případ zápachové epizody. Maximum distribuce se nachází okolo 100 nm v akumulčním režimu. To ukazuje spíše na velkoprostorový přenos částic, neboť se jedná o vystálý aerosol. Z průměrných distribucí velikostí měřených za termodenudérem je zaznamenáno podstatně více reziduí s obsahem uhlíku, především v dolním ultrajemném rozsahu menším než 20 nm. Zatímco střední distribuce velikosti v období po zápachových epizodách jsou si velmi podobné a po odpaření volatilních součástí je jejich koncentrace také nižší, bylo možné dospět k závěru, že se zápachy šíří s volatilními frakcemi nebo je nutno je samotné považovat za volatilní součásti na částicích aerosolu.

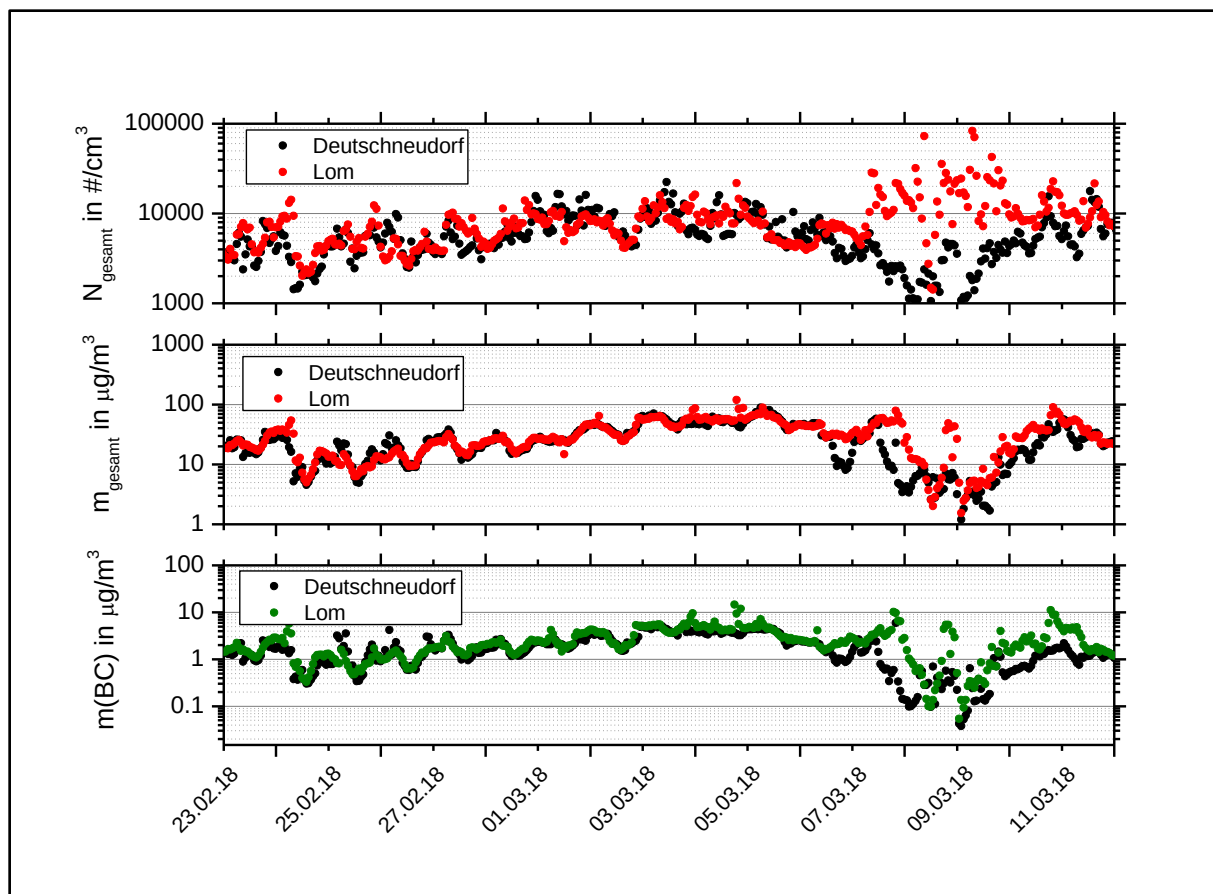
Obecně je zatížení částicemi na českém území o něco vyšší, což jistě souvisí s dosud velmi rozšířeným vytápěním uhlím a dřevem. To vyplývá také z časových řad koncentrace hmoty sazí (obr. 40) a časových řad distribuce velikosti částic v podobě „contour plot“ (Obr. P. 8 a Obr. P. 9). Zatímco v Deutschneudorfu bylo v průměru naměřeno $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sazí při zápachových epizodách (údaje do 15.02.2017), v Lomu je dosahováno dvojnásobných hodnot. Pro dny s jiným směrem větru než jihovýchodním se koncentrace sazí v Deutschneudorfu pohybovala pod $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a v Lomu byla nižší než $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vzory distribuce velikosti částic jsou u obou měřicích stanic v období významných dnů podobné. Až v okamžiku, kdy se vítr z jihovýchodního směru obrací do jiných směrů, je na obou místech zaznamenáno různé zatížení částicemi. Zdá se, že promísení je v Deutschneudorfu silnější, koncentrace celkového počtu pak v průměru činí již jen zhruba 3000 částic na cm^3 , zatímco na české straně panuje minimálně dvakrát tak vysoká koncentrace.



obr. 40: Porovnání koncentrací sazí naměřených fonometry na stanicích Deutschneudorf (nahore) a Lom (dole) v období od konce ledna do začátku března 2017.

Pro druhé zimní období během doby realizace projektu jsou výsledky exemplární pro období epizody od 27.02.2018 do 07.03.2018 včetně údajů z několika předchozích dní a takto vyobrazeny na obr. 41. Také zde lze jak u celkového počtu částic, celkové hmotnostní koncentrace a také hmotnostní koncentrace sazí zaznamenat hrubou shodu hodnot v případě události.

Koncentrace celkového počtu částic přitom rostou na hodnoty mezi 4000 a 2000 částic na cm^3 . Celková hmotnostní koncentrace částic je přitom zčásti vyšší než $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Také hmotnostní koncentrace sazí dosahuje na obou měřicích stanicích hodnoty okolo $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Z časových řad vyplývá nárůst hodnot v průběhu období zápachových epizod. Poté, co vítr přestane vát z jihovýchodního směru, parametry pro měřicí stanici Deutschneudorf výrazně poklesnou. To samé lze sledovat také v Lomu, až na celkový počet částic. V období od 07.03. do 09.03.2018 narostly hodnoty N_{celkem} na více než 10000 cm^{-3} , zatímco na německé straně byly naměřeny hodnoty pouze mezi 1000 a 5000 cm^{-3} . Také tato zima tedy při jihovýchodním proudění a hlášení zápachových epizod vykazuje podobnosti ve výsledcích měřicích stanic v Lomu a Deutschneudorfu. Nelze však vyloučit velko-prostorové přenosy, neboť i zde mají průměrné distribuce velikosti části jednoznačný vrchol v oblasti akumulace. To ukazuje, jak již bylo zmíněno, na vystárlý aerosol, který byl přenesen z dálky.



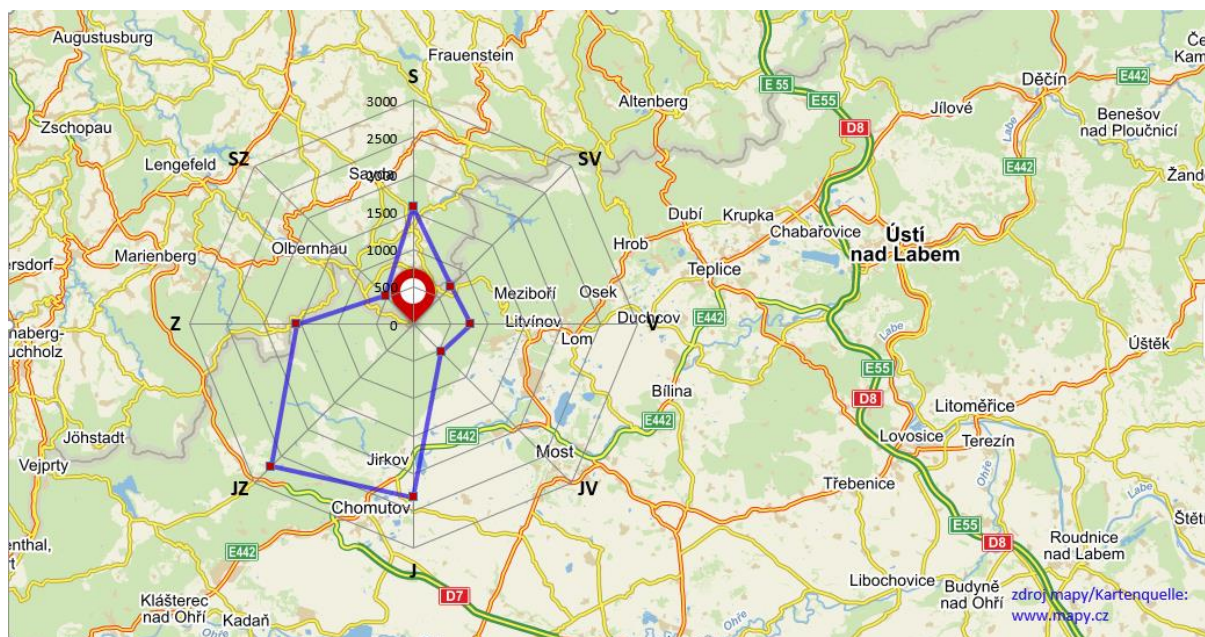
obr. 41: Porovnání naměřeného celkového počtu částic (N_{celkem}), celkové hmotnostní koncentrace (m_{celkem}) a koncentrací sazí ($m(\text{BC})$) stanic Deutschneudorf (černá) a Lom (červená resp. zelená) na období od konce února do začátku března 2018.

5.1.4 Odběry ovzduší podle směru větru

Popis směrů větru v jednotlivých lokalitách

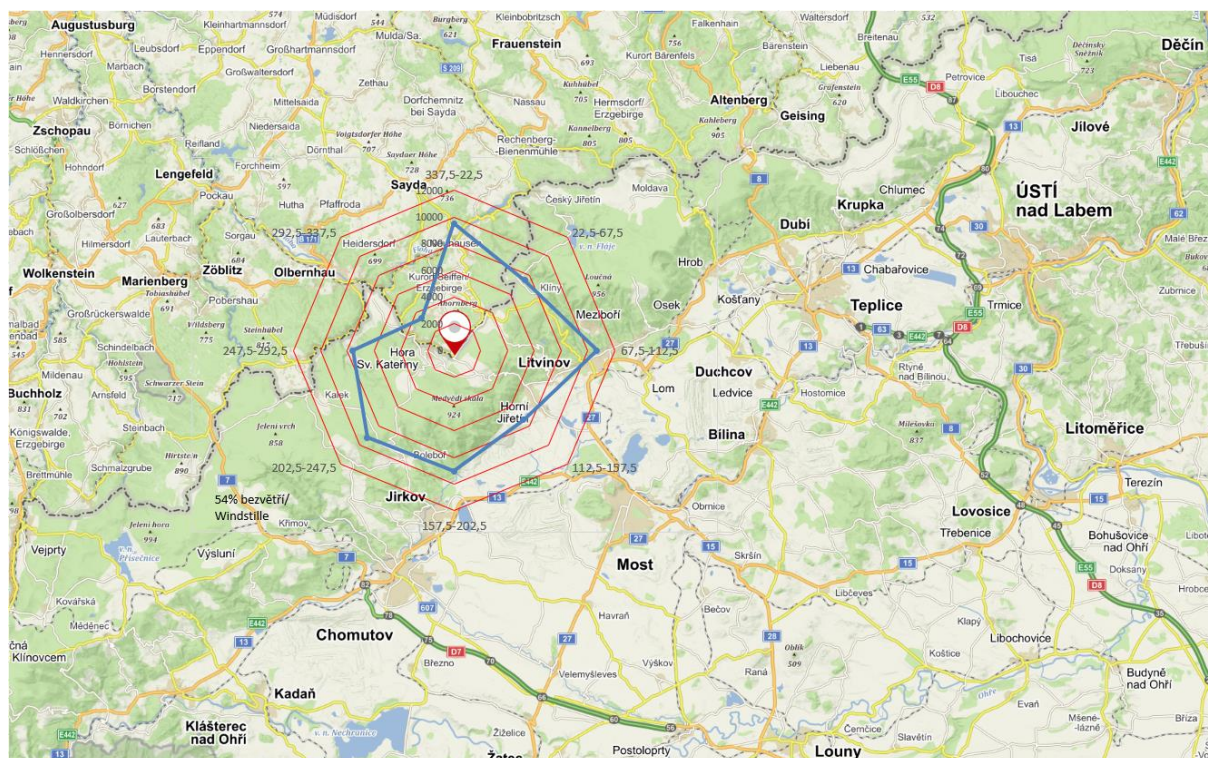
V průběhu první odběrové kampaně (17.02.2017-01.03.2017) vanul vítr převážně z jižního a z jihozápadního směru. Ve 38 % z celkového počtu minut, kdy byly odběry prováděny, byly rychlosti pohybu vzduchových mas nižší než 0,5 m/s (dále bezvětrí).

Větrná růžice za toto sledované období je na Obr. p. 10, vložená do mapy na obr. 42.



obr. 42: Větrná růžice vložená do mapy

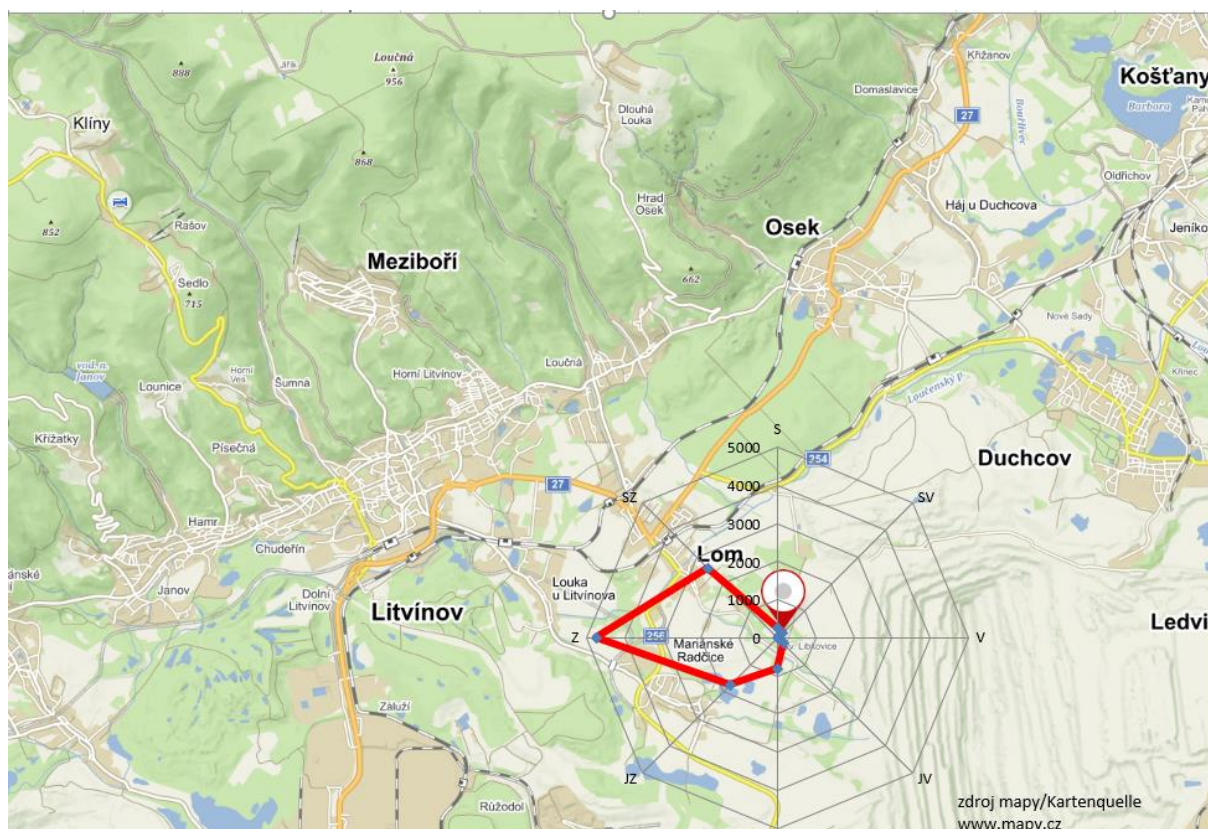
V průběhu druhé odběrové kampaně, která probíhala v chladném období roku 2017-2018 od 23.11.2017 do 27.02.2018 byly směry větru odlišné, tentokrát převažovaly směry větru ze západního směru, bezvětří panovalo častěji, bylo ve více jak $\frac{1}{2}$ odběrového času (54 %). Větrná růžice za toto sledované období je na Obr. p. 11, vložená do mapy na obr. 43.



obr. 43: Větrná růžice vložena do mapy. Zdroj mapy: www.mapy.cz

V průběhu první odběrové kampaně (17.02.2017-01.03.2017) vanul vítr zejména ze západního směru. Ve 38 % z celkového počtu minut, kdy byly odběry prováděny, bylo bezvětří).

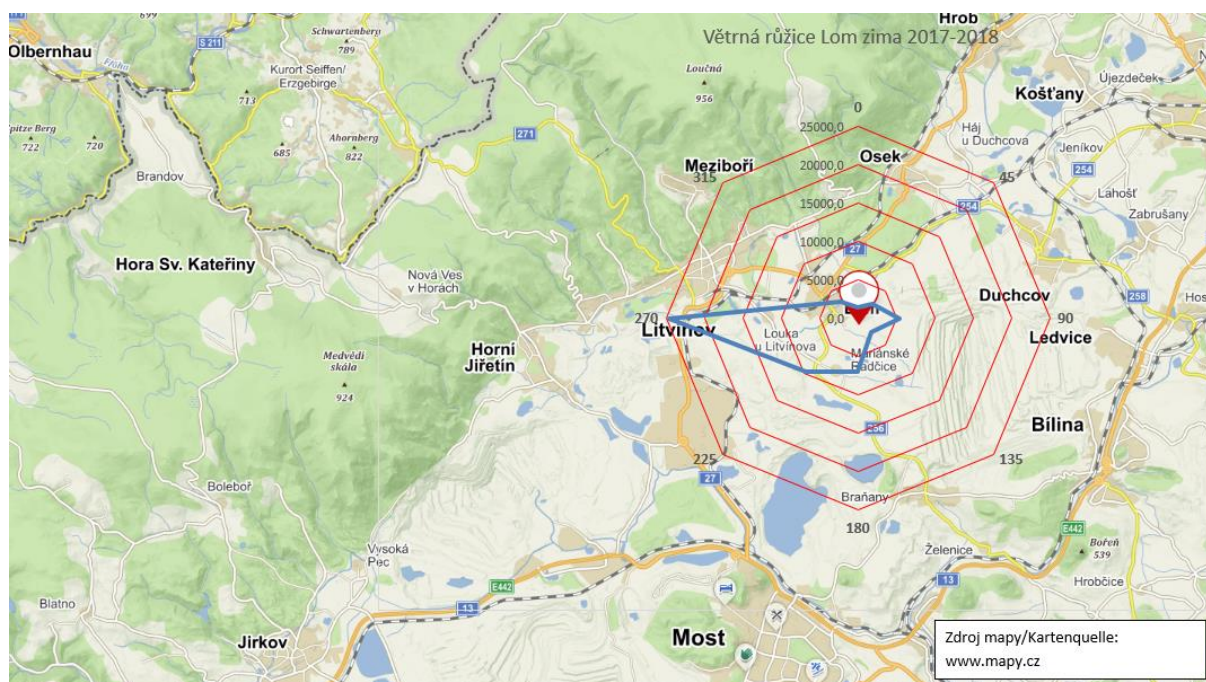
Větrná růžice za toto sledované období je na Obr. p. 12, vložena do mapy na obr. 44.



obr. 44: Větrná růžice vložená do mapy

V průběhu druhé odběrové kampaně, která probíhala v chladném období roku 2017-2018 od 23.11.2017 do 27.02.2018 byly směry větru odlišné, tentokrát převažovaly směry větru z jihovýchodního až jihozápadního směru, bezvětří panovalo častěji, bylo ve více jak 1/2 odběrového času (56 %).

Větrná růžice za toto sledované období je na Obr. p. 13, vložená do mapy na obr. 45.



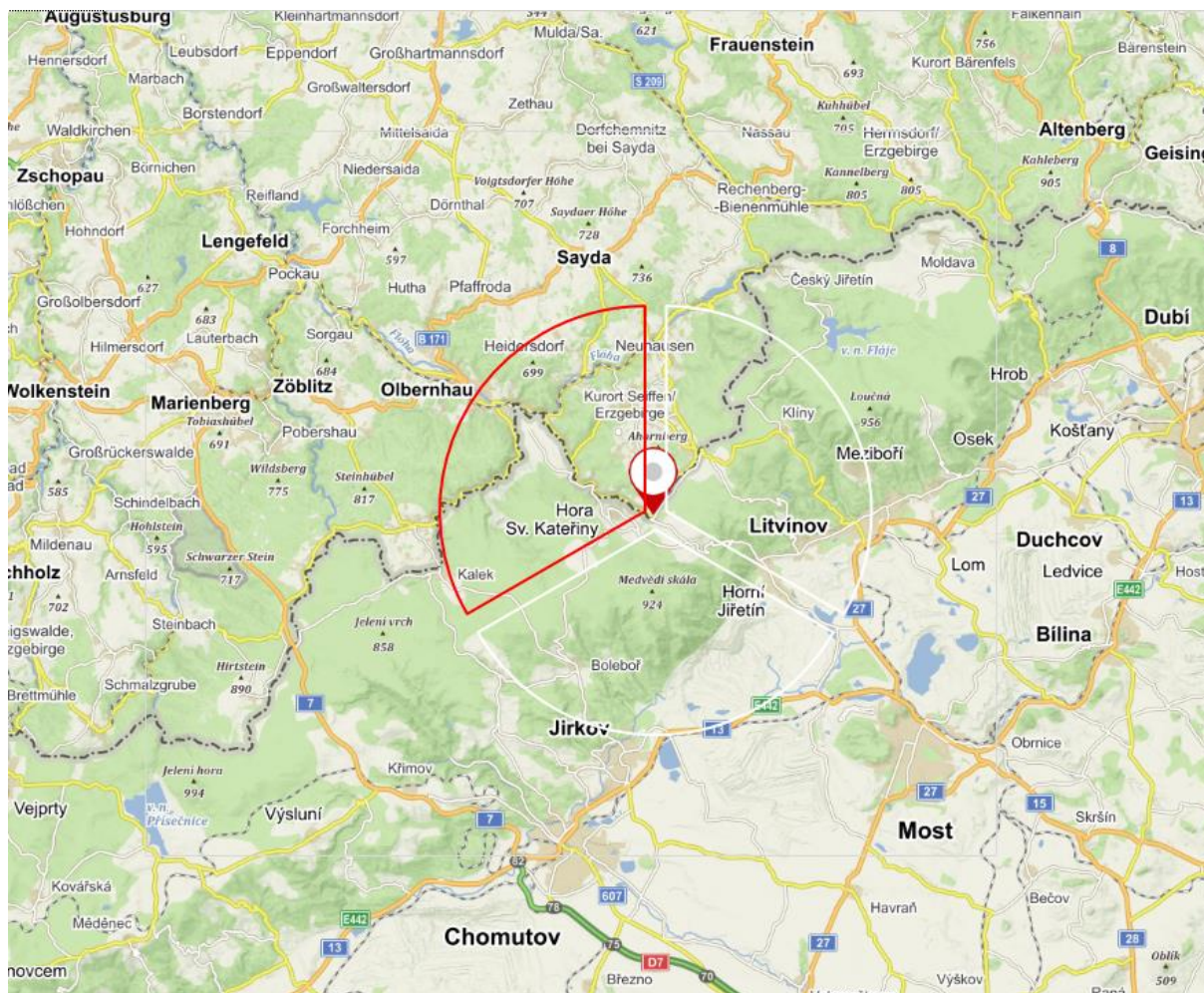
obr. 45: Větrná růžice vložená do mapy

Výsledky analýzy koncentrací karbonylových sloučenin

Při první odběrové kampani v Deutschneudorfu byly ve směrech větru, včetně bezvětří nalezeny karbonylové sloučeniny, které jsou typické pro kontaminaci z dopravy, spalování fosilních paliv a vaření. Protože tyto sloučeniny byly nalezeny ve všech směrech přicházejícího větru, lze soudit, že v tomto případě ke kontaminaci ovzduší dochází poblíž místa odběru. Výsledky jsou zobrazeny na Obr. p. 14.

Při druhé odběrové kampani byla prodloužena doba odběrů i celé odběrové období. To se projevilo ve vyšším zachytu i spektru karbonylových sloučenin. Nalezené kvantifikované a nejčastěji se vyskytující karbonylové sloučeniny jsou uvedeny v Tab. p. 10.

I v tomto případě nalézáme karbonylové sloučeniny typické pro automobilovou dopravu (C1-C2 karbonyly), vyšší karbonyly pocházejí ze spalování fosilních paliv a vaření. Během této kampaně byly překročeny i čichové prahy a to u benzaldehydu (OAVi 1,3) ve dnech 25.12.2017-2.1.2018 a 3.2.-11.2.2018 ze směru 241°-360°, isovaleraldehydu (2,8 OAVi) 23.11.-1.12.2017, 25.12.2017-2.1.2018 a 3.2.-11.2.2018 ze směru 241°-360°, heptaldehydu (1,2 OAVi) 25.12.2017-2.1.2018 ze směru větru 241°-360° a oktaldehydu (18,7 OAVi) 1.12.-9.12.2017 ze směru větru 241°-360°. Poslední nález je ovšem velmi sporný, neboť tato látka byla nalezena pouze jednou, a to v koncentraci na prahu detekčního limitu, kdy již z principu je toto měření zatíženo velkou chybou. Je ovšem nezpochybnitelnou skutečností, že tyto veškeré nálezy byly učiněny při větru ze segmentu 241°-360°. Tento směr větru je znázorněn v mapě na obr. 46.



obr. 46: Směr větru, ze kterého přicházejí karbonylové sloučeniny, překračující čichový práh

Při pohledu na rozložení identifikovaných a kvantifikovaných karbonylových sloučenin odebíraných v závislosti na směru větru (Obr. p. 15) vidíme, že ze všech směrů, včetně bezvětří a ve většině vzorků byli nalezeny prakticky tytéž sloučeniny, jejichž přítomnost je indikátorem spalovacích procesů. Protože odběry byly prováděny na místě s minimální dopravní zátěží, a protože tyto karbonylové sloučeniny byly nalezeny i ve vzorcích odebraných při stagnujícím pohybu vzduchových mas, lze soudit, že majoritním zdrojem těchto látek v zimním období 2017-2018 byla zejména blízká lokální topeniště, popř. nedaleký povrchový důl na hnědé uhlí.

Čichový práh ve sledovaném období nebyl překročen.

5.1.5 Pasivní odběry

Karbonyly v ovzduší Lomu, Deutschneudorfu a Jeřabině.

Při porovnání četnosti pozitivních nálezů je znovu výrazné zastoupení formaldehydu, acetaldehydu, acetonu, propanalu, nonanalů a směsi benzaldehyd/cyklohexanon a to ve všech třech odběrových lokalitách. Výsledky jsou shrnuty v

Tab. p. 11.

Procentuální zastoupení četnosti jednotlivých karbonylů ze všech pozitivních nálezů ve sledovaných lokalitách je znázorněno na následujícím obrázku (Obr. p. 16).

Naměřené koncentrační rozpětí pro nejvýznamnější karbonylové kontaminanty v Lomu: formaldehyd (0,52 – 1,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), acetaldehyd (0,27 – 1,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), aceton (0,20 – 1,14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), methakrolein (0,31 – 0,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), směs butyraldehyd/isobutyraldehyd (1,04 – 3,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), pentanal (0,40 – 1,56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a nonanal (0,70 – 3,11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Zjištěné koncentrační rozpětí pro stejné látky v Deutschneudorfu: formaldehyd (0,53 – 1,95 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), acetaldehyd (0,18 – 1,22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), aceton (0,20 – 1,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), methakrolein (0,74 – 1,19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), směs butyraldehyd/isobutyraldehyd (0,91 – 2,56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), pentanal (0,48 – 1,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a nonanal (0,70 – 1,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Zjištěné koncentrační rozpětí pro stejné látky v lokalitě Jeřabina: formaldehyd (0,42 – 1,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), acetaldehyd (0,12 – 0,56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), aceton (0,20 – 1,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), methakrolein (0,33 – 0,60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), směs butyraldehyd/isobutyraldehyd (0,90 – 2,03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), pentanal (0,67 – 1,40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a nonanal (0,70 – 1,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Z Obr. p. 17 vyplývá, že průměrné hodnoty sumy měřených karbonylů ve všech lokalitách se příliš neliší. Pro Lom je 7,62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a rozpětí naměřených hodnot 4,54 – 14,60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, v Deutschneudorfu 6,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a rozpětí 4,43 – 12,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na Jeřabině pak 6,61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a rozpětí 4,50 – 9,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pokud porovnáme tyto průměrné hodnoty s hodnotou referenční 3,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, která odpovídá situaci, kdyby byly všechny hodnoty měřených karbonylů pod mezí stanovitelnosti, zjistíme, že jsou přibližně na dvojnásobku referenční hodnoty. Což vypovídá o velmi malé průměrné koncentraci karbonylů v ovzduší ve sledovaném období. Porovnání naměřených průměrných hodnot pro formaldehyd (Lom 0,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Deutschneudorf 0,85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Jeřabina 0,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a acetaldehyd (Lom 0,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Deutschneudorf 0,41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a Jeřabina 0,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) s dostupnými údaji o průměrných koncentracích těchto aldehydů ve velkých městech ukazuje, že tam koncentrace bývají o jeden až dva řády vyšší (Altemose et.al. 2015).

Obr. p. 17 je také zřejmý určitý trend ve všech třech lokalitách. Pokles koncentrací karbonylů v období 17. prosince až 18. ledna, který pravděpodobně souvisí s obdobím vánočních a novoročních svátků. Pak následuje postupný nárůst koncentrací karbonylů, přičemž maximum pro Lom je v období 19.2. – 27.2.2018, v Deutschneudorfu 27.2. – 7.3.2018 a na Jeřabině znovu v období 19.2. – 27.2.2018.

5.1.6 Volatilní látky v ovzduší Lomu, Deutschneudorfu a Jeřabině.

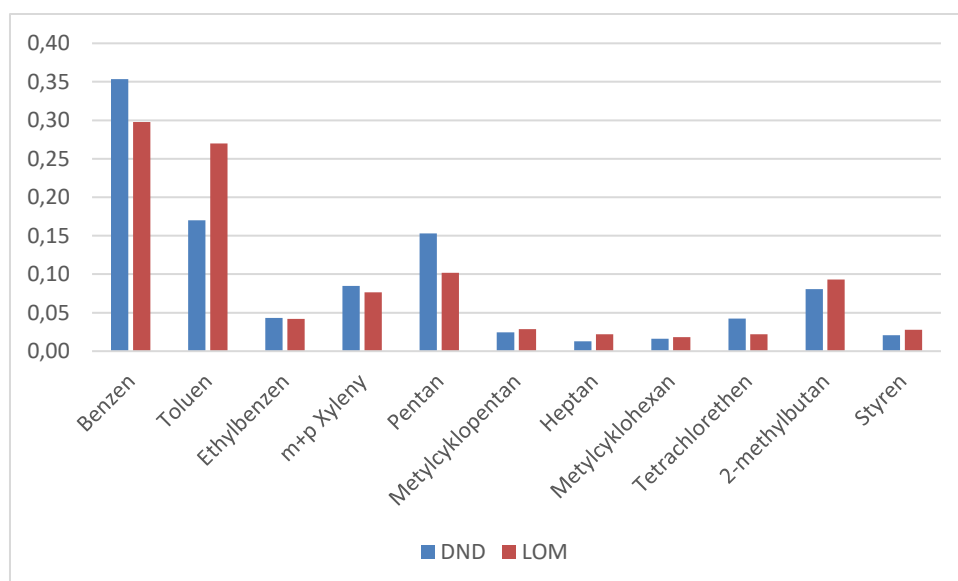
Za použití pasívních odběrových souprav radiello® bylo v jednotlivých lokalitách odebráno celkem 42 vzorků ovzduší, které byly analyzovány na obsah těkavých organických látek (VOC). Z toho v Lomu a Deutschneudorfu (DND) bylo odebráno po 18 vzorcích. Na rozhledně Jeřabina 6 vzorků, z toho byly tři výsledné koncentrace u všech analytů na mezi anebo pod mezí stanovitelnosti (0,001 ppb). Pravděpodobně při odběrech na Jeřabině byly difuzory pokryty vrstvou ledu a byly tak ovlivněny meteorologickými podmínkami v průběhu vzorkování. Doba odběru byla pro jednotlivé vzorky 8 dní (na Jeřabině 1x 16 dní). Odebrané množství jednotlivých analytů je závislé na difuzním koeficientu a na teplotě a pro jednotlivé látky je rozdílné, např. odebrané množství vzduchu bylo pro toluen (při průměrné teplotě 0 °C) 0,730 m³.

Kvantitativně byly stanoveny alifatické uhlovodíky- (2-methylbutan, pentan, heptan), cyklické uhlovodíky- (methylcyklopentan a methylcyklohexan) aromatické uhlovodíky- (benzen, toluen, ethylbenzen, styren, m+p xyleny), tetrachloroethylen a n-butanol a n-butanal (Tab. p. 12). Tyto analyty byly obsaženy ve všech odebraných vzorcích a průměrné naměřené koncentrace byly v rozmezí 0,001-0,222 ppb, tedy hluboko pod čichovým prahem pro jednotlivé analyty (Nagata 2013).

Butanol a butanal-naměřené koncentrace v Lomu a DND o několik řádů překračovaly koncentrace ostatních analytů (butanol 0,049-0,995 ppbv a butanal 2,972-9,047 ppbv) a souběžně odebrané vzorky vykazovaly až řádové rozdíly. Na obou měřených místech byly stanovovány ultrajemné částice (UFP) a nezbytnou součástí těchto měření je použití butanolu. Pasívní odběrová zařízení byla umístěna cca 5 metrů od přístrojů měřících UFP. Takže prokazovaný butanol a jeho degradační produkt butanal (Ponczek 2018) pocházely z těchto zdrojů. Rovněž u n-pentanu byly zjištěny rozdíly v koncentraci paralelních vzorků, ale případnou kontaminaci u n-pentanu se nepodařilo zjistit. Pro odhad imisního zatížení daných lokalit nebyly koncentrace butanolu butanalu využity.

Ve všech vzorcích byl prokázán tetrachlorethylen v koncentracích naměřených v DND a Lomu (0,016 a 0,017 ppbv) a 0,007 ppbv na Jeřabině. Pravděpodobným zdrojem bylo spalování hnědého uhlí v elektrárnách, které vedle aromatických uhlovodíků mohou v emisích obsahovat i tetrachlorethylen (Garcia et al. 1992). Isopentan (2-methylbutan) je považován za marker dopravy (Chan et al. 2006). Petrochemická výroba je významným zdrojem celé řady uhlovodíků – n-pentan, benzen, n-heptan, toluen a oktan jsou považovány za nejvýznamější (Watson 2001). Je však mnohdy velice obtížné rozlišit emise z petrochemie a dopravy, prokázané koncentrace methylcyklopentanu a methylcyklohexanu a styrenu mohou být emitovány z obou zdrojů.

Profily analyzovaných látek byly graficky zpracovány pro obě oblasti obr. 47.



obr. 47: Profily naměřené v DND a Lomu (koncentrace v ppbv).

Metodika identifikace zdrojů znečištění pomocí statistických metod

Statistická analýza vícerozměrných dat (více polutantů měřených opakovaně v rámci kampaně nebo i více kampaní) nabízí nástroje, které lze použít k identifikaci a kvantifikaci zdrojů znečištění ovzduší.

Vhodným nástrojem identifikace zdrojů znečištění je metoda PMF (Positive Matrix Factorization). Matici koncentrací analytů $\mathbf{X}$ (prvek x_{ij} představuje koncentraci i -tého analytu v j -tém vzorku) lze metodou PMF rozložit na matice $\mathbf{F}$ a $\mathbf{G}$ (Hopke, 2000) dle rovnice:

$$x_{ij} = \sum_{k=1}^p f_{ik} \cdot g_{kj}$$

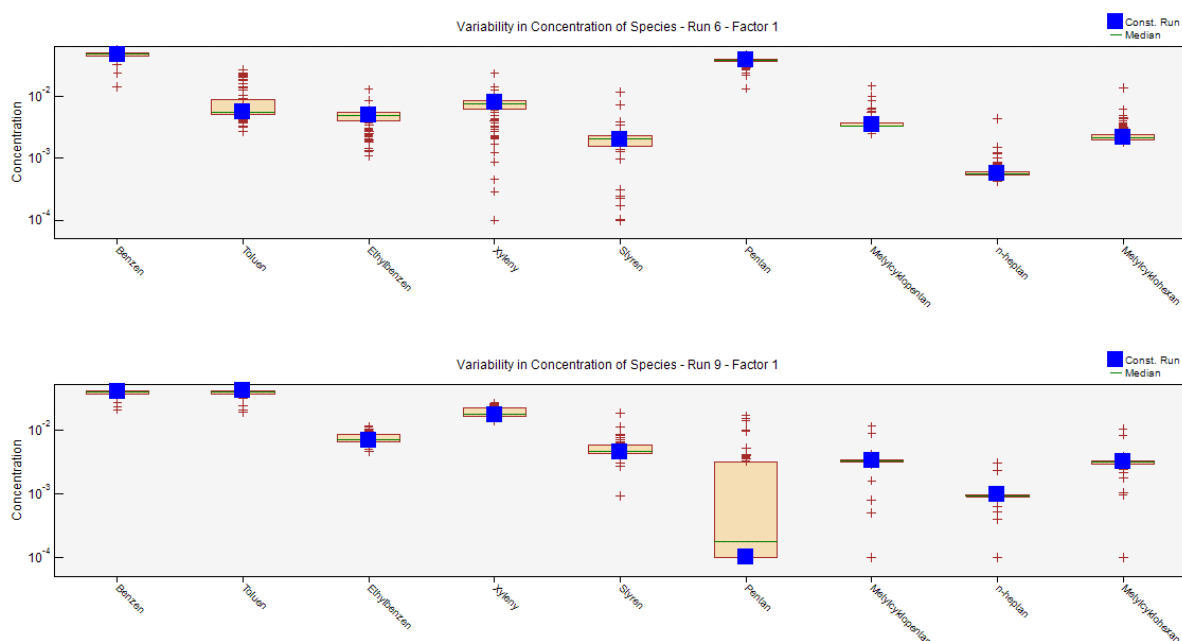
Matice $\mathbf{F}$ popisuje skladbu analytů v jednotlivých zdrojích (f_{ik} je koncentrace i -tého analytu v k -tém zdroji), tedy jde o odhady profilů zdrojů. V matici $\mathbf{G}$ popisuje každý prvek g_{kj} příspěvek k -tého zdroje v j -tém vzorku měření.

Výsledky identifikace zdrojů metodou PMF pro Deutschneundorf

Na základě poměr signálu a šumu S/N byly do analýzy zahrnuty všechny uvažované analyty. Přičemž poměr S/N byl až na jednu výjimku vyšší jak 2, tedy byly všechny označeny jako *Strong*. Výjimku tvoří n-heptan s poměrem $S/N = 1,5$, který byl z tohoto důvodu označen jako *Weak* a metoda počítala s trojnásobkem původní nejistoty měření (Obr. p. 18).

Metoda PMF vyžaduje kromě koncentrací analytů i detekční limity a nejistoty měření, které byly pro kvantitativně stanovené analyty 0,001 ppb resp. 35%.

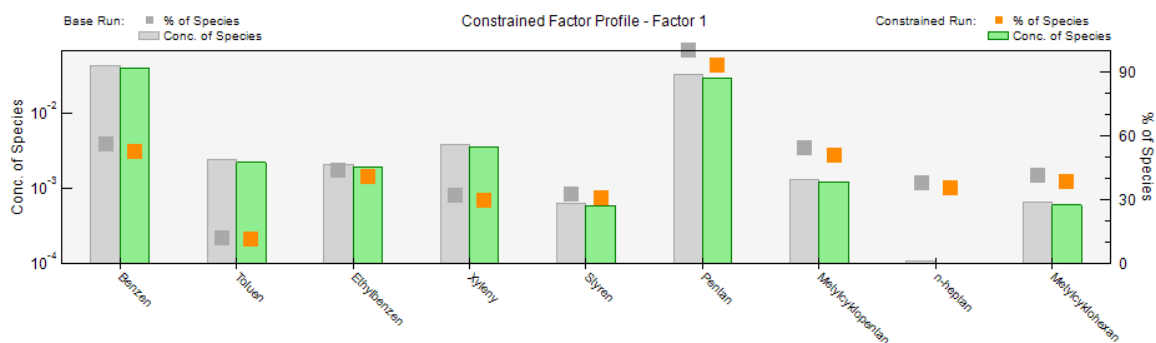
Počet faktorů (tedy potenciálních zdrojů) byl za pomoci metody PCA stanoven na dva, čímž je vysvětleno 97 % variability obsažené v datech. Stejný počet přinesl i postup založený na porovnání výstupů zpětné validace. Při zpětné validaci modelů s více jak dvěma faktory se ukázalo, že tyto vedou k nejednoznačnému přiřazování analytů k jednotlivým faktorům. Z obr. 48 je patrné, že model velmi dobře přiřazuje analyty k prvnímu zdroji i ke druhému, kde však selhává u pentanu. Koncentrace ve zdroji (na obr. 48 značeno modrým čtvercem jako *Const. Run*) byla modelem vypočtena na 0,0016 ppb, ale při zpětné validaci vychází medián koncentrací (na obr. 3 značeno zelenou linkou jako *Median*) 0,0004 ppb. Vzhledem ke zjištěnému rozdílu u zdroje 2 je pro výpočet relativní koncentrace vztažené na toluen použit medián koncentrace analytu ve zdroji, protože je vhodnějším odhadem střední hodnoty koncentrace (pozn. pokud model dobře přiřazuje analyt ke zdroji, jsou velmi blízké vypočtená koncentrace a medián získaný metodou bootstrap a relativní koncentrace vztažené na toluen vycházejí stejné).



obr. 48: Výsledky zpětné validace modelu se dvěma faktory metodou bootstrap – 100 podvýběrů

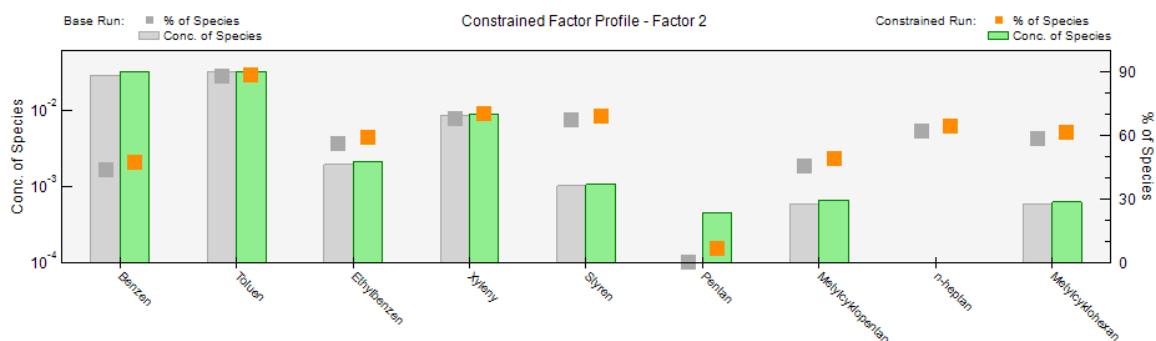
První zdroj emituje především pentan (96 % naměřených imisí analytu), benzen (52 %) a metylcyklopentan (50 %). Jeho profil je uveden na obr. 49. Software uvádí profily jak před (šedivé sloupce), tak i po rotaci faktorů metodou Fpeak (zelené sloupce). Z obrázku je patrné, že rotace faktorů nepřinesla v profilu významnou změnu. Interpretace zdroje je každopádně založena na jeho profilu po rotaci a je s ohledem na zjištěné relativní koncentrace vztažené na toluen zřejmá, jde o spalování měkkého dřeva. Zjištěný poměr benzen/toluén je 8.55. Poměr není na první pohled patrný z obr. 49, protože koncentrace

(osa Y) je uvedena v logaritmickém měřítku. Z toho důvodu byly poměry dopočítány a jsou uvedeny v Tab. p. 13. Emise benzenu ve vztahu k toluenu s hodnotami B/T ≥ 1 , jsou prokazovány v oblastech s vysokým podílem spalování uhlí a biomasy (Barletta et al. 2005, Sekyra et al. 1989). Schauer (2001) uvádí pro spalování borovicového dřeva poměr B/T o hodnotě 2,86.



obr. 49: Profil zdroje 1 (Spalování měkkého dřeva) před rotací faktorů (šedé sloupce a body) a po rotaci faktorů nástrojem Fpeak (zelené sloupce a žluté body). Profil je uveden v absolutních jednotkách (sloupce – logaritmické měřítko) a v relativních jednotkách (body – měřítko v procentech).

Druhý zdroj emituje především toluen (89 % naměřených imisí analytu), xyleny (70 %), styren (70 %), n-heptan (65 %), metylcyklohexan (62 %) a ethylbenzen (60 %). Správně zařazení pentanu u tohoto zdroje je problematické, jak vyplynulo ze zpětné validace modelu metodou bootstrap (obr. 48). Profil zdroje je uveden na obr. 50. Interpretace zdroje je založena na jeho profilu po rotaci a s ohledem na zjištěné relativní koncentrace vztahované na toluen jde zřejmě o spalování uhlí. Zjištěný poměr benzen/toluen je 1,00. Ostatní poměry jsou uvedeny v Tab. p. 13.



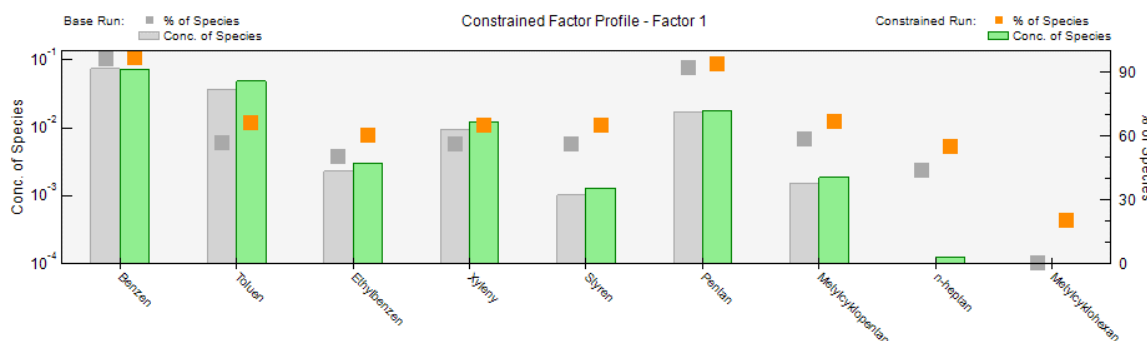
obr. 50: Profil zdroje 2 (Spalování Uhlí) před rotací faktorů (šedé sloupce a body) a po rotaci faktorů nástrojem Fpeak (zelené sloupce a žluté body). Profil je uveden v absolutních jednotkách (sloupce – logaritmické měřítko) a v relativních jednotkách (body – měřítko v procentech).

Výsledky metody PMF pro Lom

Na základě poměr signálu a šumu S/N byly do analýzy zahrnuty všechny uvažované analyty. Přičemž poměr S/N byl u všech vyšší jak 2, tedy byly všechny označeny jako *Strong*.

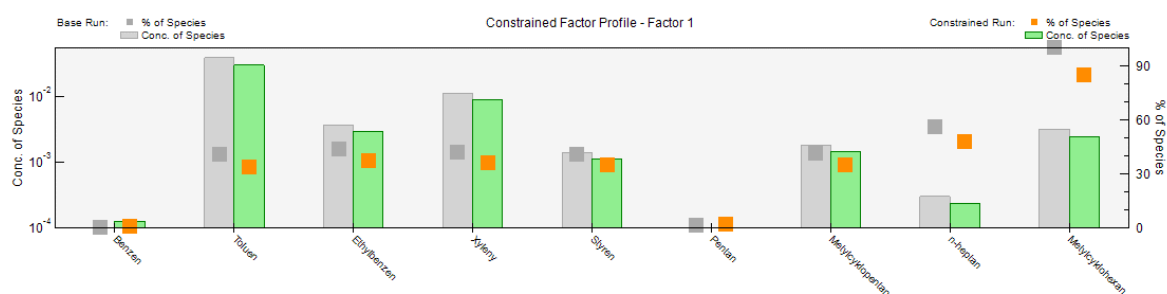
Počet faktorů (tedy potenciálních zdrojů) byl za pomoci metody PCA stanoven na dva, čímž se podařilo vysvětlit 88 % variability obsažené v datech (Obr. p. 19 vpravo). Stejný počet faktorů přinesl postup i založený na porovnání výsledků zpětné validace. Při zpětné validaci modelů s více jak dvěma faktory se ukázalo, že tyto vedou k nejednoznačnému přiřazování analytů k jednotlivým faktorům. Z Obr. p. 19 je patrné, že model velmi dobře přiřazuje analyty k prvnímu zdroji s výjimkou metylcyklohexanu. Koncentrace ve zdroji byla modelem vypočtena na 0 ppb, avšak při zpětné validaci vychází medián koncentrací 0,0012 ppb. V případě druhého zdroje model selhává u benzenu, kde je koncentrace dle modelu 0,0009 ppb a medián je 0,01 ppb. Vzhledem k rozdílům u obou výše uvedených analytů je pro výpočet relativní koncentrace vztažené na toluen použit medián koncentrace analytu ve zdroji, protože je vhodnějším odhadem střední hodnoty koncentrace (Tab. p. 14).

První zdroj identifikovaný v Lomu metodou PMF emituje především benzen (99 % naměřených imisí analytu), pentan (98 %), toluen (66 %), xyleny (64 %), styren (65 %), metylcyklopentan (65 %), a ethylbenzen (62 %). Správné zařazení metylcyklohexanu u tohoto zdroje je problematické, jak vyplynulo ze zpětné validace modelu metodou bootstrap (obr. 51). Profil zdroje je uveden na obr. 51. Interpretace zdroje je založena na jeho profilu po rotaci a s ohledem na zjištěné relativní koncentrace vztažené na toluen jde zřejmě o spalování uhlí. Zjištěný poměr benzen/toluen je 1,38. Zjištěná hodnota je blízká hodnotě 1,51, kterou pro spalování uhlí uvádí Sekyra (1989). Ostatní poměry jsou uvedeny v Tab. p. 14.



obr. 51: Profil zdroje 1 (Spalování uhlí) před rotací faktorů (šedé sloupce a body) a po rotaci faktorů nástrojem Fpeak (zelené sloupce a žluté body). Profil je uveden v absolutních jednotkách (sloupce – logaritmické měřítko) a v relativních jednotkách (body – měřítko v procentech).

Druhý zdroj emituje především metylcyklohexan (85 % naměřených imisí analytu) a toluen (34 %). Jeho profil je uveden na obr. 52. Zdroje lze s ohledem na zjištěné relativní koncentrace vztažené na toluen identifikovat jako dopravu. Zjištěný poměr benzen/toluen je 0,27. Nízké hodnoty $B/T \leq 0,2$ ukazují na emise z dopravy z benzinových motorů bez katalyzátoru (Schauer 2002). Stejný autor uvádí poměr methylcyklopentan/toluen o hodnotě 0,22 a methylcyklohexan/toluen o hodnotě 0,08, což jsou hodnoty blízké poměrům zdroje 2 (Tab. p. 14).

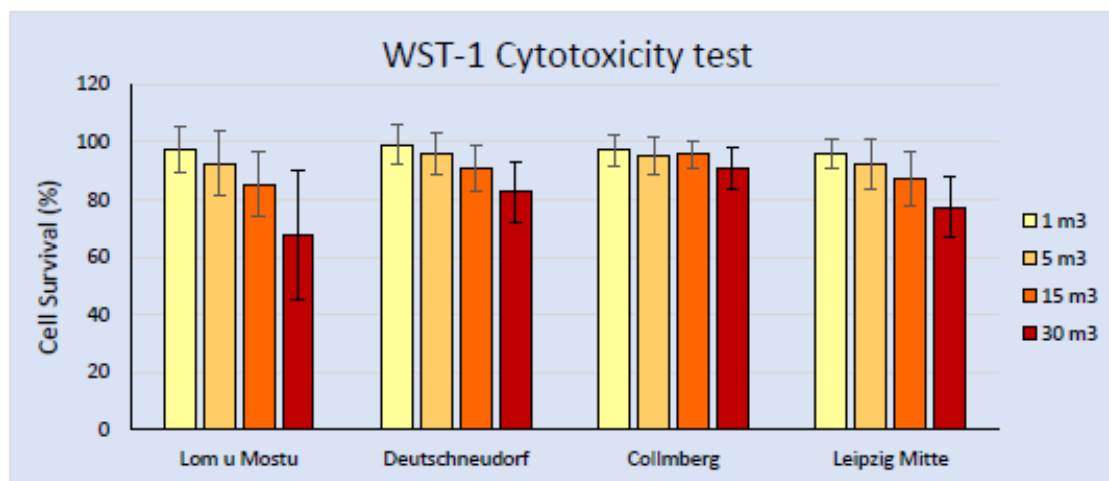


obr. 52: Profil zdroje 2 (Doprava) před rotací faktorů (šedé sloupce a body) a po rotaci faktorů nástrojem Fpeak (zelené sloupce a žluté body). Profil je uveden v absolutních jednotkách (sloupce – logaritmické měřítko) a v relativních jednotkách (body – měřítko v procentech).

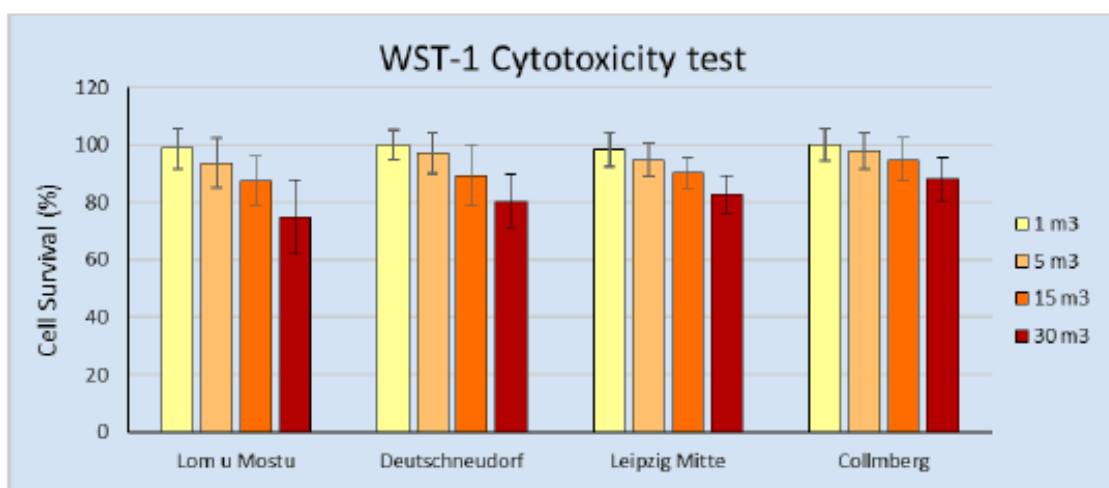
5.1.7 PM₁₀: Ekotoxikologické testy

Cílem ekotoxikologických testů bylo prošetřit cytotoxicitu jemných vzorků prachu (PM₁₀) ze čtyř rozdílných míst (Lom u Mostu, Deutschneudorf, Collmberg a Lipsko-střed) na lidských plicních epitelových buňkách. Byla pak porovnána dvě měřicí období v roce 2017 a 2018.

Během roku 2017 zůstaly denní hodnoty PM₁₀ všech čtyř stanic pod limitem 50 µg/m³, v některých případech překročily hodnoty PM₁₀ tyto limity během sledovaného období pro ekotoxikologické zkoušky v roce 2018. Celkově bylo zatížení PM₁₀ během měřicí kampaně v roce 2018 vyšší než v roce 2017. V obou letech byla buněčná toxicita s průměrným přežíváním buněk mezi 70-90 % (2017) popř. 75-90 % (2018), v závislosti na lokalitě, při každých nejvyšších naměřených koncentracích PM₁₀ byla obecně nízká. Denní variabilita cytotoxicity byla na všech stanovištích nízká. obr. 53 a obr. 54 ukazují srovnání cytotoxicity všech míst v průměru za celé sledované období.



obr. 53: WST-1 Test cytotoxicity: Porovnání cytotoxicity PM₁₀ na všech stanovištích v roce 2017; zobrazena je procentuální míra přežití (Cell Survival) zkoumaných A549 buněk po 24 hodinové inkubaci se čtyřmi rozdílnými koncentracemi odpovídajících PM₁₀ extraktů ze zkoumaných míst.



obr. 54: WST-1 Test cytotoxicity: Porovnání cytotoxicity PM₁₀ na všech stanovištích v roce 2018; zobrazena je procentuální míra přežití (Cell Survival) zkoumaných A549-buněk po 24 hodinové inkubaci se čtyřmi rozdílnými koncentracemi odpovídajících PM₁₀- extraktů ze zkoumaných míst.

100 % míra přežití plicních buněk by neznamenal cytotoxický účinek extraktu PM₁₀; pokles míry přežití však bude přisuzován cytotoxickému účinku. Pro porovnání cytotoxicity na daných místech, byl pomocí lineární extrapolace určen objem vzduchu, který je nezbytný pro zničení 30% lidských plicních epitelálních buněk (LC30 = smrtelná koncentrace, která umrtví 30 % buněk). V obou letech byla pomocí této metody stanovena nejvyšší cytotoxicita vzorků PM₁₀ na stanovišti v Lomu u Mostu, stejně jako nejnižší cytotoxicita vzorků PM₁₀ byla stanovena u Collmbergu. Ve zkoumaném období roku 2017 byla

zjištěná cytotoxicita vzorků PM_{10} ze stanice Lipsko-Mitte vyšší než Deutschneudorfu; v roce 2018 tomu bylo naopak.

Proto vedlo $36 \text{ m}^3/\text{ml}$ (2017: $28 \text{ m}^3/\text{ml}$) odebraného vzduchu v Lomu u Mostu v roce 2018 k úmrtí 30% plicních epitelálních buněk, zatímco v Collmbergu došlo ke stejnému teprve při odebrání $76 \text{ m}^3/\text{ml}$ (2017: $116 \text{ m}^3/\text{ml}$) tamějšího vzduchu. V Lipsku bylo LC30 v roce 2017 při $30 \text{ m}^3/\text{ml}$ a v roce 2018 při $53 \text{ m}^3/\text{ml}$. V Deutschneudorfu bylo LC30 v roce 2017 vypočteno na $53 \text{ m}^3/\text{ml}$ a v roce 2018 na $45 \text{ m}^3/\text{ml}$.

Navzdory vyšším koncentracím PM_{10} v roce 2018 se cytotoxicita ve srovnání s předchozím rokem nezvyšovala. Obecně nebyla nalezena korelace mezi koncentrací PM_{10} a cytotoxicitou. Tato skutečnost vede k předpokladu, že méně hmoty PM_{10} než je složení PM_{10} určuje stupeň toxicity.

Dále nebyla ve sledovaných obdobích zjištěna žádná korelace mezi cytotoxicitou a výskytem častého pachového znečištění ovzduší. Více zpráv o pachových událostech – zápachu v ovzduší – bylo obdrženo ve dnech s relativně vysokou, ale také s nízkou cytotoxicitou u vzorků PM_{10} .

5.1.8 Výsledky měření s pomocí IMS

Měření probíhalo během všech tří zimních období. Během první zimy to bylo v období od února do března 2017, během druhé zimy v období od listopadu 2017 do března 2018 a poslední měření probíhala od listopadu 2018 do konce ledna 2019.

V první měřicí kampani, která probíhala od 07. února 2017 do konce března 2017, rozpoznal dodavatel (IFU GmbH) celkem 29 625 jednotlivých spekter driftového času v Deutschneudorfu a 46 848 jednotlivých spekter driftového času v Lomu. Z toho vyplynulo 22 vzorců signálů v Deutschneudorfu a 19 vzorců v Lomu. První vyhodnocení a objasnění postupu bude provedeno na základě těchto údajů následujících částech.

Při použití této techniky však nelze říci, o jaké látky se jedná, protože v přístroji není uložena žádná knihovna látek. Pro načtení takovéto knihovny látek je zapotřebí časově náročné použití zkušebních plynů v laboratorním prostředí. Vzhledem k tomu, že nevíme, jaké konkrétní směsi látek způsobují zápachové epizody, měla by knihovna látek malý efekt. Na trhu navíc nejsou jako zkušební plyny k dostání všechny látky způsobující zápach. Z tohoto důvodu bylo nezbytně nutné, aby kromě stacionárních měření byla provedena také měření u možných zdrojů. Tato měření proběhla formou jednotlivých mobilních měření.

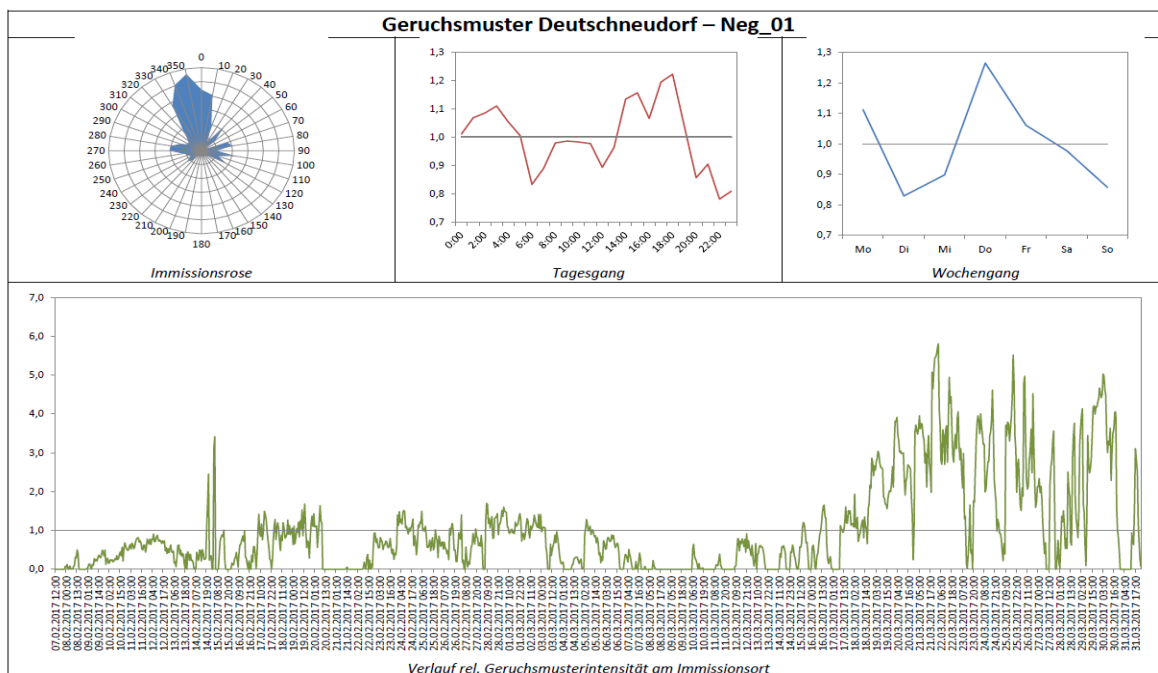
Z toho vyplývají tyto důležité otázky:

1. Existuje jeden/více vzorců signálů, které jsou při porovnání časů, v nichž se vyskytují stížnosti, svojí intenzitou nějak nápadné?
2. Existuje souvislosti mezi vzorci signálů IMS a nám známými látkami?
3. Existuje souvislost mezi vzorci signálů z mobilních a stacionárních měření?

obr. 55 ukazuje příklad detekovaného pachového vzoru/ signálu na základě zpracování dat softwarem firmy IFU GmbH. Relativní intenzita pachového vzoru je zobrazena jako kontinuální časové řady (níže). U hodnot nižších než 1 není vzorek rozpoznán. V zásadě platí, že pokud je síla signálu nad hodnotou 1 a čím vyšší je hodnota, tím silněji je možno ji zaznamenat v okolním prostředí.

Tyto vzorce byly dodány jako nepřetržité časové řady, jejichž průběh lze vyobrazit jako síly signálu. Z těchto časových řad bylo možno získat nejrůznější informace o průběhu signálu během období měření a dále zviditelnit případné pravidelnosti jak v průběhu dne, tak i v průběhu týdne. Tyto informace mohou ukazovat na to, zda se jedná o činnost provozovanou v pracovní dny nebo o víkendy, nebo v jakou denní dobu je tento vzorec nejnápadnější, abychom z toho mohli vyvodit závěry o případných zdrojích.

Již od začátku byly vzhledem k předpokladu, že se možné hlavní zdroje nachází v severočeské pánvi, sledovány zejména takové signály, které v lokalitě Deutschneudorf přicházely zejména z jihovýchodu. Z větrných růžic s vizualizací koncentrací dobře a jednoznačně vyplývá, odkud rozpoznané vzorce signálů přichází. Z celkem 22 vzorců pozitivních (P) a negativních (N) signálů (M) v Deutschneudorfu pochází viditelně 8 z jihovýchodu, dva další z jihu až jihovýchodu (Tab. 7). Jedná se přitom o tyto vzorce signálů – M_N02, M_N03, M_N04, M_N05, M_N07, M_N09, M_N10 a M_p03, M_P06 a M_P07. Všechny ostatní očividně pochází z jiného směru, takže by případně mohly být indikátorem jiných (lokálních) zdrojů.



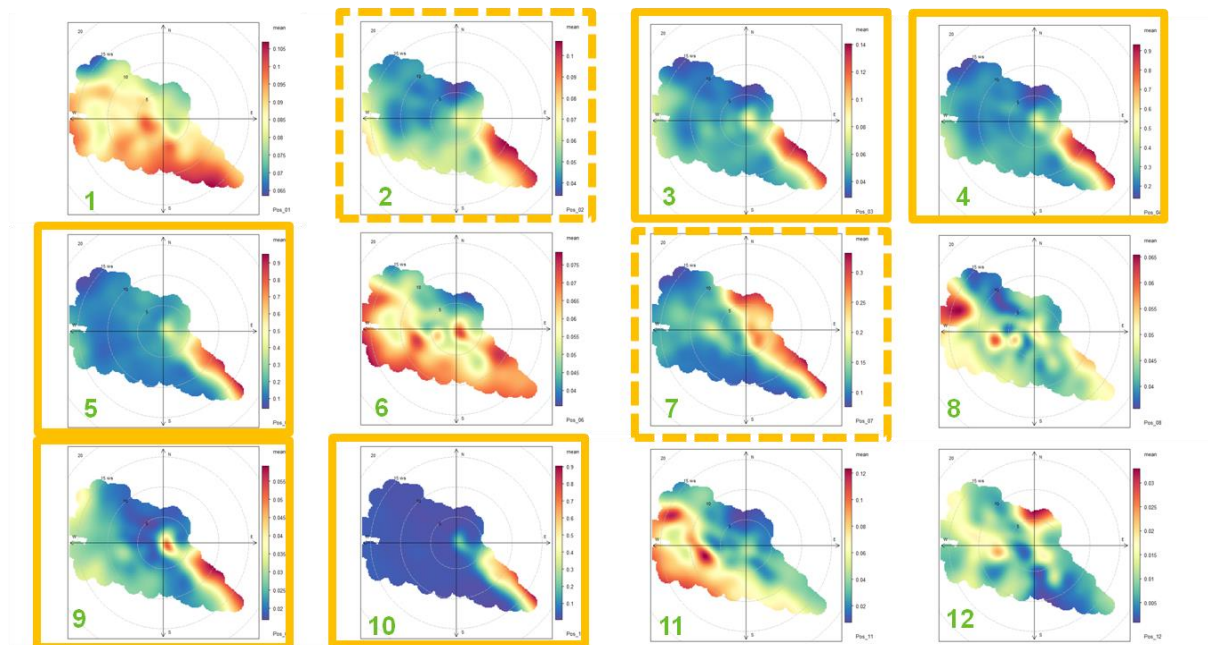
obr. 55: Příklad jednoho z 22 vzorců signálu, které se podařilo identifikovat v Deutschneudorfu

Existuje jeden/více vzorců signálů, které jsou nápadné při porovnání časů, v nichž se vyskytují stížnosti, s intenzitou těchto vzorců signálů?

V první měřicí kampani, která probíhala od 07. února 2017 do konce března 2017, došlo několik stížností jak od probandů, tak i od obyvatelstva. ranžovou barvou (3, 4 atd.) jsou označeny ty vzorce signálů, které přichází jednoznačně z jihovýchodu a sloupce s tmavě červeným pozadím označují vzorce signálů, které se podobají směsím látek naměřených během mobilních kampaních v Záluží (obr. 56).

Otázka směřuje na domněnku, že pokud má nějaký signálů vzorec vyvolat vnímání zápachu, musí se v tom příslušném okamžiku vyskytovat velmi silně. Tab. 7 s pomocí křížků ukazuje, které z 22 vzorců signálů byly v okamžiku zápachové epizody nejsilnější. Jsou zobrazeny vždy dva nejsilnější. Ukazuje se jasná tendence, že signály v době od 08.02. do 15.02.2017 nepochybně přichází z jihovýchodního směru a zároveň by mohly mít případné podobnosti s jednorázovými mobilními měřeními ze Záluží. V tomto období panoval výlučně vítr z jihovýchodního směru. Nabízí se tedy domněnka, že zdroj se nachází v Záluží. Po 15.02.17 se tato tendence projevila pouze v několika málo dnech, jako například 4., 8. a 13. března. Ve všech jiných dnech se zápachovými epizodami se objevují jiné vzorce signálů, je tedy možné, že případným dalším důvodem stížností mohou být jiné (lokální) zdroje.

Nicméně i přesto se minimálně po 17.02.2017 ukazuje větší heterogenita vzorců signálů, takže nelze jednoznačně konstatovat, které signály lze s jistotou považovat za příčinu zápachové události.

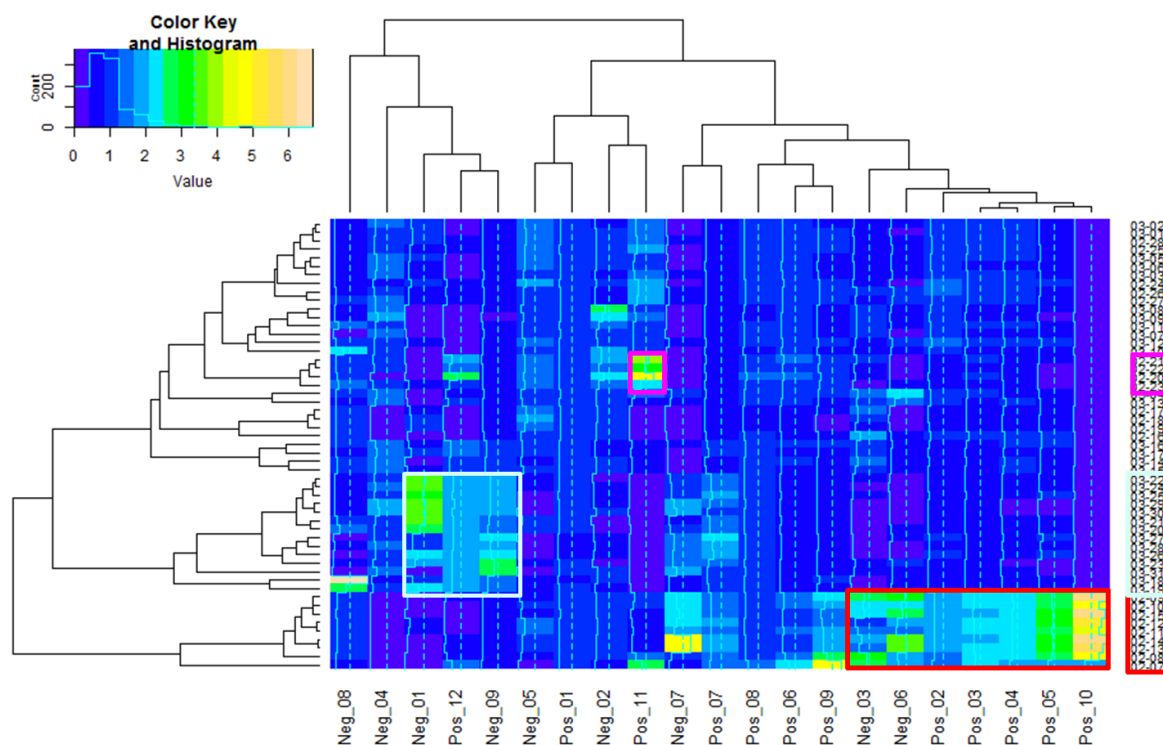


obr. 56: Příklady rozpoznaných vzorců s větrnými růžicemi

Tab. 7: Zápachové epizody s počtem stížností a výsledky staničních a mobilních měření

Geruchsergebnis	Beschwerden	Positiv Geruchsmuster													Negativ Geruchsmuster								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9
07.02.2017	2			*		*				*							*			*	*		
08.02.2017	2									*							*			*	*		
09.02.2017	7				*	*				*										*	*		
10.02.2017	3				*	*				*										*	*		
11.02.2017	7			*						*										*	*		
13.02.2017	3			*						*										*	*		
14.02.2017	6									*							*			*	*		
15.02.2017	9					*				*										*	*		
Geruchsergebnis	Beschwerden	Positiv Geruchsmuster													Negativ Geruchsmuster								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	8	9
21.02.2017	2	*															*		*				
08.03.2017	3											*	*	*									
12.03.2017	2										*								*			*	
13.03.2017	5																*		*	*			
17.03.2017	3	*															*	*					
23.03.2017	3															*			*			*	*
27.03.2017	2															*		*	*				
28.03.2017	2												*			*	*						
30.03.2017	3										*				*								*
31.03.2017	4											*			*								*

Jako metoda k odhalení podobností ve struktuře našich dat byla použita shluková analýza. Korelace byla posuzována s pomocí metody „Pearson“ a k výpočtu vzdálenosti použita metoda „Complete“. Výsledky byly následně přeneseny do teplotní mapy, která umožnila porovnat dny se zápachovými epizodami a veškeré vzorce signálů. Viz obr. 57.



obr. 57: Heat Map (teplotní mapa) – shluková analýza vzorců a dní

Podobně jako u posouzení, které vzorce signálů jsou během dní se stížnostmi nejnapadnější, není velkým překvapením, že signály M_N03, M_N06, M_N02, M_P03, M_P04, M_P10 vytvořily mezi 07.02.17 a 16.02.2017 jeden shluk (vyznačeno červeně). Všechno jsou to signály, které pochází z jihovýchodního směru, tak i s určitou pravděpodobností ze Záluží. Po 18.03.2017 se ale objevuje jiný zdroj (bíle orámováno).

Na tomto místě se nabízí otázka, jak se jednotlivé vzorce signálů z různých směrů větrů vyvíjí s ohledem na stížnosti.

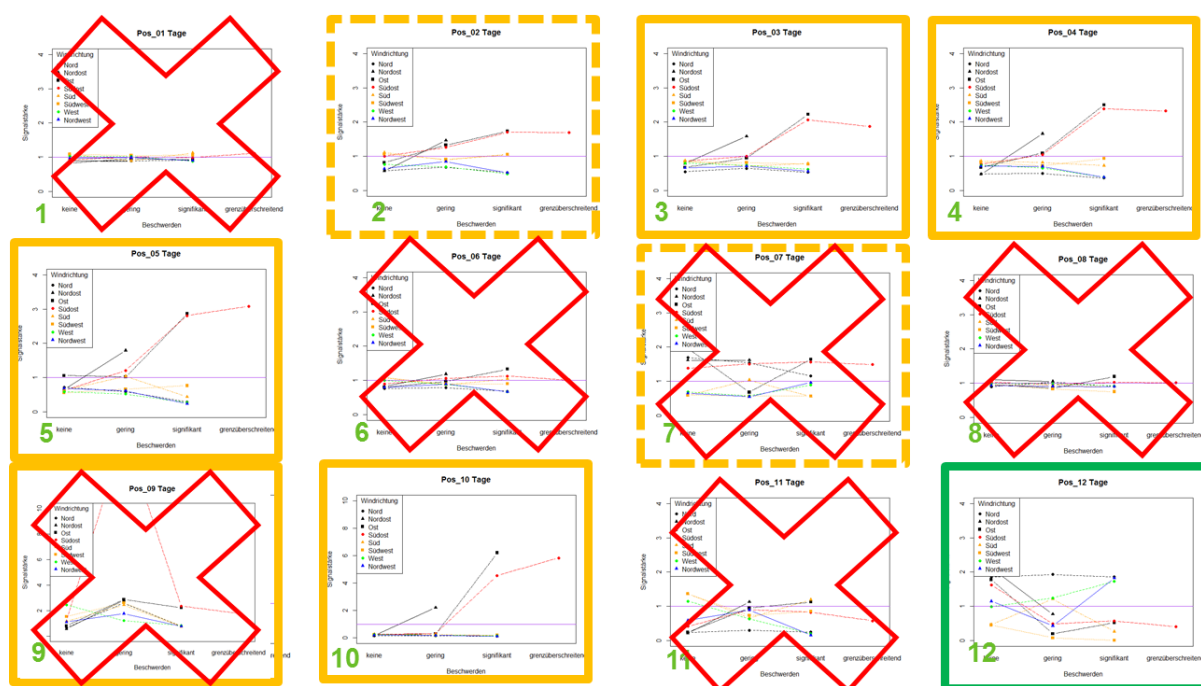
Abychom mohli provést analýzu MANOVA (vícerozměrná analýza rozptylu), bylo přiřazeno osm faktorů (sektorů) pro směr větru: severní, severovýchodní, východní, jihovýchodní, jižní, jihozápadní, západní, severozápadní a čtyři faktory (kategorie) pro stížností: žádné = 0 stížností, slabé = 1 – 2 stížnosti, významné = 3 – 4 stížností a přeshraniční v případě více než 5 stížností.

Výsledek analýzy je patrný z následující série obrázků a je zřejmé, které vzorce signálů nemají souvislost se směrem větru ani z nárůstem stížností (obr. 58). Jsou to vzorce signálů s červenými kříži a tyto můžeme z dalšího sledování vyloučit. Jedná se přitom o signály: M_P01, M_P06, M_P07, M_P08, M_P09, M_P11, M_P13 a v negativní oblasti pak: M_N02, M_N04; M_N05 a M_N08.

Do popředí se však v tomto okamžiku dostávají vzorce, které ale mají zjevnou souvislost s nárůstem stížností, pochází však ze severu. Ty jsou označeny zeleným rámečkem. Týká se to vzorců M_N01, M_N09 a M_P12.

obr. 58 jiným způsobem opět znázorňuje bilanci analýzy MANOVA a v zásadě vede ke stejnému zjištění, že zřejmě existuje jeden zdroj na severu (zelený obdélník), jeden zdroj se pravděpodobně nachází v Záluží (oranžový obdélník) a zbytek je pro zápach zcela nevýznamný: M_P01, M_P06, M_P08, M_P09, M_P11, M_P13 a v negativní oblasti pak: M_N02, M_N04; M_N05 a M_N08.

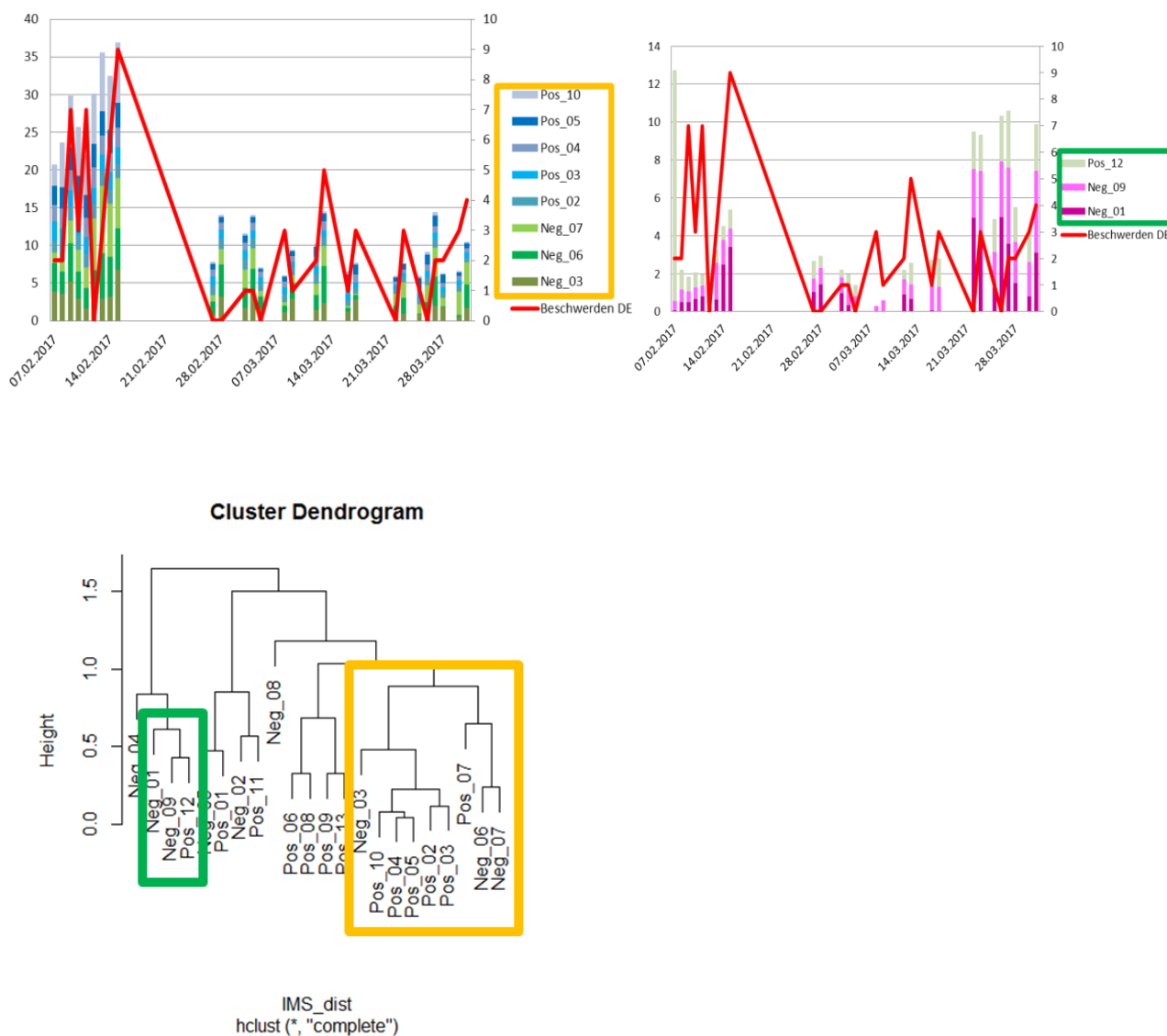
Výjimkou je Pos_07, který sice hierarchicky souvisí s domnělými signály ze Záluží, u stížností a směru větru však nehraje žádnou roli, což ukazuje obr. 58, neboť koncentrace přichází konstantně ze všech směrů a nevede k žádným změnám ve stížnostech.



obr. 58: MANOVA, výsledky vzorců signálu Pos_01 až Pos_12

Z původních 22 signálů je s ohledem na zápach zajímavá pouze polovina. Přesto však není zjevná žádná systematika souvislosti mezi signály a vývojem stížností, jak ukazuje (obr.

59). Existují dny, kdy byly vzorce signálů naměřeny ve znatelné intenzitě, přesto však nezpůsobily žádný nárůst stížností, a to ani u probandů ani u obyvatelstva. Viz obr. 60.

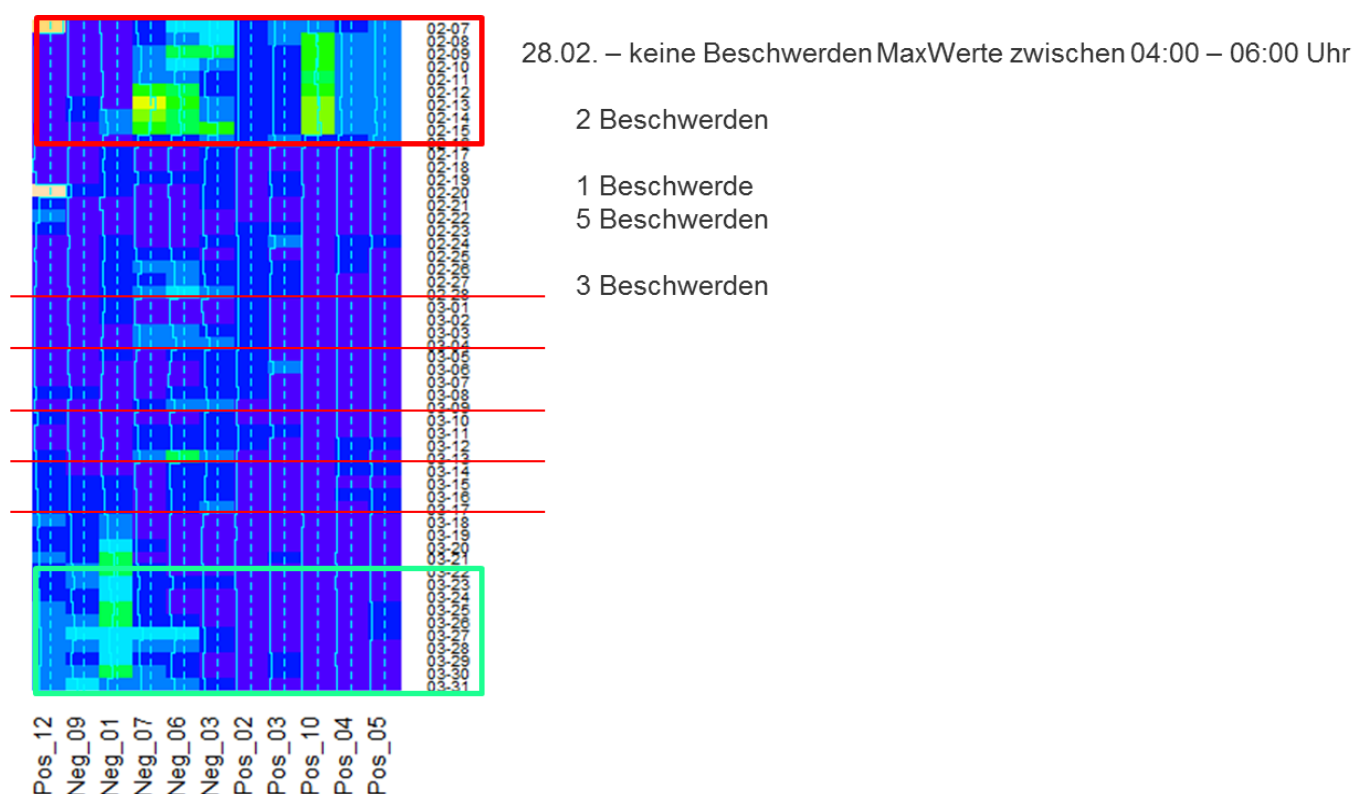


obr. 59: Cluster Dendrogram

Naopak existují také dny, kdy počty stížností vzrostly, nemají však žádnou zjevnou souvislost s naměřenými vzorci signálů.

Při podrobnějším zkoumání dospějeme k závěru, že zápachová událost je vlastně pouze výsledek okamžitého záznamu. Z tohoto důvodu blíže prozkoumáme maximální denní hodnoty vybraných 8 signálů.

Nápadné je, že jakmile je $N_{03} > 2$, téměř vždy se vyskytuje také stížnost. Výjimkou je pouze 28.02.2017, kdy se tato hodnota vyskytovala v ranních hodinách.



obr. 60: Maximalní sóla signálů vzorce a epizody stížností

Po 17.03.17 již tato hodnota nebyla překročena. Od 17.03. jsou v popředí určité zdroje, zde panovala domněnka, že se jedná o zemědělství, neboť i naši probandi hlásili, že se v Krušných horách hnojí močůvkou.

Ve druhé sezóně, od listopadu 2017 do března 2018, probíhala měření stacionárními přístroji na lokalitách Lom a Deutschneudorf. Na přístroji v Deutschneudorfu se vyskytla technická závada a měření proto muselo být následující zimu 18/19 opakováno. Výše popsaný postup vyhodnocení dat byl použit také v zimním období 2018/19, takže analýzy přinesly také v tomto případě srovnatelné výsledky. Na tomto místě je nutno ještě zmínit, že byly shrnuty negativní a pozitivní vzorce, neboť se ukázalo, že mnohé jsou si podobné.

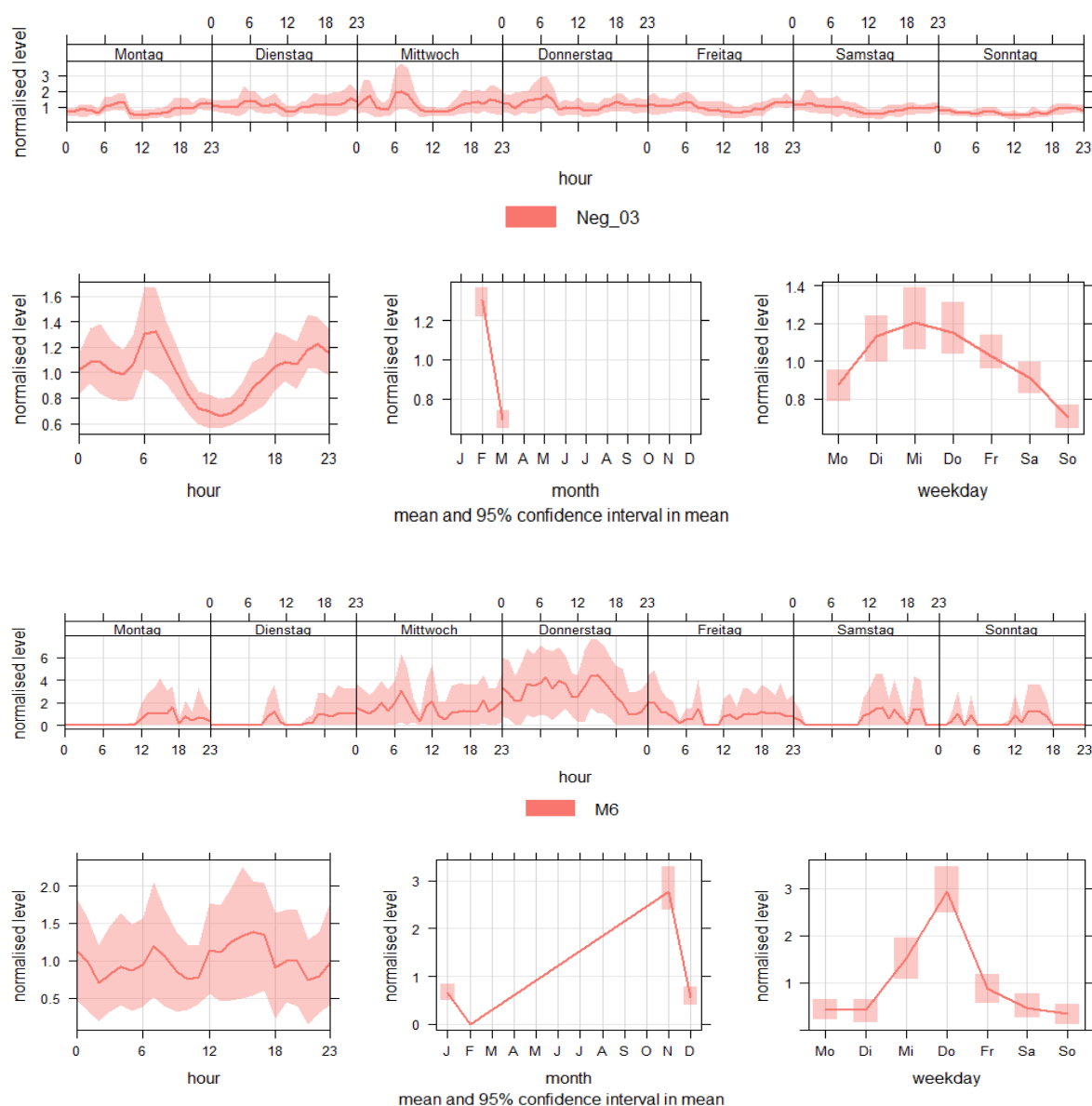
Ve dnech, kdy se vyskytly více než 3 stížnosti, jsou také v zimě 18/19 opět některé vzorce signálů nápadnější než jiné. Jedná se celkem o tři vzorce, které je nutno zkoumat podrobněji. V popředí jsou vzorce M1 a M6, které souvisí s 60 % resp. 70 % stížností během významných dnů se stížnostmi (Tab. 8).

V souhrnu lze u tohoto bodu konstatovat, že se v obou zimních obdobích - 17 a 18/19 vykytuje vždy jeden vzorec, který úzce souvisí se stížnostmi - M_N03 a M_06. Vzhledem k tomu, že nevíme, co přístroj měří, nelze oba vzorce jasně porovnat. I přesto však lze při posuzování týdenních a denních průběhů vycházet z toho, že se s vysokou pravděpodobností jedná o to samé.

Tab. 8: Nápadné signální vzorce a stížnosti - zima 2018/19

Datum	Beschwerden	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
13.11.2018	14				x				
14.11.2018	10	x			x				
15.11.2018	17	x			x		x		
16.11.2018	12	x			x		x		
21.11.2018	4	x		x			x		
22.11.2018	22	x					x		x
23.11.2018	3	x				x			x
24.11.2018	3					x			
25.11.2018	3								
28.11.2018	7	x		x			x		
29.11.2018	8						x		
01.12.2018	3	x					x		
02.12.2018	3						x		
18.12.2018	6	x	x				x		
19.01.2019	3	x	x				x		
20.01.2019	5		x					x	
21.01.2019	4	x					x		
22.01.2019	3	x					x		
23.01.2019	3		x				x		
31.01.2019	3		x				x		

Oba vykazují velmi podobný týdenní průběh - nejsilnější ve středu a ve čtvrtek, nejslabší o víkendu. Vzorec M_N06 z prvního zimního období má výrazný denní průběh a ukazuje tak na zdroj, který většinu emituje v ranních a večerních hodinách. Srovnatelnou tendenci naznačuje sice také vzorec M6, nikoliv však zcela jednoznačně. Nemohou být v týdenním průběhu zcela identické, neboť měření probíhala ve dvou různých obdobích (obr. 61). Povětrnostní podmínky navíc nebyly v obou zimních měsících shodné a v zimě 18/19 se ji-hovýchodní vítr vyskytoval méně.



obr. 61: Týdenní a denní průběhy vzorců, které souvisí se zápachem

Existuje souvislost mezi vzorci signálů z mobilních a stacionárních měření?

Tato otázka se zaměřila na vliv resp. stupeň působení možných zdrojů. Vycházeli jsme z předpokladu, že zdroj je mimořádně silný a tato skutečnost by se tedy měla projevit také ve stacionárních měřeních. Vyhodnocení však tuto domněnku nepotvrdilo.

Normované mobilní vzorce sice ukazovaly jistou podobnost s normovanými vzorci v Lomu a Deutschneudorfu, matematicky to však lze podchytit jen obtížně.

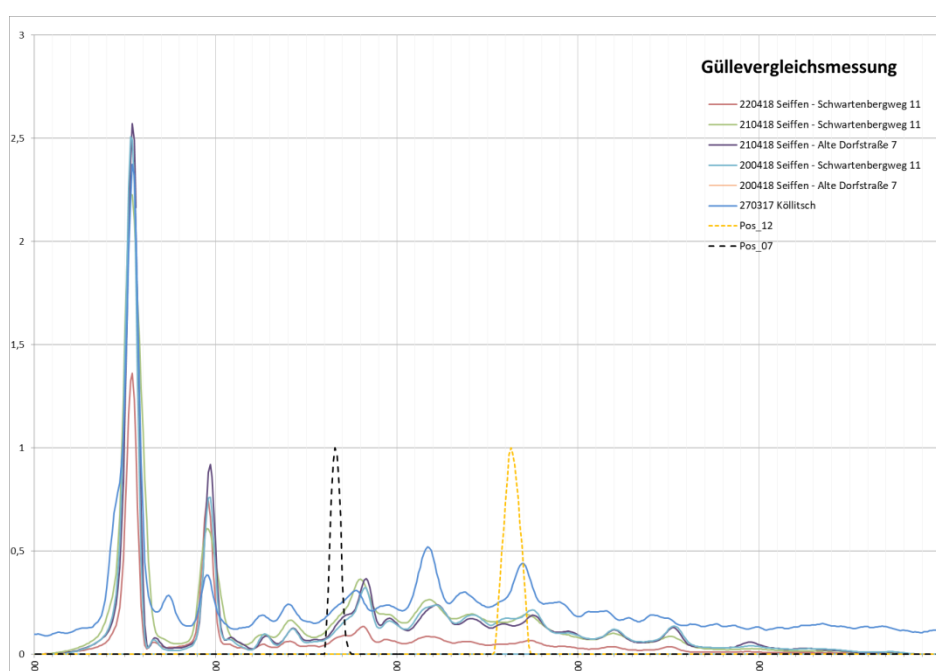
Vzorce signálů měření v blízkosti zdrojů jsou s měřeními vzdálenými od zdrojů identické pouze ve výjimečných případech. Příčinou je změna ve složení složek vzduchu v trase

šíření. Směsi látek se během šíření odměšují, jednotlivé složky se redukuje nebo sráží, substance, které byly u zdroje ještě dobře měřitelné, poklesnou pod hranici měřitelnosti. I-misní spektrum mohou pozměnit také cizí substance, které se během šíření přimísí.

Pouze ve výjimečných případech, např. u velmi inertních a vzácně se vyskytujících jednotlivých látek, lze s jistotou prokázat jejich identitu.

Také chemické stanovení s velkou rozlišovací schopností v blízkosti zdroje může prokázat identitu zápachů ve větší vzdálenosti od zdroje pouze výjimečně, jestliže jsou rozpoznány vzácné, typické jednotlivé substance, avšak nikoliv přes celé spektrum, které tvoří vzorec signálů. Vzhledem k tomu, že jsme od začátku vycházeli z toho, že zápachy způsobují lehce těkavé látky ve velmi nízkých koncentracích, tato skutečnost a tento výsledek do tohoto obrazu dobře zapadá (obr. 62).

V případě zápachu ze zemědělské činnosti byl důkaz jednoznačnější. Při několika referenčních měřeních během aplikace močůvky, se tyto vzorce nachází velmi blízko sebe, což ukazuje obr. 62.

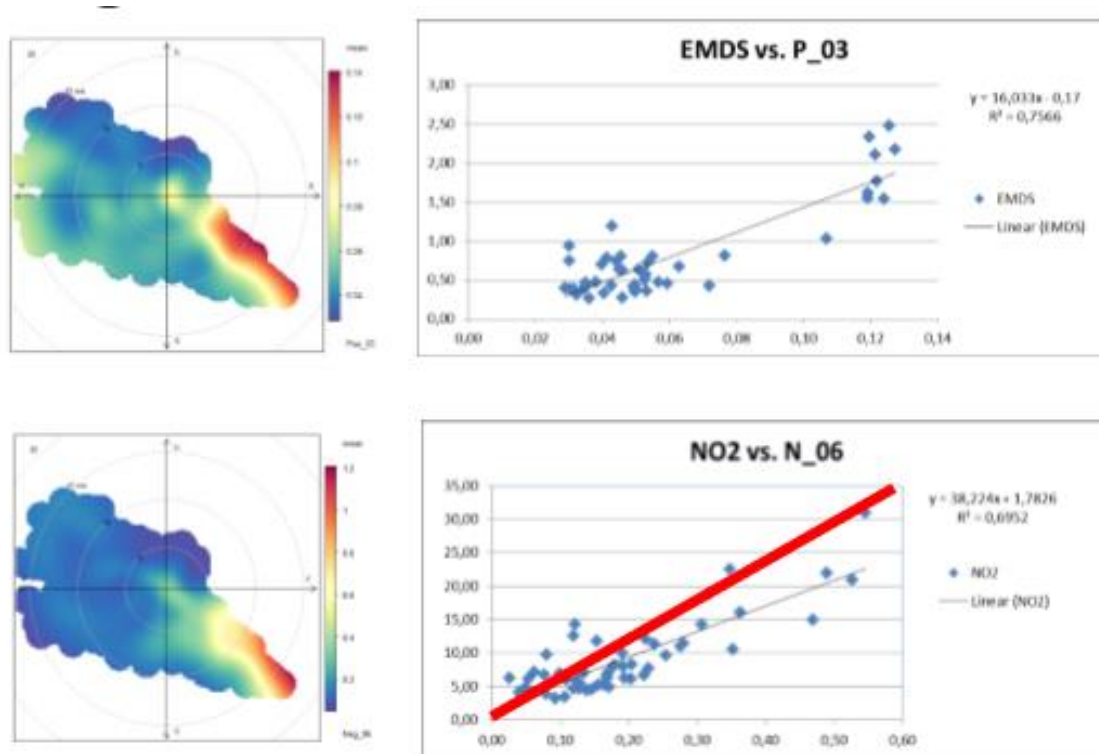


obr. 62: Referenční měření zemědělství

Je zcela zjevné, že se všechna referenční měření v oblasti zemědělství nachází velmi blízko sebe, zatímco ty vzorce signálů, které při vyhodnocení sice souvisely se stížnostmi, pocházely však ze severního sektoru, leží daleko od nich. Zemědělství zde lze vyloučit. Musí se tedy jednat o jiný druh zdroje.

Existuje souvislost mezi vzorci signálů IMS a nám známými látkami?

Použití jednoduché lineární korelace přineslo výsledky, podle nichž existovala určitá statistická souvislost u některých látek. Nejvyšší korelační kvocient činil 70 % u M_P03 a EMDS a 60 % u NO₂ a P-N06. Stoprocentní shodu se nepodařilo prokázat a to ze dvou důvodů. Jednak proto, že iontový mobilitní spektrometr neměří standardní znečišťující látky, nýbrž směsi látek. Zadruhé jsou standardní znečišťující látky v ovzduší měřeny na Schwartenbergu, zatímco IMS se nacházel v Deutschneudorfu. V zimních měsících může mezi těmito místy ležet inverzní vrstva, díky které nelze přenášet imise obou lokalit jedna ku jedné. Z tohoto důvodu a vzhledem ke skutečnosti, že vzorce, které způsobují zápachy, se se standardními znečišťujícími látkami shodují z méně než 60 %, nebylo porovnání a snaha v tomto směru během druhé a třetí zimy opakována (obr. 63).



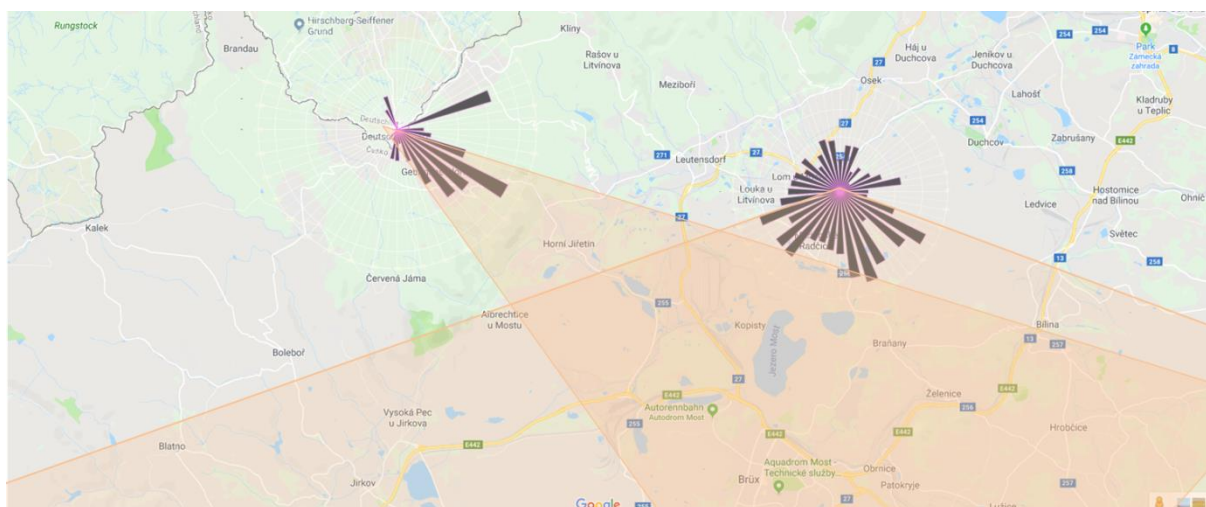
obr. 63: Korelace mezi znečišťujícími látkami v ovzduší a vzorci signálů

Závěr:

Provedené analýzy ukazují na dva druhy zdrojů. Kromě zdroje (zdrojů), které se nachází na severu a které nepochází ze zemědělství, byly ve dvou zimních obdobích identifikovány také vzorce signálů, které souvisí se zatížením zápachem z jihovýchodu. Do konce projektu se nepodařilo identifikovat, o které zdroje se na severu jedná.

Oba uvedené vzorce signálů, které pochází z jihovýchodu a přispívají k zatížení zápachem, jsou matematicky shodné s vzorcem signálů, který se vyskytuje také v Lomu.

Místní zdroj by bylo možno identifikovat jednoduchou triangulací. Z podobných spekter vzorce M6 v Lomu a M_N06 v Deutschneudorfu, které se na různých měřicích stanicích vyskytovaly za různých směrů větru, vyplývá domnělá lokalizace zdroje tak, jak je vyobrazena na obrázku s větrnými růžicemi (obr. 64). Ve společném průsečíku obou sektorů je třeba hledat zdroj.



obr. 64: Triangulace zdroje na jihovýchodu projektového území

5.1.9 Bioaerosoly (A. Mannewitz)

Vliv místa a metod měření na počet KBE a na obsah endotoxinů

Koncentrace bioaerosolů byla měřena na dvou různých místech - na zvláštní měřicí stanici v Deutschneudorfu na saské straně a na měřicí stanici v Lomu na české straně. Výsledky měření ze dvou období měření byly shrnuty. Použitá měřicí technika se zčásti osvědčila i v zimním období. Zjištěné celkové počty zárodků silně závisely nejen na meteorologických podmínkách, ale i na technice sběru (Tab. p. 15). Právě účinnost sběru, kterou vykazovaly impingery AGI, a s tím spojený růst bakterií, podléhala velkým výkyvům (Tab. 9). Koncentrace bakterií se během téměř každého měření v zimě pohybovala pod mezí stanovitelnosti touto metodou, která činí 80 KBE/m³ (VDI 4252 list 3 pro vzorky odebírané pomocí impingerů), takže použitá měřicí technika často sloužila pouze jako doklad existence mikroorganismů. Do vyhodnocení však byla zahrnuta všechna měření. Metoda MAS se řídila mezí stanovitelnosti 10 KBE/miska s živnou půdou. Také u těchto vyhodnocení byly koncentrace v zimě často pod mezí stanovitelnosti, méně však při kultivaci při 22°C po

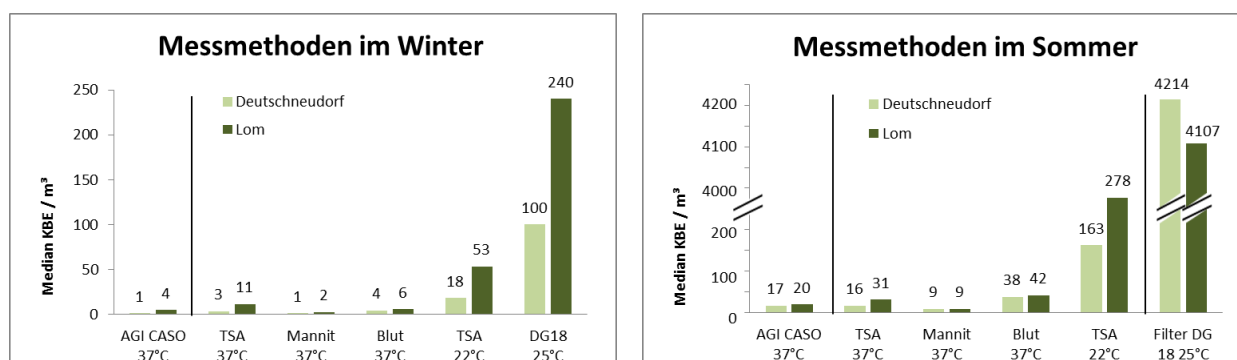
dobu 7 dnů. Optimální rozsah vyhodnocení misky s živnou půdou s vloženými vzorky plísní po úpravě želatinových filtrů (letní měření) se pohybuje okolo 20-100 KBE/miska s živnou půdou (tolerance 10-150 KBE/miska s živnou půdou; VDI 4253 list 2), mez stanovitelnosti činí 50 KBE/m³ vzduchu. Rozsah tolerance resp. rozsah vyhodnocení byl při každém měření dodržen. Použijeme-li tento rozsah také pro MAS měření v zimě, pak u některých měření nebyl rozsah tolerance dosažen.

Tab. 9: biologická a fyzikální účinnost sběru podle na techniky měření (viz také VDI 4252 list 3, 2008).

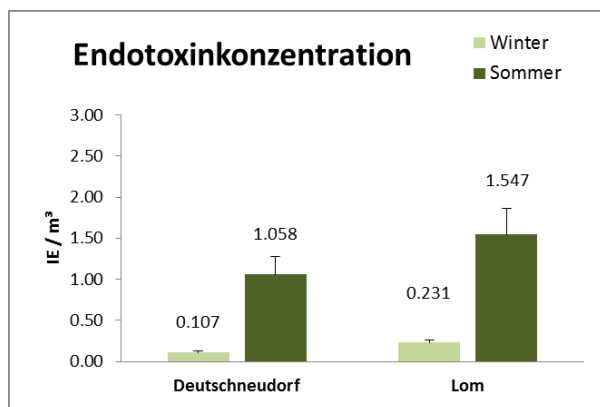
Technika měření	biologická účinnost sběru	fyzikální účinnost sběru
AGI	šetrná metoda ohledně nebezpečí vyschnutí; poškození mikroorganismů při sběru v důsledku dopadu na tekutinu; rozptýlení v důsledku oddělení MO částic; nepříznivá příprava vzorků: odumírání v důsledku filtrace	malý proud vzduchu: 12,5 l min, celkový objem sběru malý (0.375 m ³) velmi závislé na WINDGE a WINDRI; malá SE především v zimě při nižších koncentracích bakterií; odběr vzorků > 30 min zvyšuje úmrtnost; odpařování malé po 30 min, částice <10 µm (větší částice se zachytí v ohybu); použití kryostatů k zahřívání během zimy na ochranu před tvorbou krystalů ve sběrném roztoku
MAS	MO vylučované přímo na živné půdě; není nutno vzorky upravovat; nemohou růst všechny MO, které ulpívají na jedné částici (shlukování částic); v létě nelze využít pro prokázání plísní, protože misky jsou přeplněné	silný proud vzduchu: 100 l/min, možný celkový objem sběru do 1m ³ silně závisí na WINDGE; dobré SE také v zimě; 400 destička s otvory, průměr otvoru 0,7 mm; nelze použít při minusových teplotách → indoorový přístroj
Filtrace	snadná a efektivní pro prokázání druhů plísní v létě; nebezpečí vysušení dlouhým odběrem vzorku; nákladná příprava vzorku	střední proud vzduchu: 50 l/min nezávislá na WINDGE a WINDRI; částice jsou vylučovány téměř kompletně

Výsledky měření ze zimních období obou let vykazují vyšší koncentraci mikroorganismů a endotoxinů v Lomu a nižší v Deutschneudorfu (obr. 65 a obr. 66). Možným vysvětlením rozdílů v bakteriálním zatížení obou míst je jejich různý teplotní vývoj. V Lomu činila teplota okolí zaznamenaná během měření 5,0°C a byla tedy o 2,3°C vyšší než v Deutschneudorfu. Více dnů měření, po které ležela v Deutschneudorfu souvislá vrstva sněhu, mělo jistě také vliv na nižší počet KBE. Také nižší průměrné globální záření a vyšší hodnoty koncentrace částic v Lomu mohly přispět k tomu, že počet MO byl vyšší. Korelační analýzy však nedokládají žádnou přímou souvislost mezi počtem KBE a intenzitou globálního záření. Menší vliv na rozdíly v počtu KBE mezi lokalitami měla průměrná rychlost větru 1,6 m/s. V létě byl především na univerzální živné půdě (TSA, kultivace při 22°C a 37°C) prokázán vyšší počet mikroorganismů v Lomu. Vliv meteorologických podmínek v Lomu, jako je vyšší průměrná teplota, směr větru a vyšší rychlost větru a také vyšší zatížení vzduchu částicemi zde pravděpodobně hrál zásadní roli ohledně počtu mikroorganismů.

Koncentrace plísni, které se typicky vyskytují ve vnějším ovzduší, se v létě pohybují na hodnotě pozadí 10^3 KBE/m³ (VDI 4253 list 2, Clauß et al., 2013). Tesseraux & Lung ve studii z roku 2014 o hustotě distribuce prokázali roční průběh celkového počtu bakterií a plísni, přičemž byly podle očekávání naměřeny nejnižší koncentrace v zimě a nejvyšší koncentrace v létě. Pozadové koncentrace naměřené ve studii se u plísni pohybovaly v podobném rozsahu, jako jsou koncentrace naměřené v projektu. Vzhledem k tomu, že celkový počet plísni ve venkovském pozadí se v období měření květen až říjen pohybuje průměrně okolo 1.800 KBE/m³ (Lohberger – publikační řada LfULG, 2016), jsou letní koncentrace naměřené v projektu (červenec-srpen) o něco vyšší, naměřené zimní koncentrace (listopad-březen) jsou však výrazně nižší. Období měření mělo zásadní vliv na tyto odlišné výsledky.



obr. 65: Koncentrace bakterií (sloupce 1-5) a plísni (sloupec 6) v bioaerosolu při použití různých technik měření a podmínek kultivace v a) zimě a b) létě. Světle zelená – lokalita Deutschneudorf, tmavě zelená – lokalita Lom. Medián v KBE/m³.



obr. 66: Naměřené koncentrace endotoxinů v zimě (světle zelená) a v létě (tmavě zelená) na stanovišti v Deutschneudorfu a Lomu. Aritmetický průměr se standardní chybou v KBE/m³. Vzorky byly analyzovány v laboratořích CUP Dr. Freitag GmbH v Radebergu.

Pouze celkový počet bakterií se v průměru pohyboval pod hodnotami v literatuře (Clauß et al., 2013; Tesseraux & Lung, 2014). Nepřekvapí, že sběr mikroorganismů je v zimě obtížný. Jednak se biologická nebo fyzikální účinnost sběru měřících technik dostává za nízkých teplot na své hranice. Za druhé byl počet mikroorganismů z důvodu zpomaleného růstu za nižších teplot v zimě výrazně nižší. V publikační řadě „Ermittlung der Hintergrundkonzentration für Bioaerosole [...]“ (Stanovení pozadových koncentrací pro bioaerosoly) (LfULG, 2016) platí pro pozadové koncentrace celkového počtu bakterií (kultivace při 36°C na živné půdě TSA) mez stanovitelnosti 30 KBE/m³ místo 80 KBE/m³ podle VDI 4252 list 3, neboť při měření pozadí je nutno obecně vycházet z nižších koncentrací a při analýzách musí být zohledněno veškeré množství vzorků. Měření probíhalo převážně v období od května do října. Koncentrace naměřené v projektu OdCom (kultivace při 37°C) v zimě a v létě se na obou stanovištích pohybovala pod touto mezí stanovitelnosti pro pozadové koncentrace nebo v jejich rozsahu, a tedy také pod mezí stanovitelnosti předepsanou ve VDI 4252 list 3, která činí 80 KBE/m³, a to při posuzování jak vzorků na impingerech tak i vzorků sbíraných s pomocí impaktorů. Velký vliv na koncentrace bakterií měly podmínky kultivace. Počet celkových bakterií na živné půdě TSA 22°C byl podstatně vyšší. Mikroorganismy relevantní pro člověka hrály v tomto rozsahu teplot spíše podřadnou roli (Tab. p. 15).

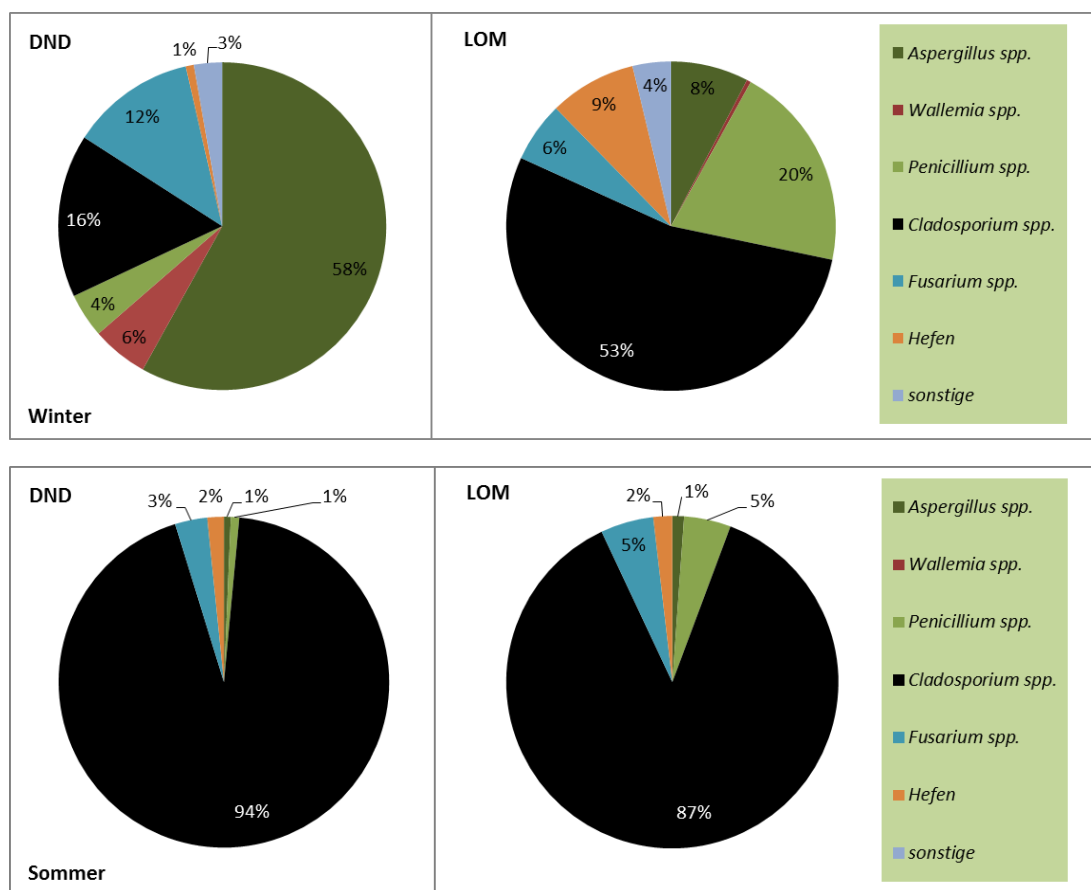
Střední hodnota koncentrace endotoxinů činila 0.107 IE/m³ v Deutschneudorfu a 0.231 IE/m³ v Lomu a zhruba tak odpovídala naměřeným hodnotám pozadí z literatury (publikační řada LfULG, 2016). V létě byly naměřené hodnoty o něco vyšší - 1.058 IE/m³ v Deutschneudorfu a 1.547 IE/m³ v Lomu. Tento nárůst má přímou souvislost s vyšším celkovým počtem bakterií v létě. Kolk et al. (2009) zkoumal 191 výsledků endotoxinů z měření biologických pracovních látek ve vnějším vzduchu. Většina výsledků se pohybovala v rozsahu

koncentrace 1-2 IE/m³. V průběhu ročních období však nebyly zaznamenány žádné rozdíly v koncentraci. Proto se koncentrace v zimním období naměřené v projektu OdCom pohybovaly pod těmito hodnotami.

Procentuální rozdělení druhů bakterií a plísní

Identifikovali jsme velké spektrum mikroorganismů v životním prostředí, které žijí v půdě, ve vodě a na rostlinách a přechodně je lze nalézt také ve vzduchu. Mimoto jsme určili druhy, které jsou způsobeny nižšími teplotami nebo které jsou pro člověka potenciálně rizikové (např. určité druhy stafylokoků).

Z procentuálního rozdělení na různé druhy plísní vyplynuly zajímavé rozdíly mezi Deutschneudorfem a Lomem v zimě (obr. 67). Zatímco v Deutschneudorfu převažoval počet aspergillů, jejichž podíl činil 58 %, v Lomu připadal nejvyšší podíl 50 % na černě (*Cladosporium spp.*). V létě odpovídá složení plísní údajům z literatury (VDI 4253 list 2). *Cladosporia* zaujímají svým podílem 90 % největší podíl v zastoupení druhů.



obr. 67: Procentuální zastoupení plísní v Deutschneudorfu (DND) a v Lomu v a) zimě a b) v létě

Procentuální zastoupení v bakteriálním bioaerosolu v zimě a v létě je vyobrazeno na Obr. p. 20. Zpomalený růst bakterií za nižších teplot vedl ke snížení koncentrace bakterií. Teplota však má nejen vliv na počet zachycených mikroorganismů, spíše také na složení flóry bakterií. Rozmanitost bakteriálních mikroorganismů je oproti očekávání podstatně vyšší v zimních měsících než v letních. V Lomu bylo v zimě zaznamenáno více než 100 druhů bakterií, což je téměř dvojnásobně více. V Deutschneudorfu to bylo s 80 druhy mikroorganismů zhruba o třetinu více. Podíl druhů, které nebylo možno hmotnostním spektrometrem MALDI-TOF identifikovat byl v létě zhruba o 18 % nižší, zohledníme-li všechny metody měření a podmínky kultivace. Mezi neznámé druhy patří jak nové, ještě nezaznamenané druhy, tak i druhy, které nebylo možno hmotnostním spektrometrem MALDI-TOF identifikovat. Posledně jmenovaný podíl byl analyzován s pomocí analýz shluků a následné 16S rRNA analýzy tak, aby zůstal co nejmenší (Ripac-Labor GmbH, Potsdam) (Tab. p. 15).

Důvodem rozmanitosti druhů v zimě mohla být obecně nižší koncentrace bakterií, zejména teplomilných bakterií. Teplomilné druhy jsou zaprvé lépe prozkoumány a lze je snáze identifikovat, za druhé za podmínek kultivace rychleji rostou (48 h při 37°C vs. 7 dní při 22°C). Bakterie rostoucí za nižších teplot se při letních měřeních hůře zaznamenávají na teplotě kultivace 37°C. Například podíl *Bacillus spp.* a *Staphylococcus spp.* byl v létě podstatně vyšší než v zimě. Principiálně lze všechny bakterie schopné množení podchytit pomocí kultivace. Také druhy, které tvoří spory, jako například *Bacillus spp.*, které jsou obecně odolnější proti vlivům životního prostředí, jsou zaznamenány častěji. Větší vliv na konec měly také různé podmínky kultivace na růst určitých druhů. Přirozeně je nutno u všech vyhodnocení zohlednit poměr spočítané koncentrace KBE k druhům skutečně určeným pomocí hmotnostního spektrometru MALDI-TOF. Z časových a finančních důvodů bylo v zimě zasláno k další analýze 56 % a v létě pouze 42 % všech spočítaných KBE.

Zajímavé jsou hlavní parametry uvedené ve VDI 4250 list 3, které je nutno zohlednit a které mají význam pro lidské zdraví a jeho ochranu. Patří mezi ně *Staphylococcus aureus*, stafylokoky, enterokoky, enterobakterie a streptokoky. Ačkoliv byly prokázány některé druhy stafylokoků, i relevantních pro člověka, v žádném vzorku nebyl identifikován *Staphylococcus aureus*. Také bakterie relevantní pro člověka, jako jsou *Enterobacter spp.*, *Pantoea spp.*, *Enterococcus spp.* a *Streptococcus spp.* byly prokázány jen ve velmi malých koncentracích.

Největší podíl ve složení bakterií ale tvořily mikroorganismy životního prostředí rizikové skupiny 1, které žijí v půdě, vodě a na rostlinách a přechodně lze nalézt také ve vzduchu. Byly nalezeny také nové druhy, které dokonce ještě nebyly identifikovány ani s pomocí sekvenování 16S-rRNA. Bioaerosol kultivovaný a analyzovaný při 22°C nejlépe popisuje procentuální složení druhů vyskytujících se v okolním vzduchu. Význam mají také druhy,

kteřé jsou potenciálně patogenní pro rostliny. Byly identifikovány *Erwinia billingiae*, *Pseudomonas viridiflava*, *Clavibacter michiganensis*, *Curtobacterium flaccumfaciens* a *Rhodococcus fascians*.

Vliv okolní teploty, rychlosti a směru větru na koncentraci bakterií a plísní

Neexistovala souvislost mezi rychlostí větru a počtem KBE, ačkoliv byl zjevný optimální rozsah rychlosti větru mezi 1-2 m/s. V závislosti na systému sběru jsou vyšší rychlosti větru ne zcela optimální, neboť částice lze hůř zachytit.

Teplota okolí hrála důležitou roli v počtu KBE, avšak na obou stanovištích s různou intenzitou. Čím tepleji bylo v Lomu, o to více KBE bylo spočítáno. V Deutschneudorfu byl zaznamenán opačný respektive žádný vliv teploty na počet KBE. Rozhodující byly naměřené hodnoty při minusových teplotách. Při těchto teplotách byly překvapivě naměřeny poměrně vysoké hodnoty KBE. Počet KBE zde mohly pozitivně ovlivnit další faktory jako je směr větru a optimální rychlost větru. Vyloučíme-li tyto extrémní hodnoty z výpočtu, pak teplota nemá na počet KBE žádný vliv.

Významný vliv na počet KBE měl směr větru:

<u>Lom:</u>	JZ směr větru	→ vyšší počet KBE na krvi 37°C a TSA 22°C
	JV směr větru	→ vyšší počet KBE na manitové soli 37°C a TSA 22°C
	SV směr větru	→ vyšší počet KBE na TSA 22°C
<u>DND:</u>	JZ směr větru	→ vyšší počet KBE na DG18 25°C, krvi 37°C a TSA 22°C
	JV směr větru	→ vyšší počet KBE na TSA 37°C, krvi 37°C a TSA 22°C
	V směr větru	→ vyšší počet KBE na TSA 22°C
	SV směr větru	→ vyšší počet KBE na krvi 37°C a TSA 22°C
	S/SZ směr větru	→ vyšší počet KBE na TSA 22°C

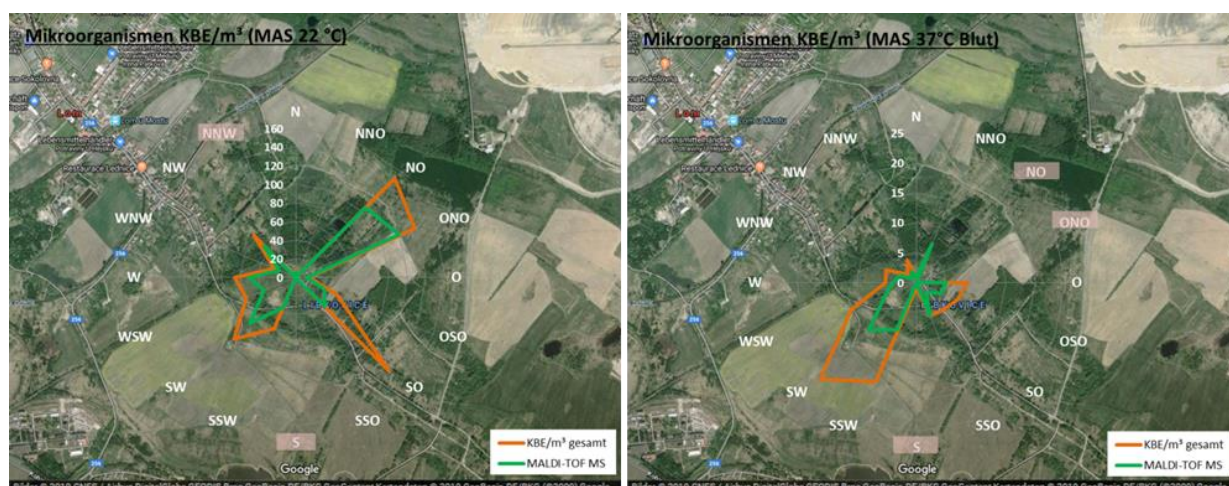
Při vyhodnocení bakterií a plísní podle směru větru musí být zohledněn počet měření pro každý směr větru a skutečný počet KBE určených s pomocí hmotnostního spektrometru MALDI-TOF. Protože byl podíl bakterií relevantních pro člověka velmi malý, ukazují větrné růžice v obr. 68, obr. 69 a obr. 70 všechny spočítané KBE/m³ a všechny KBE analyzované s pomocí hmotnostního spektrometru MALDI-TOF.

obr. 68 ukazuje distribuci koncentrací bakterií nasbíraných s MAS impaktorem a kultivovaných při 22°C na živné půdě TSA a nasbíraných s MAS impaktorem a kultivovaných při 37°C na živné půdě s krví v lokalitě Deutschneudorf. Z východního až jihovýchodního směru větru pocházela většina bakterií. Je možné, že zde roli hrál vyšší počet částic pocházejících z JV. Vyšší koncentrace však byly také na vzorcích 22°C z jihozápadního směru. Převažující roli zde hrály vlivy z obce a okolní zemědělské činnosti.

obr. 69 ukazuje distribuci koncentrací bakterií nasbíraných s MAS impaktorem a kultivovaných při 22°C na živné půdě TSA a nasbíraných s MAS impaktorem a kultivovaných při 37°C na živné půdě s krví v lokalitě Lom. Okolí s menší vegetační plochou (povrchový lom severovýchodně-jihovýchodně) a více topenišť mělo za následek vyšší počet částic v okolním vzduchu. Koncentrace bakterií pozitivně korelovaly s růstem počtu částic v okolním vzduchu. Koncentrace bakterií pocházející z jihozápadu jsou ovlivněny zemědělstvím.

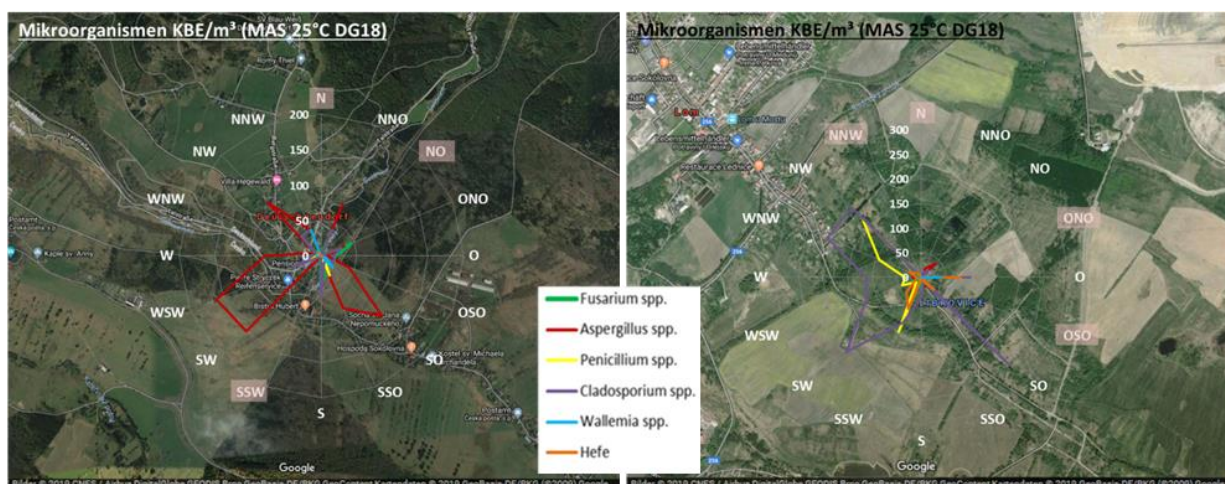


obr. 68: Distribuce celkové koncentrace bakterií (oranžová) a koncentrace bakterií analyzovaných s pomocí hmotnostního spektrometru MALDI-TOF (zelená) podle směru větru v lokalitě Deutschneudorf. Směry větru s červeným pozadím = neprovedena žádná měření. Počet bakterií nasbíraných s pomocí MAS impaktoru a kultivovaných při 22°C na živné půdě TSA (vlevo) a při 37°C na živné půdě s krví (vpravo).



obr. 69: Distribuce celkové koncentrace bakterií (oranžová) a koncentrace bakterií analyzovaných s pomocí hmotnostního spektrometru MALDI-TOF (zelená) podle směru větru v lokalitě Lom. Směry větru s červeným pozadím = neprovedena žádná měření. Počet bakterií nasbíraných s pomocí MAS impaktoru a kultivovaných při 22°C na živné půdě TSA (vlevo) a při 37°C na živné půdě s krví (vpravo).

Na obr. 70 je vyobrazena distribuce koncentrací druhů plísní podle směru větru v lokalitě Deutschneudorf a Lom. *Aspergily*, které tvořily procentuálně nejvyšší podíl v lokalitě Deutschneudorf, byly lokalizovány ze směru JV, JZ, SZ, a SSV. Převážně zemědělský vliv by mohl pocházet z jihovýchodního směru, neboť v blízkosti hranic bylo pozorováno větší množství balíků sena. Spory aspergilů jsou součástí aerosolu ve vzduchu. Většina druhů se vyskytuje ve formě saprofytů (žijících z rozkládajících se látek). Lze si představit, že z jihozápadního, severozápadního a severovýchodního směru hrály větší roli městské a zemědělské vlivy. Malé stáje na dobytek v obcích mohly přispět k vyšší koncentraci aspergilů. V lokalitě Lom převažoval v procentuálním složení plísní podíl *cladosporií*. Ty byly lokalizovány převážně ze SZ, JZ a JV směru větru, s vlivem z města a zemědělství. Povrchový důl ze severovýchodního-východního směru měl, na rozdíl od bakterií, jen malý vliv na koncentraci plísní.



obr. 70: Distribuce koncentrace druhů plísní podle směru větru v lokalitě Deutschneudorf (vlevo) a Lom (vpravo). Směry větru na červeném pozadí = neprovedena žádná měření

Hodnocení rizika a stanovení mezních hodnot z hlediska hygieny životního prostředí

Ačkoliv byla v některé **dny s velkým počtem stížností** prováděna měření bioaerosolu, nebyla zjištěna souvislost mezi zvýšenou koncentrací aerosolu a vyšším počtem stížností. Ve dny s velkým počtem stížností byly naměřeny jak z jihovýchodního směru, tak i z jiných směrů větru někdy vyšší a někdy nižší koncentrace.

Koncentrace bioaerosolů naměřené v projektu lze vyhodnotit tak, že obyvatelé žijící v okolí obou lokalit nejsou vystaveni žádnému zdravotnímu riziku. Všechny koncentrace, ať bakterií, plísní nebo endotoxinů, jsou nižší než platné nebo doporučené meze stanovitelnosti nebo pozornosti. Zvýšené koncentrace bioaerosolů se vyskytují převážně v blízkosti zařízení na zpracování odpadů a stájí. Pro posouzení koncentrací bioaerosolů v životním

prostředí jsou v příručce LAI stanoveny orientační hodnoty pro hlavní parametry, podle nichž jsou při přijímána další opatření pro zdravotní posouzení. S těmito výsledky se vždy také porovnávají zjištěné požadové koncentrace.

Podle příručky LAI (2014) a směrnice VDI 4250 list 3 platí zásadní hodnoty posuzování pro parametry měření plísní, které se vztahují k zařízení a jsou relevantní pro vliv životního prostředí na lidské zdraví, s těmito koncentracemi v ročním průměru: *Aspergillus spp.* (100 KBE/m³), *Aspergillus fumigatus* (50 KBE/m³), *Penicillium spp.* (300 KBE/m³). Nepodařilo se prokázat žádné druhy plísní relevantní pro lidské zdraví v těchto koncentracích.

Pro hlavní parametry týkající se zařízení u bakterií platí tyto koncentrace v ročním průměru. *Staphylococcus aureus* (80 KBE/m³), stafylokoky (80 KBE/m³), enterokoky (80 KBE/m³), enterobakterie (80 KBE/m³) a streptokoky (80 KBE/m³). Nepodařilo se prokázat žádné druhy bakterií relevantní pro lidské zdraví v těchto koncentracích. Zimní a letní koncentrace naměřené v projektu OdCom byly na obou lokalitách nižší, než relevantní hodnoty vyžadující pozornost nebo meze stanovitelnosti. Protože orientační hodnoty jsou relevantní pro kontrolu mimořádného případu, musí být hodnota vyžadující pozornost resp. mez stanovitelnosti překročena trojnásobně (příručka LAI, 2014). Všechny prokázané hodnoty jsou tedy také nižší než orientační hodnota. Ačkoliv byly prokázány některé druhy stafylokoků, i relevantních pro člověka, v žádném vzorku nebyl identifikován *Staphylococcus aureus*. Není neobvyklé, že stafylokoky jsou v okolním prostředí prokázány. Jsou odolnější vůči vlivům životního prostředí, vůči suchu a mohou být teoreticky zaneseny až několik kilometrů do místa odběru vzorků (Clauß et al., 2013). Mnoho druhů se podílí na rozkladu organické substance (např. *Staphylococcus xylosus*). Vliv městské zástavby je dán v obou lokalitách. Z tohoto důvodu byly prokázány také bakterie relevantní pro člověka, jako *Pantoea spp.*, *Enterococcus spp.* a *Streptococcus spp.* v nižších koncentracích, které patří do rizikové skupiny 2. Také tyto druhy bakterií se v ovzduší běžně vyskytují a v nezávadných koncentracích jsou součástí okolního životního prostředí. Dále byla prokázána *Enterobacter spp.*, avšak žádné druhy, které by patřily do skupiny 2.

Z potenciálních druhů patogenních pro rostliny je nutno zdůraznit zejména *Clavibacter michiganensis*, protože ta může napáchat velké škody v zemědělství. Analyzované vzorky bakterie *Clavibacter* ale nebyly stejné, jako původci škodlivých nákaz na bramborách a rajčatech.

Z důvodu komplexního účinku a nejednotných metod měření v současnosti v Německu neexistují mezní nebo směrné hodnoty pro endotoxiny, doporučuje se však 90 IE/m³ na pracovišti (Health Council of Netherlands, 2010; Liebers et al., 2017). Ve třídách již bylo prokázáno 15.3 IE/m³ (Fromme et al., 2013). Až při hodnotách >100 IE/m³ se zvyšuje počet zánětů dýchacích cest (ICOH, 1997). Na druhou stranu mohou nízké dávky po dlouhou dobu expozice mít dokonce ochranný účinek (Schuijs et al., 2015).

5.1.10 Analýzy zdrojů pachových látek.

Odběry do kanystrů

Do kanystrů byly odebírány vzorky ovzduší přímo ve zdroji při spalování tvrdého dřeva v domácím topeništi, v tunelu Panenská na dálnici D8 a při čištění potrubí zemního plynu na Hoře Svaté Kateřiny. Velké průmyslové zdroje byly vzorkovány v blízkosti po směru větru, a to v případě, že odebírající cítil typický zápach. Takto byly vzorkovány: petrochemie-Unipetrol v Záluží u Mostu, výroba nábytku Seiffen, výroba mastných kyselin Oleochem a.s. a výroba jedlých olejů Glencore Agriculture Czech s.r.o. v Ústí nad Labem Střekov.

Měření u zdrojů zápachu

V průběhu projektu bylo odebráno několik vzorků ovzduší do kanystrů poblíž zdrojů zápachu a na základě vypočtené hodnoty OAV posuzován i možný dopad pachových látek na okolní obyvatelstvo. Výsledky jsou shrnuty v Tab. 10.

Spalování dřeva: Vzorek byl odebrán v rodinném domku, při spalování tvrdého dřeva (jasan, dub) v krbových kamnech. Vzorek byl odebrán na výstupu z komína.

Doprava: Tunel Panenská je dvoutubusový jednosměrný tunel na dálnici D8 poblíž hranice mezi ČR a BRD.

Petrochemie: Vzorek byl odebrán u areálu Unipetrol a u silnice (Most, Litvínov) jeho složení bylo ovlivněno silnou dopravou, takže prokázané analyty mohou mít původ jak v imisích z rafinerie, tak i z dopravy. V době odběru byl cítit poměrně silný „olejový“ zápach.

Zemní plyn: V tomto případě jsme byli přítomni otevření potrubí pro dopravu zemního plynu a jeho čištění. Vzorek byl odebrán asi 10 m od objektu.

Tab. 10: hodnoty OAV zjištěné v blízkosti zdrojů.

Zdroj	OAV (ou/m³)
Spalování dřeva-domácí topeniště	34,29
Doprava-tunel Panenská	1,34
Petrochemie-Chemopetrol, Litvínov	13,51
Čištění potrubí zemního plynu-Hora Sv. Kateřiny	30,51
Výrobna jedlých olejů Ústí nad Labem	1,3

Výroba jedlých olejů: Vzorek byl odebrán v době intenzivního zápachu do připraveného kanystru. Technologie výroby jedlých olejů emituje celou řadu aldehydů-látek s intenzivním zápachem (Ranau et al.2005). Protože v odebraných jednorázových vzorcích nebyly tyto sloučeniny prokázány, pokusili jsme se prokázat zapáchající látky jinak.

Pro odběr vzorku proto byla zvolena metoda difuzního vzorkování na sorpční trubice typu radiello®, se selektivní sorpcí karbonylových sloučenin. Sorpční trubice pro difúzní odběr vzorku byla po celý měřený časový interval vystavena působení ovzduší. Volatilní organické látky migrovaly trubicí vlivem difúze a byly zachycovány na silikagelu s navázaným 2,4-dinitrofenyl hydrazinem (2,4-DNPH) a převedené derivatizační reakcí na odpovídající hydrazony. Zachycené analyty byly po eluci acetonitrilem stanoveny metodou HPLC s UV detekcí.

Vzorek ovzduší byl odebírán po celou dobu od 14.8. do 24.8. 2017 v blízkosti areálu bývalé STZ, (nyní Oleochem, a.s., Ústí nad Labem a Glencore Agriculture Czech s.r.o.) v Purkyňově ulici na Střekově. Naměřené koncentrace karbonylů byly porovnány s čichovými prahy OT prokázaných látek a vypočteny hodnoty OAV. Naměřená data jsou shrnuta v přiložené Tab. p. 16, **tučně vytištěné jsou analyty, které vznikají degradací tuků** a byly prokázány v blízkosti výroby olejů (Forss 1972, Ranau 2005).

Hodnota OAV činila za měřené období 35,8 ou/m³, a v průměru byl na dané lokalitě 36x překročen čichový práh.

Na základě výsledků tohoto měření si OU v Ústí nad Labem-Střekov objednal a zaplatil podrobnější studii.

Měření pachových látek bylo uskutečněno na dvou místech na Střekově. Byly sledovány karbonyly-pachové látky vznikající degradací nenasycených mastných kyselin. Výsledky byly porovnány s literárními údaji o těchto látkách a chemicky prokázané hodnoty zápachu korelovány se souběžně čichově registrovanými intenzitami zápachu na obou lokalitách.

Měření pachových látek v Ústí nad Labem-Střekov ve dnech 27.9-18.10. 2018

Vzorky ovzduší byly odebírány paralelně na dvou místech (obr. 71):

- 1) Purkyňově ulici č 13, která se nachází v těsné blízkosti východně od areálu bývalé STZ (nyní Oleochem, a.s., Ústí nad Labem a Glencore Agriculture Czech s.r.o.)
- 2) Železničářské 10, která se nachází cca 200 m západně od areálu bývalé STZ (obr. 71)



obr. 71: Místa odběru

Pro odběr vzorků byla zvolena metoda pasivního vzorkování na sorpční trubice značky radiello® 12-1, se selektivní sorpcí karbonylových sloučenin.

Celkem byly odebrány 4 vzorky ovzduší v ulicích Purkyňově a v Železničářské. Údaje o odběru vzorků jsou v Tab.1.

Difuzní vzorkovače byly exponovány po celou dobu-vzorky 1 a 2 po dobu 264 hodin a vzorky 1A a 2A po dobu 240 hodin. Zápach registrovaný na jednotlivých odběrových místech závisel na technologických emisích a na směru větru.

Vzhledem k tomu, že se jednalo o dlouhodobé odběry vzorků, nebyly směr a rychlost větru sledovány, protože takto vyhodnotit původ zápalu by bylo velice obtížné až nemožné.

Místo toho v průběhu vzorkování byl dobrovolníky vyplňován dotazník a byla zaznamenávána doba trvání jednotlivých epizod a subjektivně posuzována intenzita zápalu.

Hodnota:

30.06.2019

- 1- označovala slabý zápach,
- 2- silný zápach,
- 3- extrémní zápach.

Z registrovaných pachových epizod byl pro každý vzorek vypočten vážený průměr intenzity zápachu (I_v) dle vztahu

$$I_v = (I \cdot t) / \Sigma t$$

Kde

I je hodnota registrované intenzity zápachu (hodnoty 1-3)

t je čas pachové epizody

Σt je celkový čas registrovaných zápachů pro daný vzorek (1, 2, 1 A, 2 A)

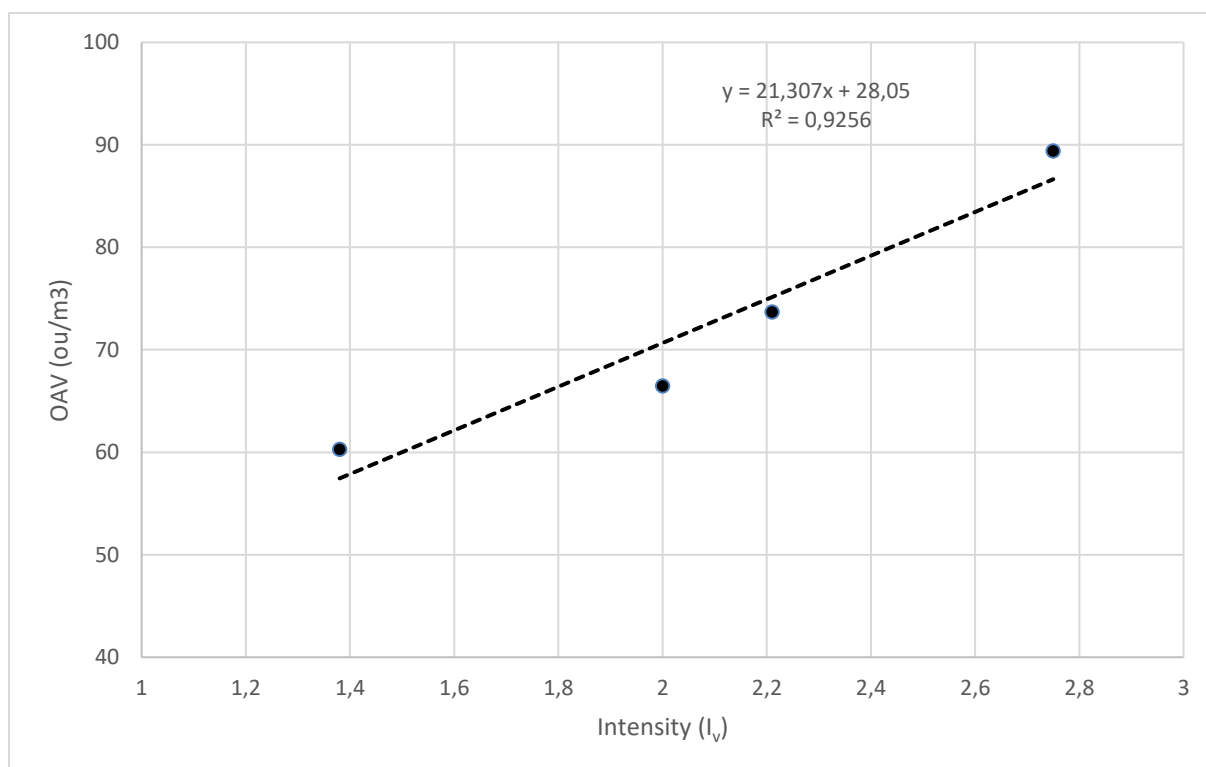
Karbonyly, které byly prokázány v odebraných vzorcích a jsou spojovány s degradací tuků a nenasycených mastných kyselin jsou: acetaldehyd, aceton, propionaldehyd, 2- butanon, butyraldehyd, benzaldehyd, valeraldehyd, hexaldehyd, heptaldehyd, oktaldehyd, nonaldehyd, a decylaldehyd .

Všechny tyto látky (s výjimkou acetonu) mají nízký čichový práh a mohou být tedy zdrojem nepříznivého zápachu v okolí areálu bývalé STZ. Výsledky naměřených hodnot OAV a čichem zaznamenané intenzity zápachu jsou shrnuty v Tab. 11.

Tab. 11: Chemicky a organolepticky prokázaný zápach na měřených místech.

Datum	Vzorek/místo	I_v Intenzita zápachu	OAV (ou/m ³) naměřené
27.8-8-9	1/Purkyňova	2,21	73,7
8.9.-18.9.	1 A/Purkyňova	2,0	66,5
27.8.-8.9.	2/Železničářská	1,38	60,3
27.8.-8.9.	2 A/Železničářská	2,75	89,4

Vypočtené průměrné čichem registrované intenzity zápachu I_v pro jednotlivé měřené periody byly v úzké korelaci s naměřenými hodnotami OAV ($R^2 = 0,9256$), viz obr. 72.



obr. 72: Intenzita zápachu zjištěná čichem a chemickou analýzou

Tato studie byla přidána do výsledků projektu OdCom se souhlasem OU v Ústí nad Labem-Střekov

5.2 DÍLČÍ PROJEKT 2: PROGRAM PROBANDŮ

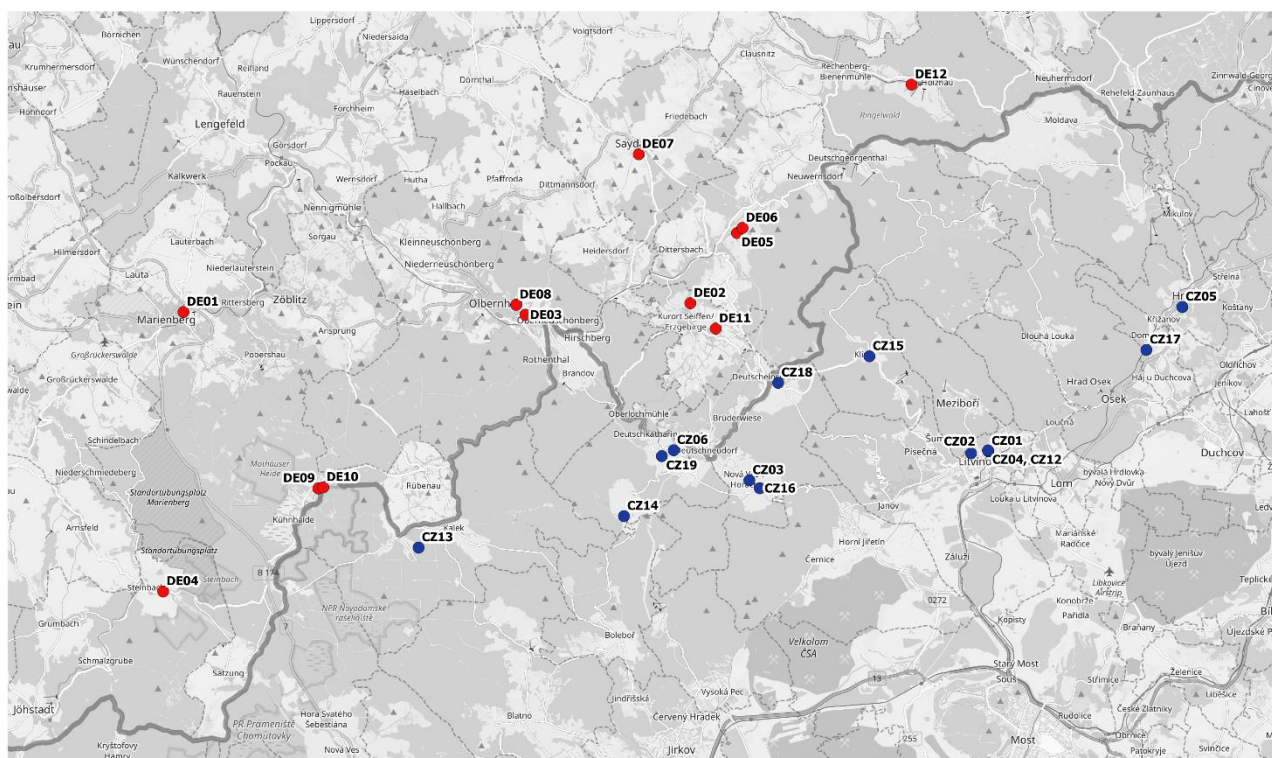
5.2.1 Observační kampaně (sezóny)

V průběhu projektu byly realizovány celkem tři observační kampaně (dále jen sezóny), při kterých byl monitorován zápach v ovzduší skupinou dobrovolníků (tzv. probandů) na německé i české straně Krušných hor. V případě, že tito dobrovolníci ucítili (pozorovali) nepříjemný zápach ve venkovním ovzduší (či v ovzduší v interiéru s jistým zdrojem vně domu), tak zapsali atributy tohoto stavu, resp. počítku do předem připravených záznamníků.

- 1. sezóna: 1.1.2017 – 31.3.2017 (celkem 3 měsíce)
- 2. sezóna: 1.11.2017 – 31.3.2018 (celkem 5 měsíců)
- 3. sezóna: 1.11.2018 – 31.12.2018 (celkem 2 měsíce)

Celkové období monitoringu zápachu probandy trvalo tedy 10 měsíců.

Při sledování zápachů spolupracovalo na německé straně celkem 12 probandů (DE01 – DE012), na české straně pak 19 probandů (CZ01 – CZ19). Dva němečtí probandi nepozorovali vůbec (DE04, DE06). Počet aktivních probadů se v každé sezóně nepatrně lišil. V České republice rovněž pozoroval v každé sezóně odlišný počet probandů, navíc působiště českých probandů bylo rozděleno do dvou oblastí, a to sice (1) *litvínovská oblast* – oblast, která přibližně zrcadlově korespondovala s rozmístěním německých probandů (zde působilo celkem 14 probandů), (2) *karlovarská oblast* – oblast na území Karlovarského kraje (zde působilo celkem 5 probandů) (obr. 73 a obr. 74).

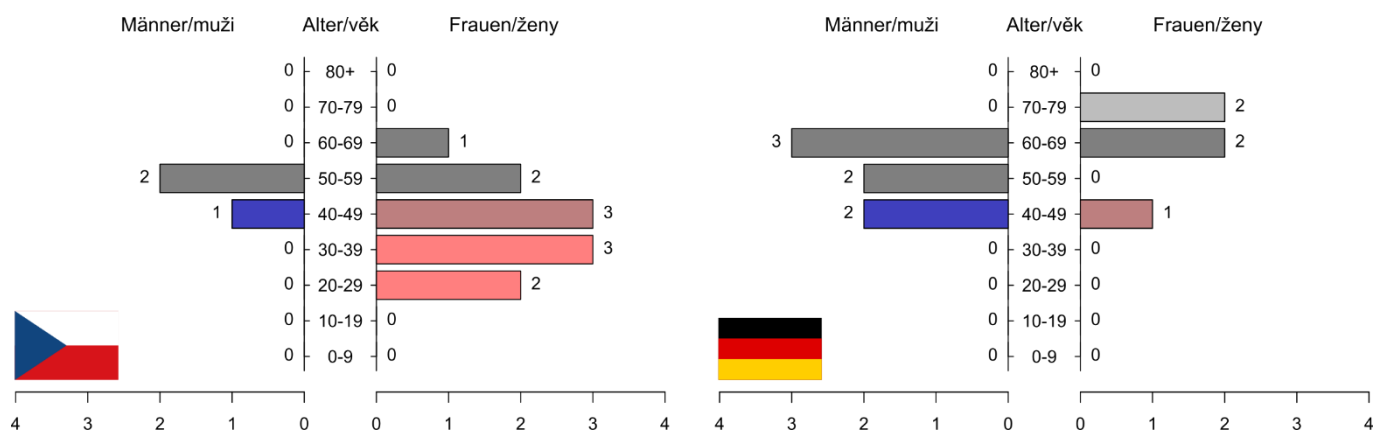


obr. 73: Rozmístění probandů (bydliště) (mapový podklad: OpenStreetMap)



**obr. 74: Rozmístění českých probandů v karlovarské oblasti (bydliště)
(mapový podklad: OpenStreetMap)**

V německu se konkrétně jednalo o 5 žen a 7 mužů, průměrný věk byl 59 let. V České republice pak (1) litvínovská oblast: 11 žen a 3 muži, průměrný věk byl 44 let, (2) karlovarská oblast: 2 ženy a 3 muži, průměrný věk byl 49 let (obr. 75).



obr. 75: Věková struktura německých a českých probandů (litvínovská oblast)

V souboru probandů (litvínovská oblast) tedy není rovnoměrně zastoupeno pohlaví (16 žen a 8 mužů) ani věkové skupiny. Výsledky následných analýz konfirmatorní statistiky dále zkresluje nestejně dlouhá doba aktivního pozorování mezi probandy.

5.2.2 Formuláře hlášení

5.2.2.1 Počet a vyhodnocení hlášení v jednotlivých zimních obdobích

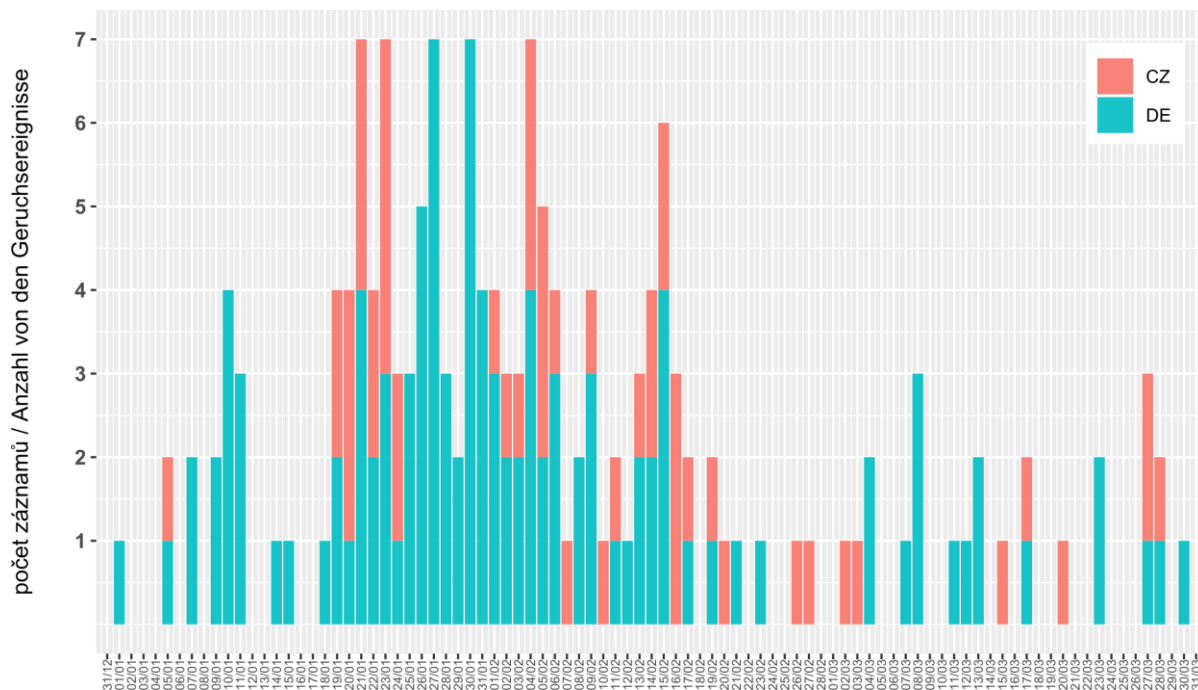
Při rozboru záznamů jsme se v rámci české strany omezili na skupinu probandů v litvínovské oblasti, neboť zde se nalézalo nejvíce relevantní území z hlediska stížností na obtěžování zápachem. Záznamy probandů z karlovarské oblasti budou diskutovány v samostatné části textu dále.

Při posuzování záznamů jsme hodnotili jejich relevantnost z hlediska zdrojů a možnosti rozšíření na větší plochu území. Probandi zaznamenávali mimo jiné názor na zdroj, který mohl hrát roli při vzniku pozorovaného zápachu. Pokud např. proband zaznamenal zápach, který se jasně šířil od dobře viditelného zdroje (např. ohniště u sousedů na zahrádě, komín na domě souseda), bylo na tento zápach nahlíženo jako na irrelevantní z hlediska smyslu celého projektu.

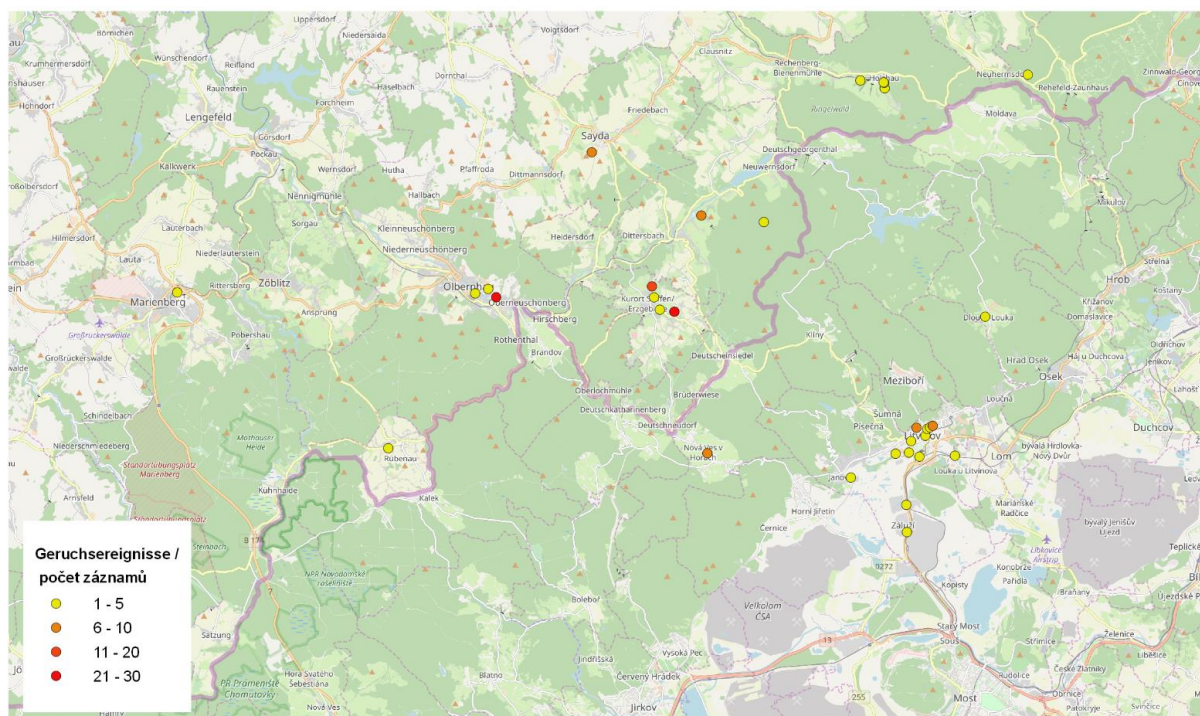
1. sezóna sledování (1.1.2017 – 31.3.2017)

V 1. sezóně zaznamenali probandi celkem 162 záznamů (DE: 110, CZ: 52). Nejvíce záznamů (minimálně 5) bylo ve dnech 21.1., 23.1., 26.1., 27.1., 30.1., 4.2., 5.2., 15.2. Za pozornost stojí zejména období 19.1. – 6.2. a 13.2. – 16.2. (obr. 76) Nejvíce záznamů (konkr. 25) učinil proband DE11 (muž, Seiffen), nad 20 záznamů měly rovněž probandi DE02 (žena, Seiffen), DE03 (žena, Olbernhau). Z českých probandů měl nejvíce záznamů (konkr. 19) proband CZ01 (žena, Litvínov). Obecně bylo nejvíce záznamů o pozorovaném zápachu učiněno v Seiffenu nebo jeho blízkém okolí a na české straně v Litvínově, pár záznamů také v Nové

Vsi v Horách. Pouze jeden záznam učinil proband DE10 (muž, Kühnheide). Celkem 4 záznamy byly učiněny přímo z těsné blízkosti chemparku v Záluží. Tyto záznamy učinil proband CZ05 při průjezdu tamní komunikací (obr. 77).



obr. 76: Počet záznamů v jednotlivých dnech 1. sezóny (rozdělení dle národnosti probanda)



obr. 77: Mapa lokalit záznamů v 1. sezóně (barevně je odlišen počet záznamů v dané lokalitě) (mapový podklad: OpenStreetMap)

2. sezóna sledování (1.11.2017 – 31.3.2018)

Ve 2. sezóně zaznamenali probandi celkem 173 záznamů (DE: 91, CZ: 82). Nejvíce záznamů (minimálně 5) bylo ve dnech 15.11., 16.11., 10.1., 25.1., 26.1., 5.3. Za pozornost stojí období 15. – 16.11., 10.1. – 11.1., 25.1. – 26.1., 5.3. – 7.3. (obr. 78) Nejvíce záznamů (konkr. 27) učinil proband DE03 (žena, Olbernhau). Proband CZ16 (žena) učinil 23 záznamů (převážně z Nové Vsi v Horách). Proband DE07 (muž) učinil 16 záznamů (Sayda). Dva záznamy byly učiněny 3.4. a 4.4. probandem DE02, tedy mimo časový rámec sezóny. Přesto tyto záznamy v databázi ponecháváme.

Žádné záznamy v průběhu sezóny nevykázali probandi CZ05 (muž, okolí Háje u Duchcova a Moldavy), CZ13 (žena, Kalek), CZ14 (muž, Rudolice v Horách) a DE05 (žena, Neuhausen).

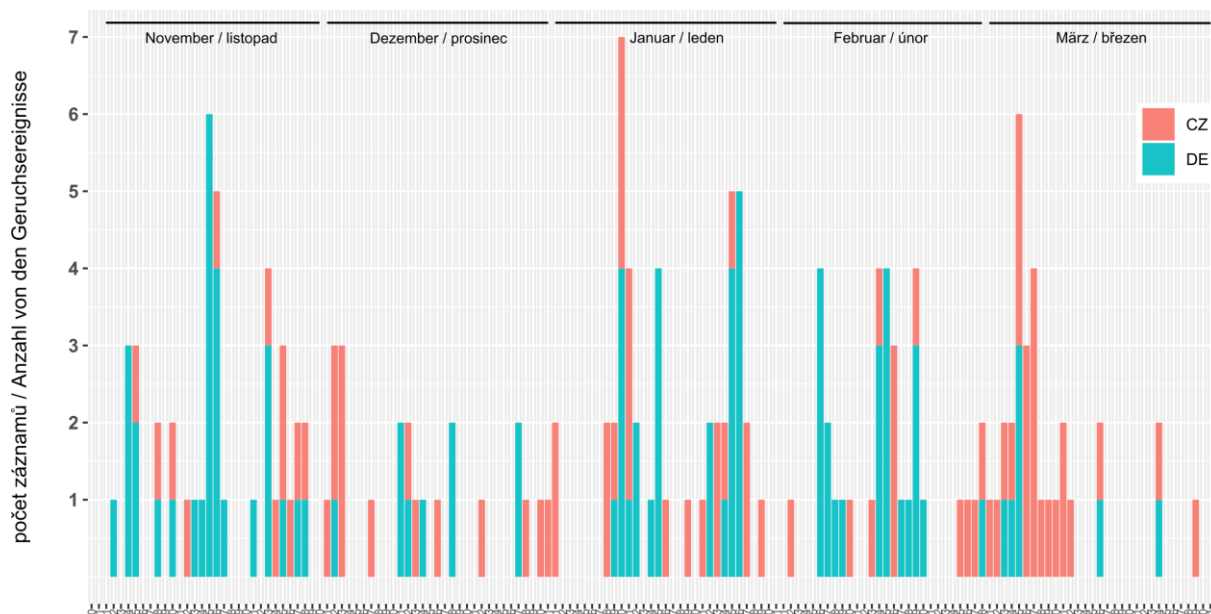
Obecně bylo nejvíce záznamů učiněno v Olbernhau, Nové Vsi v Horách a Litvínově. Jeden záznam je pořízen přímo z těsné blízkosti chemparku v Záluží (proband CZ02) (obr. 79).

Mezi záznamy byly nalezeny takové, které vypovídaly o lokálním charakteru zápachu. Takové záznamy jsou tedy z hlediska smyslu projektu méně relevantní. V položce „názor na zdroj“ se mimo jiné objevilo:

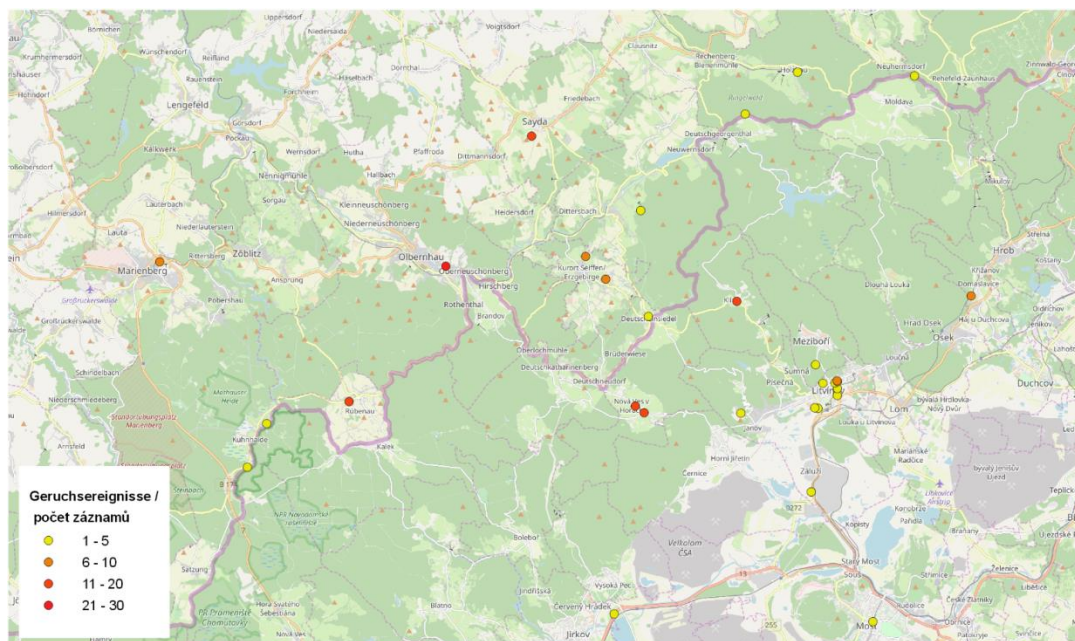
- lokální topeniště – extrémní mrazy
- asfaltování komunikace v blízkosti bydliště
- zábavná pyrotechnika (oslavy silvestra)

- sousedi (oheň na zahradě, spalování nějakých věcí)
- nákladní automobily (práce v lese)
- spalování odpadků

Záznamy s těmito údaji jsme odfiltrovali, abychom získali více relevantní pohled na záznamy ve 2. sezóně sledování. Celkem bylo odfiltrováno 34 českých a 1 německý záznam. Období, které bylo spojeno s největším množstvím záznamů zůstává takřka beze změny, tedy: 15.11. – 16.11., 8.1. – 12.1., 25.1. – 27.1., 5.3. – 7.3.



obr. 78: Počet záznamů v jednotlivých dnech 2. sezóny (rozdělení dle národnosti probanda)



obr. 79: Mapa lokalit záznamů ve 2. sezóně (barevně je odlišen počet záznamů v dané lokalitě) (mapový podklad: OpenStreetMap)

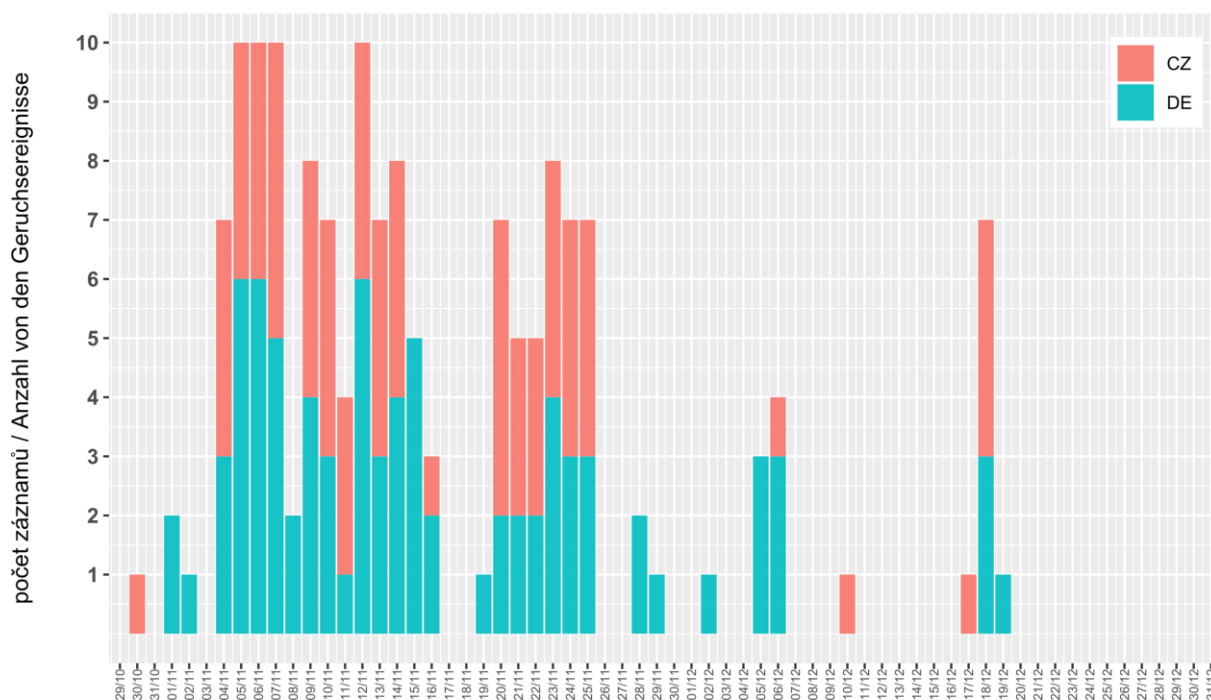
3. sezóna sledování (1.11.2018 – 31.12.2018)

Ve 3. sezóně zaznamenali probandi celkem **156 záznamů** (DE: 84, CZ: 72). Jeden český záznam byl datován k 30.10.2018, tento záznam jsme ponechali v databázi (obr. 80). Většina záznamů 3. sezóny byla z listopadu. Mezi českými záznamy se objevilo 54 takových, které popisovaly situaci intenzivní mlhy, při které byl cítěn jen velmi slabý zápach nebo žádný. Probandi v těchto případech zaznamenali, že se jim obtížně dýchá. Všechny uvedené situace byly zaznamenány v měsíci listopadu.

Během této sezóny učinili nejvíce záznamů probandi DE03 (žena, Olbernhau) a CZ19 (žena, Hora Svaté Kateřiny) – oba shodně 18 záznamů. Proband CZ18 (žena, Mníšek) učinil 16 záznamů. Naopak proband CZ14 (muž, Rudolice v Horách) nevykázal žádné pozorování zápachu. Obdobně na německé straně neučinil během sezóny ani jeden záznam proband DE12 (muž Holzhau).

Mezi méně relevantními názory na zdroj se objevily: „lokální topeniště“ nebo „zápach z tržnice pod domem“. Mimo těchto několika případů probandi jako zdroj zapisovali: „průmysl“, „Záluží“, „kravín – při nakládání cisteren kejdou“.

Významnými obdobími během 3. sezóny sledování jsou tedy 4.11. – 14.11., 20.11. – 25.11., 18.12.



obr. 80: Počet záznamů v jednotlivých dnech 3. sezóny (rozdělení dle národnosti probanda)

5.2.2.2 Shrnutí zápachových epizod

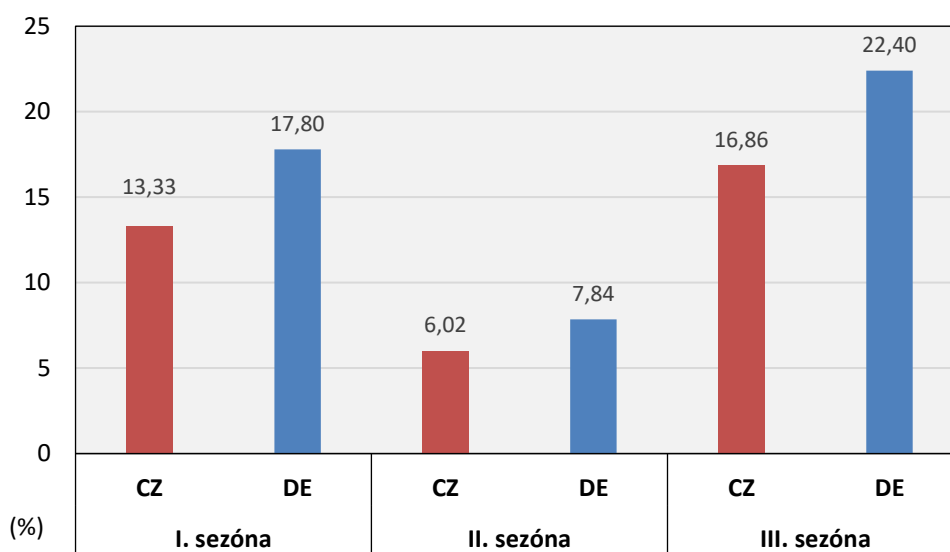
V některých případech učinili probandi odběr vzorku ovzduší do kanystru, avšak nevytvořili úplný záznam o zápachu. Tyto odběry jsou zavzaty do databáze s poznámkou „bez záznamu“. Z celkových počtů záznamů jsme je ovšem vyloučili. Jejich přehled uvádíme zde v tomto oddíle (Tab. 12, Tab. 13 a obr. 81).

Tab. 12: Odběry vzorků vzduchu bez úplného záznamu.

datum odběru	proband	lokalita odběru
8.2.2017	DE10	13,2934E 50,5962N
23.1.2018	DE05	13,4802E 50,6842N
10.3.2018	DE05	13,4802E 50,6842N
13.11.2017	DE12	13,6888E 50,7209N
20.10.2017	DE11	13,4518E 50,6514N
20.10.2017	DE11	13,4518E 50,6514N
12.1.2018	DE12	13,4920E 50,6343N
15.3.2018	DE03	13,3577E 50,6533N
16.11.2018	CZ12	13,6180E 50,6049N

Tab. 13: Shrnutí záznamů o zápachu za všechny sezóny sledování.

	I. sezóna	II. sezóna	III. sezóna
počet záznamů – celkem	162	173	156
počet záznamů – Německo	110	91	84
počet záznamů – Česká rep.	52	82	72
výtěžnost záznamů – Německo (podíl počtu dní se záznamem k celkovému počtu dní se sledováním (%))	17,80	7,84	22,40
výtěžnost záznamů – Česká rep. (podíl počtu dní se záznamem k celkovému počtu dní se sledováním (%))	13,33	6,02	16,86
počet odběrů vzorku ovzduší do kanystru – Německo (úspěšně odebraných a analyzovaných)	11	19	3
počet odběrů vzorku ovzduší do kanystru – Česká rep. (úspěšně odebraných a analyzovaných)	1	9	5

**obr. 81: Výtěžnost záznamů – podíl počtu dní se záznamem k celkovému počtu dní se sledováním (%) (v rámci všech probandů)**

5.2.3 Záznamy o zápachu z pohledu jednotlivých probandů

Z předchozí tabulky (Tab. 14) vyplývá, že největší výtěžnost záznamů o zápachu mají probandi CZ18 a CZ19. Ovšem zde došlo k nemalému zkreslení. Zmínění probandi spolu s probandy CZ15 a CZ16 měli mezi svými záznamy velký počet takových, které popisovaly velmi hustou mlhu na hřebenech Krušných hor. Jak již bylo rovněž výše zmíněno, tento stav ovzduší způsoboval obtíže v dýchání blíže nespecifického rázu. Ovšem co se týče zápachu, tak tito probandi se ve svých zápisech víceméně shodují, že mlhu nedoprovázela

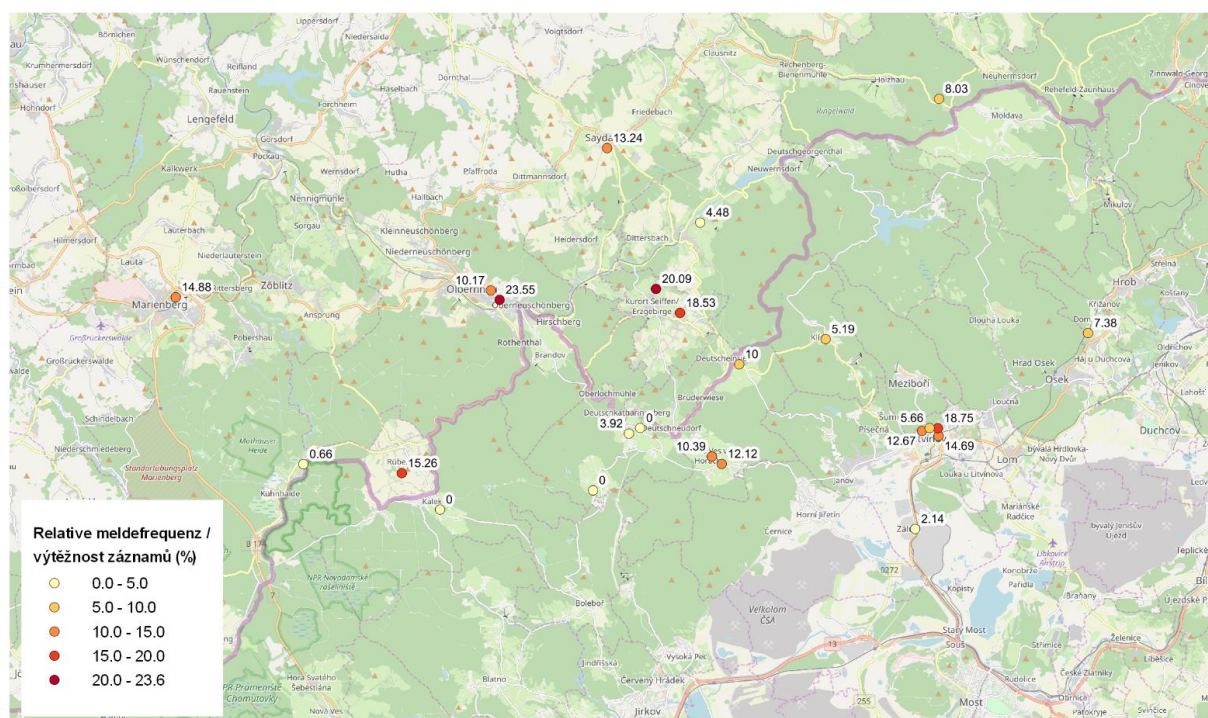
zápach nebo jen velmi nezřetelně. Na německé straně se v tomto období (listopad 2018) rovněž zvýšila četnost záznamů, ovšem zde se již v zápisech hovoří o zápachu. Z těchto důvodů jsme rovněž vyjádřili výtěžnost záznamů s odečtením zmíněných záznamů o „husté mlze“ u českých probandů. Za tohoto předpokladu se její hodnota rapidně zmenšila. Tato přepočítaná výtěžnost je udána v závorce. U probanda CZ19 sestávaly záznamy převážně ze situací s hustou mlhou bez výrazného zápachu. U probanda CZ18 je situace podobná, i když zde se objevilo několik záznamů o lokálním zápachu pocházejícího z tržnice v blízkosti domu. Důležité je rovněž podotknout, že další probandi z této skupiny (CZ15, CZ16) měli několik dalších záznamů, svědčících spíše o lokálních zdrojích zápachu (sousedí, zábavná pyrotechnika atd.).

Na české straně byla nejvyšší výtěžnost záznamů z Litvínova a jeho okolí. Na německé straně pak v Seiffen a Olbernhau. Mezi českými probandy figurovali také ti, kteří ač sledovali, nezaznamenali jediný zápach. Byli to probandi CZ06 (žena, sledovala v Hoře Sv. Kateřiny), CZ13 (žena, sledovala v Kalku a jeho okolí), CZ14 (muž, sledoval v Rudolicích v Horách). V těchto lokalitách, podle jejich slov, žádné zápachy, které by je obtěžovaly, necítí (obr. 82).

Tab. 14: Shrnutí záznamů jednotlivých probandů (do počtu záznamů jsou v tomto případě zahrnuty i odběry do kanystru bez úplného záznamu o zápachu)

	aktivita (se- zóna)	celkový počet záz- namů	podíl počtu dní se záznamem k cel- kovému počtu dní se sledováním (%)	lokality záznamů
DE01	1+2+3	25	14,88	všechny záznamy v Marienberg
DE02	1+2+3	45	20,09	převážná většina záznamů v Seiffen, jeden záznam z Olbernhau
DE03	1+2+3	69	23,55	všechny záznamy v Olbernhau
DE04	Ø	Ø	Ø	Ø
DE05	1+2	10	4,48	všechny záznamy v Neuhausen
DE06	Ø	Ø	Ø	Ø
DE07	1+2+3	38	13,24	převážná většina záznamů v Sayda, jeden záznam ze Seiffen
DE08	1	6	10,17	všechny záznamy v Olbernhau
DE09	2	1	0,66	záznam v Kühnheide
DE10	2+3	29	15,26	převážná většina záznamů v Rübenau, jeden záznam z Kühnheide
DE11	1+2+3	48	18,53	všechny záznamy v Seiffen
DE12	1+2+3	24	8,03	různé lokality, většinou v okolí Holzhau nebo Neuhermsdorf

CZ01	1+2	31	14,69	Litvínov a jeho nejbližší okolí
CZ02	1+2	19	12,67	většinou Litvínov, jeden záznam z Janova, Meziboří a Záluží
CZ03	1+2+3	29	10,39	převážná většina záznamů v Nové Vsi v Horách, jeden záznam ze Záluží a Litvínova
CZ04	1	3	18,75	Litvínov a jeho nejbližší okolí
CZ05	1+2	5	2,14	Záluží (4×), Dlouhá Louka (1×)
CZ06	1	0	0	proband sledoval v Hoře Sv. Kateřiny
CZ12	2+3	12	5,66	převážná většina záznamů v Litvínově, jeden záznam z Mostu
CZ13	2	0	0	proband sledoval v Kalku a jeho okolí
CZ14	2+3	0	0	proband sledoval v Rudolicích v Horách a jejím okolí
CZ15	2+3	23	10,85 (5,19)	všechny záznamy v Klínech
CZ16	2+3	40	20,20 (12,12)	převážná většina záznamů v Nové Vsi v Horách, Most (2×), Jirkov (1×), Janov (1×)
CZ17	2+3	11	7,38	všechny záznamy v Háji u Duchcova
CZ18	3	16	26,67 (10,00)	všechny záznamy v Mníšku
CZ19	3	18	35,29 (3,92)	všechny záznamy v Hora Sv. Kateřiny

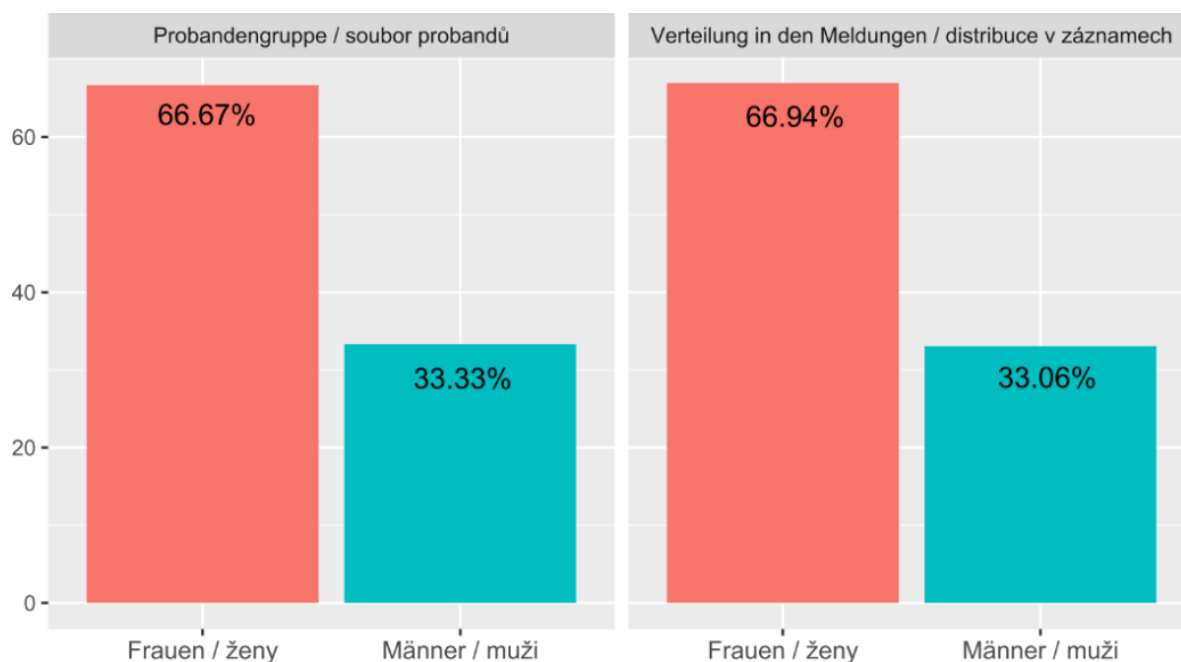


obr. 82: Mapa výtěžnosti záznamů v jednotlivých lokalitách (mapový podklad: OpenStreet-Map)

5.2.3.1 Charakteristiky záznamů a jejich distribuce

Pohlaví a věk

Výchozí soubor všech probandů sestával z 8 mužů a 16 žen. V záznamech o zápachu jsme registrovali 163 záznamů od mužů a 330 od žen (obr. 83). Otázka tedy zněla, zda osoby určitého pohlaví tvořili záznamy statisticky významně více než osoby opačného pohlaví. Situaci poněkud zkresluje fakt, že obě pohlaví aktivně pozorovali různě dlouhou dobu. Bylo proto nutné zaměřit se na výtěžnost záznamů v závislosti na pohlaví probanda. Rozdíl ve výtěžnosti záznamů jsme testovali permutačním dvouvýběrovým t -testem (100 permutací). Test nepotvrdil na hladině 5 % rozdíl středních hodnot ($p = 0.1584$). V obecném měřítku tedy nelze uvažovat o odlišnosti potřeby stížnosti na kvalitu ovzduší mezi pohlavími. Pro doplnění jsme provedli binomický test o shodě četností mezi četnostmi jednotlivých pohlaví v rámci souboru probandů a v rámci záznamů o zápachu. Test opět nezamítl hypotézu o shodě četností ($p = 0.9239$).

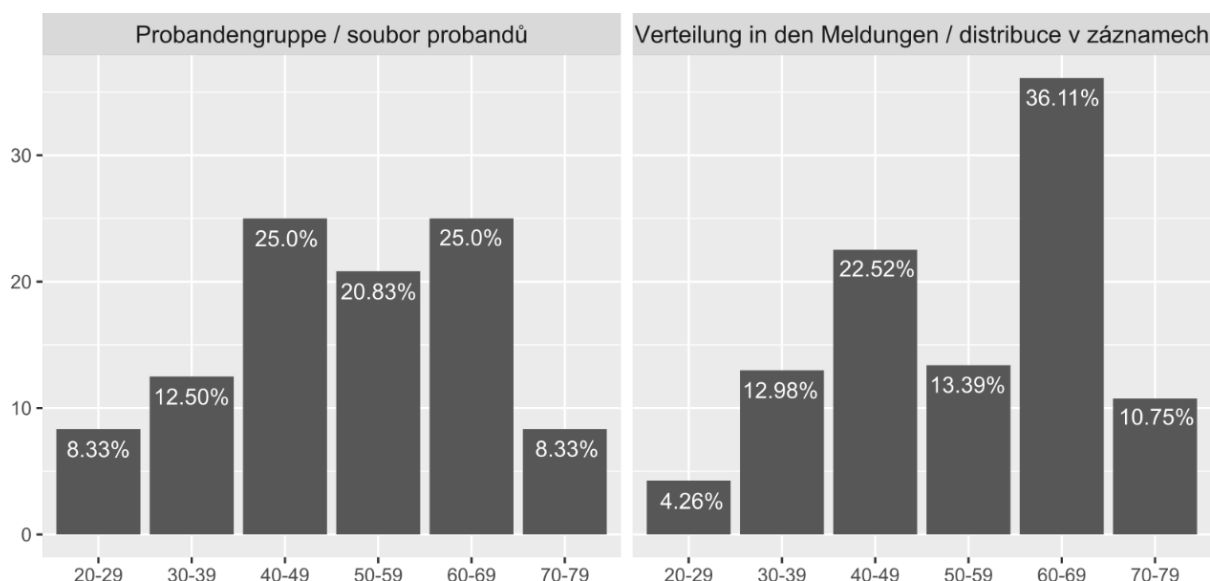


obr. 83: Distribuce jednotlivých pohlaví v rámci skupiny probandů a mezi záznamy o zápachu

V dalším kroku jsme se zabývali distribucí věkových skupin mezi probandy a mezi záznamy. Probandi byli rozděleni podle svého věku do 10-ti letých věkových skupin (obr. 84). Věkové rozložení probandů a záznamů shrnuje následující přehled:

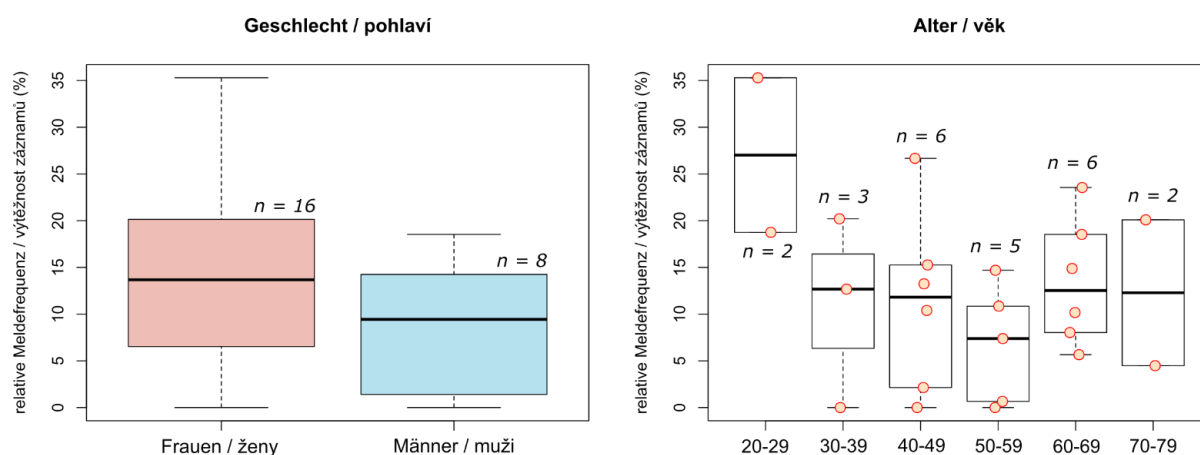
- 20 – 29 let: 2 probandi, 21 záznamů
- 30 – 39 let: 3 probandi, 64 záznamů
- 40 – 49 let: 6 probandů, 111 záznamů
- 50 – 59 let: 5 probandů, 66 záznamů
- 60 – 69 let: 6 probandů, 178 záznamů
- 70 – 79 let: 2 probandi, 53 záznamů

Každá z věkových skupin vykázala rovněž rozdílný celkový čas v aktivním pozorování. Z tohoto důvodu jsme se tedy nejprve zaměřili na výtěžnost záznamů v závislosti na věku probanda. Pro velmi malý počet hodnot výtěžnosti v každé věkové skupině není možné provádět smysluplné testy odlišnosti. Vysoký průměr výtěžnosti pro věk. skupinu 20 – 29 let je v důsledku již zmíněných mnoha záznamů o husté mlze v listopadu 2018. Tato situace je tedy do jisté míry zkreslená. Nicméně jsme rovněž zkoumali, zda četnosti věkových skupin mezi záznamy statisticky odpovídají četnostem mezi probandy, k tomu jsme použili test dobré shody (obr. 84).



obr. 84: Distribuce jednotlivých věkových skupin v rámci skupiny probandů a mezi záznamy o zápachu

Množství záznamů o zápachu patrně závisí na věku člověka, jak vyplynulo z výsledku testu dobré shody ($p < 0.001$). Ukazuje se, že nejvíce záznamů dělají lidé ve věkové skupině 60 – 69 let. I v tomto případě je ale nutné myslet na zkreslení předešlého tvrzení tím, že každá věková skupina byla aktivní v pozorování po jinou dobu.

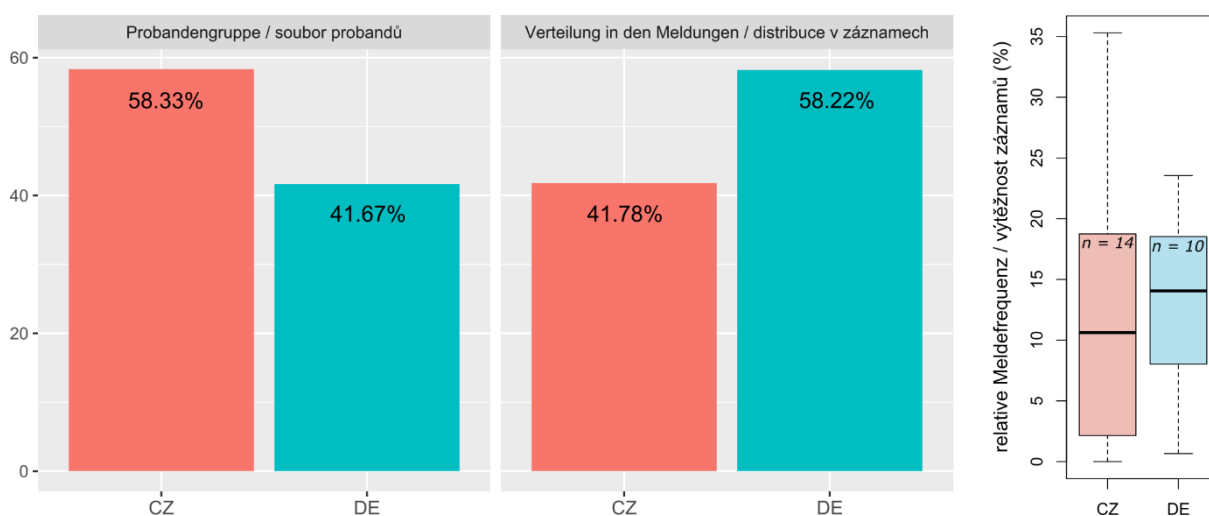


obr. 85: Výtěžnosti záznamů v závislosti na pohlaví a věkové skupině probanda

Národnost

Zkoumali jsme také odlišnost mezi národnostmi – německé a české (obr. 86). Rovněž zde jsme si položili otázku, zda jedna z národností tvoří záznamy statisticky více. Testovali jsme jak rozdíl ve výtěžnosti záznamů, tak shodu četností v národnostní struktuře probandů a

záznamů. Pro test odlišnosti středních hodnot výtěžnosti záznamů jsme opět zvolili permutační dvouvýběrový *t*-test (počet permutací = 100). Tento test nezamítl hypotézu o rovnosti středních hodnot ($p = 0.7129$). S vysokou pravděpodobností tedy nelze mluvit o rozdílu ve výtěžnosti záznamů mezi oběma národnostmi. Pro doplnění jsme opět provedli binomický test o shodě četností ve struktuře probandů a záznamů. Test zamítl nulovou hypotézu ($p < 0.001$). Tento výsledek by mohl napovídat, že obecně mají větší tendenci zaznamenávat zápach němečtí obyvatelé. Ale takové tvrzení je značně zkresleno rozdílnou dobou aktivního sledování mezi národnostmi.



obr. 86: Distribuce národností v rámci skupiny probandů a mezi záznamy o zápachu (vlevo), výtěžnost záznamů u českých a německých probandů (%) (vpravo)

5.2.3.2 Distribuce charakteristik zápachu – všeobecný pohled

Na úvod je nezbytné zmínit, že dále představené charakteristiky zápachu nejsou u člověka, jako živé bytosti, nijak „standardizovány“ či snad sjednoceny. Každý si ve skutečnosti může představit pod uvedeným označením zápachu trochu jiný počitek. Nicméně na jistém elementárním sjednocení pojmosloví označující kvalitu zápachu panuje mezi lidmi přeci jen shoda. Toto byl základní předpoklad právě uvedené části studie.

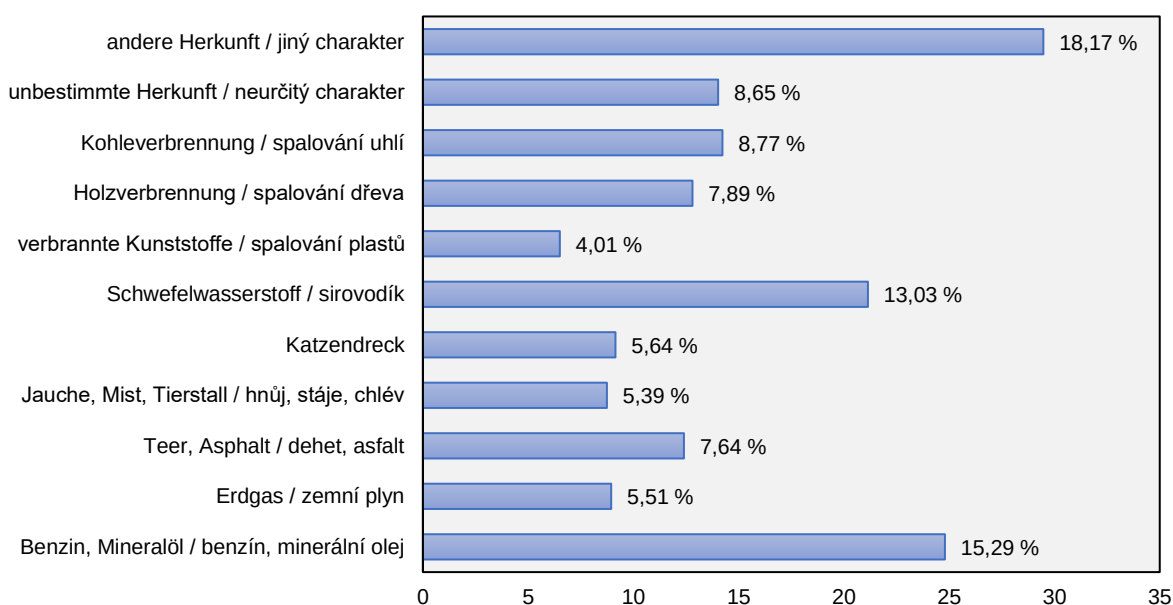
Probandi měli na výběr z několika předepsaných charakteristik zápachu. V rámci každého záznamu měli možnost zvolit jednu nebo i více těchto charakteristik zároveň (*multiple response*). Pokud chtěli zápach popsat vlastními slovy, pak zvolili možnost „jiný charakter“ a doplnili vlastní popis. V případě, že proband nenalezal vhodný popis pro zápach a ani jedna předepsaná možnost rovněž nevyhovovala, měl k dispozici variantu „neurčitý charakter“ (obr. 87, obr. 88).

Nejvíce figurovala mezi záznamy varianta „jiný charakter“ (skoro 30 %). Jako druhá v pořadí následovala charakteristika „benzín, minerální olej“ (skoro 25 %). Naopak nejméně se vyskytly charakteristiky „spalování plastů“ (6.5 %) a „hnůj, stáje, chlév“ (8.74 %) (obr. 88).

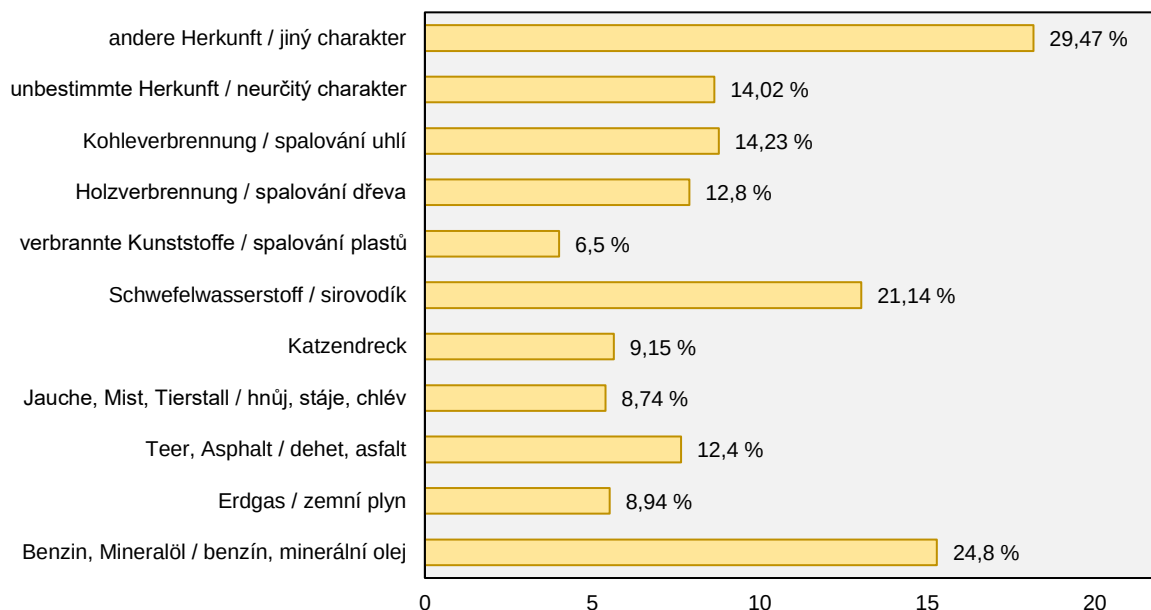
V rámci vlastního zápisu charakteristiky zápachu („jiný charakter“) se objevily následující položky: spálená guma, butanol, butanol – stará barva z oken při opalování, kanály nebo smrad ze sifonu, pálení gum, spalování stavebního odpadu, spalování stavebního odpadu – štiplavý zápach, spálené maso, štiplavý zápach, síra, kouř z výfuku – spalování nafty, ředidlo, střelný prach – zábavná pyrotechnika, sirný zápach, nasládlý chemický zápach, štiplavý zápach, fenol, zatuchlost, saze – čoud, saze – čoud – nasládlé, saze – čoud – chemické, chemický zápach, leptavé – žíravina, močka, guma – fenol, olejový zápach, kravín.

Zajímavé je také nahlédnout na jednotlivé varianty zápachu v souvislosti s tím, jaký mají podíl mezi všemi nabídnutými variantami celkem. Nejvíce si probandi vybírali variantu „jiný charakter“ (přibližně 18 %), dále pak „benzín, minerální olej“ (přibližně 15 %). Nejméně probandi šáhli po charakteristice „spalování plastů“ (4 %) (obr. 87).

Celkem překvapivým faktem je, že varianta „Katzendreck“ figurovala jen v přibližně 9% záznamů a probandi ji vybrali jen v 5.6 % mezi dalšími variantami zápachu. Toto kontrastuje s faktem o celkem vysoké četnosti charakteristiky zápachu jako „Katzendreck“ v rámci oficiálních stížností od občanů (obr. 87, obr. 88).



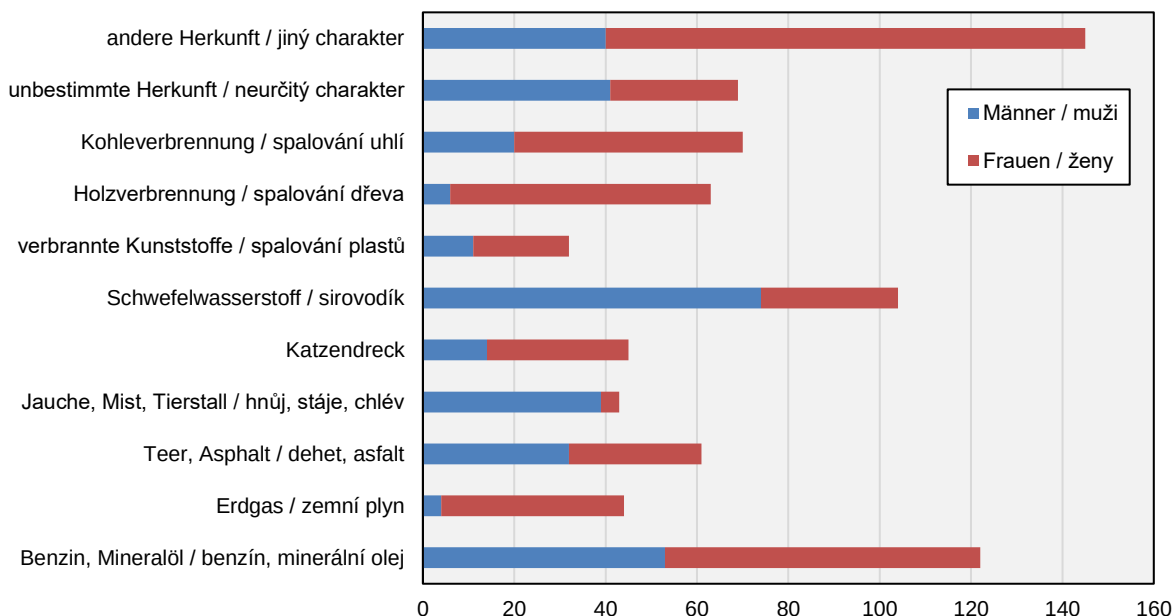
obr. 87: Podíly jednotlivých charakteristik zápachu mezi záznamy (%)



obr. 88: Podíly jednotlivých charakteristik zápachu mezi všemi nabídnutými charakteristikami celkově (%)

5.2.3.3 Distribuce charakteristik zápachů v závislosti na pohlaví probanda

V dalším kroku jsme se zabývali tím, jak souvisí pohlaví probanda s uváděnými charakteristikami zápachu (obr. 89). Vycházeli jsme z celkových počtů jednotlivých zaznamenaných charakteristik a jako hodnotu, ke které se tyto sumy vztahují, jsme použili celkový počet zaznamenaných charakteristik (nikoliv celkový počet záznamů). Otázka tedy zní, zda může pohlaví člověka ovlivňovat kvalitu čichového počítku. K testu jsme použili test nezávislosti s ověřenými předpoklady proveditelnosti. Tento test zamítl nulovou hypotézu o nezávislosti ($p < 0.001$), tudíž nelze v obecném měřítku vyloučit vliv pohlaví na kvalitu čichového počítku. Ovšem toto může být značně zkresleno nerovnoměrným rozdělením pohlaví. Proto jsme pro každou charakteristiku provedli binomický test shody četností se strukturou v souboru probandů. Test zamítl nulovou hypotézu o shodě četností pro následující charakteristiky ($p < 0.001$): zemní plyn, hnůj, stáje, chlév, sirovodík, spalování dřeva, neurčitý charakter; ($p < 0.01$): dehet, asfalt; ($p < 0.05$): benzín, minerální olej. Ukazuje se tedy, že muži zaznamenávají především sirovodík, zemědělský zápach (hnůj, stáje, chlév), dehet, asfalt a neurčitý charakter zápachu. Ženy pak spalování dřeva a zemní plyn. U charakteristik jako benzín či minerální olej, Katzendreck, spalování plastů nebo uhlí a jiný charakter nebyl shledán významný vliv pohlaví.

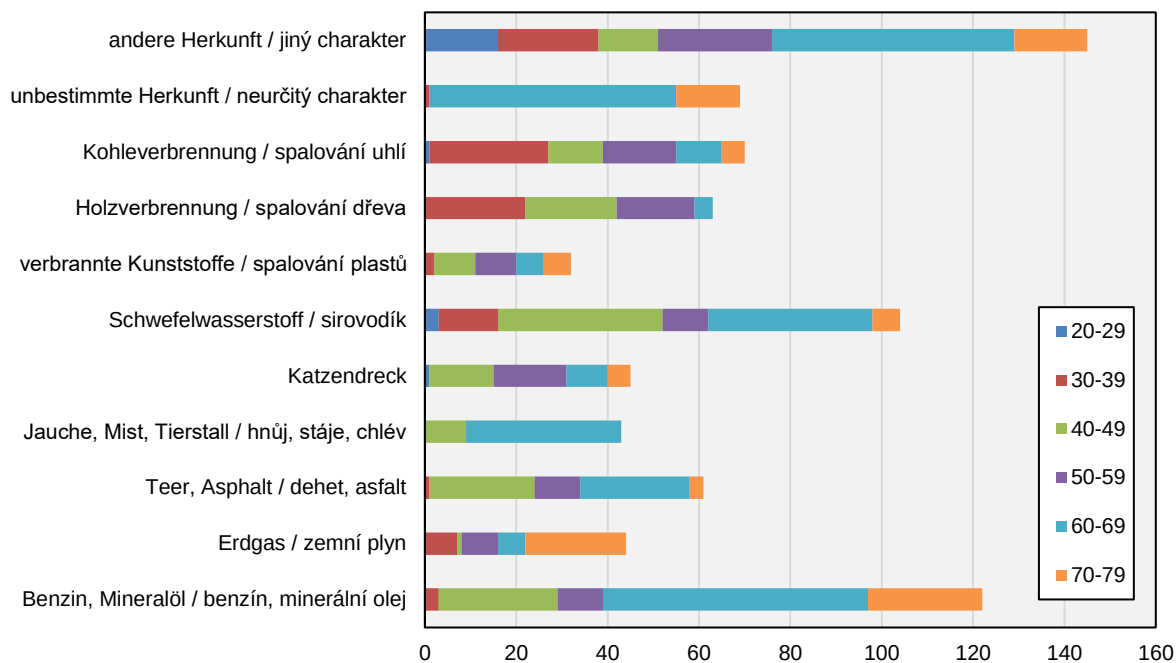


obr. 89: Absolutní počty jednotlivých charakteristik zápachu v závislosti na pohlaví probanda

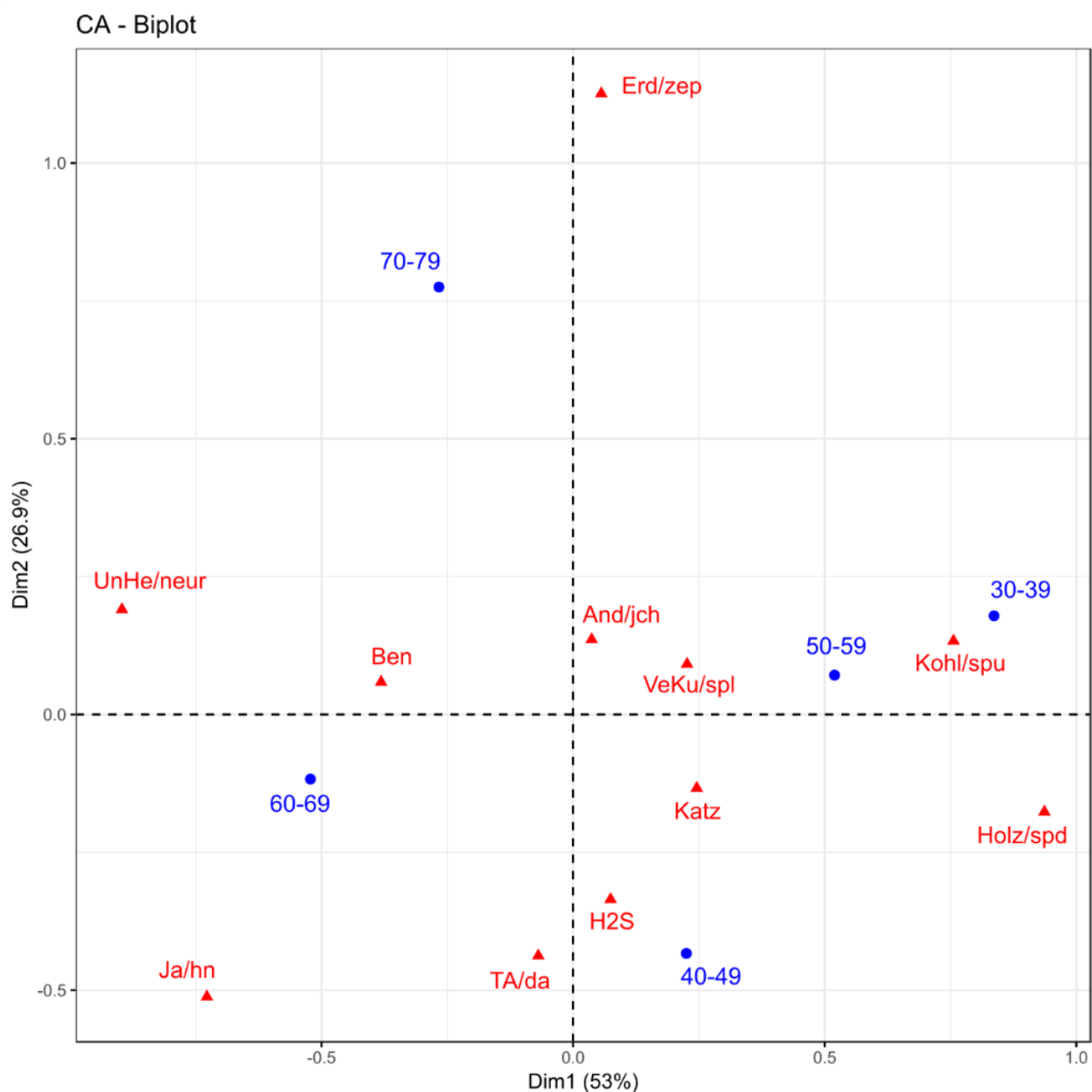
5.2.3.4 Distribuce charakteristik zápachů v závislosti na věku probanda

Následně jsme prozkoumali souvislost věku probanda a charakteristik zápachů (obr. 90). Výchozí data jsou shodná jako v předešlém kroku. Nulová hypotéza nezávislosti byla testována rovněž shodně. Pro splnění podmínek proveditelnosti testu nezávislosti bylo třeba vyloučit věkovou skupinu 20 – 29 let, neboť vykazovala příliš malé teoretické (očekávané) četnosti. Test zamítl nezávislost úrovní faktorů, ($p < 0.001$) tzn., že nelze obecně vyloučit vliv věku na kvalitu čichového počítku. Tvzení může být opět zkresleno rozdílným zastoupením věkových skupin v souboru probandů. Pro každou charakteristiku zápachu jsme tedy obdobně provedli test dobré shody četností s věkovou strukturou v souboru probandů. Test zamítl nulovou hypotézu o shodě četností pro následující charakteristiky ($p < 0.001$): benzín, minerální olej, zemní plyn, dehet, asfalt, hnůj, stáje, chlév, spalování dřeva, spalování uhlí, neurčitý charakter, jiný charakter; ($p < 0.01$): sirovodík; ($p < 0.05$): Katzendreck. To znamená, že u charakteristik jako je spalování plastů nebo Katzendreck nelze obecně předpokládat vliv věku. U všech ostatních ano.

Pro lepší orientaci souvislostí jednotlivých úrovní byl zkonstruován ordinační diagram jako výsledek tzv. korespondenční analýzy (CA). Tato metoda umožňuje analýzu vztahů kategoriálních proměnných a náleží do skupiny tzv. ordinačních metod, které redukují dimenzi dat při zachování maximálního množství informace v nich obsažených.



obr. 90: Absolutní počty jednotlivých charakteristik zápachu v závislosti na věku probanda



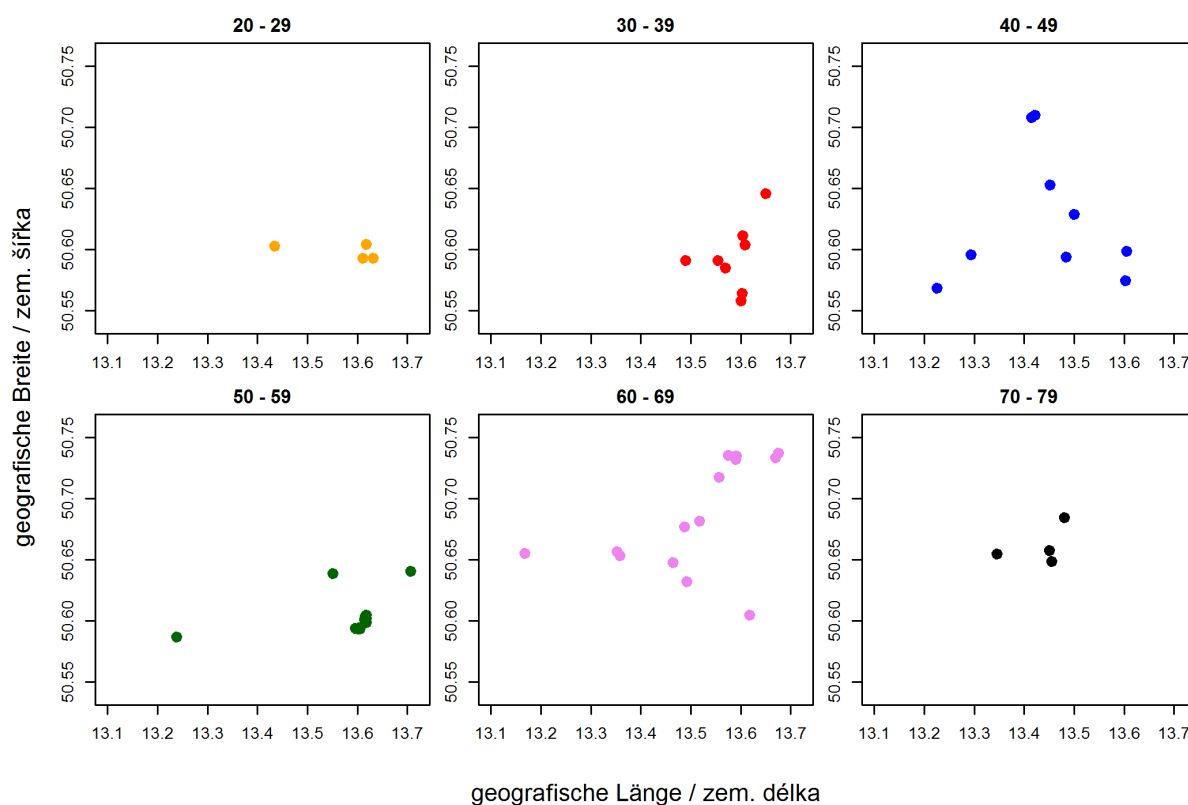
obr. 91: Ordinační diagram znázorňující souvislost charakteristik zápachu s věkovými skupinami probandů

u ordinačních os je vždy uvedeno procento variability v datech, které popisují (And/jch - andere Herkunft / jiný charakter; UnHe/neur - unbestimmte Herkunft / neurčitý charakter; Kohl/spu - Kohleverbrennung / spalování uhlí; Holz/spd - Holzverbrennung / spalování dřeva VeKu/spl - verbrannte Kunststoffe / spalování plastů; H2S - Schwefelwasserstoff / sirovodík; Katz – Katzendreck; Ja/hn - Jauche, Mist, Tierstall / hnůj, stáje, chlév; TA/da - Teer, Asphalt / dehet, asfalt; Erd/zep - Erdgas / zemní plyn; Ben - Benzin, Mineralöl / benzín, minerální olej)

Ordinační diagram zkonstruovaný na základě korespondenční analýzy odhalil, že zápach benzínu a neurčitý charakter zápachu volí především probandi z věkové skupiny 60 – 69 let. Oproti tomu, ve směru nejvyšší variability, probandi z věkové skupiny 30 – 39 let cítí spíše zápach z lokálních topenišť (spalování uhlí nebo dřeva). Osoby z věkové skupiny 40

– 49 let udávají ve svých záznamech zejména sirovodík či dehet a asphalt. Zápach zemního plynu je spíše asociován s osobami ve věku 70 – 79 let. Jiný charakter, spalování plastů či katzendreck nejsou s větší pravděpodobností asociovány s žádným konkrétním věkem.

I přes tyto výsledky není možné opomenout otázku, zda pozorovaná věková závislost není jen matoucí a ve skutečnosti je tento jev důsledkem nerovnoměrného rozložení věku probandů v zájmové ploše. Jinými slovy, nezávisí zapisovaný charakter zápachu na geografické poloze, stejně jako věk probandů? Pro rychlý přehled geografické distribuce záznamů podle věku probanda slouží následující bodové diagramy (obr. 92). Ukázalo se, že věkové skupiny nejsou v ploše zastoupeny stejně. Vliv geografické distribuce tedy nelze zcela vyloučit a je možné, že věk probanda je jen matoucí proměnnou (tzv. confounder). Tato otázka bude diskutována dále.



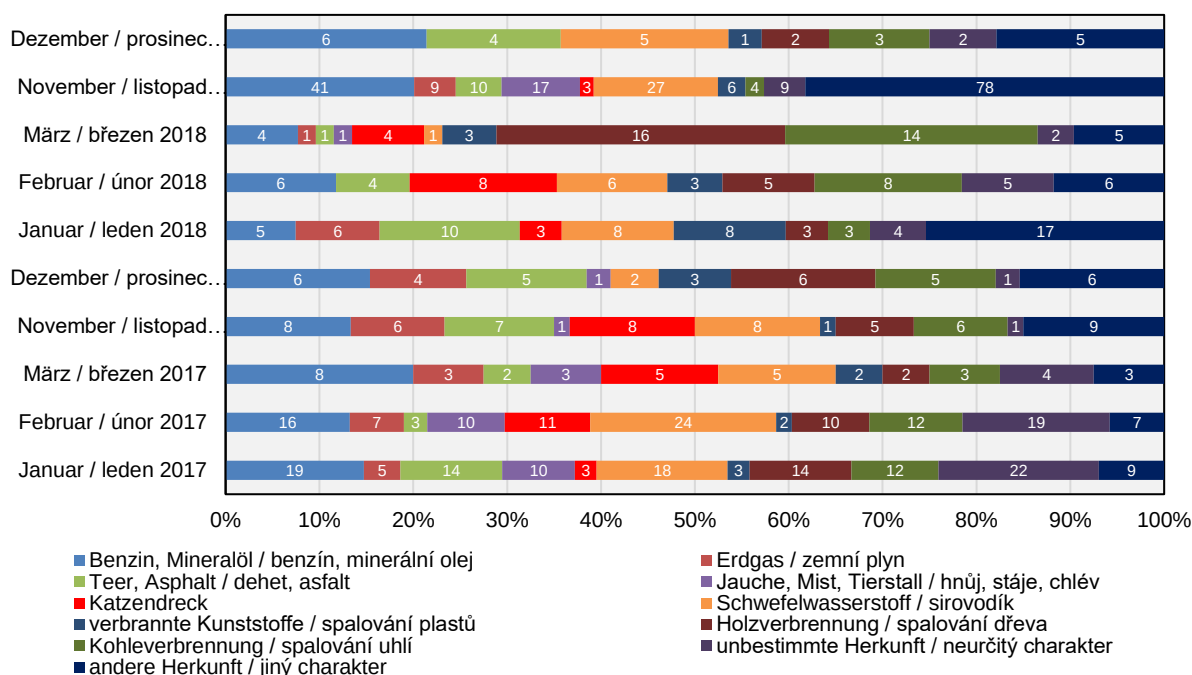
obr. 92: Geografická distribuce jednotlivých záznamů v závislosti na věkové skupině probanda

5.2.3.5 Distribuce charakteristik zápachů v čase

Při časovém aspektu charakteru zápachu jsme vycházeli z počtu zapsaných charakteristik během konkrétního měsíce v roce (v rámci observačních sezón).

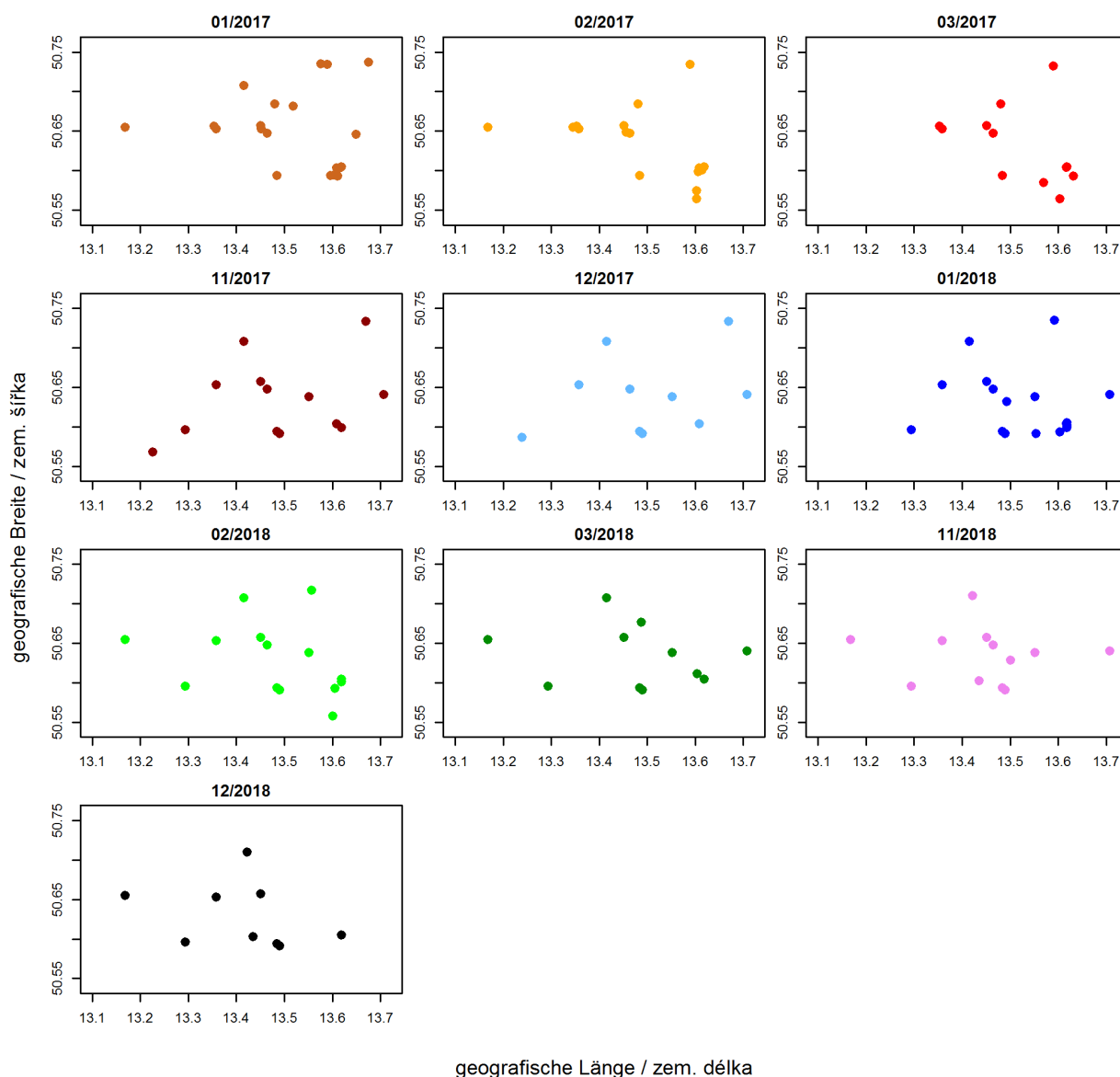
Podle grafu/ znázorňujícího procentuální zastoupení jednotlivých charakteristik zápachu v závislosti na měsíci a roce pozorování není možno konstatovat nějaký jednoznačný model závislosti. Za zmínku stojí poměrně vysoký podíl záznamu „jiný charakter zápachu“ v měsíci listopadu 2018. To je jednoznačně spojeno s českými záznamy souvisejících s intenzivní mlhou, při kterých ovšem nebyl cítit zápach nebo jen velmi slabě. Rovněž byl nalezen relativně vysoký podíl spalování dřeva a uhlí v březnu 2018. Tyto charakteristiky ukazují spíše na lokální zdroje zápachu v blízkém okolí, tj. lokální topeniště. Nejvyšší podíly charakteristiky „Katzendreck“ figurují v listopadu 2017 a únoru 2018.

Validní test nezávislosti mezi úrovněmi nebylo možno provést z důvodu nesplnění podmínek proveditelnosti. Výsledné teoretické četnosti byly v mnoha případech příliš nízké. Za těchto podmínek by byl výsledek testu velmi zavádějící.



obr. 93: Procentuální zastoupení jednotlivých charakteristik zápachu v závislosti na měsíci a roce pozorování (čísla uvnitř diagramu znamenají absolutní počty)

Svou roli, stejně jako v předešlém případě, mohla sehrát geografická distribuce zápachů v závislosti na čase. Z bodových digramů záznamů podle měsíce sledování lze spíše předpokládat, že území bylo pokryto probandy přibližně stejně (obr. 94). Jinými slovy není plocha kde by se převážná většina záznamů v nějakém měsíci kumulovala nebo naopak zcela chyběla. Z těchto diagramů je rovněž přehledně vidět, jak se měnil prostorový vzorec záznamů v důsledku měnící se skladby probandů na české i německé straně mezi sezónami (obr. 94).



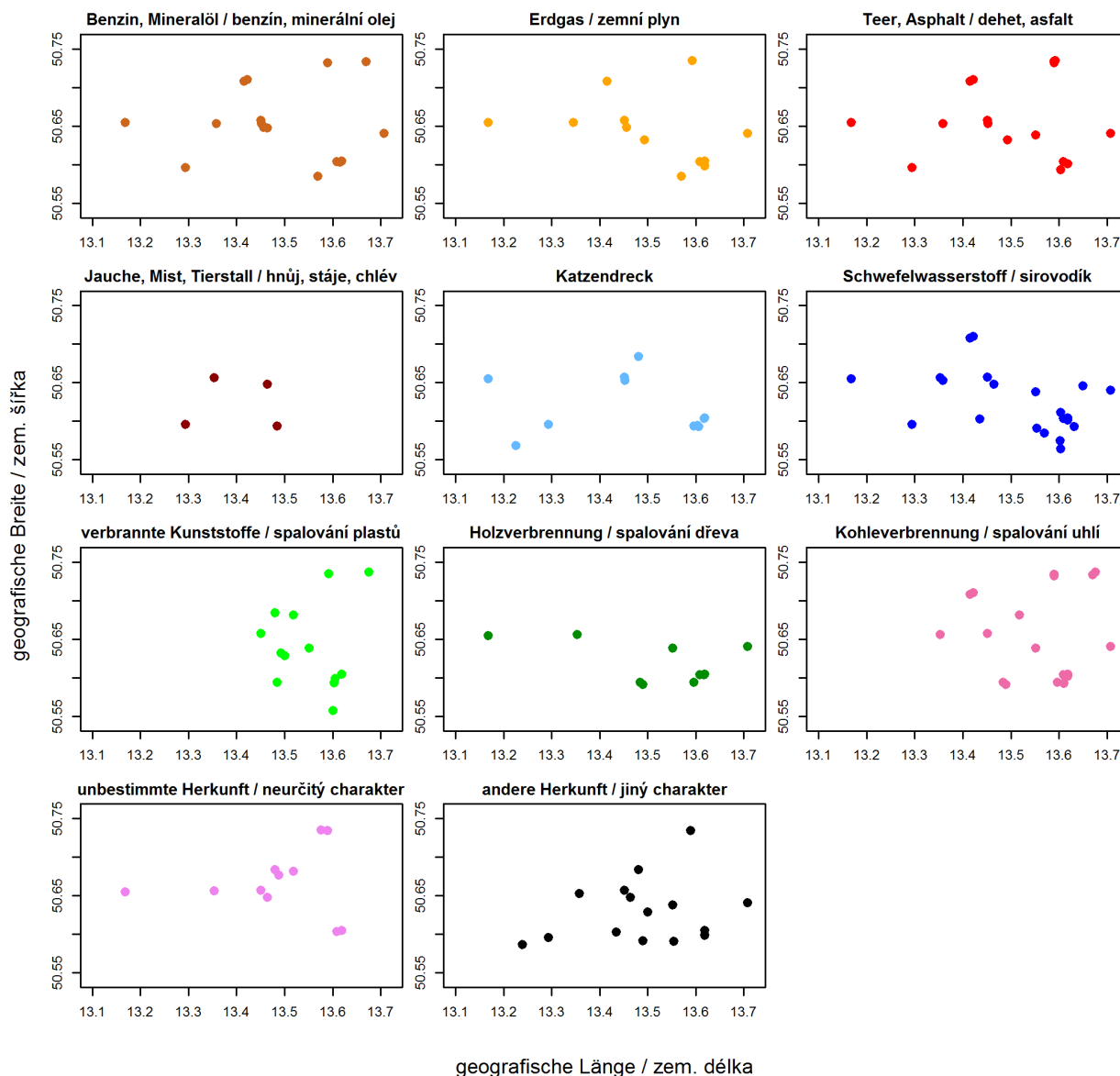
obr. 94: Geografická distribuce jednotlivých záznamů v závislosti na časovém období pozorování

5.2.3.6 Geografická distribuce charakteristik zápachů

Pro rychlý přehled geografické distribuce zaznamenaných charakteristik zápachu během všech tří sezón najednou jsme opět zkonstruovali bodové diagramy (obr. 95). Rovněž jsme vyjádřili geografický průměr každé této charakteristiky (průměr zeměpisné délky a šířky všech záznamů v rámci jedné charakteristiky).

Nic nenasvědčuje tomu, že by některá charakteristika vykazovala vyloženě lokální kumulaci. I když spalování plastů nebo uhlí má tendenci se více kumulovat v západním sektoru

území (tedy na české straně). Tomu odpovídají i geografické průměry, které leží, pro charakteristiky spalování uhlí, dřeva a plastů, na české straně. Průměry pro ostatní charakteristiky leží naopak na německé straně.

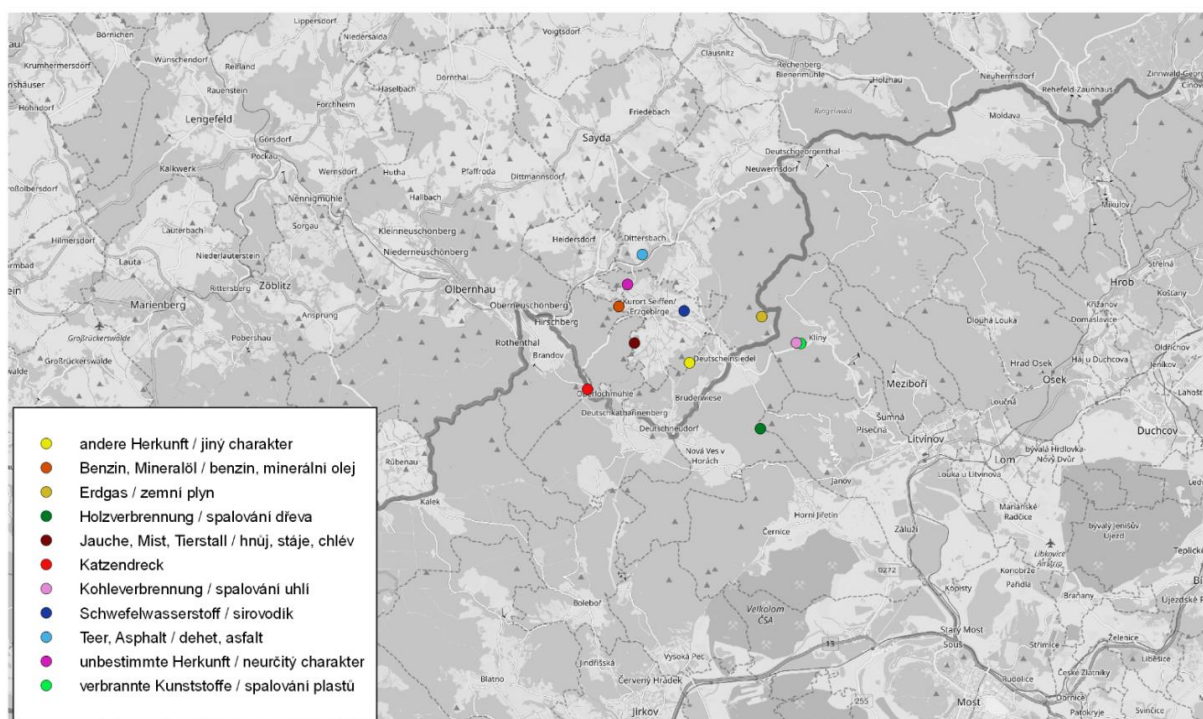


obr. 95: Geografická distribuce jednotlivých charakteristik zápachu

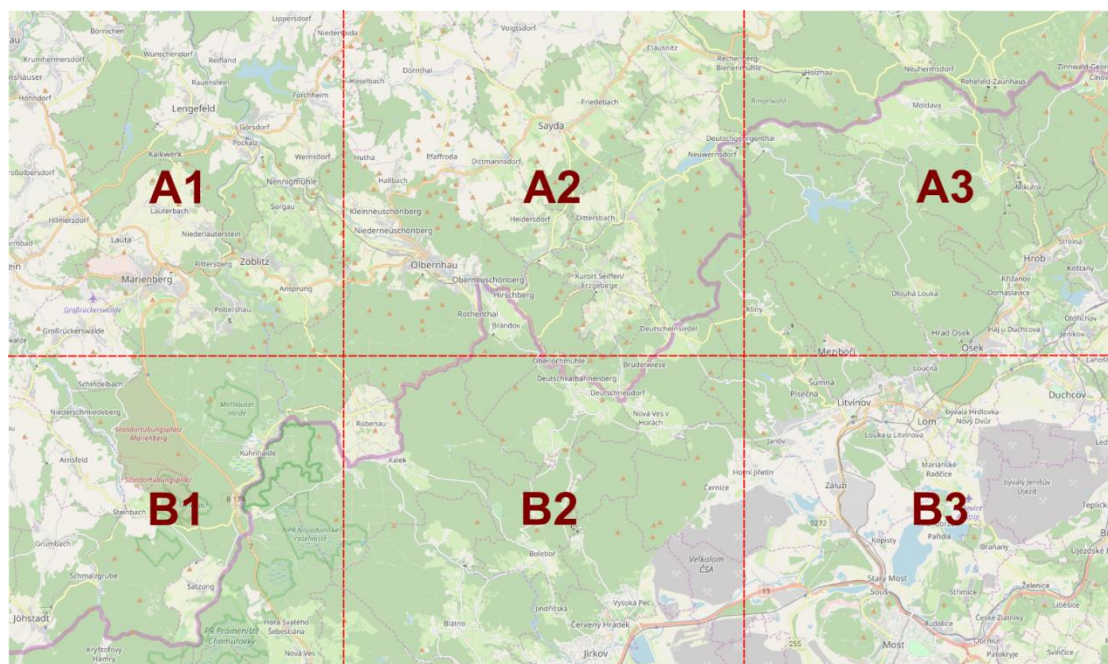
Z dosavadních poznatků vyplývá otázka, zda je variabilita charakteristik zápachu ovlivněna více věkem probanda nebo lokalitou, a tedy lze uvažovat např. o nějakém lokálním zdroji zápachu. Na diagramech obr. 92 je vidět, že věkové skupiny 30 – 39 let a 50 – 59 let se vyskytují pouze na české straně. Tyto skupiny (zejména 30 – 39 let) jsou dle (obr. 96) asociovány zejména se zápachem ze spalování uhlí či dřeva. Globálnější pohled na tuto záležitost poskytne multikorespondenční analýza (MCA), která přehledněji znázorní souvislosti

mezi kategoriemi zápachu, věku a geografickým umístěním. Pro účely této analýzy jsme rozdělili území na 6 ploch neboli sektorů (obr. 97).

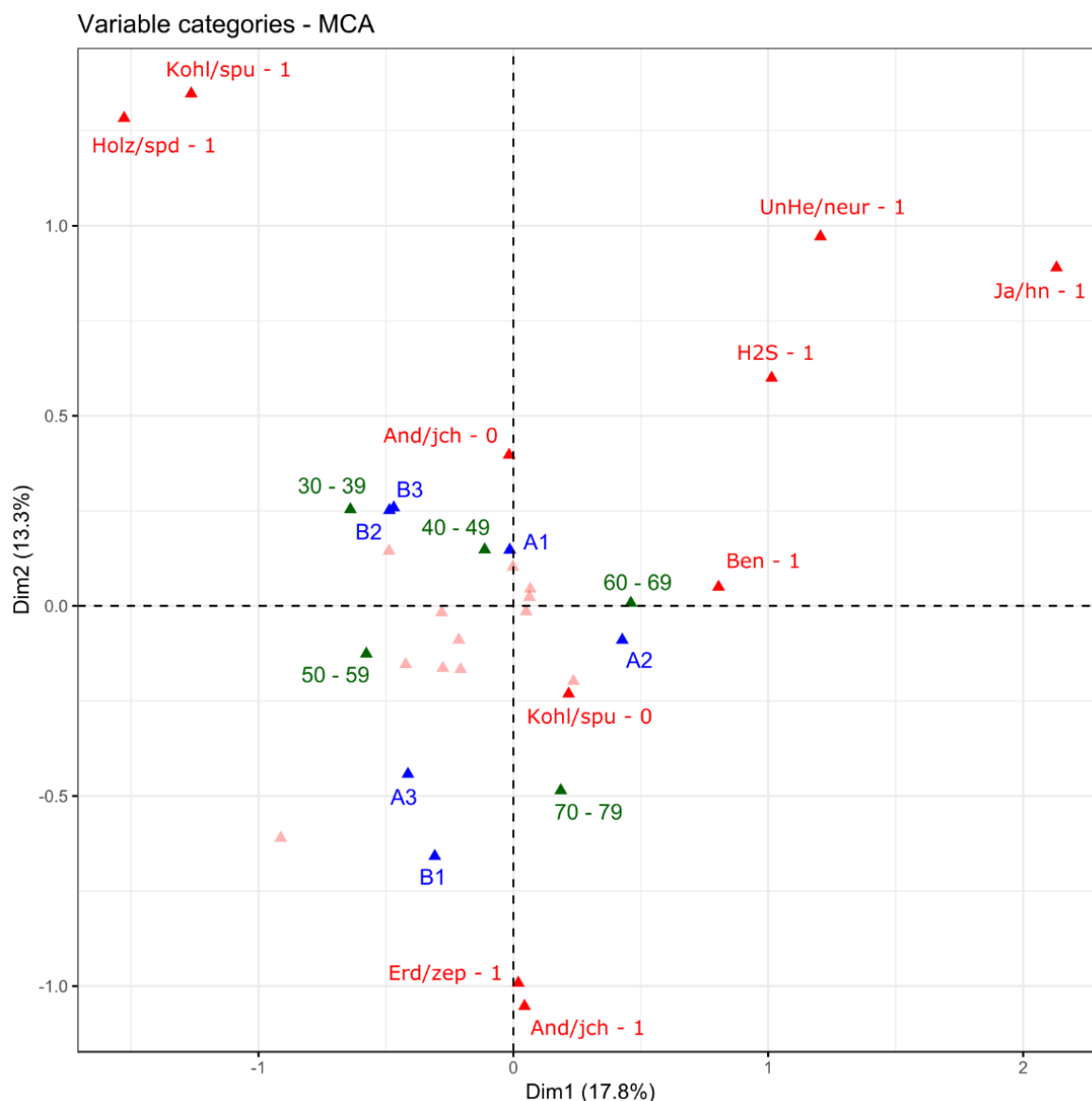
Analýza jasně ukázala, že charakteristiky spalování uhlí a dřeva se nejvíce vymykají modelu nezávislosti., tzn. že se mezi záznamy vyskytují jen společně a zároveň s žádnými jinými charakteristikami. Dále je v ordinačním diagramu vidět, že jsou asociovány s věkovou skupinou 30 – 39 let a sektory B2 a B3, tj. zejména česká strana. Zdá se, že obojí má na výskyt těchto charakteristik podobný vliv. Polohy všech tří kategorií lze na základě v-testu pokládat za signifikantní. Z hlediska koeficientu kvality projekce do ordinačních os, se jeví poněkud větší asociace s věkovou skupinou (obr. 98).



obr. 96: Geografické průměry jednotlivých charakteristik zápachu (mapový podklad: OpenStreetMap)



obr. 97: Mapa rozdělení zájmového území do 6 sektorů (mapový podklad: OpenStreet-Map)



obr. 98: Ordinační diagram (MCA analýza) znázorňující souvislost charakteristik zápachu navzájem, s věkovými skupinami probandů a s geografickým umístěním (sektory území);

1 – výskyt charakteristiky v záznamu, 0 – absence charakteristiky v záznamu
u ordinačních os je vždy uvedeno procento variability v datech, které popisují
(And/jch - andere Herkunft / jiný charakter; UnHe/neur - unbestimmte Herkunft / neurčitý charakter; Kohl/spu - Kohleverbrennung / spalování uhlí; Holz/spd - Holzverbrennung / spalování dřeva; H2S - Schwefelwasserstoff / sirovodík; Ja/hn - Jauche, Mist, Tierstall / hnůj, stáje, chlív; Erd/zep - Erdgas / zemní plyn; Ben - Benzin, Mineralöl / benzín, minerální olej)

Na opačném konci 1. ordinační osy se projektují zemědělský zápach, sirovodík a neurčitý popis zápachu. Tyto druhy zápachu se velmi často vyskytují v asociaci a jsou spíše spojeny s věkovou skupinou 60 – 69 let a mají tendenci se častěji vyskytovat v sektoru A2. Zápach benzínu nebo minerálního oleje je daleko silněji asociován s uvedenou věkovou skupinou

60 – 69 let a sektorem A2 (Seiffen, Olbernhau, Sayda atd.). Zároveň se v tomto sektoru skoro nevyskytují záznamy o zápachu ze spalování uhlí. Sektor A3 (Háj u Duchcova, Holzhau atd.) ale zejména B1 (Kühnheide, Rübenau, Steinbach atd.) je spojen častými záznamy o zápachu zemního plynu a jiného popisu charakteru. S těmito záznamy je spojena věková skupina 70 – 79 let. Ovšem v tomto území byla také zjištěna nízká výtěžnost záznamů, v okolí obce Kalek působil proband, který měl dokonce výtěžnost 0 %. Tato osoba se podle jejího vlastního sdělení necítí být nikdy v těchto místech nepříjemným zápachem obtěžována.

Věk i lokalita mají zřejmě podobný vliv na kvalitu čichového počítka a tím pádem i asociaci s nějakým „pojmenovatelným“ druhem zápachu. Pro spolehlivější závěry by bylo třeba rovnoměrného pokrytí území pozorovateli z hlediska věkových skupin.

5.2.4 Záznamy o subjektivním dopadu na zdraví

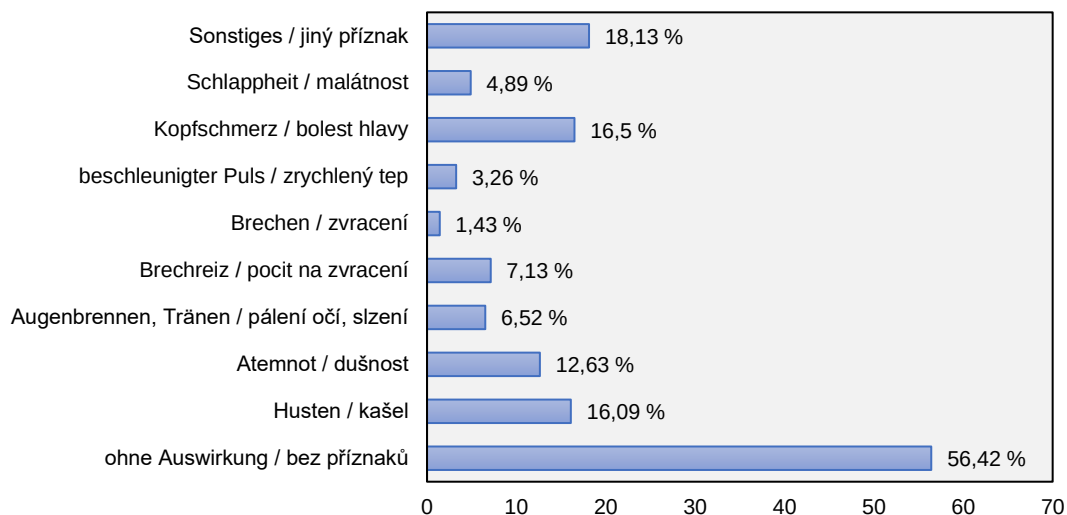
5.2.4.1 Distribuce subjektivních zdravotních příznaků – všeobecný pohled

V případě zápachu měli probandi rovněž vyjádřit subjektivně pocítěné změny v jejich zdravotním stavu. Na výběr bylo k dispozici několik vybraných častých zdravotních příznaků nebo mohli svoji obtíž popsat vlastními slovy (položka „jiný příznak“ + popis). Nabídnuté příznaky mohl proband podle situace libovolně kombinovat, tzn. mohl uvést pouze jeden ale klidně i více příznaků zároveň (*multiple response*). Pozorovány měly být zdravotní obtíže, které se u probanda vyskytly bezprostředně po percepci zápachu nebo později v ten samý den.

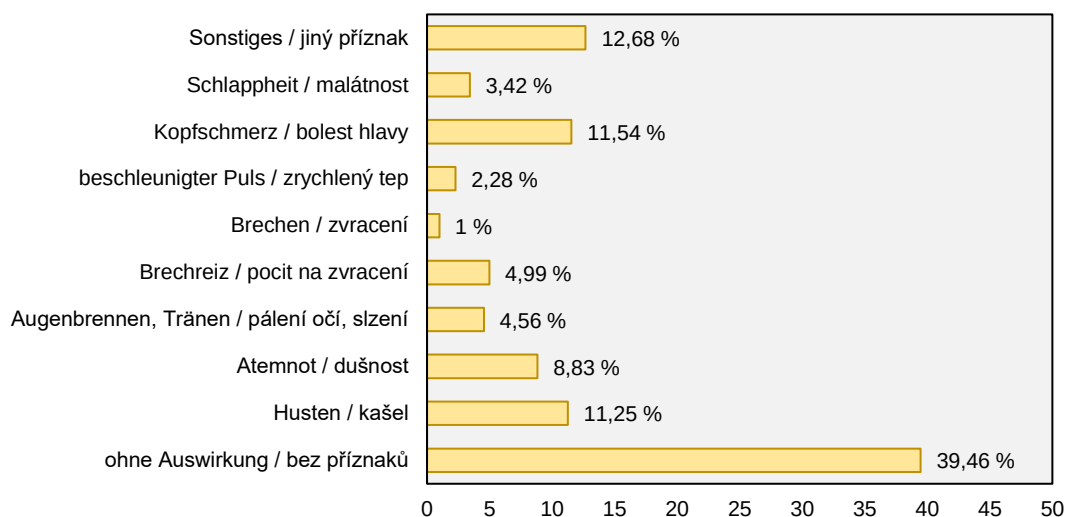
V 56 % záznamů o zápachu nevykázal proband žádný zdravotní příznak. 18.3 % záznamů bylo spojeno s vlastním popisem příznaku. Dalšími častými příznaky byla bolest hlavy (16.5 % záznamů) a kašel (16.1 % záznamů). Jen v 1.4 % záznamů uvedl proband zvracení (obr. 99).

V rámci vlastního popisu příznaků bylo uvedeno: bolest v krajině žaludku, bolest břicha, zánět spojivek / škrábání v krku, pálení v krku, špatně se dýchá, astmatické záchvaty, kovová příchut na rtech, škrábání v krku, průjem, špatný pocit na ústní sliznici, pálení v hrdle, pálení v hrdle a nose, průjem / malátnost, bolest břicha / nosní zcpalost, pálení v hltanu, kovová chuť, žaludeční potíže, podráždění ústní sliznice, pálení v nosohltanu, zvedání žaludku.

Největší podíl v rámci všech uvedených příznaků je „bez příznaku“ (39.5 %). Druhý nejčastěji vybíraný příznak je „jiný příznak“, tj. popis příznaku vlastními slovy. Třetí v pořadí je pak bolest hlavy (11.5 %). Nejméně volený příznak je zvracení (1 %) (obr. 100).



obr. 99: Podíly jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků mezi záznamy (%)

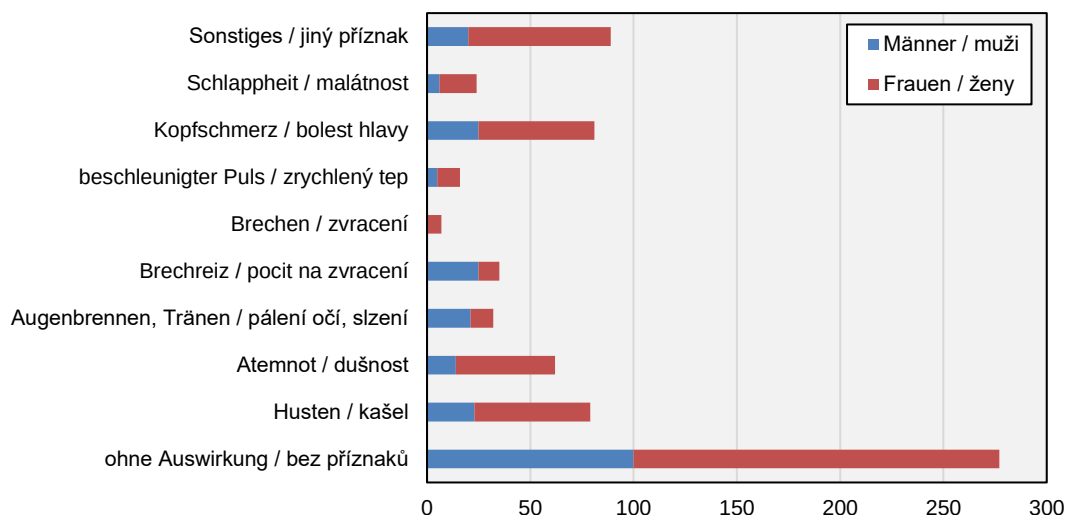


obr. 100: Podíly jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků mezi všemi nabídnutými příznaky celkově (%)

Distribuce subjektivních zdravotních příznaků v závislosti na pohlaví probanda

Při zkoumání vlivu pohlaví na pociťované obtíže při zápachu se ukázalo, že bolest hlavy, dušnost, malátnost nebo vlastní popis příznaku jsou spojeny zejména s ženami. Naopak muži častěji udávají pocit na zvracení či slzení nebo pálení v očích. Zvracení při zápachu popsaly jen ženy. Test nezávislosti mezi uvedeným zdravotním příznakem a pohlavím zamítl nezávislost ($p < 0.001$). Pro splnění kritérií testu byly vyloučeny záznamy o zvracení, teoretické četnosti byly v tomto případě velmi malé. Je tedy možné v obecném měřítku uvažovat o vlivu pohlaví na typ zdravotních následků. Následně byly provedeny testy

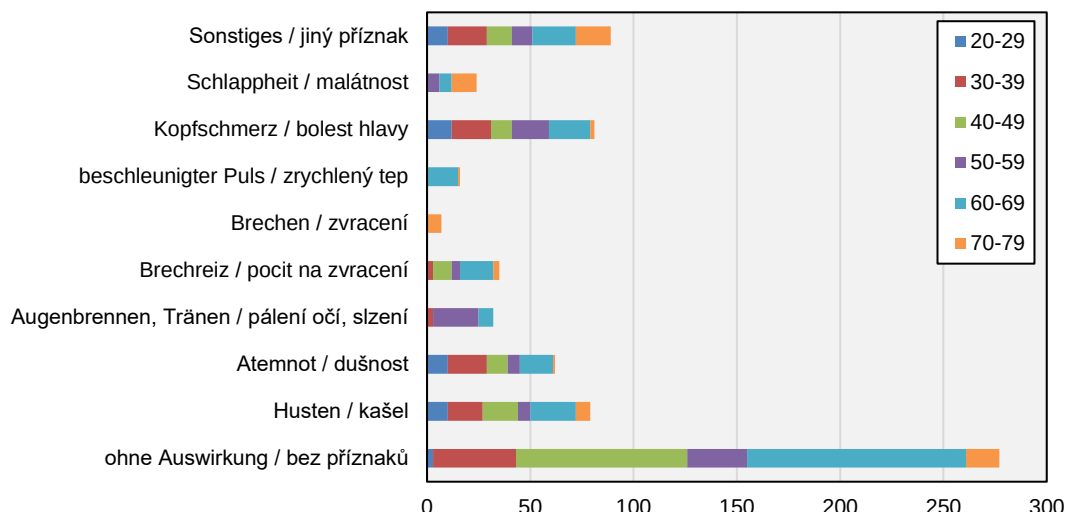
shody četností se strukturou pohlaví v souboru probandů. Tyto testy odhalily významný nesoulad u ($p < 0.001$): pálení očí nebo slzení, pocit na zvracení, ($p < 0.05$): jiný příznak. Vliv pohlaví lze tedy obecně předpokládat u příznaků pálení očí či slzení a pocit na zvracení. Obojí se výrazněji vyskytuje u mužů (obr. 101).



obr. 101: Absolutní počty jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků v závislosti na pohlaví probanda

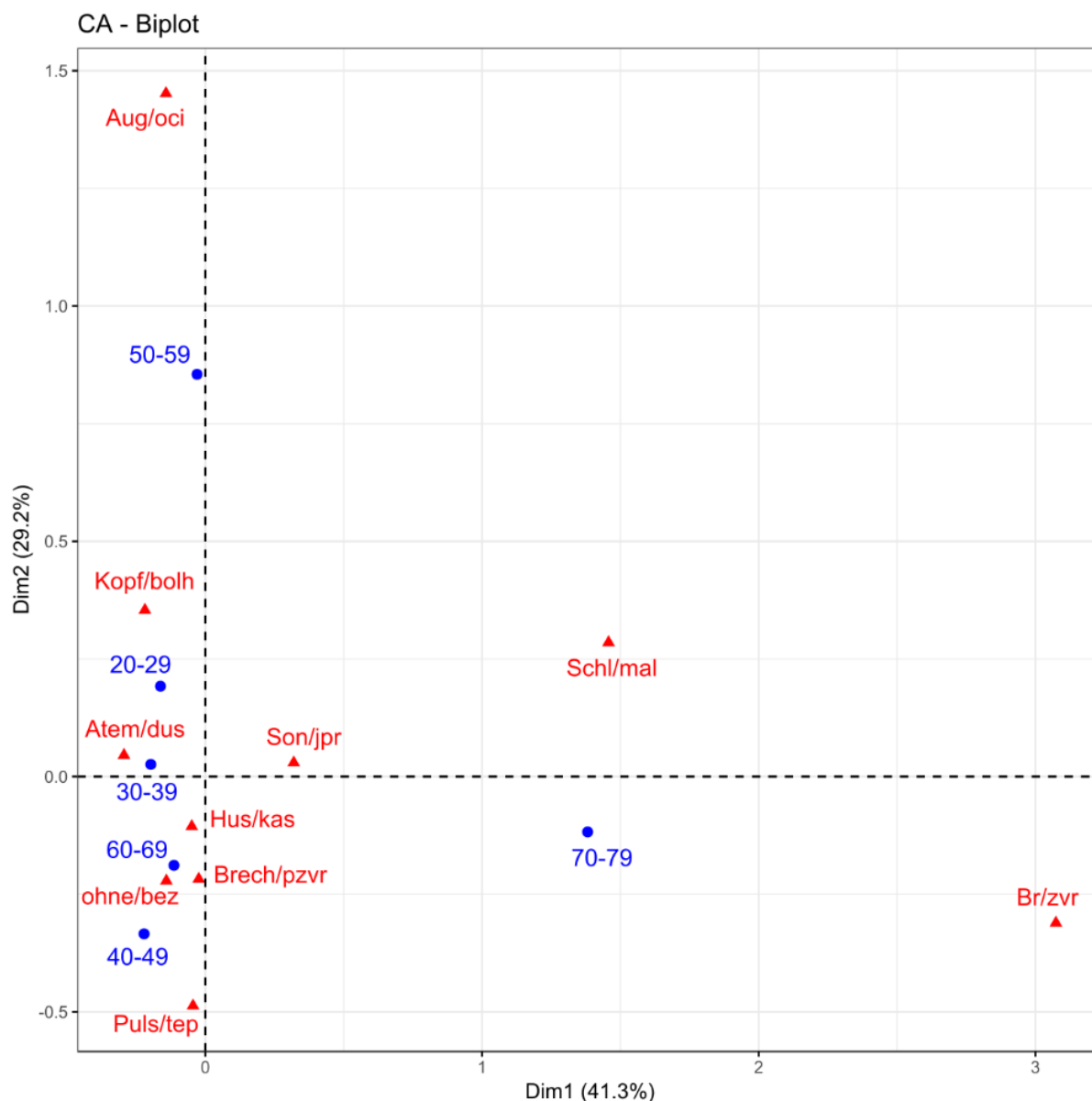
Distribuce subjektivních zdravotních příznaků v závislosti na věku probanda

Obdobně byl zkoumán vliv věku na typ udávaných obtíží. Pro korektní provedení testu nezávislosti byly odstraněny kategorie zvracení, zrychlený srdeční tep a malátnost a zároveň věkové skupiny 20 – 29 let, 70 – 79 let. Za těchto předpokladů test zamítl hypotézu o nezávislosti ($p < 0.001$). Následně byly provedeny testy dobré shody s četnostmi věkových skupin v souboru probandů. Tyto testy zamítly shodu s věkovou strukturou u: ($p < 0.001$): bez příznaku, dušnost, slzení nebo pálení očí, zvracení, zrychlený tep, malátnost, jiný příznak, ($p < 0.01$): bolest hlavy, ($p < 0.05$): kašel. U těchto příznaků nelze tedy vyloučit vliv věku (obr. 102).



obr. 102: Absolutní počty jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků v závislosti na věku probanda

Pro lepší orientaci souvislostí jednotlivých úrovní byl opět zkonstruován ordinační diagram jako výsledek korespondenční analýzy (CA). Na tomto digramu je zřetelně vidět, že největší variabilita v datech je spojena s rozdělením souboru probandů na dvě skupiny – (1) pod 70 let a (2) 70 a více let (obr. 103). Na pólu 1. ordinační osy leží příznak zvracení, která je asociován pouze s věkovou skupinou 70 a více let. Zvracení je slabě spojeno také s malátností, kterou hlásí převážně rovněž zmíněná věková skupina. U opačného pólu téže osy je leží pak dušnost, která je nejvíce spojena s věkovou skupinou 30 – 39 let. Slzení či pálení očí, které leží u pólu 2. ordinační osy, je nejvíce spojeno se skupinou padesátníků. Tato věková kategorie spolu se skupinou do 30 let souvisí také s bolestí hlavy. Na opačném pólu této osy leží příznak zrychlený tep, ten je zase spojen zejména se skupinou čtyřicátníků. Bez subjektivního příznaku jsou zejména osoby z věkových kategorií 30 – 39 let a 60 – 69 let. Jiný příznak, tj. popis příznaku vlastními slovy je spojen spíše s lidmi nad 70 let. Kašel ani pocit na zvracení do modelu nezávislosti příliš neovlivňují, tj. nejsou výrazně spojeny s konkrétní věkovou skupinou.



obr. 103: Ordinační diagram znázorňující souvislost zdravotních příznaků s věkovými skupinami probandů

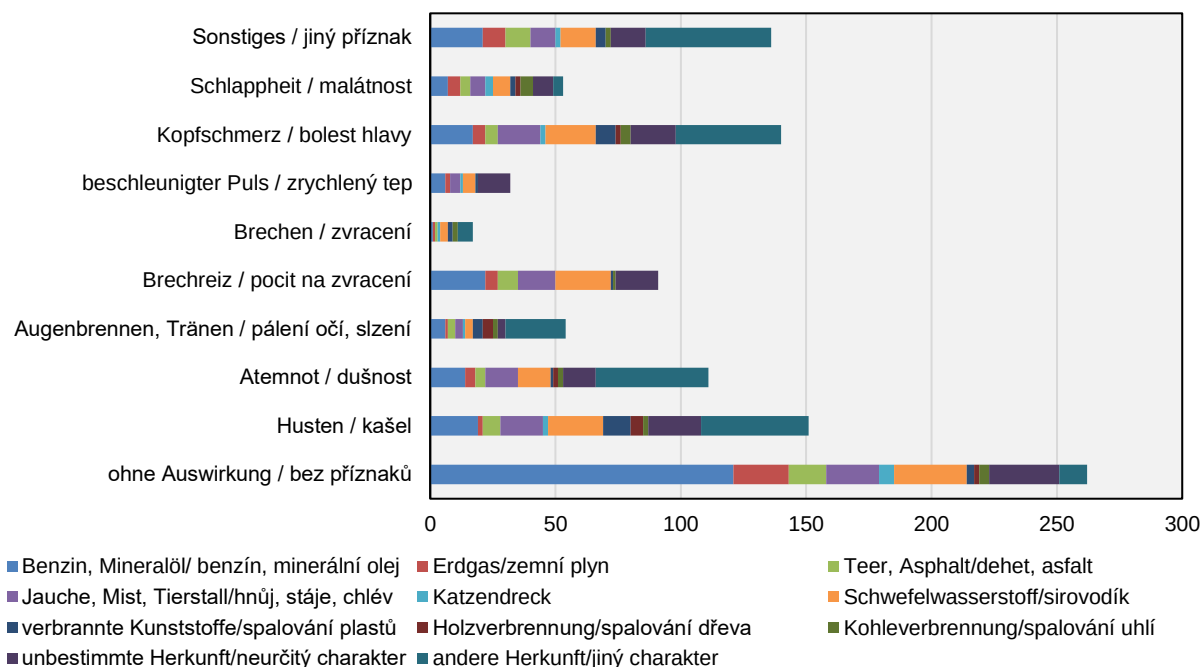
u ordinačních os je vždy uvedeno procento variability v datech, které popisují (Son/jpr – Sonstiges / jiný příznak; Schl/mal – Schlappeheit / malátnost; Kopf/bolh – Kopfschmerz / bolest hlavy; Puls/tep – beschleunigter Puls / zrychlený tep; Br/zvr – Brechen / zvracení; Brech/pzvr – Brechreiz / pocit na zvracení; Aug/oci – Augenbrennen, Tränen / pálení očí, slzení; Atem/dus – Atemnot / dušnost; Hus/kas – Husten / kašel; ohne/bez – ohne Auswirkung / bez příznaků)

5.2.4.2 Souvislost mezi charakteristikami zápachu a zdravotními příznaky

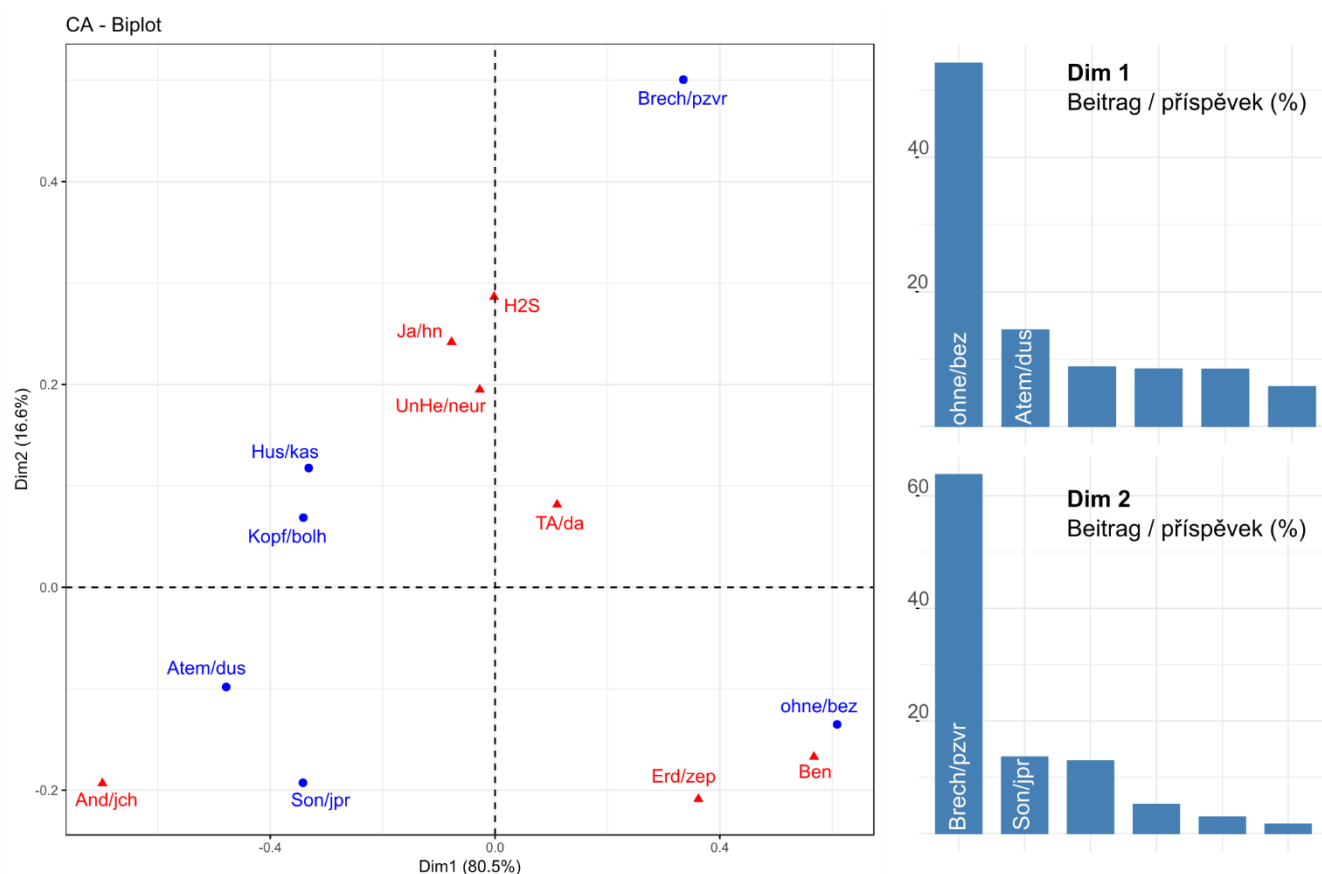
Při zkoumání závislosti mezi charakteristikami zápachu a zdravotními příznaky jsme provedli test nezávislosti. Ke korektnímu provedení testu bylo třeba vyloučit některé kategorie u obou proměnných. Jednalo se o vyloučení (1) charakteristiky zápachů: Katzendreck,

spalování plastů, spalování dřeva, spalování uhlí; (2) zdravotní příznaky: zvracení, malátnost, zrychlený tep, slzení či pálení očí (

obr. 104). Tyto kategorie vykazovaly příliš malé teoretické četnosti. Ostatní kategorie již byly v souladu s předpoklady. Test nezávislosti zamítl na hladině 5 % nezávislost kategorií ($p < 0.001$). Ucelenější pohled na vztahy mezi kategoriemi pak nabízí korespondenční analýza (CA) (obr. 105). Největší podíl variability (80.5 %) je popsán příznaky dušnost a bez příznaku: To znamená, že spektrum asociovaných charakteristik zápachu je nejvíce odlišné právě u této dvojice. S příznakem dušnost má největší spojitost vlastní popis zápachu (tj. kategorie jiný charakter). Naopak s absencí subjektivních zdravotních obtíží je významně spojen zápach benzínu nebo zemního plynu. V nekorelovaném směru (2. ordinační osa) je přechází největší variabilita (16.6 %) od kategorie jiný příznak (tj. vlastní popis zdravotní obtíže) ke kategorii pocit na zvracení. Posledně zmíněný příznak je spojen zejména se zápachem sirovodíku a zemědělským zápachem (hnůj, kejda apod.). Vlastní popis příznaku je spojen především s vlastním popisem charakteristiky zápachu. Bolest hlavy či kašel jsou asociovány spíše s kategorií neurčitý zápach nebo se zemědělským zápachem. Zápach dehtu nebo asfaltu nezasahuje výrazně do modelu nezávislosti a není výrazněji spojen s konkrétním příznakem.



obr. 104: Absolutní počty případů jednotlivých zdravotních příznaků v závislosti na charakteristice zápachu



obr. 105: Ordinační diagram znázorňující souvislost charakteristik zápachů se zdravotními příznaky probandů (vlevo)

příspěvky zdravotních kategorií k poloze ordinačních os (%) (vpravo) (Son/jpr – Sonstiges / jiný příznak; Kopf/bolh – Kopfschmerz / bolest hlavy; Brech/pzvr – Brechreiz / pocit na zvracení; Atem/dus – Atemnot / dušnost; Hus/kas – Husten / kašel; ohne/bez – ohne Auswirkung / bez příznaků; And/jch - andere Herkunft / jiný charakter; UnHe/neur - unbestimmte Herkunft / neurčitý charakter; H2S - Schwefelwasserstoff / sirovodík; Ja/hn - Jauche, Mist, Tierstall / hnůj, stáje, chlív; TA/da - Teer, Asphalt / dehet, asfalt; Erd/zep - Erdgas / zemní plyn; Ben - Benzin, Mineralöl / benzín, minerální olej)

Z analýz tedy vyplývá, že určité zdravotní příznaky jsou významně asociovány s některými charakteristikami zápachu. Je pochopitelné, že např. některé odoranty mohou vyvolávat pocit na zvracení. V naší studii se jednalo zejména o počitek sirovodíku či zemědělského zápachu. U starých osob může docházet ke zvracení. Reakce organismu vždy záleží na řadě okolností, zejména tedy na: koncentraci odorantu, době dráždění čichového centra, momentálním zdravotním stavu jedince (vč. psychického stavu). Jak ukazují výsledky, tak zdravotní efekt u probandů je zřejmě do jisté míry ovlivněn rovněž věkem a pohlavím jedince.

Celkem bylo v průběhu pozorování zápachů vytvořeno 491 záznamů, z toho 285 na území Německa a 206 na území České republiky. Některé záznamy byly spojeny se zápachem, který zřejmě postihl větší územní celek a některé naopak poukazovaly na lokální nedaleký

zdroj od místa pocítění zápachu. Během pozorování bylo také pořízeno celkem 48 vzorků venkovního ovzduší, které byly následně chemicky analyzovány. Na německé straně působilo aktivně celkem 10 a na české 14 probandů. Doba aktivního zapojení do pozorování se mezi probandy lišila.

Vliv národnosti ani pohlaví probanda na tendenci tvorby záznamů nelze v obecném měřítku uvažovat. Vliv věku je v tomto případě diskutabilní, nicméně ukázalo se, že nejvíce záznamů vytvořili probandi ve věkové skupině 60 – 69 let. Starší lidé mají v obecném měřítku pravděpodobně vyšší tendenci k potřebě stížnosti (vyjádřenou v tomto případě záznamem o zápachu).

Probandi nejčastěji volili „benzín nebo minerální olej“ (figuruje ve čtvrtině všech záznamů) jako charakteristiku zápachu, který cítili. V 29 % záznamů uvedli probandi vlastní popis zápachu. Položka s označením „Katzendreck“ se vyskytla jen v 9 % záznamů. Tento typ zápachu byl tedy spíše okrajově uváděným. To kontrastuje zejména s oficiálními stížnostmi o zápachu, kde je naopak takové označení zápachu uváděno velmi často. Na četnost záznamu některých charakteristik zápachu má zřejmě určitý vliv pohlaví i věk jedince. Obě proměnné tedy pravděpodobně hrají roli v kvalitě čichového počítku. Dále se ukázalo, že uváděné charakteristiky nejsou významně ovlivněny časovými obdobími. Za zmínku stojí snad jen relativně vysoké podíly spalování dřeva a uhlí v březnu 2018. Stejně tak nic nenasvědčuje tomu, že by byl nějaký konkrétní druh zápachu soustředěn pouze na malém území. Přesto zápach ze spalování plastů nebo uhlí má tendenci se více kumulovat v západním sektoru území studie (tedy na české straně). Tato problematika vyžaduje daleko hlubší geostatistické analýzy. Důležité je na tomto místě zmínit, že probandi nebyli, co se týče věku ani pohlaví, zcela rovnoměrně rozloženi po dotčeném území. Tato skutečnost může hrát svou roli ve zkreslení předchozích tvrzení.

V 56 % záznamů probandi uvedli, že nepozorují žádné subjektivní zdravotní obtíže v důsledku expozice zápachu v ovzduší. Naopak ze zaznamenaných zdravotních obtíží se nejvíce vyskytují položky „bolest hlavy“ (16.5 % záznamů), „kašel“ (16.1 % záznamů) nebo vlastní popis příznaku (18.1 % záznamů). Žádné zdravotní příznaky jsou uváděny zejména ve spojitosti se zápachy benzínu či zemního plynu. Probandi, kteří vlastními slovy popsali svou zdravotní obtíž, popsali ve většině případů svými slovy rovněž i charakteristiku zápachu. Pocit na zvracení byl často ve spojení se zápachem sirovodíku či zápachem zemědělského charakteru. Svou roli v popsání příznaku hraje nepochybně také věk a pohlaví probanda. Pocit na zvracení nebo pálení v očích, popř. slzení je významně asociováno s muži. Zvracení bylo zaznamenáno jen u žen nad 70 let.

5.2.5 Záznamy probandů z Karlovarského kraje

5.2.5.1 Úvodní popis

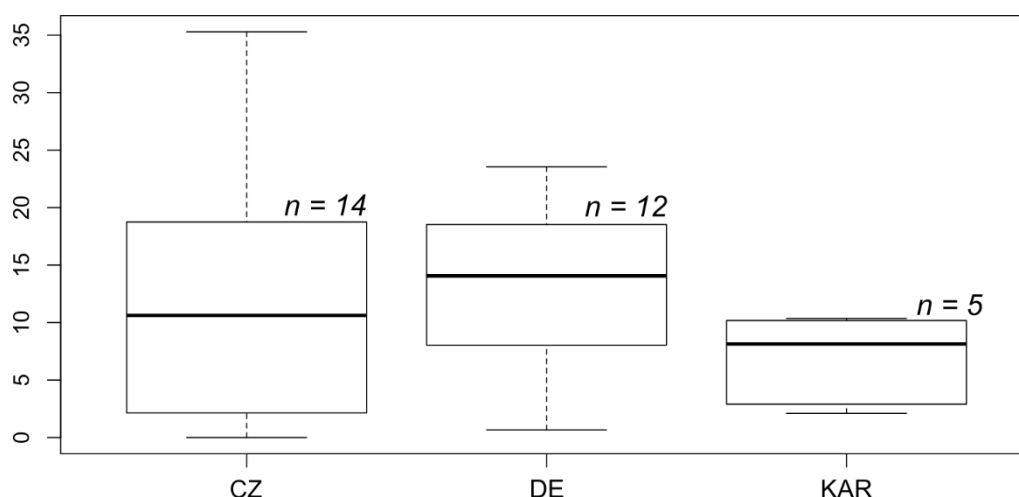
Na území Karlovarského kraje v České republice působilo 5 probandů, kteří zaznamenávali zápach v ovzduší. Jednalo se o tři muže a dvě ženy. V tomto kraji se ve spojitosti se zápachem v ovzduší hovoří nejčastěji rozsáhlém průmyslovém komplexu Sokolovské uhelné, právní nástupce, a.s. V saských příhraničních oblastech (zemský okres Vogtland-kreis) tohoto kraje jsou rovněž zaznamenávány stížnosti kvůli zápachu v ovzduší.

Pozorování zápachů se uskutečnilo jen v první a druhé sezóně programu. V první sezóně bylo zaznamenáno celkem 30 záznamů a ve druhé 35 záznamů. Dne 17.3.2017 byly pořízeny celkem 4 záznamy. V ostatních dnech 1. sezóny byl počet záznamů maximálně jedna (s výjimkou dne 14.3.2017, zde registrujeme 2 záznamy). Období 14.3.2017 – 17.3.2017 lze tedy považovat za významnější z hlediska pachové zátěže. Během druhé sezóny byl registrován den 20.12.2017 se třemi záznamy. V ostatních dnech je maximální počet záznamů dva. Z hlediska vyšší významnosti se jeví následující období: 4.11. – 8.11.2017, 15.11. – 16.11.2017, 21.1. – 25.1.2017. Nejvyšší výtěžnost záznamů (10,36 %) připadá na probanda CZ07 (žena), nejnižší (2,10 %) je u CZ11 (muž). Celkové shrnutí pro každého probanda nabízí následující Tab. 15.

Tab. 15: Shrnutí záznamů jednotlivých probandů („karlovarská“ skupina)

	aktivita (sezóna)	celkový počet záznamů	podíl počtu dní se záz- namem k celkovému počtu dní se sle- dováním (%)	lokality záznamů
CZ07	1+2	23	10,36	všechny záznamy ze Staré Role (Karlovy Vary)
CZ08	1+2	6	2,90	většina záznamů z okolí Horního Slavkova nebo Lokte, dále záznam z Chodova a Tašovic
CZ09	1+2	14	8,14	většina záznamů z Horní Blatné, jeden záznam z Jáchymova
CZ10	1+2	17	10,18	většina záznamů z Nových Hamrů, dále záznamy z okolí Vřesové, Mezirolí, Nejdku a jeho okolí, Tisové a Vysoké Pece
CZ11	1+2	5	2,10	většina záznamů z Lub (Cheb), jeden záznam z Nebanic

Průměr výtěžnosti záznamů probandů „karlovarské“ skupiny činil 6,74%. Tentýž průměr německé skupiny, resp. české skupiny v litvínovské oblasti byl 12,89 %, resp. 11,76 %. Skupiny se tedy ve zmíněném parametru nijak výrazně neliší, ostatně jak je patrné i z grafu obr. 106.



obr. 106: Srovnání výtěžnosti záznamů jednotlivých probandů u tří skupin – litvínovská oblast: české (CZ) a německé (DE), karlovarská oblast (KAR)

Rozdělení záznamů v závislosti na pohlaví a věku probanda shrnuje následující Tab. 16.

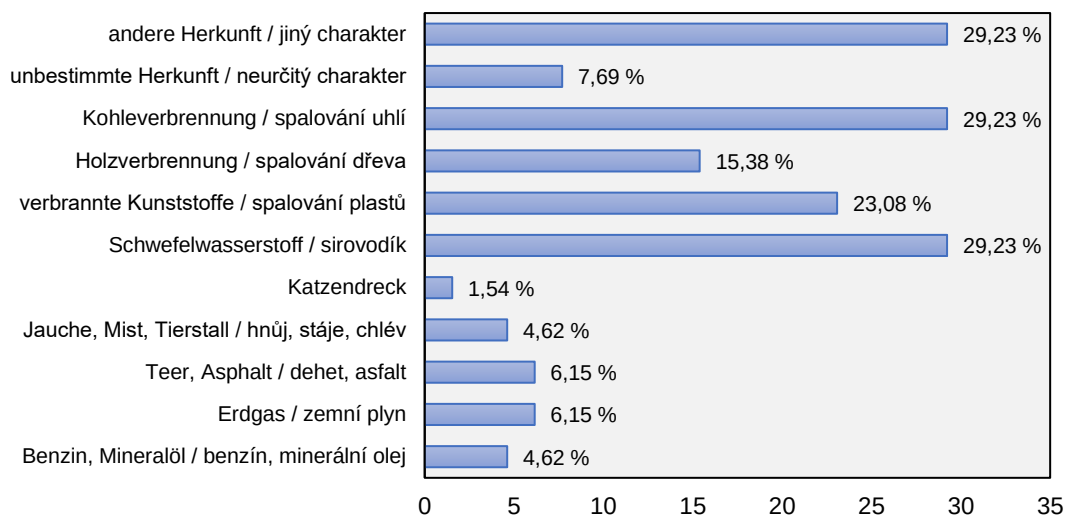
Tab. 16: Rozdělení záznamů v závislosti na pohlaví a věku probanda v karlovarské oblasti.

	30 – 39 let	50 – 59 let	60 – 69 let	celkem
muži	17	5	6	28
ženy	14	0	23	37
celkem	31	5	29	65

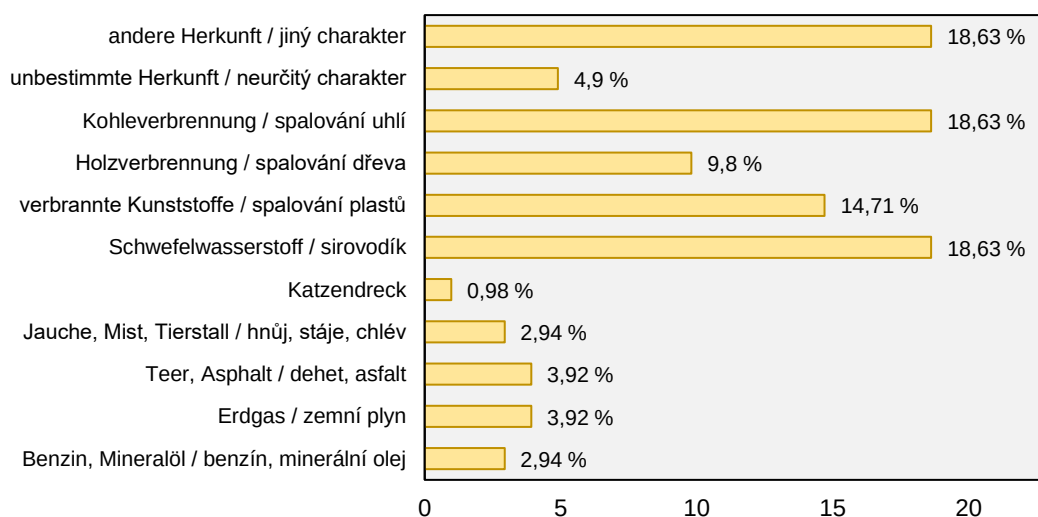
Více záznamů o zápachu učinily ženy než muži a zároveň jsme jich nejvíce zaznamenali u věkové skupiny 30 – 39 let. V porovnání s probandy z litvínovské oblasti je zde určitý rozdíl. Ve skupině tamních probandů jsme registrovali nejvíce záznamů ve věkové skupině 60 – 69 let. Ovšem statisticky exaktní porovnání zde není možné, neboť u skupiny karlovarských probandů figurují příliš malé četnosti. Je tedy na místě spíše konstatovat, že skupiny probandů z obou oblastí se v otázce vlivu pohlaví ani věku na počet záznamů nijak výrazně neliší. Muži ze skupiny karlovarských probandů mají v průměru o něco nižší výtěžnost záznamů než ženy (podobně jako u probandů litvínovské oblasti). Největší průměrná výtěžnost z hlediska věku zde figuruje u věkové skupiny 30 – 39 let.

5.2.5.2 Charakteristiky zápachu a zdravotní příznaky

V karlovarské oblasti se v rámci všech záznamů o zápachu nejvíce vyskytl zápach sirovodíku (29,23 %), zápach ze spalování uhlí (29,23 %) a rovněž vlastní popis zápachu („jiný charakter“) (29,23 %) (obr. 107). Nejmenší četnost vykázal zápach označený jako „Katzen-dreck“. Zmíněný zápach byl vůbec nejméně volenou položkou (0,98 %) v rámci všech nabídnutých položek (obr. 108).



obr. 107: Podíly jednotlivých charakteristik zápachu mezi záznamy – karlovarská obl. (%)



obr. 108: Podíly jednotlivých charakteristik zápachu mezi všemi nabídnutými charakteristikami celkově – karlovarská obl. (%)

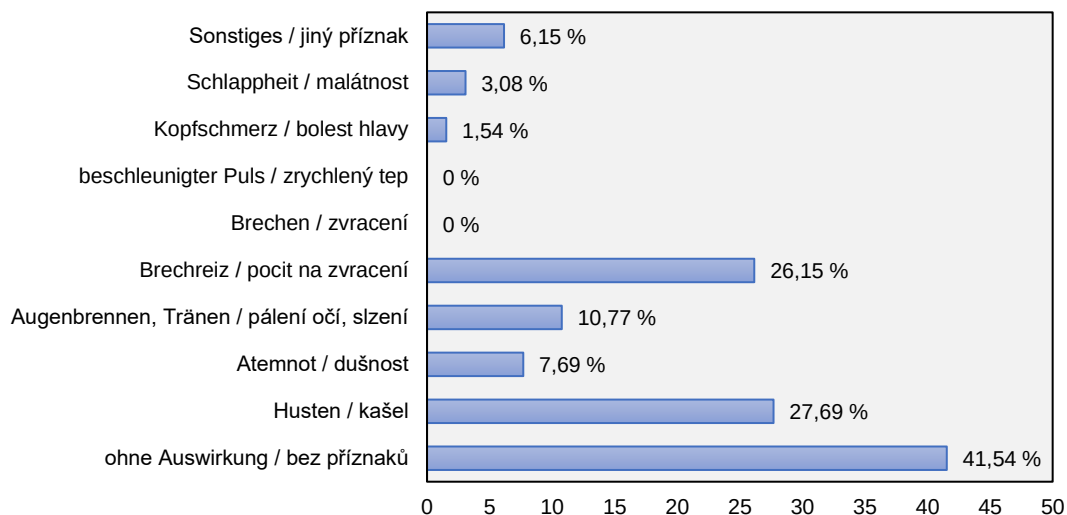
Patrný rozdíl ve srovnání s výsledky litvínovské oblasti spočívá ve vyšší četnosti záznamu zápachu ze spalování uhlí (litvínovská oblast: 14,23 %). V litvínovské oblasti je relativně častým zápach benzínu či minerálního oleje (24,80 %), u probandů karlovarské oblasti je to jen 4,62 %. Zápach sirovodíku je o něco častější v karlovarské oblasti nežli v litvínovské (21,14 %). Označení „Katzendreck“ se vyskytuje naopak o něco více v litvínovské oblasti (9,15 %).

V rámci vlastního zápisu charakteristiky zápachu („jiný charakter“) se objevily následující položky: *butanol, smog, nasládlá pachutí, butanol – nakyslé, smog – kyselé, chemický zápach – štiplavý, štiplavý a dusivý zápach, štiplavý a nakyslý zápach, spalování odpadků, tlející maso, nasládlý zápach*.

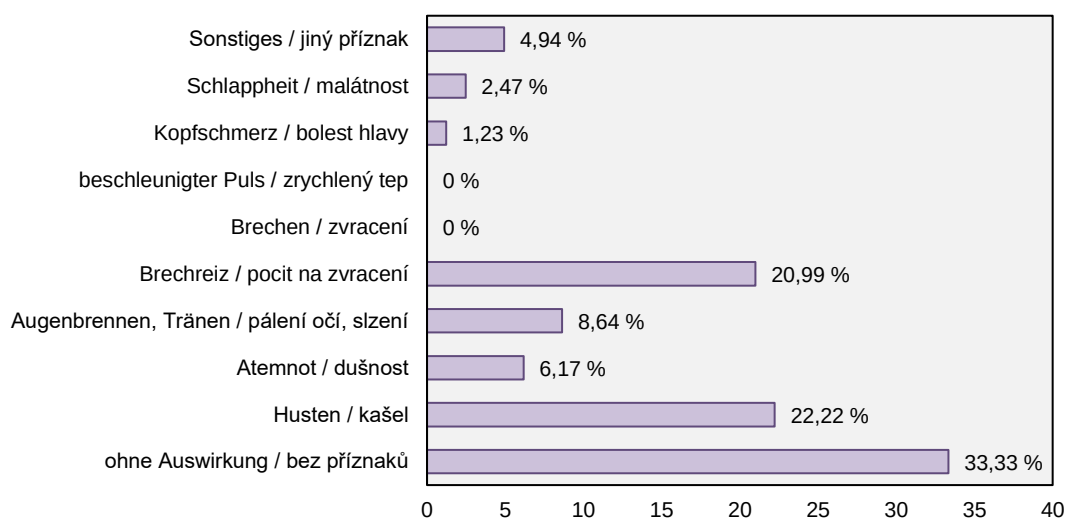
Nejvyšší četnost mezi záznamy z hlediska zdravotní odezvy expozice zápachu zaujímá, podobně jako v litvínovské oblasti, položka „bez příznaků“ (41,54 %). Dále mezi záznamy dominují příznaky kašel (27,69 %) – to je obdobné jako v litvínovské oblasti (16,09 %) a pocit na zvracení (26,15 %) – zde je patrný rozdíl, v litvínovské oblasti je to jen 7,13 %. Četnost popisu příznaku vlastními slovy je u karlovarských probandů podstatně nižší než u litvínovských (18,13 %). Za zmínku stojí také vyšší četnost příznaku „pálení očí, slzení“ v karlovarské oblasti.

Je tedy patrné, že s vyšší četností percepce zápachu sirovodíku vzrostla také odezva v podobě pocitu na zvracení. Zvracení jako takové ovšem vykázáno v žádném záznamu nebylo. S častějším výskytem sirnatých sloučenin v ovzduší může být také spojeno pálení očí či slzení. Probandi v karlovarské oblasti spíše využívali nabídnutých konkrétních možností zdravotního příznaku. V záznamech se objevil pouze zápis *povrchní mělké dýchání a mělké dýchání*. Položku „jiný příznak“ využili v rámci všech ostatních položek jen 5 % případů. V litvínovské oblasti to bylo 12,68 % případů.

Probandi v karlovarské oblasti vykázaly obdobné chování jako probandi v oblasti litvínovské. Rozdíl jsme zaznamenali především v určitých typech zápachu a jako důsledek i ve skladbě subjektivních zdravotních příznaků. Hlubší statistické testy významnosti rozdílu nemají v tomto případě smysl z důvodu velice malých četností záznamů v karlovarské oblasti (obr. 109, obr. 110).



obr. 109: Podíly jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků mezi záznamy – karlovarská obl. (%)



obr. 110: Podíly jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků mezi všemi nabídnutými příznaky celkově – karlovarská obl. (%)

Pomocí časových a prostorových modelových výpočtů s vysokým rozlišením (s horizontálními šířkami mřížek do 200 m) byly analyzovány a znázorněny vzduchové proudy v Krušných horách ve třech vybraných obdobích. Cílem vyšetřování bylo omezit možné příčiny vzniklých pachových událostí a vyloučit průmyslové závody a oblasti coby příčinu. Bylo zkoumáno proudění a vertikální výměnné procesy, které vedly k hromadění znečišťujících látek v České pánvi, nebo transportu vzdušných hmot přes horské hřebeny Krušných hor (obr. 111). Vzhledem k vysokému prostorovému rozlišení by měl být dopad komplexní orografie na proudění vzduchu v blízkosti země zobrazen co nejrealističtěji.



156

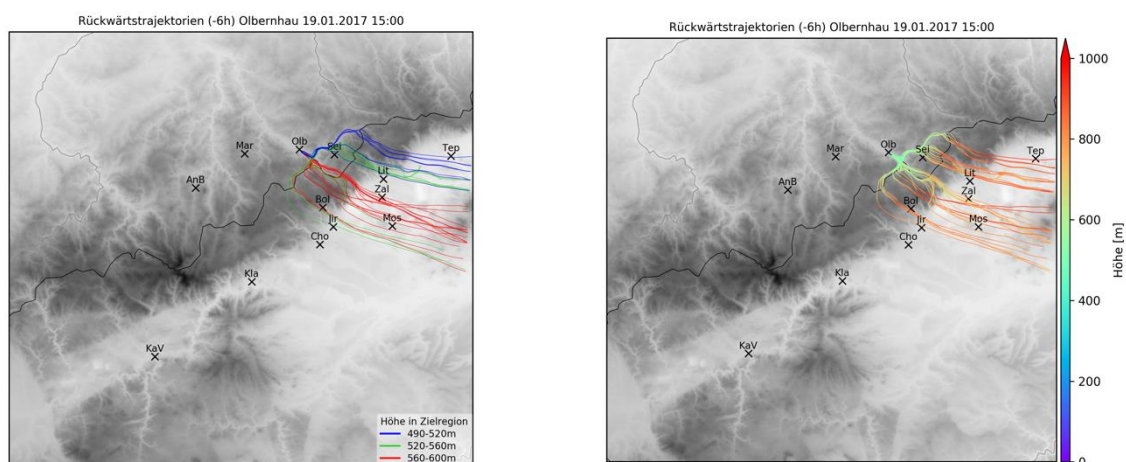
Pro výpočty a zkoušky byly podrobně použity následující tři modely:

1. Offline výpočet zadních trajektorií s modelem LAGRANTO (Miltenberger et al. 2013)
2. Odvození vztahů mezi zdrojem a receptorem a vizualizace vzorců proudění pomocí simulací COSMO-MUSCAT pro pasivní indikátory z fiktivních bodových zdrojů v různých výškách nad zemí (Wolke et al. 2012, Schättler et al. 2009, Baldau et al. 2011)
3. Propagační výpočty Lagrangeovým modelem částic LaPaSi spojeným online s COSMO (Faust 2017)

Níže jsou uvedeny výsledky za tři vybrané období.

Období od 19. do 21.01.2017 se vyznačovalo velmi stabilní stratifikací vrstev zemské atmosféry. Výška hlavní inverze ležela mezi 1000 m a 1400 m. Přitom došlo jen k malému vertikálnímu smíchání. Zatímco 19.01. zasáhla ještě asi výšky 300 m, 21.01.17 ležela při rozšíření méně než ve 100 m. Dále byla na konci posuzovaného období hlášena mlha. Obecně se tyto dva dny vyznačovaly nízkou rychlostí větru. Ve vysokých polohách Krušných hor proudil vítr z jihovýchodu na východ (obr. 111).

Analýza zpětných trajektorií prokázala, že trajektorie, které jsou v cílové oblasti (dobrovolném zkušebním místě) nízko (do 30 m nad zemí, modře značené na obr. 112), pochází převážně z oblasti východně od Litvínova. Trajektorie, které se dostanou do výšky 30 až 100 m nad úroveň terénu (zelená na obr. 112), zasahují zpět přes oblast mezi Boleborem, Jirkovem, Mostem a Litvínovem na jihovýchod.



obr. 112: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Olbernhau dne 19/01/2017 15:00.

Vlevo: Vybarveno podle výšky v cílové oblasti (modrá barva: nízká, zelená barva: středně vysoká, červená barva: vysoká). Vpravo: Vybarveno podle absolutní výšky. Základní údaje Orographie: NASA SRTM v4.1

Komplexnost orografie může být jasně vidět. Vzduchové balíčky z velké spádové oblasti a různé vrstvy vzduchu mohou dosáhnout stejného cílového prostoru přes různá údolí. Dne 21.01.17 směřují dolní zpětné trajektorie opět do oblasti mezi Litvínovem, Mostem a Jirkovem, později v průběhu dne jsou stále častější z oblastí východně od Litvínova. Trajektorie pocházející jihozápadně od Mostu, stejně jako západně od Jirkova, nemohly být zjištěny.

V období 25.-26. ledna 2018 byla teplota během dne mírně nad nulou, v noci mírně pod nulou. Vrstvení ve spodních vrstvách atmosféry bylo stabilní. Výška teplotní inverze byla asi 1200 m v obou dnech. Dne 25.01. bylo vertikální míchání v severočeské pánvi vážně omezeno výškami zemních směrů vrstev, někdy méně než 100 m. Dne 26.01. bylo vertikální míchání směšovací vrstev s výškami nad 300 m výrazně silnější. V obou dnech bylo v severočeské pánvi a vysokých polohách Krušných hor často mlhavé počasí. Ojedinelé bylo v české pánvi hlášení mrholení. Oba dny se opět vyznačují nízkou rychlostí větru v údolích na české straně Krušných hor (maximálně 10 km / h). Ve vyšších polohách vál zejména 26.01. silný vítr (> 40 km / h). V severočeské pánvi foukal vítr dne 25.01. původně z jihozápadních směrů. Od cca 18:00 hodin se vítr obrátil na jihovýchod a později dne 26.01. na sever (od 14:00 hodin).

Analýzy trajektorií ukazují, že až do 18:00 hodin dne 25.01. se neuskutečnil transport z východu a jihovýchodu do zkušebních míst (obr. 113). Nízké trajektorie směřují v tomto časovém období na západ přes Jirkov, Chomutov, Kadaň a Karlovy Vary podél severního

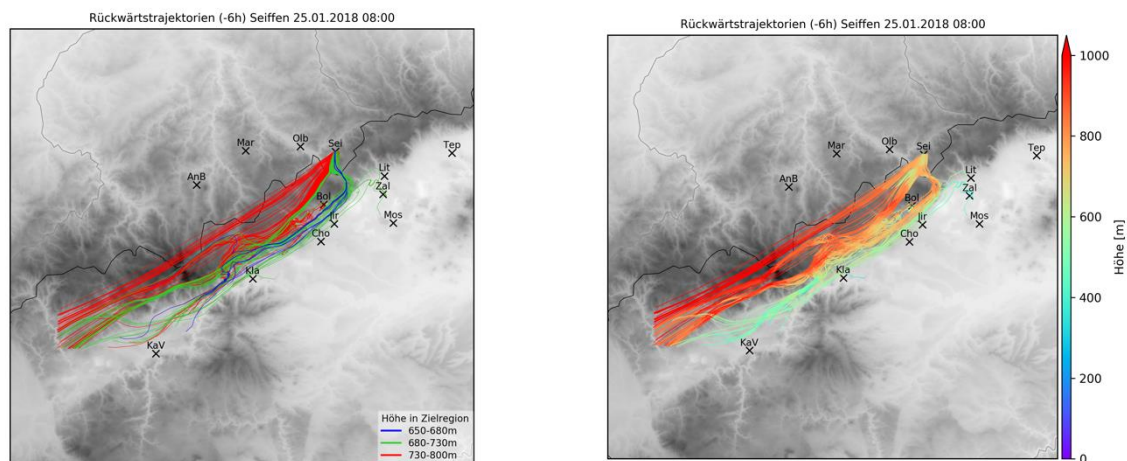
okraje Severočeské pánve, kde také probíhají v blízkosti země (v nejnižších polohách 100 m nad zemí).

Vzduchové balíčky byly ve vyšších vrstvách cílového místa (50 až 150 m) přepravovány podél hlavního hřebene Krušných hor ve vyšších vrstvách při vysokých rychlostech větru. Dolní zpětné trajektorie v Litvínově ukazují na oblast kolem Záluží a Mostu, mírně na západ.

Po 18. hodině směřují nízké trajektorie ve všech dobrovolných zkušebních lokalitách na oblast mezi Litvínskem, Mostem a jižně odtud (obr. 114). Na zkušební lokalitu v Litvínově dorazí všechny vzduchové balíčky z východu ve 21:00.

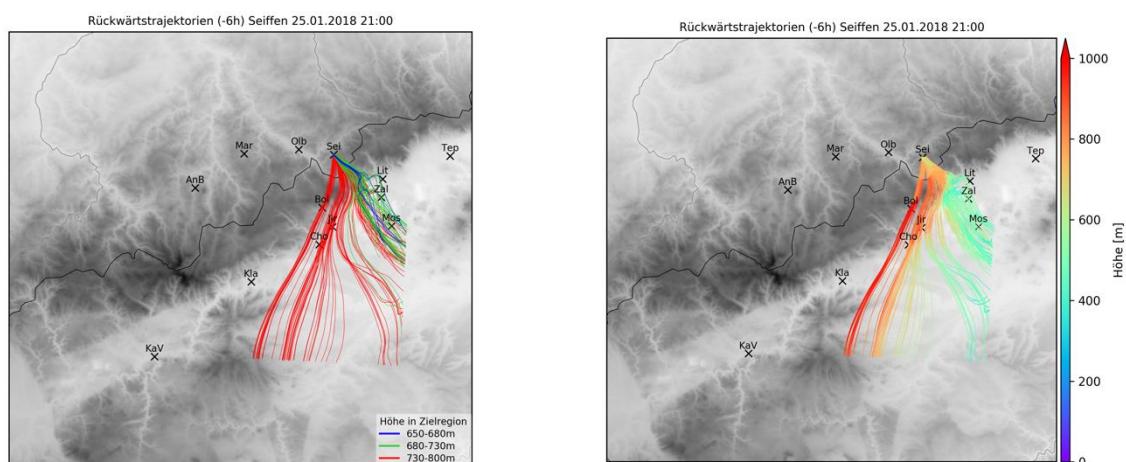
Dne 26.01. vanou silně trajektorie ve sledovaných místech a poukazují na povodí, které se táhne od Jirkova přes Most a Litvínov do Teplic. Nízké trajektorie ukazují více na východ (modrá barva), zatímco střední trajektorie směřují do oblasti kolem Litvínova a Mostu (zelená barva, obr. 115).

Vzduchové balíčky podél obou kategorií trajektorií pokrývají oblast v blízkosti země. Odpoledne se vítr otáčí severním směrem, sotva pak vykazuje zpětné trajektorie na jih (obr. 115).



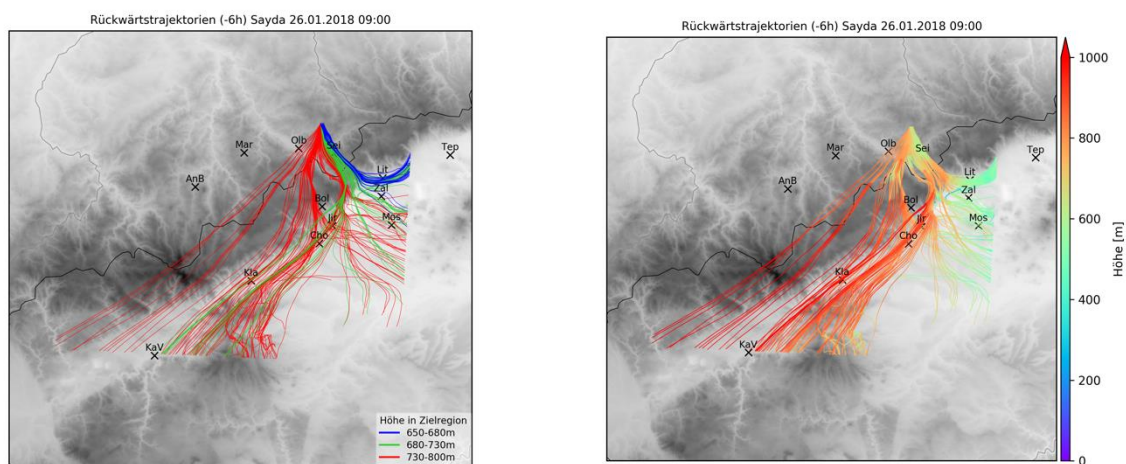
obr. 113: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Seiffen dne 25.01.2018 v 08:00 hodin.

Vlevo: Vybarveno podle výšky v cílové oblasti (modrá barva: nízká, zelená barva: středně vysoká, červená barva: vysoká). Vpravo: Vybarveno podle absolutní výšky. Základní údaje Orographie: NASA SRTM v4.1



obr. 114: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Seiffen dne 25.01.2018 v 21:00 hodin.

Vlevo: Vybarveno podle výšky v cílové oblasti (modrá barva: nízká, zelená barva: středně vysoká, červená barva: vysoká). Vpravo: Vybarveno podle absolutní výšky. Základní údaje Orographie: NASA SRTM v4.1



obr. 115: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Sayda dne 26.01.2018 v 09:00 hodin.

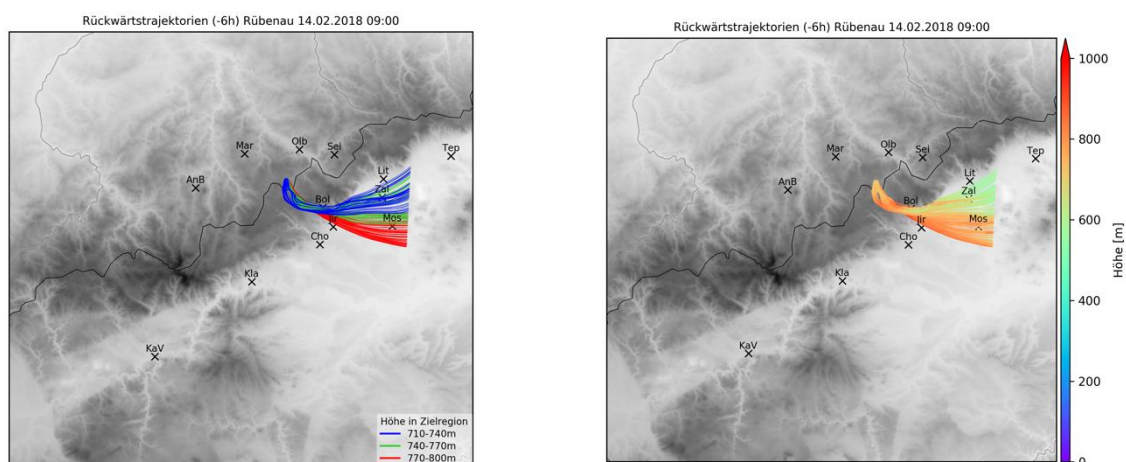
Vlevo: Vybarveno podle výšky v cílové oblasti (modrá barva: nízká, zelená barva: středně vysoká, červená barva: vysoká). Vpravo: Vybarveno podle absolutní výšky. Základní údaje Orographie: NASA SRTM v4.1

Ve dnech 14. a 15. února 2018 byly teploty ve studované oblasti většinou pod bodem mrazu. Pouze večer 15.02. vystoupala teplota nad bod mrazu. Na české straně a na hřebenech Krušných hor leželo asi 10 cm sněhu. Ráno dne 14.02. jsou atmosférické vrstvy stabilní. Během dne se stávají stále nestabilnějšími a smíšená vrstva dosahuje v severočeské pánvi nadmořské výšky asi 1000 m. Následujícího dne je dosaženo míchání výškových vrstev při max. 400 metrech. Od noci na 15.02. je na mnoha místech české pánve hlášena mlha a vlhký opar. Od cca 20:00 hodin dne 15.02. začíná sněžit. Lehký až silnější vítr vane v nížinách převážně z východu, ve vysokých polohách středně až silněji z jihozápadu. V průběhu dne 15.02. se vítr otáčí jižně na jihozápad.

Zpětné trajektorie se dne 14.02. ukazují v údolí severočeské pánve, všechny směřují na východ podél severní strany údolí (obr. 116).

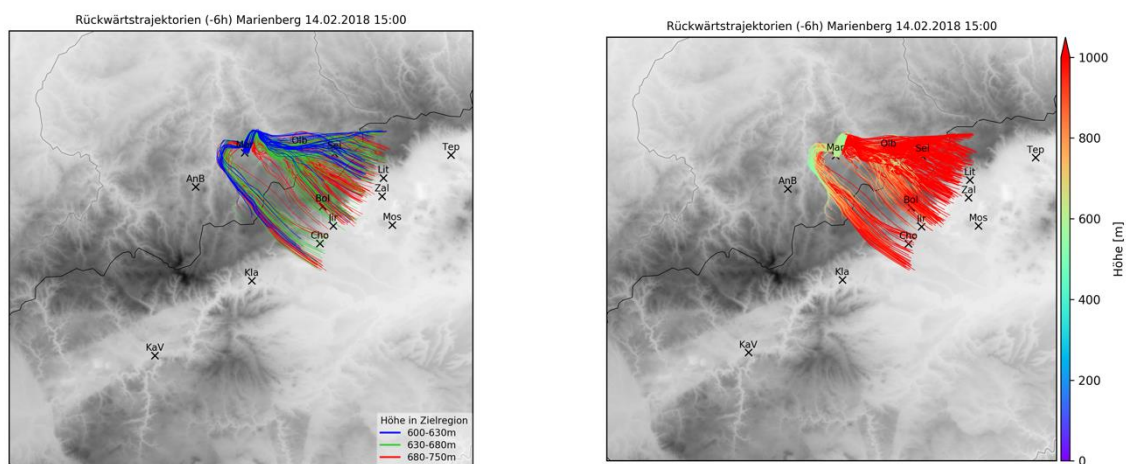
Přechod přes Krušné hory do Marienbergu probíhá přes obec Klíny, přes Deutschneudorf, Seiffen a Olbernhau, přes Bolebor nebo přes Horu Svatého (obr. 117), kde se v blízkosti země na české straně nacházejí pouze západní trajektorie. U obce Rübenau dochází ke vzdušnému přenosu přes Bolebor nebo Horu Svatého, obec Sayda přes Klíny.

Dne 15.02. směřují zpětné trajektorie během sledovaných časových úseků dopoledne směrem na jih a jihovýchod přes oblast mezi Litvínovem, Mostem a Jirkovem. Od odpoledne se vzduchové balíčky dostávají častěji ze západu přes Chomutov, Jirkov a Bolebor nebo přes Deutschneudorf do obcí Seiffenu a Olbernhau (obr. 118).



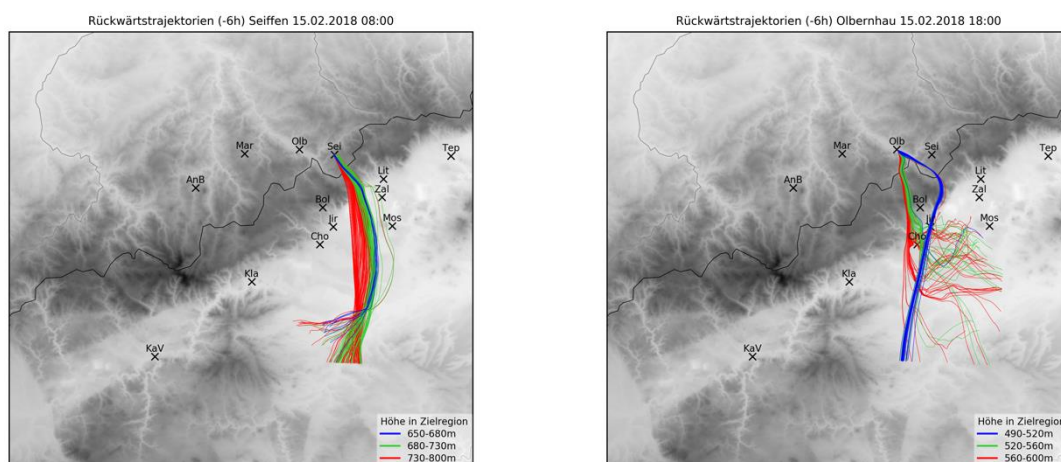
obr. 116: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Rübenau dne 14.02.2018 v 09:00 hodin.

Vlevo: Vybarveno podle výšky v cílové oblasti (modrá barva: nízká, zelená barva: středně vysoká, červená barva: vysoká). Vpravo: Vybarveno podle absolutní výšky. Základní údaje Orographie: NASA SRTM v4.1.



obr. 117: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Marienberg dne 14.02.2018 ve 14:00 hodin.

Vlevo: Vybarveno podle výšky v cílové oblasti (modrá barva: nízká, zelená barva: středně vysoká, červená barva: vysoká). Vpravo: Vybarveno podle absolutní výšky. Základní údaje Orographie: NASA SRTM v4.1.



obr. 118: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Seiffen (vlevo) dne 15.02.2018 v 08:00 hodin a obec Olbernhau (vpravo) dne 15.02.2018 v 18:00 hodin

(Vybarveno podle výšky v cílové oblasti (modrá barva: nízká, zelená barva: středně vysoká, červená barva: vysoká)). Základní údaje Orographie: NASA SRTM v4.1.

6.2 ANALÝZY VZORKŮ ODEBRANÝCH DO KANYSTRŮ

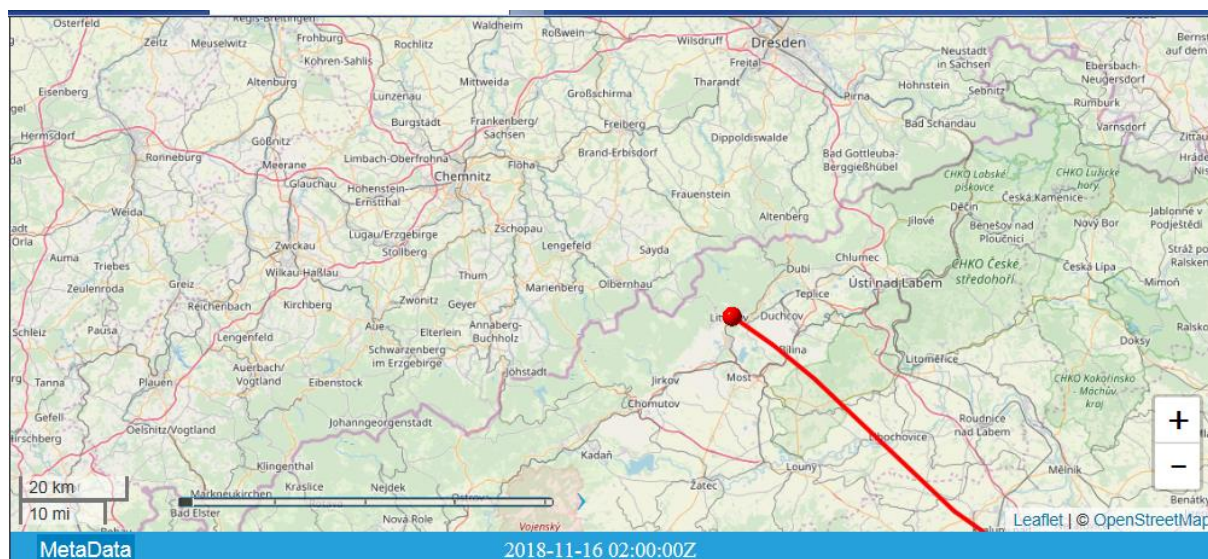
V rámci programu probandů bylo odebráno v průběhu projektu OdCom celkem 48 kanystrů v lokalitách: Deutscheinsiedel, Háj u Duchcova, Kuhnheide, Litvínov, Marienberg, Neuhausen, Neurehefeld, Nová Ves v Horách, Olbernhau, Sayda, Seiffen, Vřesová. Kanystry byly po transportu do laboratoře analyzovány metodou TD-GC-MS a prokázané analyty byly přepočteny na hodnoty OAV (ou/m^3). Maximální naměřená hodnota OAV byla 59,75 a minimální 0, průměrná hodnota 6,17 a medián 1,20 (ou/m^3). Nejvíce vzorků bylo odebráno v Seiffenu (17) a v Háji u Duchcova (7). Výsledky jsou shrnuty v Tab. p. 17.

Pro případnou identifikaci zdroje je důležité znát směr větru v době odběru. Pro tento účel byl využíván NOAA HYSPLIT Trajectory Model. Údaje o směru větru na odběrových místech jsou uvedeny pro hodnoty $\text{OAV} \geq 10$ (ou/m^3).

Litvínov 16.11.2018

Tento vzorek byl odebrán při JV proudění, prokázané analyty, karbonyly, aromatické uhlovodíky. Pravděpodobný zdroj zápachu Unipetrol. Hodnota OAV 24,3 ou/m^3 (obr. 119).⁸

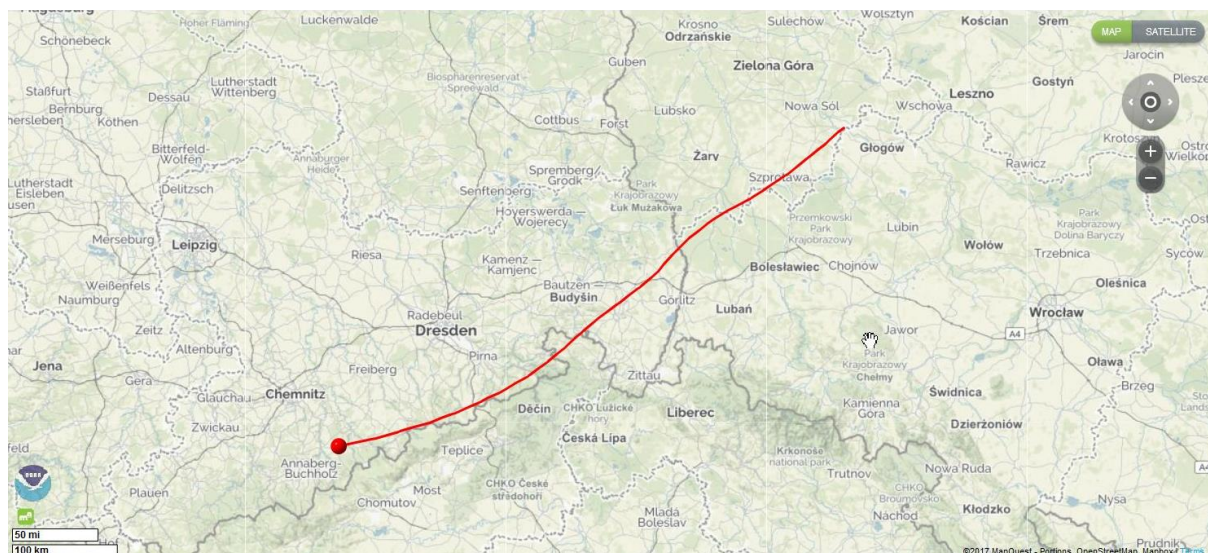
⁸ Zařízení podléhající schválení na saské straně, která by rovněž mohla být zdrojem.



obr. 119: Zpětné trajektorie pro odběr Litvínov. Údaje probanda: chemický zápach, zemní plyn, velmi obtěžující.

Marienberg 08.02.2017

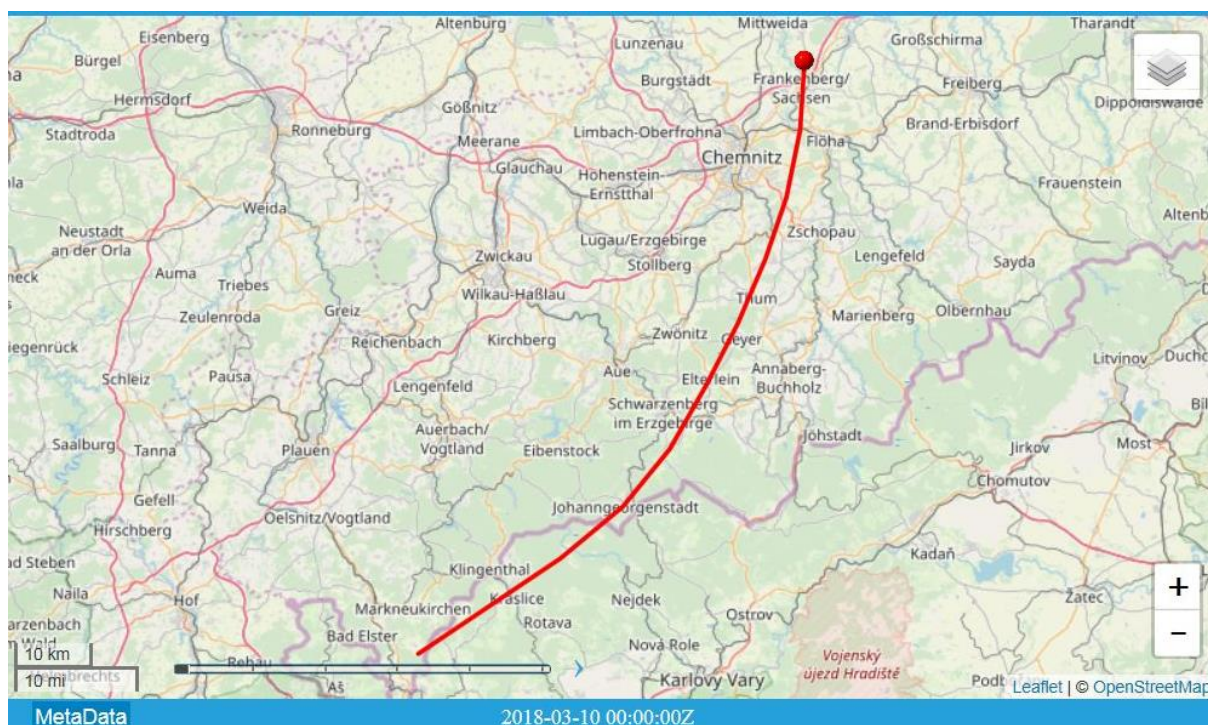
Při odběru vzorku bylo SV proudění a prokázané analyty byly alifatické a aromatické uhlovodíky, karbonyly, tetrachlorethylen, a-pinen a limonen. Hodnota OAV 26,09 ou/m^3 (obr. 120).



obr. 120: Zpětné trajektorie pro odběr Marienberg. Údaje probanda: zemní plyn, slabý zápach.

Neuhausen 10.03.2018

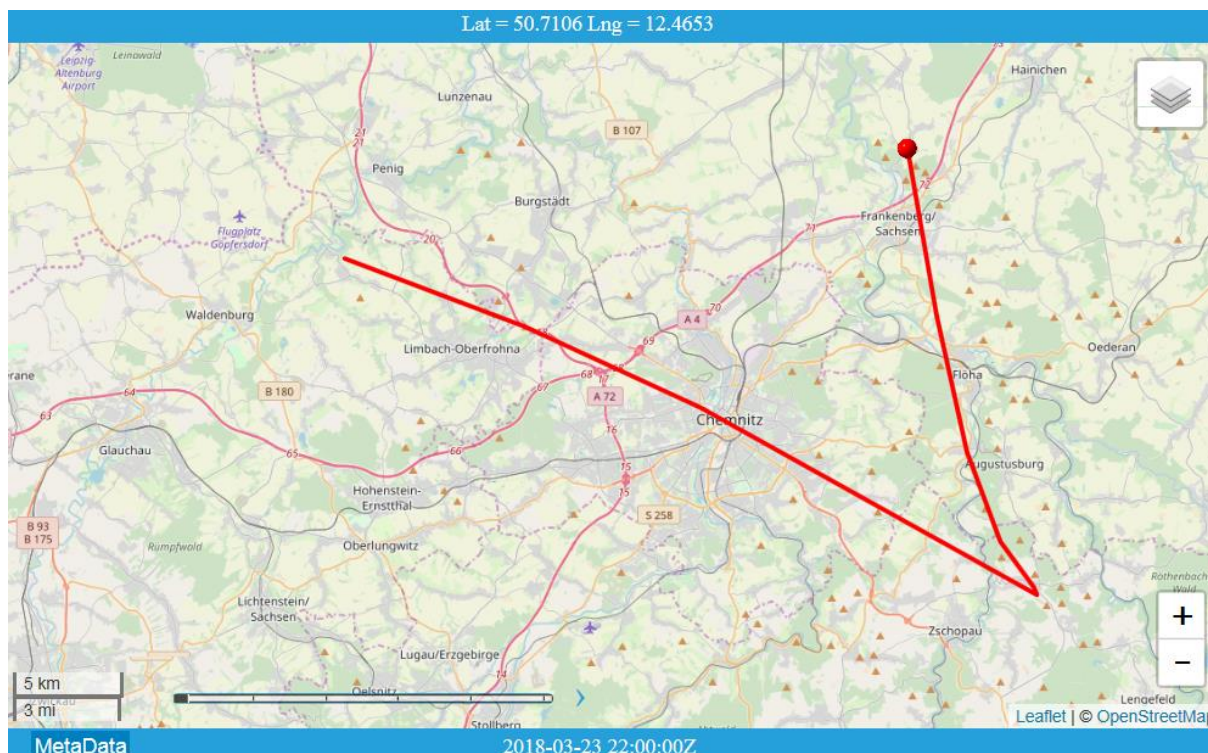
V době odběru vzorku převládalo jižní proudění, prokázané analyty byly alifatické a aromatické uhlovodíky, ethanol, α -pinen, β -pinen, limonen, eukalyptol, vyšší alifatické aldehydy oktanal, nonanal, dekanal. Hodnota OAV 43,49 ou/m^3 (obr. 121).



obr. 121: Zpětné trajektorie pro odběr Neuhausen. Údaje probanda: silný štiplavý zápach

Neuhausen 10.03.2018

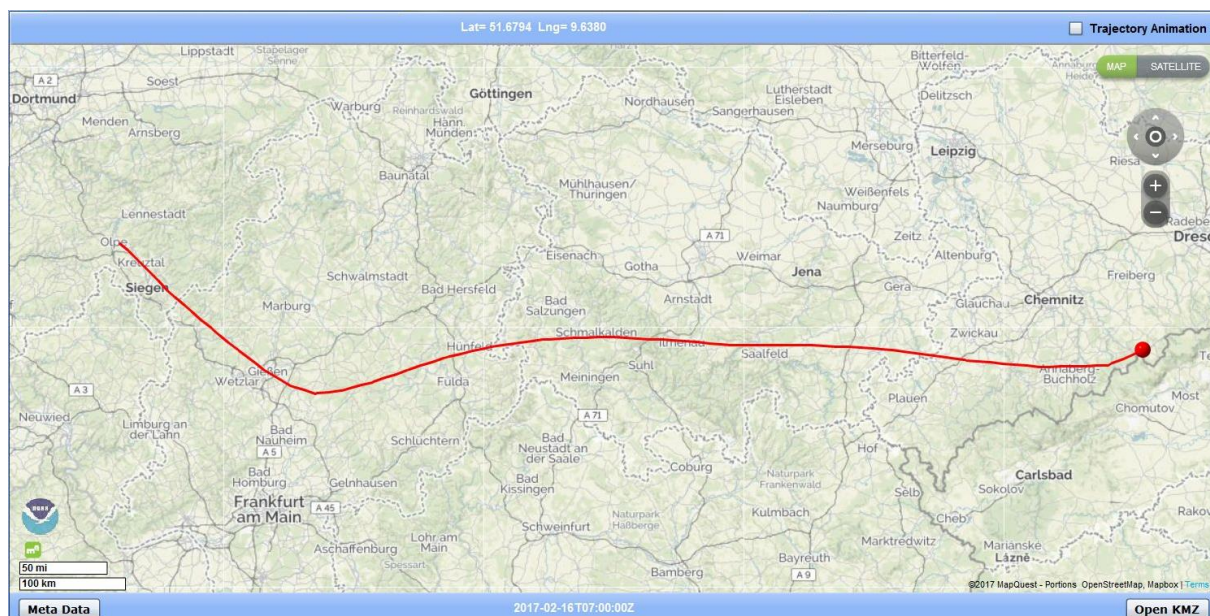
Alifatické uhlovodíky C4-C8, cykloalkany, aromatické uhlovodíky, Hodnota OAV 10,16 ou/m^3 (obr. 122).



obr. 122: Zpětné trajektorie pro odběr Neuhausen. Údaje probanda: zápach připomínající chladicí věž elektrárny, parní lokomotivu, spalování odpadu.

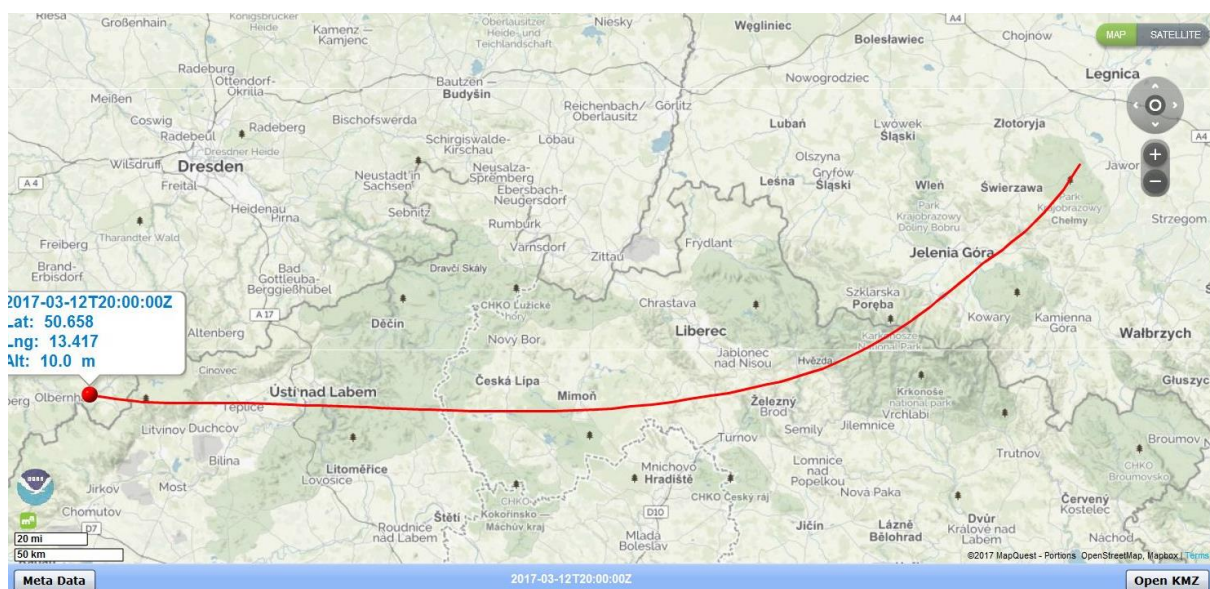
Seiffen

V Seiffenu bylo registrováno nejvíce stížností na kvalitu ovzduší a s tím souviselo i množství vzorků odebraných do kanystrů. Druh zápachu dle probandů je uveden v Tab.1 a popsané vjemy zápachu byly značně rozdílné: benzin, uhlí, sladký, chemie, plyn, dehet, spalování umělé hmoty. Popis jednotlivých epizod s hodnotami OAV ≥ 10 jsou na obr. 123, obr. 124, obr. 125, obr. 126.

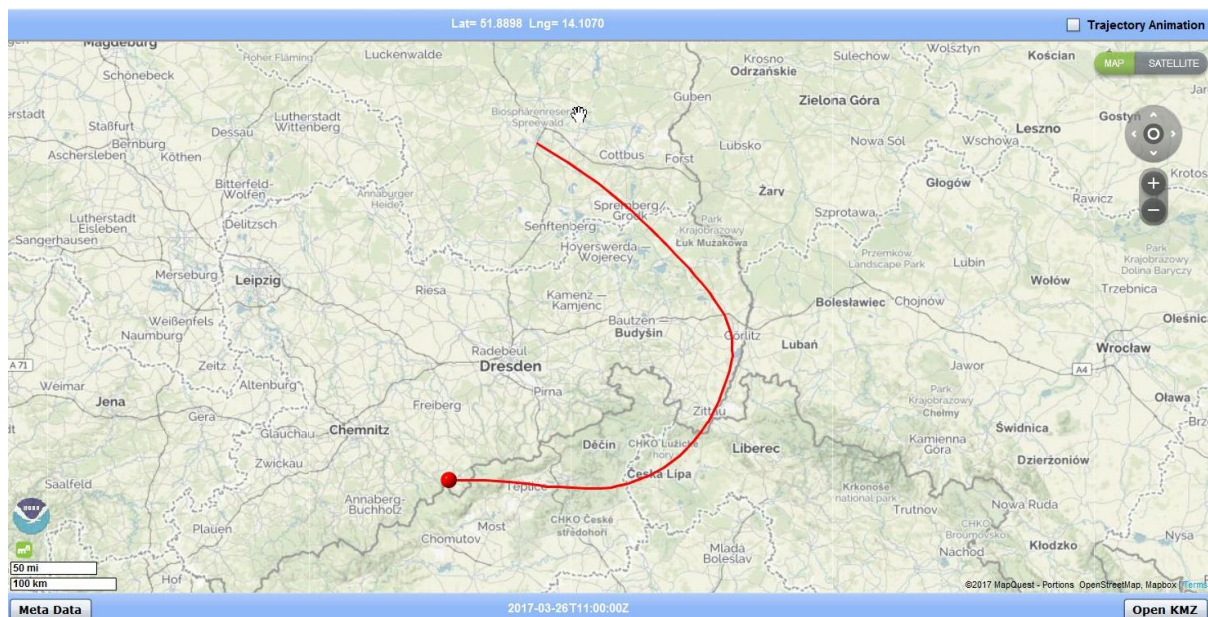


obr. 123: Seiffen 17.02.2017. Prokázané analyty: hexanal, benzaldehyd, oktanal, dekanal, toluen, tetrachlorethylen, naftalen, hodnota OAV 42,88 (ou/m³).

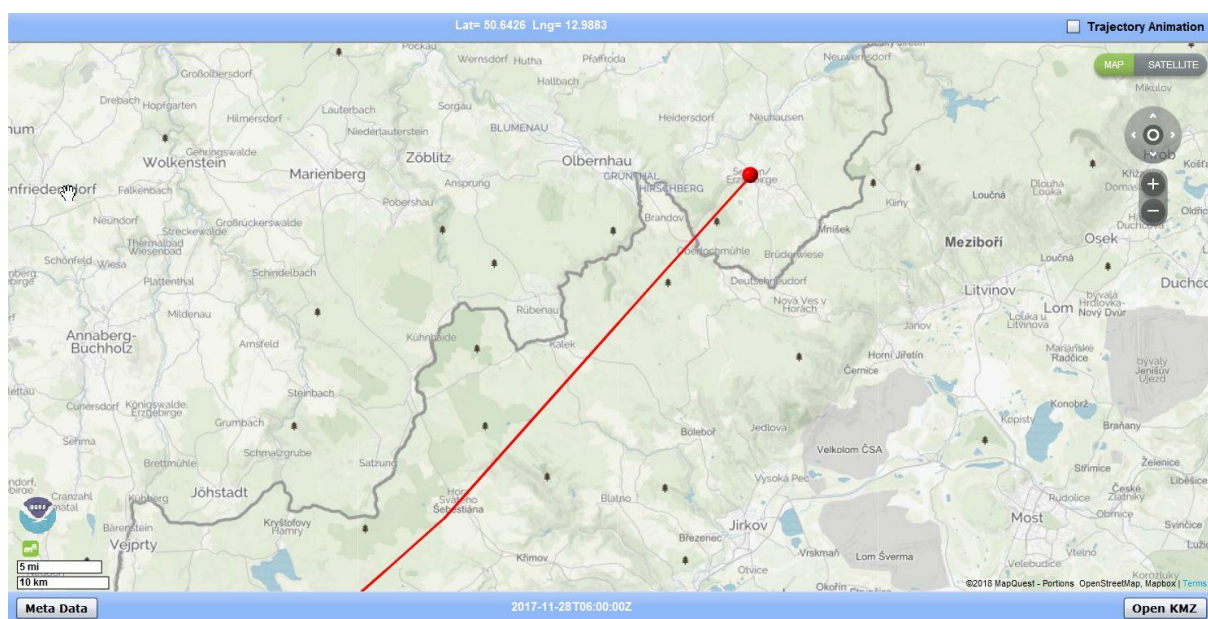
Údaje probanda-středně obtěžující zápach-uhlí. Poměr koncentrací tetrachlorethylenu a toluenu byl v tomto vzorku 0,36 (ppbv/ppbv). Což odpovídá poměrům těchto analytů prokázaných stacionárními odběry na rozhledně Jeřabina (0,39) a v Deutschneudorfu (0,28). Pravděpodobný zdroj je spalování uhlí (Garcia et al. 1992).



obr. 124: Seiffen 17.03.2013. Prokázané analyty: alifatické a aromatické uhlovodíky, aldehydy, hodnota OAV 33,4 (ou/m³). Údaje probanda-sladký odporný zápach.

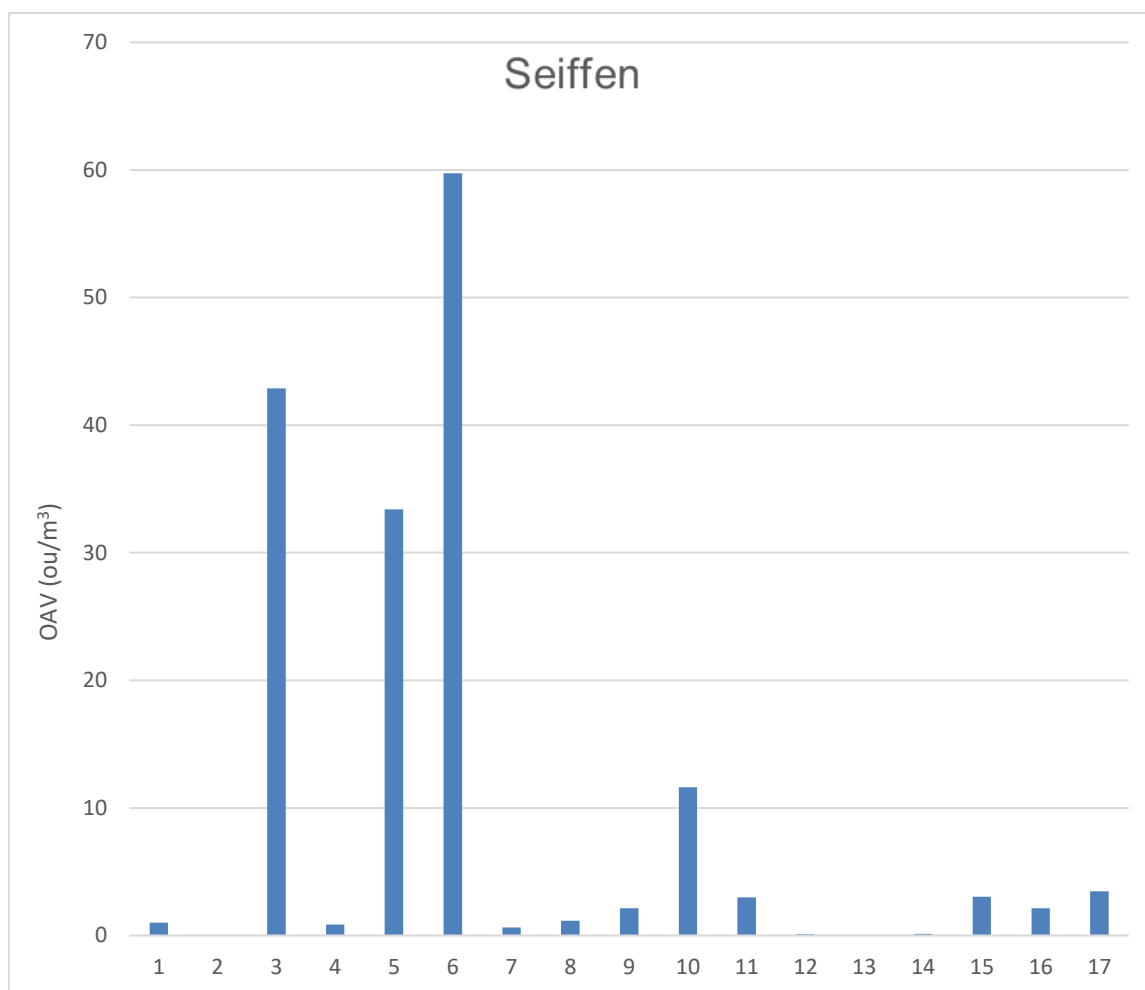


obr. 125: Seiffen 27.03.2017 - Prokázané analyty: alifatické, aromatické uhlovodíky a aldehydy, hodnota OAV 59,75 (ou/m³). Údaje probanda-lehký zápach.



obr. 126: Seiffen 28.11.2017 - Prokázané analyty: ethylacetát, butylacetát, MIBK, CFCl₃, hodnota OAV 11,61 (ou/m³). Údaje probanda-odporný, sladký zápach.

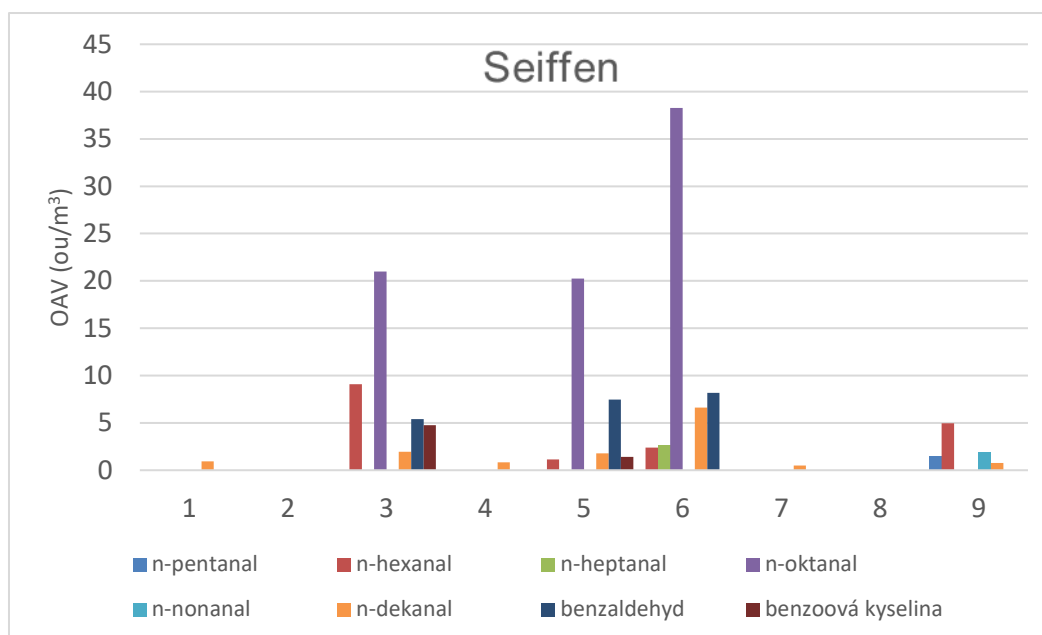
Celkový počet stížností a hodnoty chemicky prokázaných zápachů jsou na obr. 127.



obr. 127: Chemicky prokázané hodnoty OAV (ou/m³) při jednotlivých epizodách (celkem 17) v Seiffenu.

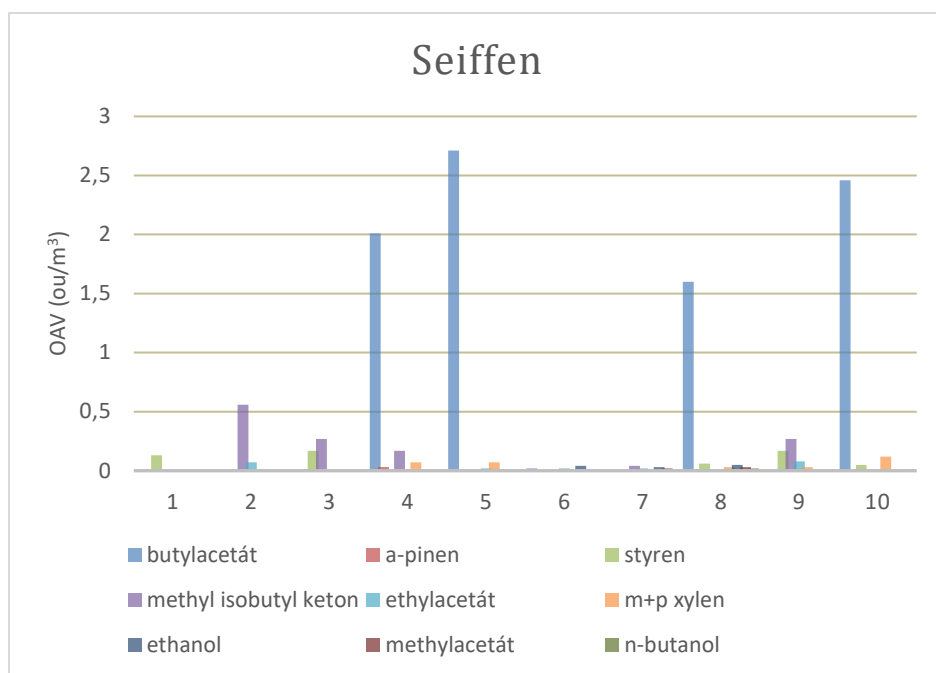
Analyty prokázané v Seiffenu byly odlišné od ostatních lokalit a koncentrace prokázaných látek v mnoha případech překračovaly jejich čichový práh.

Ve vzorcích byly nacházeny vysoké koncentrace aldehydů a kyseliny benzoové (obr. 128). Tyto sloučeniny mají velice nízké čichové prahy a mohly též významně přispívat k čichem registrovaným nepříjemným vjemům v této oblasti. Čichové hodnocení těchto vzorků probandy bylo asi toto: chemický zápach, uhlí, benzin.



obr. 128: Hodnoty OAV aldehydů a kyseliny benzoové prokazované v Seiffenu a jejich koncentrace v pachových jednotkách OAV (ou/m³) prokázané v 9 vzorcích.

Vysoké koncentrace (10^1 - 10^2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) některých sloučenin jako např. aromatické uhlovodíky (toluen, ethylbenzen, xyleny), estery kyseliny octové (butylacetát, ethylacetát), ethanol, methyl isobutyl keton (MIBK) byly registrovány od 10/2017 a nasvědčovaly tomu, že poblíž místa odběru vzorků v Seiffenu bude pravděpodobně nějaký významný zdroj těchto látek (obr. 129). Tyto látky jsou využívány jako rozpouštědla při nátěrech.

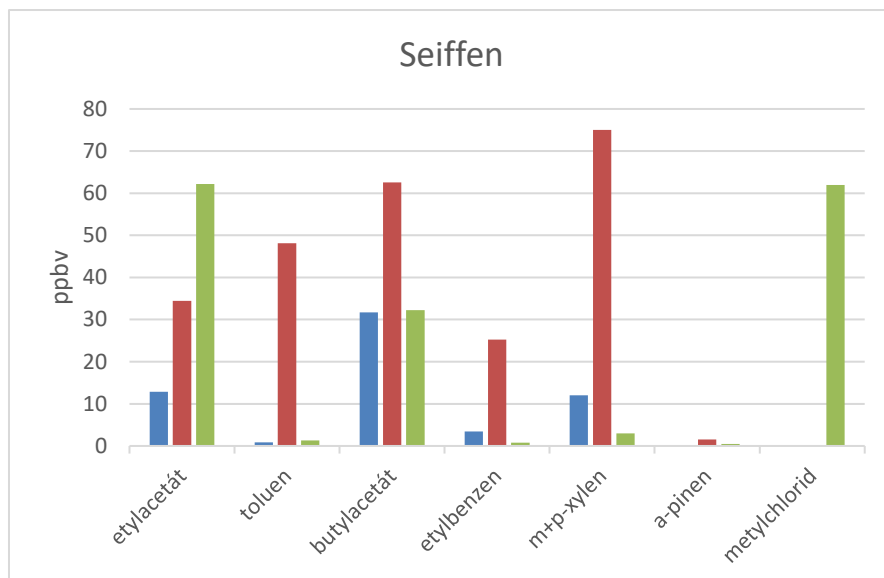


obr. 129: Prokázané analyty-rozpouštědla v Seiffenu a jejich koncentrace v pachových jednotkách OAV (ou/m³) prokázané v 10 vzorcích.

Po několika návštěvách Seiffenu a za využití softwaru NOAA Hysplit Trajectory Model, se podařilo objevit zdroj těchto zápachů. továrnu na výrobu nábytku v Seiffenu.

Byl odebrán vzorek poblíž výroby, který vykazoval nasládlý zápach po esterech kyseliny octové. Pro porovnání byla vzorkována i prodejna barev a laků PROSOL poblíž Seiffenu.

Naměřené koncentrace v prodejně barev spolu se vzorkem odebraným v Seiffenu dne 17.11.2017 jsou na obr. 130.



obr. 130: Koncentrace rozpouštědel prokázané: U výrobný nábytku Seiffen (modrý sloupec), prodejna barev (červený sloupec), vzorek ovzduší odebraný v Seiffenu 171128 (zelený sloupec).

Kromě těchto sloučenin byly v celé řadě vzorků prokázány C_2 - C_4 chlorfluorované sloučeniny (CFCl), viz Tab.1. Domníváme se, že 1,2,3,4-tetrachloro-1,1,2,3,4,4-hexafluorobutan, který je přidáván do polymerů (US patent 4041115 A) je uvolňován spolu s dalšími perhalogenovanými sloučeninami do ovzduší při spalování plastů.

V Seiffenu byl na základě stížností probandů a analýzy odebraných vzorků ovzduší do kanystrů prokázány minimálně dvě významné skupiny látek:

- 1) aldehydy, alifatické a aromatické uhlovodíky, které mohou mít původ ve stacionárních zdrojích (spalování dřeva a uhlí) a dopravě.
- 2) estery kyselin, MIBK, aromatické uhlovodíky jejichž zdrojem je výroba nábytku v Seiffenu.

Závěr

Zapojení probandů pro odběry vzorků pachových látek do kanystrů s následnou chemickou analýzou pachových látek se osvědčilo. TD-GC MS analýzou se podařilo identifikovat, stanovit a vyhodnotit celou řadu zapáchajících látek v ovzduší a ve spojení s vyhodnocením směru větru pomocí zpětných trajektorií i odhadnout zátěž oblastí nepříjemným zápachem a ukázat na hlavní zdroje zápachu ve sledované oblasti.

Acknowledgment

The authors gratefully acknowledge the NOAA Air Resources Laboratory (ARL) for the provision of the HYSPLIT transport and dispersion model and/or READY website (<http://www.ready.noaa.gov>) used in this publication.

6.3 VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ ZE ZDRAVOTNÍHO HLEDISKA – HODNOCENÍ EPIZOD ZÁPACHU

Ve volném ovzduší jsme identifikovali organické látky a to při výskytu pachových epizod, které popsali čičači. Organické látky většinou mají většinou narkotický účinek a dráždí respirační trakt. Některé mají i účinek další (druhá fáze přeměnou látky v těle).

Při chronické otravě poškozují nervový systém a působí dráždivě na sliznici a kůži. Jejich účinek se vykládá afinitou k tukům. Některé aromatické uhlovodíky s větším počtem jader jsou karcinogeny.

Hodnocení akutního efektu

Hodnoty uhlovodíků byly hodnoceny z hlediska jejich dlouhodobých účinků na zdraví. Ke kontinuální expozici těmito látkám z kanystrů nedochází. Vzduch obsažený v kanystrech se vyskytoval sporadicky po dobu několika minut. Zde popsané účinky na zdraví nastávají pouze tehdy, pokud jsou občané těmito látkám vystaveni trvale, k čemuž ovšem nedocházelo. Vzorky z kanystrů pokusných osob nejsou vhodné k činění závěrů o dlouhodobé expozici.

Nejprve jsme vyloučili efekt akutní. Koncentrace nikdy nedosáhly takové výše, aby bezprostřední zdravotní efekt měly. Porovnali jsme je s emergentními koncentracemi publikovanými AIHA.

Hodnocení dlouhodobého efektu

U některých měřených látek existuje zvýšená pravděpodobnost poškození zdraví při dlouhodobé expozici.

Vyhodnotili jsme zjištěné hodnoty uhlovodíků z hlediska dlouhodobého působení na zdraví. Zvolili jsme scénář, kdy naměřené hodnoty by trvaly po celý život obyvatel. Toto hodnocení lze napadnout, protože pro tento záměr chybí dlouhodobý trvalý monitoring organických látek. Tento přístup považujeme za jediný možný, je spojené s velkou nejistotou. Hodnocení můžeme považovat spíše za orientační. Odběry při pachových epizodách nejsou relevantní dlouhodobému působení, trvají pouze deset minut.

Dál se věnujeme-li jednotlivým kontaminantům, které se vyskytují v hodnotách, kdy jejich poměr koncentrace zjištěné a referenční je vyšší a zvyšují tak pravděpodobnost vlivu na zdraví.

Hexan dal poměr měřené a referenční koncentrace 0,2 jen jednou, naftalen 0,1, jen jednou. Terpenoidy se vyskytovaly v nízkých koncentracích. Etyléter byl jednou v SRN, HQ 0,1. Často se vyskytl etanol a to pouze v SRN a HQ byl v hodnotách 0,4-0,7. Pyridin byl nalezen jednou v ČR, HQ byl 0,4.⁹

Chloroform, pouze v Německu, vyjádřen HQ dal 7,2. Metylchlorid byl pouze v SRN, HQ dal 1,4-2,6.

Benzen a jeho nekarcinogenní působení bylo hodnoceno na německé straně HQ 0,09-3,19. Na české pak 0,3-0,4. Styren i toluen byly vyjádřeny HQ v setinách až tisícinách.

Významnou znečišťující látkou byl 2- propennitril a to pouze na německé straně, podílel se na HQ 2,3-8,3. Významnou skupinou byly estery kyseliny octové a mravenčí v Německu, vyjádřené HQ daly 0,07-3,6. V ČR řádově níže. V ČR se jednou vyskytla kyselina mravenčí v poměrně vysoké koncentraci – k tomu byl i HQ 8,3. Dvakrát byl nalezen v SRN 2, etoxy-2metoxy, etanol, který přinášel, pokud by byl celoživotně vdechován, HQ 1,4 a 2,4.

Kyselina octová se vyskytla v SRN často, vyjádřena HQ 0,5-1,4. V Čechách o řád níže.

Isopentan byl pouze v SRN, výsledkem byl 0,3-0,5 HQ.

Všechny sloučeniny, pokud se spolu i vyskytují, se na zdraví uplatňují současně a mají i podobný účinek.

⁹ Hazard Quotient (HQ) se překládá jako kvocient ohrožení. Je to poměr potenciální expozice určité látky a úrovně, při které se neočekávají žádné nepříznivé účinky. Pokud je kvocient ohrožení menší než 1, neočekávají se v důsledku expozice žádné nepříznivé účinky na zdraví.

7 DÍLČÍ PROJEKT 4: ODHAD ZÁTĚŽE ZÁPACHEM A PŮSOBENÍ ZÁPACHOVÝCH EPIZOD A ŠKODLIVIN V OVZDUŠÍ V SASKO-ČESKÉM POHRANIČÍ

7.1 VÝSLEDKY ANALÝZY PRIMÁRNÍCH DAT / VÝSLEDKY ANALÝZ PRIMÁRNÍCH DAT

7.1.1 Skupinová diskuse s obyvatelstvem a odbornou veřejností

Sasko

1) Kvalita ovzduší, zápachové epizody

Požádali jsme účastníky, aby se vyjádřili k životního prostředí v jejich okolí. Pouze jedna osoba se vyjádřila v tom smyslu, že důvodem znečištění ovzduší není jen vzduch z České republiky. Pro tři ze čtyř účastníků byly vyskytující se zápachové epizody pro stav životního prostředí zásadní. Životní prostředí jsou pro ně zápachové epizody a znečišťující látky v ovzduší vůbec nezohledňují.

2) Diskuse o zápachových epizodách a jejich hlášení

Všichni se cítí být zápachovými epizodami obtěžováni. Účastníci jednomyslně zdůrazňují, že se zápachové epizody vyskytují při jihovýchodním proudění větru, v případě mlhy z České republiky a převážně v zimních měsících.

Ne každá mlha ale přináší automaticky zápach. Účastníci vysvětlují, jak se vzduch do Krušných hor dostává a zápach „přeteče“ přes hřeben. Zápach je popisován jako „katzen-dreck“, asfalt, benzol, umělá hmota, výfukové plyny, ocet, síra, zatuchlý, merkaptany, chemické sloučeniny, ale také jako domácí topeniště a grilování. Z toho jasně vyplývá, že určité zdroje zápachu nemohou pocházet z České republiky. Při výskytu mlhy nedochází nutně k zápachové epizodě.

Jeden účastník říká, že má při mlze z určitého směru větru zdravotní problémy. Ačkoliv v určitý den není zápach cítit, dostávají se do Olbernhau podle informací jednoho z účastníků „substance, které způsobují nemoci“ z vnějšího ovzduší.

Domácím topeništěm, topením dřevem a uhlím, je přisuzován rozdílný význam při výskytu zápachových epizod.

3) Možné zdravotní následky v sasko-českém pohraničí

Pro účastníky bylo důležité hovořit o symptomech nemocí nebo onemocněních spojených se zápachem. Účastníci mluví o symptomech onemocnění, jako je kašel, pálení v

hrdle a nosu a slaný pocit v puse. Dále sem patří problémy s krevním oběhem, srdce, zažíváním, průjmy, bolení hlavy, nevolnost, závrať. Jeden účastník zevšeobecňuje fakt, že zápach způsobuje trvalý kašel. Symptomy a obtíže zmizí, když respondenti odcestují. Během dovolené se uzdraví a někteří jsou bez obtíží.

Zápachovými epizodami resp. látkami v ovzduší, které způsobují onemocnění, jsou dotčeny zejména děti a chronicky nemocní lidé. Jeden z účastníků tvrdí, že v některé dny jde k lékaři obzvláště hodně školních dětí nebo je pošlou ze školy domů. Příčinou jsou látky, které se do Krušných hor a Fojtska dostávají z České republiky.

Jeden z účastníků pochybuje to tom, jestli jsou všechny jeho příznaky onemocnění způsobovány ovzduším.

4) Hlášení zápachové epizody a rezignace

Jeden z účastníků používá možnost hlášení na „zápachovou linku“. Popisuje jeden telefonát na Saské státní ministerstvo životního prostředí a zemědělství. Je zjevné, že zápachové epizody jsou oficiálním místům sice hlášeny, dotčený je však k opatřením kritický resp. je nepovažuje za nezbytné.

Česká republika:

V České republice panuje konsensus, že k zatěžování zápachem dochází a že zápach je různou měrou nepříjemný a může obyvatele obtěžovat. Průmysl v České republice si je tohoto problému vědom. Hlášení zápachových epizod je v České republice málo rozšířené.

7.1.2 Anketa

7.1.2.1 Popis populace

Na německé straně je k dispozici 1875 datových souborů z dotazníkového šetření prováděného poštou (a) v hlavní oblasti a 516 datových souborů z telefonického dotazníkového šetření (b) v celé saské sledované oblasti. K tomu je nutno připočítat 130 respondentů z dotazníkového šetření prováděného poštou s kombinovanými otázkami (a & b) v české projektové oblasti. Ohledně základních charakteristik stáří a pohlaví jsou obě skupiny respondentů poštovního dotazníkového šetření (a) podobné; zásadní rozdíly jsou však v době života v současném bydlišti, vzdělání a kouření (Tab. p. 18). U skupiny respondentů vyhodnocované z telefonického šetření (b) je průměrný věk 56 ($SD=14$) let a zhruba

polovina jsou důchodci.¹⁰ Úroveň formálního vzdělání byla v Sasku (zhruba dvě třetiny ukončené základní vzdělání) nižší než v Česku (zhruba tři pětiny středoškolské vzdělání). Zastoupení žen v saském vzorku činí 55 % (populace: 51 %) a je tedy lehce vyšší.

7.1.2.2 Vnímání zápachových epizod

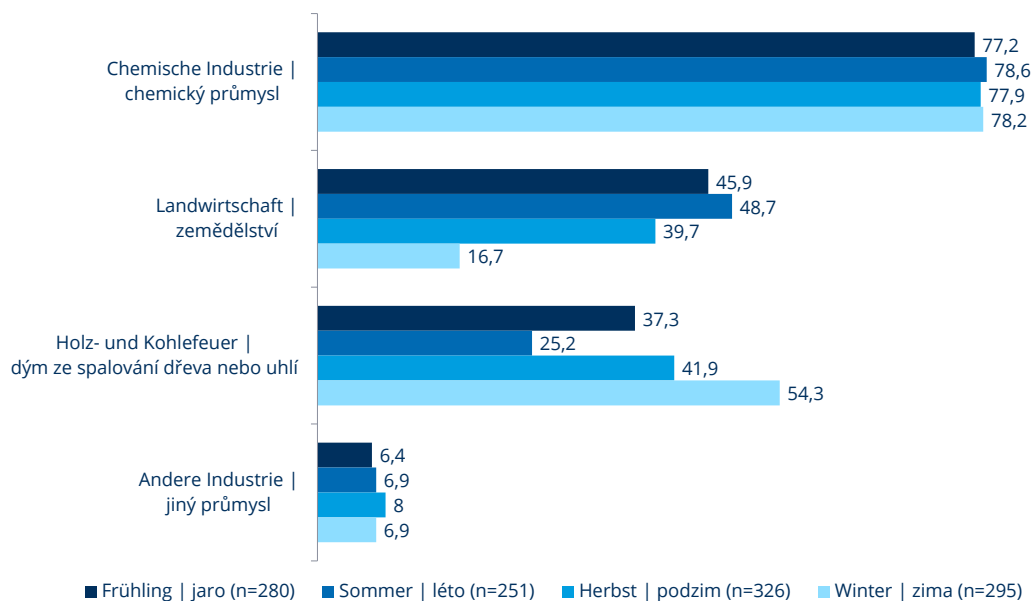
62 % respondentů vnímalo ve svém bydlišti nepříjemný zápach, přičemž nebyly zjištěny žádné rozdíly vzhledem k sociodemografickým údajům (věk, vzdělání, pohlaví). Výrazné rozdíly jsou však vzhledem k oblasti. 87 % osob, které žijí v hlavní oblasti (Sasko), uvádí, že ve svém bydlišti vnímají nepříjemný zápach. Naopak v okrajových oblastech vnímá nepříjemné zápachy ve svém bydlišti pouze 61 % obyvatel a pouze 44 % na české straně ($\chi^2(2)=38,46$; $p<,001$; $V=,248$). V případě dotazu na obtěžování zápachem v celé sledované oblasti (a nikoliv pouze přímo v místě bydliště) jej vnímá dokonce zhruba 70 % obyvatelstva (91 % hlavní oblast; 66 % okrajová oblast, 54 % Česko) ($\chi^2(2)=32,13$; $p<,001$; $V=,227$).

V souladu s již známými skutečnostmi bylo nejčastěji uváděno, že zápach se vyskytuje na podzim (83 % těch, kdo vnímají zápachy) a v zimě (75 %). Velmi často bylo ale uváděno také jaro (75 %) a léto (64 %). Téměř polovina respondentů (49 %) uváděla, že se nepříjemný zápach vyskytuje celoročně. Zhruba desetina (12 %) uvedla, že nepříjemný zápach cítí ve třech ročních obdobích, čtvrtina (24 %) ve dvou ročních obdobích a pouze 16 % pouze v jednom ročním období. Rozdíl mezi oblastmi ohledně výskytu nepříjemného zápachu v různých ročních obdobích nebyl zjištěn ($\chi^2(6)=4,00$; $p>,5$). Osoby, které cítí zápach alespoň příležitostně, uvádí se stejnou četností, ve kterých ročních obdobích se tento zápach vyskytuje.

Při zkoumání četnosti výskytu zápachových epizod v rámci ročních období je však zjevné, že zápach se častěji vyskytuje na podzim a v zimě, přičemž jsou v tomto směru zjevné také rozdíly mezi oblastmi. Respondenti z Česka vnímají zápach častěji každý den (jaro: 14%; léto: 11%; podzim: 15%; zima: 26%). V hlavní oblasti vnímá zápach každý den pouze 6 % a v okrajové oblasti 7 % respondentů. V jiných ročních obdobích je podíl těch, kdo vnímají zápach denně nižší než 2 % v obou oblastech. Podíl osob, které zápach cítí minimálně jednou týdně resp. minimálně jednou měsíčně, je však v hlavní oblasti nejvyšší.

Respondenti ze všech oblastí celkově nejčastěji uvádí, že se jedná o zápach z chemického průmyslu. Výskyt v různých ročních obdobích je přitom konstantní (viz obr. 131). V hlavní oblasti je to ve všech ročních obdobích zhruba 90 % dotazovaných, v okrajové oblasti zhruba tři čtvrtiny a v Česku necelá polovina.

¹⁰ Tato hodnota odpovídá skutečné věkové struktuře v regionu. Viz metodická část (reprezentativnost)



obr. 131: Druh zápachu podle ročního období (vícenásobná odpověď, v %)

Jiné zápachy jsou vnímány podstatně méně často a vykazují sezónní výkyvy.

Chování při zápachových epizodách

Velká část obyvatelstva mění své běžné denní chování, aby se vyhnula expozici nepříjemnému zápachu. Respondenti uvádí, že nevětrají (80 %), spí se zavřenými okny (67 %) a vyhýbají se pobytu venku (59 %). Zhruba 30 % respondentů přijímá všechna tři uvedená opatření, 23 % dvě z těchto opatření a 25 % jedno opatření. Pouze zhruba pětina (22 %) uvádí, že v případě nepříjemného zápachu nepřijímá žádná opatření. Porovnání tří oblastí ukazuje, že lidé v hlavní oblasti přijímají největší počet opatření (Tab. 17).

Tab. 17: Počet přijatých opatření při výskytu zápachové epizody (v %).

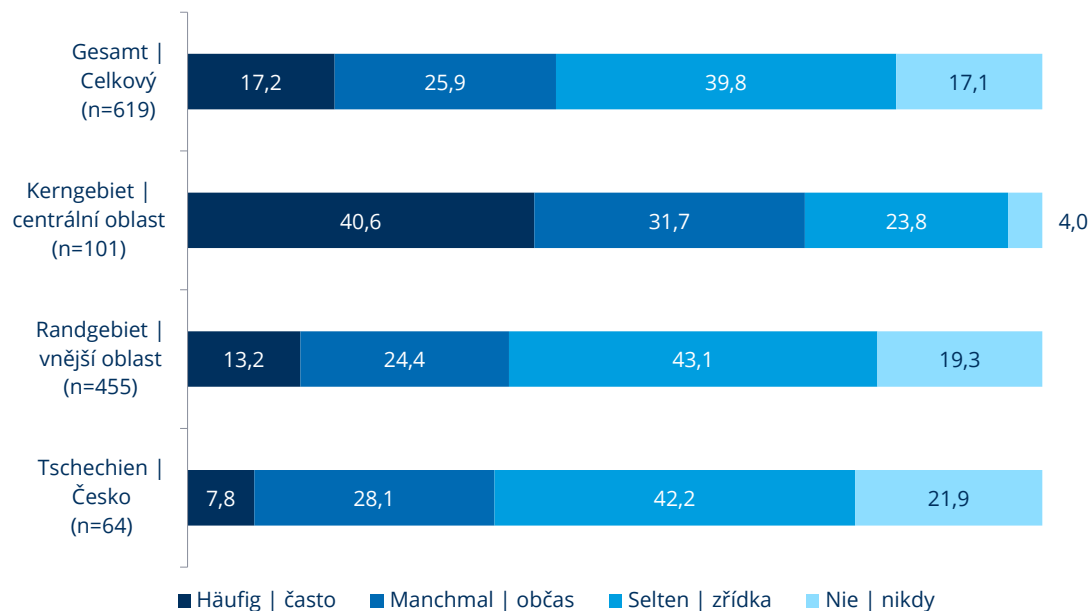
	Hlavní oblast Sasko	Okrajová oblast Sasko	Česká republika	Celkem
Žádné opatření	15,2	24,8	15,9	21,9
Jedno opatření	15,2	25,1	40,9	24,6
Dvě opatření	20,7	22,5	27,3	22,6
Tři opatření	47,8	27,0	15,3	30,2

Navíc k opatřením, na které jsme se dotazovali v dotazníku, uvádí 11 % respondentů, že přijímají další opatření. Vyhýbají se sportovním aktivitám, aby zamezili fyzické námaze, preventivně užívají léky proti bolesti, aby se vyhnuli bolesti hlavy, nebo z oblasti odjíždí.

Vzhledem k tomu, že obyvatelé v hlavní oblasti uvádí, že se zápachové epizody vyskytují nejčastěji a právě tito lidé přijímají největší počet opatření, aby nebyli vystaveni zápachu, je zjevné, že každodenní život těchto obyvatel je zápachovými epizodami silně omezen. Navíc většina těchto opatření v zásadě neprospívá zdraví, neboť omezuje pobyt a pohyb ve venkovním prostředí.

Zápachové epizody jako téma hovorů

Skutečnost, že je toto téma aktuální, se odráží také v četnosti rozhovorů o něm. Více než 70 % respondentů v hlavní oblasti uvádí, že o tématu mluví často nebo někdy, naopak více než 60 % respondentů z okrajové oblasti a z Česka uvádí, že o tomto tématu mluví zřídka nebo nikdy (viz obr. 132).



obr. 132: Četnost rozhovorů o zápachových epizodách, podle oblasti šetření (v %)

Hodnocení kvality ovzduší

Na hodnocení kvality ovzduší jsme se ptali nepřímo. Respondenti byli vyzváni, aby posoudili kvalitu ovzduší v porovnání s podobným venkovským regionem (Uckermark), s velkoměstem (Berlín) a městským prostředím s velkým množstvím průmyslu (Porúří). V hlavní oblasti uvádí 81 % respondentů, že kvalita ovzduší je horší než v regionu Uckermark. V okrajové oblasti je to zhruba polovina (46 %) a v Česku pouze 37 %. Také v porovnání s Berlínem uvádí polovina (57 %) respondentů z hlavní oblasti, že vzduch je ve sledované oblasti horší (okrajová oblast: 22%; Česko: 17%). Pouze v porovnání s Porúřím s tímto hodnocení souhlasí výrazně méně respondentů. Avšak dokonce u tohoto srovnání

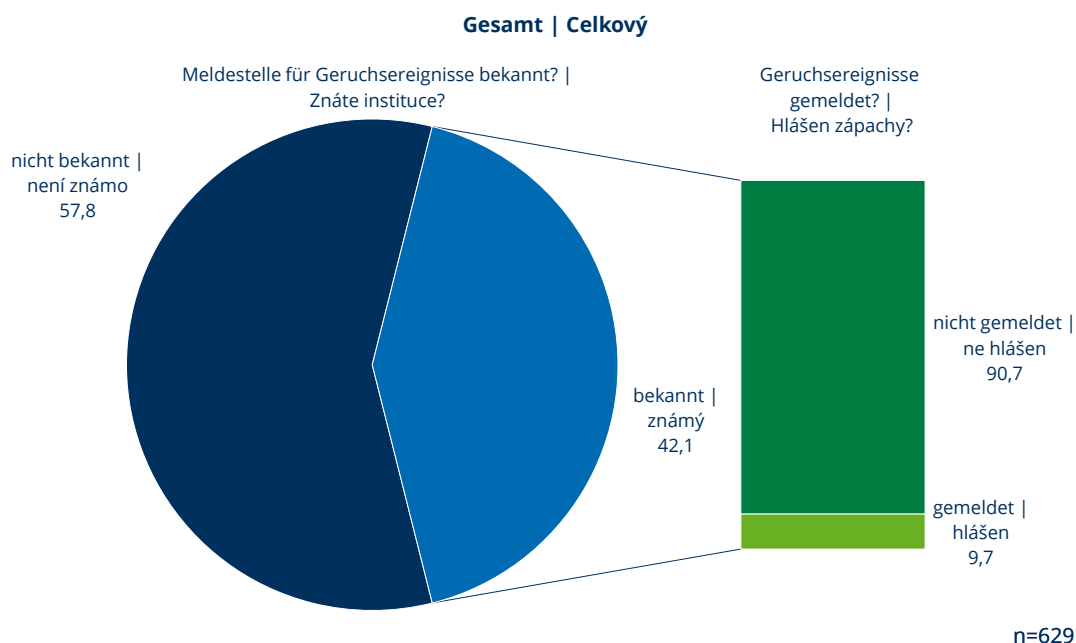
uvádí ještě 17 % v hlavní oblasti a Česku, že kvalita ovzduší ve sledované oblasti je horší (okrajová oblast: 10 %).

Respondenti se měli dále vyjádřit k tomu, do jaké míry se kvalita ovzduší změnila od obratu. Ačkoliv se kvalita ovzduší v tomto období výrazně zlepšila, je o tom přesvědčena pouze necelá polovina (48 %) respondentů z hlavní oblasti (okrajová oblast: 64 %; Česko: 87 %). 32 % v hlavní oblasti uvádí, že se kvalita ovzduší nezměnila (okrajová oblast: 24 %; Česko: 7 %). Zhruba pětina (19 %) hlavní oblasti je dokonce přesvědčena, že se kvalita ovzduší zhoršila (okrajová oblast: 12 %; Česko: 7 %).

Mimoto jsme se nepřímo ptali, zda respondenti očekávají kvůli kvalitě ovzduší zdravotní následky. Respondenti měli uvést, zda by spíše souhlasili s tvrzením, že průmyslové podniky v Česku zatěžují ovzduší v Krušných horách a oni se kvůli kvalitě ovzduší obávají o své zdraví a zdraví svých dětí. Nebo zda by spíše souhlasili s tvrzením, že Krušné hory jsou řídké osídlenou oblastí s dobrým ovzduším a o zdraví si nedělají starosti. 88 % v hlavní oblasti, 65 % v okrajové oblasti a 41 % v Česku souhlasí s prvním tvrzením. I když se souhlas s těmito tvrzeními mezi oblastmi vzájemně výrazně liší ($\chi^2(2)=38,19$; $p<,001$), je i přesto ve všech třech oblastech vysoký.

Hlášení zápachových epizod

Dále jsme se dotazovali, do jaké míry jsou respondentům známa místa, kde lze zápachovou epizodu ohlásit, a zda již takové místo využili (obr. 133). Pouze 42 % respondentů ví, že takovéto místo existuje (hlavní oblast: 57 %, okrajová oblast 34 %, Česko 46 %) (obr. 133) Z těch, kdo toto místo znají, již někdy zápachovou epizodu oznámilo pouze 10 % (hlavní oblast: 19,0 %; okrajová oblast: 7,8 %; Česko: 4,9 %).



obr. 133: Známost místa pro hlášení zápachu (vlevo) a podíl obyvatel, kteří zápach minimálně jednou hlásili (vpravo) v %.

7.1.2.3 Výsledky týkající se zdraví

Mezi dotazovanými v hlavní oblasti v Sasku a Česku jsme zaznamenali tyto rozdílné výsledky:

Kvalita života a zdraví: Dotazník SF-12v1 sloužil k získání informací o kvalitě života s ohledem na (tělesné a duševní) zdraví. Čeští respondenti mají v porovnání se saskými téměř ve všech věkových kategoriích o něco vyšší tělesnou kvalitu života (Obr. p. 21), Mann-Whitneyův test pro oblast versus obě skóre s $p < 0,01$).

Obava o životní prostředí: Dále jsme se dotazovaných ptali na obavu o životní prostředí obecně, o jeho chemické znečištění a znečištění zápachy (podle Rethage 2007). Mezi českými a saskými respondenty neexistují žádné zásadní rozdíly týkající se obecné obavy o životní prostředí. Saští respondenti však mají větší obavy o chemické znečištění životního prostředí a jeho znečištění zápachy (Tab. p. 19).

Nemocnost: Ohledně nemocnosti jsme se dotazovali na četnosti výskytu vybraných obtíží (Tab. p. 20). U všech obtíží, na které jsme se dotazovali, mimo problémů s dýcháním, existují podstatné rozdíly mezi českými a saskými respondenty. Saští respondenti se více potýkají se všemi obtížemi, mimo problémů s dýcháním.

7.1.2.4 Česká mlha (dotazníkové šetření poštou)

Známost pojmu „česká mlha“

Otázku znalosti pojmu „česká mlha“ jsme položili pouze na německé straně, neboť tento výraz není v České republice běžně používán. Téměř všichni (99,4%, n=1845 z 1857) uvádí, že pojem „česká mlha“ již někdy slyšeli. Téměř tři čtvrtiny se cítí být tímto fenoménem značně nebo velmi obtěžováni. Více než tři čtvrtiny (77,2 %) uvádí, že výskyt „české mlhy“ má negativní vliv na jejich zdraví (Tab. 18).

Tab. 18: Česká mlha - pocit obtěžování a negativní vliv na zdraví.

	N	%
Cítí se obtěžováni českou mlhou (N _{odpovědělo} =1812, 98,2% z 1845)		
Vůbec ne	83	4,6
Trochu	392	21,6
Značně	660	36,4
Hodně	677	37,4
Pociťují negativní vliv české mlhy na zdraví (N _{odpovědělo} =1783, 96,6% z 1845)		
Ano	1376	77,2
Ne	407	22,8

Nejvyšší podíl těch, kdo se cítí být českou mlhou zatíženi, je ve středních věkových třídách (Obr. p. 22), naopak nejmladší a nejstarší účastníci dotazníkového šetření se cítí být zatěžováni nejméně (Mann-Whitneyův test věk versus zatížení ano/ne: $p < ,01$). Mimoto je zjevné, že podíl žen, které se cítí být českou mlhou zatíženy, s věkem klesá. U mužů je od 45 let podobný trend. Existují tedy skupiny osob, které se cítí být zatíženy více než jiné skupiny osob.

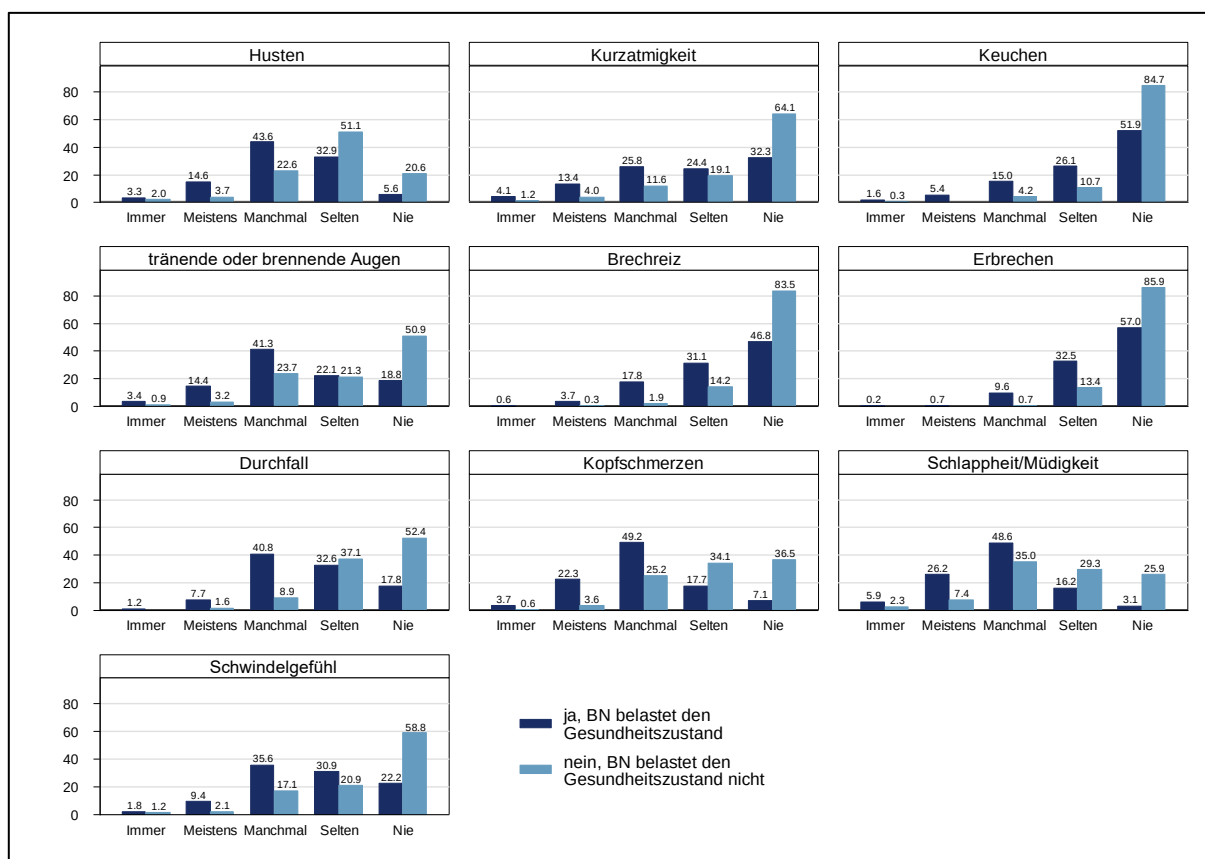
Porovnání osob zatížených a nezatížených „českou mlhou“

Rozdíly ve výsledcích mezi těmi, kdo mají dojem, že „česká mlha“ má negativní vliv na jejich zdraví a těmi, kdo takovýto negativní vliv necítí, jsou následující:

Kvalita života: Skóre tělesného i duševního zdraví je u zatížených osob v porovnání s nezatíženými nižší (Obr. p. 23), Mann-Whitneyův test $p < ,001$.

Obava o životní prostředí: Respondenti, kteří se cítí být zatíženi „českou mlhou“, mají v porovnání s druhou skupinou větší obavy o životní prostředí, a to obecně, ohledně chemických látek i ohledně zápachu (Tab. p. 21)

Nemocnost: Skupina zatížených osob častěji vykazuje dotazované symptomy než osoby, které zatíženy nejsou (viz obr. 134, Pearson's χ^2 -Test/exaktní test podle Fishera pro všechny symptomy $p < ,01$).



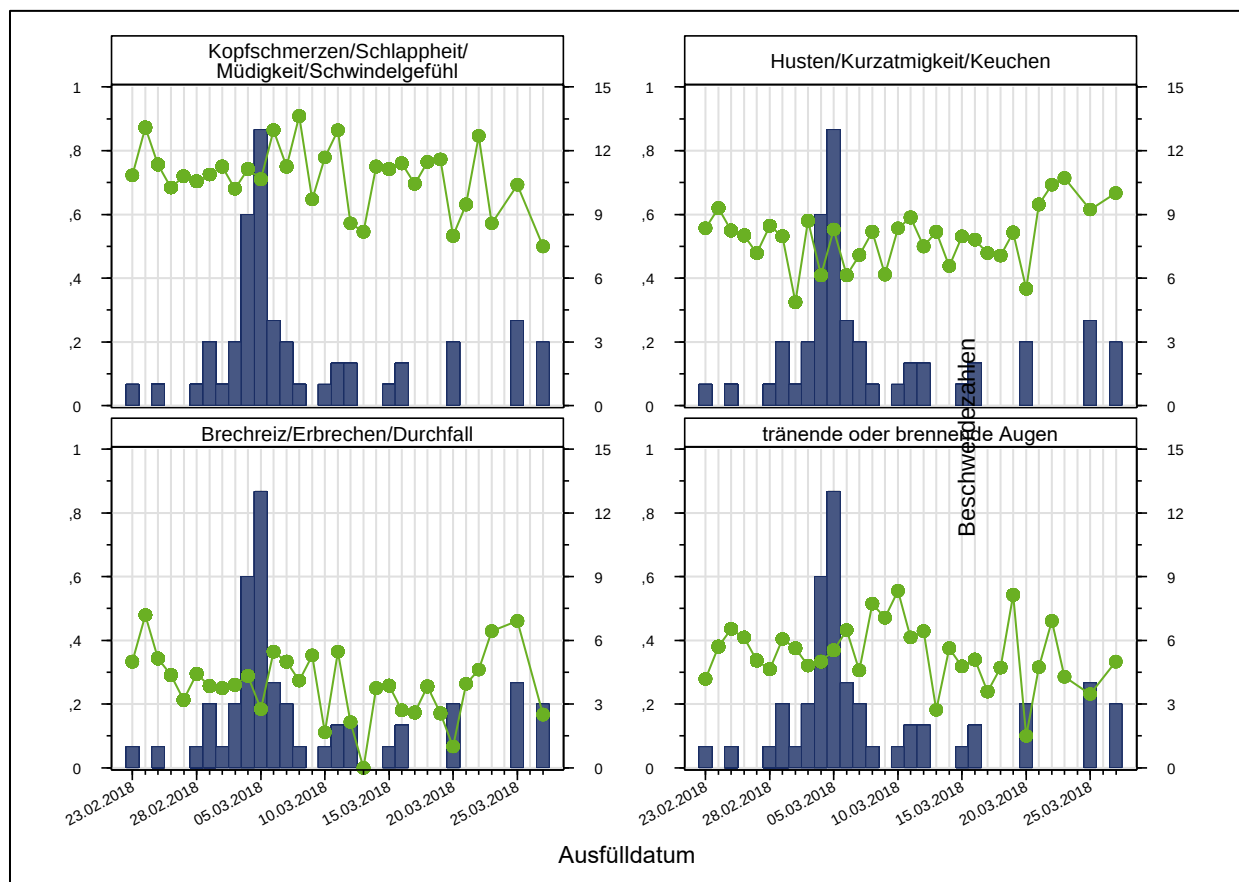
obr. 134: Nemocnost a zatížení „českou mlhou“: Vy

azen je podíl četnosti výskytu symptomů u zatížených resp. nezatížených osob ($p < ,01$ pro všechny symptomy, počty případů s minimálně jedním uvedeným symptomem: $N_{\text{zatížení}}=1367$, $N_{\text{nezatížení}}=400$)

Nemocnost a obtěžování zápachem v průběhu času

Podle tvrzení dotčených osob vede obtěžování zápachem k tělesným obtížím. Jakmile se vyskytne obtěžování zápachem, zvýší se četnost různých tělesných reakcí. Údaje z dotazníkového šetření jsou k dispozici pouze v průřezu, dotazníky však byly vyplňovány v různých okamžicích (období získávání dat = 26.01.2018 až 22.04.2018). Ke každému datu vyplňování je uveden počet osob, které dotazník vyplňovaly v příslušný den. Navíc jsme se dotazovali na zdravotní obtíže v posledních třech dnech. Lze tedy vyčíslit podíl osob s obtížemi (v posledních třech dnech) po určitou dobu (pro každé datum vyplňování) (obr. 135), aby bylo možné prověřit, zda existují dny, kdy došlo k nahromadění zdravotních obtíží. Mimoto byl vytvořen součet obtíží uvedených v dotazníku a znázorněn v boxplotu po dobu trvání šetření (Obr. p. 24). Údaje z dotazníku byly na obou obrázcích porovnány s počty stížností na hlášených na „zápachovou linku“ provozovanou na LfULG. Z obrázků

nevyplývají žádné jednoznačné výsledky, a to ani pro podíly ani pro celkový součet. Jak v podílech tak i v součtu se projevují výkyvy, nepodařilo se však odhalit žádnou souvislost se stížnostmi, které došly na LfULG.



obr. 135: Stížnosti v průběhu času: Na obrázku je znázorněn procentuální podíl osob s příslušnými obtížemi (zelená, levá osa y), které dotazník vyplnili v příslušný den. Podíly byly vypočítány pouze pro dny, kdy otázku týkající se obtíží v uplynulých třech dnech vyplnilo minimálně pět osob. Pro srovnání jsou znázorněny počty stížností v krušnohorském regionu (modrá, pravá osa y).

7.1.2.5 Shrnutí a závěr

Díky reprezentativnímu dotazníkovému šetření v hlavní a okrajové oblasti v Sasku a ve sledované oblasti na české straně se poprvé podařilo odhadnout míru zatížení obyvatelstva. Je zjevné, že zápachem jsou obtěžovány velké části obyvatelstva a nejedná se tedy pouze o hlasitou menšinu. Nejvyšší zatížení je v hlavní oblasti, avšak i v okrajových oblastech a na české straně představuje toto zatížení závažný problém. Výsledky také v rozporu s očekáváním ukazují, že zápach chemického průmyslu se vyskytuje celoročně a nikoliv jen v zimních měsících, i když v tomto ročním období je nejčastější. Problémy se zápachem jsou pro většinu respondentů tématem, které provází jejich každodenní život,

jak ukazují například časté rozhovory na toto téma. Zatížení zápachem mimoto omezuje obyvatele ve sledované oblasti, neboť se například vyhýbají pobytu venku.

Lze předpokládat, že silné obavy respondentů a opatření, která v případě zápachu přijímají, vyplývají také z obavy ze zdravotních důsledků způsobených škodlivinami v ovzduší a nejen z nepříjemného zápachu. Pozoruhodné v této souvislosti je, že více než polovina respondentů věří, že se kvalita ovzduší od roku 1990 nezměnila nebo se dokonce zhoršila. To ukazuje, že vnímání dotazovaných je zkreslené. Vzhledem k tomu doporučujeme věnovat intenzivnější úsilí osvětové práci mezi obyvatelstvem.

Je nezbytné více upozorňovat jak různé zájmové skupiny, tak i obyvatelstvo na skutečnost, že zápachy (mohou) působit na jako stresový faktor, aniž by přitom byly ve vzduchu obsaženy toxické látky a zápach tak měl negativní vliv na zdravotní stav. Mimoto je třeba vysvětlovat, že i expozice netoxickým látkám může vyvolávat somatické reakce (např. slzení). Osvětová práce by měla sledovat především dva cíle. 1) Klesne-li strach ze zápachu, zvýší se pocit pohody. 2) Jestliže si politická reprezentace uvědomí závažnost zápachu jako stresového faktoru a s tím spojených zdravotních důsledků pro společnost, pak lze odůvodnit také prosazení určitých opatření, aniž by byla prokázána přítomnost toxických látek. Problémem je neexistence limitních hodnot pro zápach na evropské úrovni.

Výsledky reprezentativního dotazníkového šetření prováděného poštou v německé hlavní oblasti a v Česku potvrzují a doplňují tyto výsledky. Vyšší zatížení v saské hlavní oblasti v porovnání s Českem se projevuje i zde podstatnými rozdíly týkajícími se výsledků v oblasti kvality života, obavy o životní prostředí a nemocnost. Saští respondenti mají v porovnání s českými respondenty nižší kvalitu života, vyšší obavu o chemické znečištění životního prostředí a jeho znečištění zápachem a častěji mají obtíže, jako jsou kašel, dýchavičnost, slzení nebo pálení očí, nucení na zvracení, zvracení, průjem, bolesti hlavy, malátnost/únava a závratě. Důvody těchto rozdílů nelze dovodit, a to i proto, že respondenti ze Saska a Česka se od sebe liší v některých zásadních znacích (např. velikost oblasti, kde proběhlo dotazníkové šetření, sociodemografie, ...). Mimoto by se mohlo jednat například o specifické regionální rozdíly, podmíněné kulturně. Jiná měření v projektu navíc ukázala, že zatížení zápachem a škodlivinami místně velmi kolísá. Možnou příčinou by tedy mohla být odlišná expozice zatížení zápachem v regionu.

Z výsledků dotazníkového šetření prováděného poštou v německé hlavní oblasti vyplývá také vysoké povědomí o problematice zápachu mezi obyvatelstvem. Téměř všichni znají pojem „česká mlha“. Velký podíl respondentů je „českou mlhou“ značně nebo velmi obtěžován a vysoký podíl 77,2 % uvádí, že výskyt „české mlhy“ má negativní vliv na jejich zdraví. V porovnání s těmi, kdo nemají dojem, že by jejich zdravotní stav byl takto negativně ovlivněn, mají ti, kteří toto zatížení vnímají, nižší tělesnou a duševní kvalitu života. Navíc častěji trpí obtížemi, na něž byli dotazováni v dotazníku. Ukazuje se tedy, že ti, kdo se cítí být obtěžováni „českou mlhou“, skutečně vykazují vyšší zdravotní zatížení. Z

dotazníkového šetření nelze vyvodit příčinu a směr této souvislosti. Již pouhý pocit, že se respondenti cítí být obtěžováni nebo zatíženi, může vést k intenzivnějšímu vnímání symptomů. Validace uváděné nemoci tak, jak ji vnímají sami respondenti, například za pomoci údajů od lékařů a porovnání s kontrolní skupinou, by na tomto místě byla smysluplná, v této studii se jí však nepodařilo realizovat (viz Metodická část)

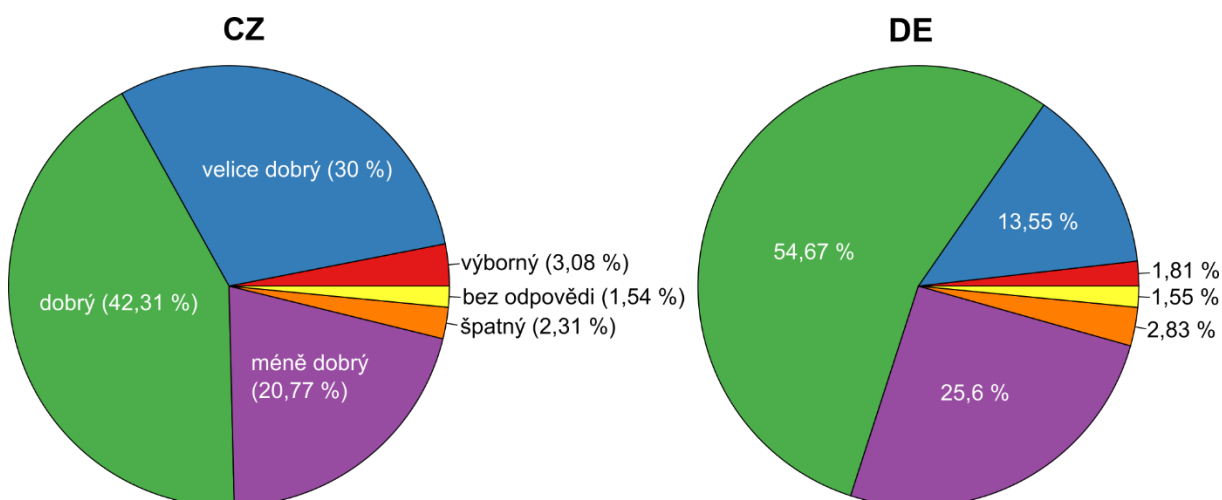
Zkoumání uvedených obtíží v průběhu času neposkytlo žádné jednoznačné výsledky. Souvislost mezi stížnostmi na zápach u LfULG a zdravotními obtížemi v dotazníku se nepodařilo prokázat. Zde je však nutno upozornit na skutečnost, že se údaje v dotazníku vztahují na poslední tři dny, naopak stížnosti na zápach u LfULG se vztahují ke konkrétnímu dni, díky tomu tedy může docházet k časovým posunům. Výsledky dotazování však také ukázaly, že pouze velmi malá část (4 %) obyvatelstva někdy nahlásila zápach na LfULG. I to by mohlo být důvodem neexistující souvislosti. Souvislost zdravotních obtíží se zápachovými epizodami by bylo zapotřebí prošetřit detailněji. Možností, jak toto téma důkladněji prozkoumat, by byl dlouhodobější průzkum mezi obyvatelstvem s denním zaznamenáváním obtíží např. po probuzení a večer.

7.1.2.6 Celkový zdravotní stav a jeho spojitost s dalšími proměnnými

Respondenti byli dotazováni na jejich celkový zdravotní stav. Měli tedy popsat svůj subjektivní pocit, který by nejlépe vystihoval jejich celkový zdravotní stav (otázka: *Jak byste celkově popsal(a) Váš zdravotní stav?*). Nutné je zdůraznit, že jde o subjektivní hodnocení vlastního zdraví. Neměli jsme tedy k dispozici žádná lékařská vyšetření respondentů, která by vnesla do celé záležitosti více objektivity. Pro odpověď byla k dispozici 5-ti stupňová škála (výborný až špatný). V případě rozdělení odpovědí podle národnosti respondenta jsme zaznamenali významný rozdíl. Čeští respondenti mnohem více popisovali své zdraví jako „velice dobré“. Němečtí respondenti zase jako „dobré“. Četnosti odpovědí shrnuje následující tabulka (Tab. 19, obr. 136).

Tab. 19: Shrnutí popisu celkového zdravotního stavu podle národnosti respondenta

	Německo	Česká rep.
počet vyplněných odpovědí (N)	128	1846
výborný	4 (3,12 %)	34 (1,84 %)
velice dobrý	39 (30,47 %)	254 (13,76 %)
dobrý	55 (42,97 %)	1025 (55,53 %)
méně dobrý	27 (21,09 %)	480 (26 %)
špatný	3 (2,34 %)	53 (2,87 %)
Pearsonův χ^2 -test: $p < 0,001$		



obr. 136: Relativní četnosti odpovědí popisujících subjektivní zdravotní stav respondenta

Je známým faktem, že celkové zdraví člověka významně ovlivňuje věk. Ani v případě respondentů dotazníkového šetření tomu není jinak. Zkoumali jsme, jak jsou odpovědi ovlivňovány věkem. Konkrétně jsme v tomto případě pracovali s 10-ti letými věkovými skupinami a testovali jsme na 5 % hladině významnosti nezávislost těchto skupin s úrovněmi veličiny „celkový zdravotní stav“. Výsledná p -hodnota Pearsonova χ^2 testu nezávislosti byla menší než 0,001. Tudíž lze v rámci populace předpokládat významný vliv věku na celkový zdravotní stav. Rovněž jsme pracovali s korespondenční analýzou (CA), která přehledně zobrazila celou situaci v ordinačním diagramu (Obr. p. 25). Z ordinačního diagramu vyplývá, že úrovně „výborný“, „velice dobrý“, a „dobrý“ jsou jasně spojeny s věkem do 60 let. Naopak úrovně „méně dobrý“ a „špatný“ souvisejí s věkem nad 60 let. Úroveň „méně dobrý“ je silně spojena s věkovou skupinou 71 až 90 let, odpověď „dobrý“ má zase silnou vazbu s věkovou skupinou 51 až 60 let. Vliv věku na tuto veličinu je tedy významný.

Model vlivu na celkový zdravotní stav

Popisovaná veličina „celkový zdravotní stav“ může mít jistě spojitost i s jinými proměnnými v rámci dotazníkového šetření. Zkoumali jsme proto model závislosti zdravotního stavu na několika vybraných veličinách. Konkrétně se jednalo o závislost na (1) věku, (2) době života v současném bydlišti, (3) kouření, (4) pocitu obtěžování určitým faktorem (zápach, kouř, hluk), (5) indexu obecné obavy o životní prostředí, (6) indexu obavy o chemické znečištění životního prostředí a (7) indexu obavy znečištění životního prostředí zápachy.

Model vlivu jsme sestavili na základě metody multinomické logistické regrese. Cílem bylo kvantifikovat vliv zmíněných proměnných (tzv. vysvětlujících proměnných) na celkový zdravotní stav, tedy tzv. vysvětlované proměnné.

Počet úrovní vysvětlované veličiny jsme zredukovali na tři. Jsou to: (1) dobrý (původně: „výborný“ a „velice dobrý“), (2) uspokojivý (původně: „dobrý“) a (3) špatný (původně: „méně dobrý“ a „špatný“).

Model byl vytvořen na základě odpovědí všech respondentů.

Struktura vysvětlujících proměnných

Před vytvořením konkrétního modelu jsme prozkoumali některé vzájemné vztahy vysvětlujících proměnných.

Původním záměrem bylo vztáhnout celkový zdravotní stav k veličinám, které vyjadřovali, (1) jak často se setkává respondent s obtěžujícími vlivy (hluk, dopravní provoz, zápach, kouř, smog) a (2) jak moc se cítí být respondent obtěžován těmito vlivy. Ovšem podle předpokladu a následného testu, jsou tyto dvě veličiny závislé ($p < 0,001$) ve všech pěti

typech obtěžujících faktorů. Rozhodli jsme se tedy jako vysvětlující veličinu ponechat pouze tu, která vyjadřuje, jak moc se respondent cítí být obtěžován. V dotazníkovém šetření byla původně tato veličina spojena se 4-stupňovou škálou („vůbec ne“, „trochu“, „značně“, „velice“), ovšem pro potřeby modelu jsme odpovědi zredukovali na odpověď „ne“ (zahrnuje: „vůbec ne“, „trochu“) a na „ano“ (zahrnuje: „značně“, „velice“). Domníváme se, že je to vhodné i z hlediska kompenzace nestandardizovaného nahlížení respondentů na obtěžující vlivy. Dále jsme se rozhodovali, zda ponechat mezi vysvětlujícími faktory všech pět zmíněných vlivů. Na základě multikorespondenční analýzy (MCA) jsme se rozhodli ponechat pouze vliv zápachu, hluku a kouře v ovzduší. Vliv dopravního provozu byl vysoce spojen s vlivem hluku a vliv smogu byl vysoce spojen s vnímáním kouře či dýmu v ovzduší. Ostatně tato analýza odhalila jednoznačné rozdělení respondentů na ty, kteří se necítí být obtěžováni vůbec žádným faktorem a na ty co se cítí být obtěžováni alespoň jedním z faktorů (1. ordinační osa). 2. ordinační osa jasně koreluje s faktory hluku a dopravního provozu. Situace je tedy taková, že lidé, co citlivě vnímají zápach nebo kouř v ovzduší se necítí být nijak obtěžováni hlukem, a naopak (Obr. p. 26).

Korelace mezi spojitými vysvětlujícími veličinami nebyly nijak významné (žádná z hodnot korelačních koeficientů nepřesáhla v absolutní hodnotě 0,7). V předloženém modelu tedy figurují všechny, tak jak byly výše popsány.

Metoda regresního modelu

Logistická regrese je nástrojem pro modelování vlivu spojitých proměnných na kategoriální proměnné. V multinomické logistické regresi pak uvažujeme vliv směsi spojitých i kategoriálních proměnných. Výsledkem je závislost tzv. relativního rizika (odds) na hodnotách vysvětlujících proměnných. Relativní riziko je podíl mezi pravděpodobnostmi, že nastane určitá úroveň vysvětlované proměnné a pravděpodobností základní zvolené úrovně. Jako výstup modelu jsou tedy důležité regresní koeficienty (tzn. kvantifikace vlivu na vysvětlovanou proměnnou) a jejich statistická významnost, která byla v našem případě testována použitím z – testu. V případě, že s regresními koeficienty počítáme jako s exponenty mocnin o základu e, pak obdržíme přímo hodnotu relativního rizika, tj. již zmíněný poměr mezi pravděpodobnostmi.

Výsledný model

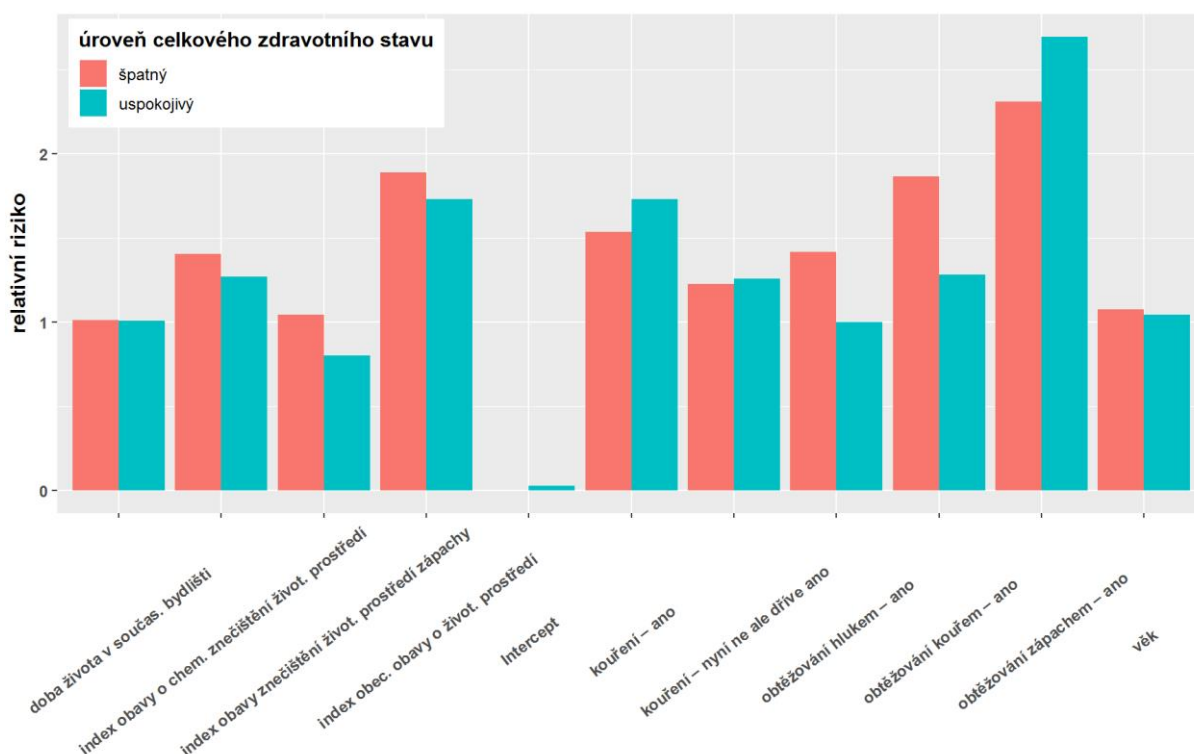
Poznámky k interpretaci (Tab. 20, obr. 137):

- Např. zvýšení věku o jeden rok znamená, že poměr pravděpodobností úrovně „uspokojivý“ a „dobrý“ (tj. relativní riziko uspokojivého zdravotního stavu oproti dobrému) stoupne 1,042-krát.

- Např. pokud se člověk cítí být obtěžován zápachem stoupne relativní riziko uspokojivého zdravotního stavu 2,696-krát, v případě špatného zdravotního stavu 2,308-krát.

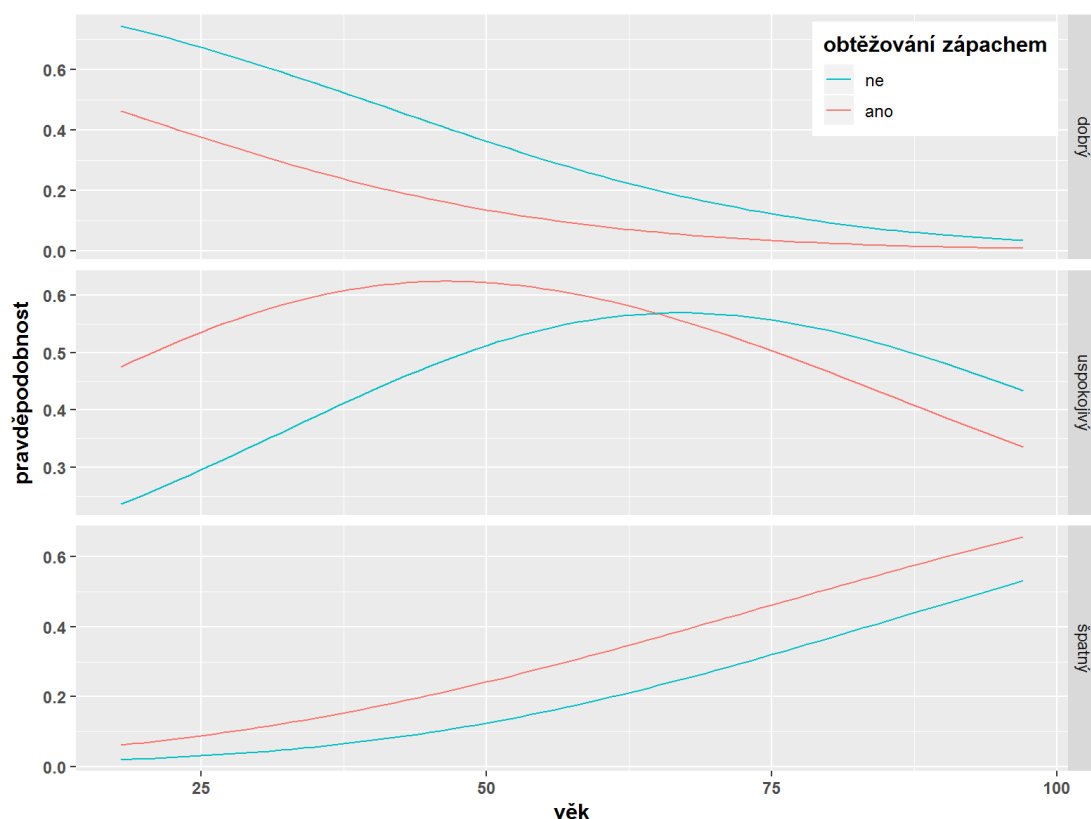
Tab. 20: Relativní riziko pro jednotkovou změnu vysvětlující proměnné (z – test: $p < 0,001$ (*), $p < 0,01$ (**), $p < 0,05$ (*))**

úroveň faktoru	úroveň vysvětlované veličiny	
	uspokojivý	špatný
Intercept	0,028 ***	0,0004 ***
věk	1,042 ***	1,074 ***
doba života v současném bydlišti	1,007	1,010
index obecné obavy o životní prostředí	1,729 ***	1,888 **
index obavy o chemické znečištění životního prostředí	1,271	1,405 *
index obavy znečištění životního prostředí zápachy	0,802	1,044
kouření – ano	1,730 *	1,534
kouření – nyní ne ale dříve ano	1,257	1,225
obtěžování hlukem – ano	1,001	1,416
obtěžování kouřem – ano	1,283 **	1,867
obtěžování zápachem – ano	2,696 *** _s	2,308 **



obr. 137: Relativní riziko pro jednotkovou změnu vysvětlující proměnné

Ve výsledném modelu představuje nejvyšší relativní riziko dvouúrovňový faktor „obtěžování zápachem“, a to jak pro úroveň „uspokojivý“ (2,696), tak pro úroveň „špatný“ (2,308) celkového zdravotního stavu. Další faktor s vysokým rizikem je „index obavy znečištění životního prostředí zápachy“. Relativní riziko spojené s věkem je ve srovnání s jinými nízké (pohybuje se u hodnoty 1). Z celopopulačního hlediska jsou statisticky významná relativní rizika již zmíněné veličiny „obtěžování zápachem“ a „věk“. V tomto smyslu je rovněž významným „index obecné obavy o životní prostředí“ („uspokojivý“: 1,729, „špatný“: 1,888). Naopak „index obavy znečištění životního prostředí zápachy“ se ukázal jako statisticky nevýznamný. obr. 138 ukazuje, jak se v populaci mění pravděpodobnost konkrétní úrovně veličiny „celkový zdravotní stav“ v závislosti na věku a na skutečnosti, zda se člověk cítí být obtěžován zápachy či nikoliv. Pravděpodobnost uspokojivého nebo špatného zdravotního stavu vzrůstá s věkem, ovšem rostoucí křivka je vždy posunuta k vyšším hodnotám v případě, že se člověk cítí být obtěžován zápachem.



obr. 138: Predikce hodnoty pravděpodobnosti úrovně celkového zdravotního stavu v závislosti na proměnných věk a obtěžování zápachem na základě regresního logistického modelu

7.1.3 Skupinová diskuze s odborníky

Sasko

1) Kvalita ovzduší, výskyt zápachu

Experti ze Saska pokládají kvalitu ovzduší v České republice za lepší než kvalitu ovzduší v Krušných horách. Jako možné příčiny označili účastníci geografickou polohu Krušných hor a chemický průmysl v České republice. Chemický průmysl představuje živobytí pro část obyvatelstva v české pohraniční oblasti. Účastníci zdůrazňují, že průmysl je velmi „charitativní“ k obyvatelstvu tím, že je díky němu vytvořena chybějící infrastruktura (ve formě lyžařského areálu, bazénu...).

Ekologické povědomí chybí v České republice všeobecně. Podle vyjádření expertů je obyvatelstvo Saska k životnímu prostředí šetrnější a má širší ekologické povědomí než obyvatelstvo České republiky. Toto vystihuje prohlášení odborníka:

Zdroje zápachu pocházejí, dle názoru účastníků, z České republiky. Bylo upozorováno, že měření zápachu je obtížné, protože se může jednat o těkavé látky, které "[...] které jsou pak opět pryč".

2) Zdraví

Vyskytlo se podezření, že se v ovzduší objevují látky, které jsou v koncentracích pod čichovým prahem, přesto však negativně ovlivňují zdraví a přispívají k výskytu onemocnění a symptomů nemoci. Nicméně, ne všechny pachy a látky jsou odpovědné za vznik onemocnění a symptomů nemoci.

3) Odpovědnost

České průmyslové podniky odmítají odpovědnost, za to, že jsou zdrojem zápachu a obviňují se navzájem. Důležitý je podle účastníků také vzájemný vztah Sasko a České republiky. Odpovědnost leží na každém jednotlivci. Každý jednatel je spotřebitelem látek, které jsou v ČR vyráběny za účelem optimalizace svých zisků a které mohou být částečně škodlivé pro životní prostředí.

4) Komunikace a intervence specifická pro cílovou skupinu

Objektivní komunikace je obtížná, jelikož je téma zápachu v ovzduší v Krušných horách diskutováno velmi emotivně. Dle vyjádření odborníků probíhá nejslibnější komunikace se žáky a dospívajícími, prostřednictvím osvěty - šířením informací ve školách a na univerzitách. Média jsou odpovědná za to, že budou objektivně a pozitivně podávat zprávy o vývoji.

Jako pozitivní byly zmíněny dvě skutečnosti: 1) Ekocentrum Most zveřejňuje na své vlastní internetové stránce v němčině pravidelně a transparentně informace o činnostech a jednotlivých incidentech (nehodách). 2) Přímá spolupráce s úřady (např. okresními úřady) v České republice funguje velmi dobře.

Přesto se však v okamžiku, kdy nastane nějaká událost a do ovzduší je uvolněn zápach, vyskytují v řetězci hlášení mezery. Rozdílné úrovně v Německu a České republice nespolupracují efektivně a informační cesty jsou příliš dlouhé.

Bylo zdůrazněno, že toto téma má politickou prioritu a bude opakovaně konzultováno na zasedáních ministrů životního prostředí a na úrovni resortů.

Řešení, které by omezilo zápach v ovzduší, neexistuje. Účastníci jsou si vědomi skutečnosti, že podniky musí splňovat směrnice Evropské unie a evropské normy.

Na závěr diskuse poukázal jeden z účastníků na to, že obec Seiffen je také turistickým regionem. Přílišné zaměření na téma zápachu by mohlo poškodit cestovní ruch.

Česká republika

1) Kvalita ovzduší, výskyt zápachu

Na rozdíl od odborníků, kteří se zúčastnili diskuse v Olbernhau, čeští experti zdůraznili, že v Sasku a v pohraniční oblasti České republiky dochází k výraznému zlepšení kvality ovzduší. Toho bylo dosaženo uzavřením, popřípadě modernizací průmyslových zařízení, lepší technologií a přísnějších právních požadavků. To je okamžitě patrné na obyvatelstvu České republiky.

Podle odborníků je výskyt zápachu pociťován spíše na saské straně. Jako důvod je označována skutečnost, že česká populace byla dříve spíše zvyklá na horší kvalitu ovzduší a měla nižší povědomí o životním prostředí. Jednotlivé případy „zhoršení“ kvality ovzduší vedou podle účastníků k hněvu v Krušných horách. Viditelná mlha vyvolává dojem znečištěného vzduchu, který pochází z České republiky.

2) Zdraví

Téma zdravotních následků případů zápachu v ovzduší nebylo v rámci diskuse probíráno.

3) Odpovědnost

Saské obyvatelstvo odmítá své vlastní zdroje zápachu v Krušných horách.

4) Komunikace a intervence specifická pro cílovou skupinu

Účastníci uvedli, že v Sasku chybí objektivní informace a v populaci existují předsudky. Málo se například ví o tom, že v České republice musí být dodržovány technologické standardy a právní předpisy EU a dodržovány také jsou. Šíření informací a osvěta by se měly provádět sdílením skutečností a statistik v místních novinách a při veřejných akcích. Vzdělávání ve školách a školách v Krušných horách a v České republice je důležitým pilířem ve sdílení informací a komunikaci.

Dle odborníků je základním problémem předpoklad obyvatelstva, že vše, co je špinavé a zapáchá, přichází do Krušných hor z Čech.

Mezi možná řešení patří identifikace zdrojů zápachu, změny v zemědělství a snižování soukromé spotřeby dřeva a uhlí.

7.2 VÝSLEDKY ANALÝZY SEKUNDÁRNÍCH DAT

7.2.1 Dopady zápachů v Krušných horách

Během období šetření v letech 2012 až 2016 bylo přijato 24 007 lidí žijících v srdci Saska do jedné ze saských nemocnic na základě přirozeného onemocnění (ICD-10 A00 - R99). To odpovídá průměru 13,14 osob za den ($SD = 6,51$). Nejčastější příčinou hospitalizace byly kardiovaskulární choroby (5 205, $M = 2,85$, $SD = 2,01$), na nichž měla největší podíl srdeční choroba (3,574, $M = 1,96$, $SD = 1,60$). Nemoci zaživačeho ústrojí byly příčinou hospitalizace ve 2 895 případech ($M = 1,58$, $SD = 1,50$), následovány respiračními onemocněními (1,489, $M = 0,81$, $SD = 0,95$).

V saském pohraničí bylo ve stejném období hospitalizováno 69 773 osob z důvodu přirozeného onemocnění ($M = 38,19$, $SD = 17,20$). Také zde představovalo největší podíl na kardiovaskulárních onemocněních (11 422, $M = 6,25$, $SD = 3,40$) dále uvedené srdeční onemocnění (7,941, $M = 4,35$, $SD = 2,58$), po němž následovala onemocnění zaživačeho systému (7,613, $M = 4,17$, $SD = 2,78$) a onemocnění dýchacích cest (4,181, $M = 2,29$, $SD = 1,71$).

V české oblasti, v níž probíhal průzkum, bylo v období od roku 2012 do roku 2017 v nemocnici léčeno 135 432 osob z důvodu přirozeného onemocnění ($M = 61,78$, $SD = 24,02$). Stejně jako v saských sledovaných oblastech, byly nejčastější příčinou hospitalizací kardiovaskulární onemocnění (27,154, $M = 12,39$, $SD = 5,57$) a níže uvedená onemocnění srdce (15,393, $M = 7,02$, $SD = 3,50$). Onemocnění trávicího systému bylo ošetřeno 14 339-krát ($M = 6,53$, $SD = 3,60$), respirační onemocnění byla 12.098-krát příčinou hospitalizace v nemocnici. ($M = 5,52$, $SD = 3,14$).

Statistiky příčin smrti ukázaly v období od roku 2012 do roku 2015 celkem 1.172 přirozených úmrtí v saské hlavní oblasti ($M = 0,8$, $SD = 0,9$). V saském pohraničí došlo ve stejném období k 3132 přirozeným úmrtím ($M = 2,28$, $SD = 1,52$). V české zkoumané oblasti bylo v letech 2012 až 2017 zdokumentováno celkem 23 331 přirozených úmrtí ($M = 10,64$, $SD = 3,37$).

Všechny výsledky hodnocení statistik o nemocnici a příčinách úmrtí jsou popsány v příloze ke zprávě v Tab. p. 22,

Tab. p. 23, Tab. p. 24,

Tab. p. 25, Tab. p. 26,

Tab. p. **27** a Tab. p. 28.

Vztah mezi počtem hlášeného výskytu zápachu v ovzduší a nemocničními hospitalizacemi v saské hlavní oblasti

Vyhodnocení výskytů zápachu v ovzduší a následných důsledků na zdraví obyvatelstva je založeno na výskytech zápachu hlášených Saským státním úřadem pro životní prostředí, zemědělství a geologii Sasko (LfULG). Hlášení byla spojena s počtem hospitalizací.

Výsledky ukazují, že expozice zápachu v saské centrální oblasti je spojena především s minimálně sníženým relativním rizikem přirozených onemocnění. Tyto změny vykazují hodnoty -0,55% (95% CI [-1,0, -0,09], IQR 1,5, lag 0-1) a jsou považovány za okrajové.

Je třeba zohlednit, že celkový pohled na všechny přirozené diagnózy zahrnuje řadu nemocí, z nichž ne všechny přímo souvisejí s expozicí.

Vyšetřováním bylo také testováno, zda existuje spojení mezi zápachy a cerebrovaskulárními onemocněními. Výsledky ukazují maximální změnu relativního rizika hospitalizace v důsledku cerebrovaskulárního onemocnění po expozici zápachem.

Čtyři dny po expozici však existuje zvýšené relativní riziko hospitalizace z důvodu respiračního onemocnění o 1,09% (95%-CI [0,3; 1,9], IQR 1, zpoždění 4) a pět dnů po expozici zvýšené relativní riziko u vybraných onemocnění trávicího systému.

Zdravotní obtíže, které jsou uvedeny v kategoriích R00-R99 z ICD-10 („Příznaky a abnormální klinické a laboratorní nálezy jinde nezařazené“) se také častěji vyskytují častěji po vystavení výskytů zápachu v ovzduší. Pro ně je změna relativního rizika onemocnění po expozici po více dnech s 2,2% nejvyšší (95%-CI [0,36; 4,05], IQR 1,5, zpoždění 2-5).

Výsledky, které ukazují zvýšení relativního rizika hospitalizace po vystavení působení zápachu, však představují pouze nepatrný vliv na riziko onemocnění.

Níže uvedená zjištění týkající se vystavení účinkům látek znečišťujících ovzduší, zejména pro expozice sazí PM₁ a velmi jemných částic, představují poměrně vyšší rizika pro zdraví obyvatelstva v hlavní oblasti Saska.

Vztah mezi vystavením působení látek znečišťujících ovzduší PM₁ sazí, PM₁₀, UFP 20-100nm, PNC 20-800nm a hospitalizací

PM₁ saze

Ústředním zjištěním analýzy vztahu sazí PM₁ a hospitalizací je vliv expozice na respirační onemocnění. Pro všechna respirační onemocnění, tj. při hodnocení všech respiračních onemocnění společně, dochází nejprve ke změně relativního rizika onemocnění v saské hlavní oblasti- 7,59% (95%-CI [-13,97; -0,74], IQR 0,9, zpoždění 5). Na okraji Saska se ukazuje u respiračních onemocnění s -5,23% (95%-CI [-8,86; -1,45], IQR 0,9, zpoždění 5) srovnatelný výsledek.

Je však k dispozici také opačné zjištění, zejména pokud se uvažuje o onemocněních dolních dýchacích cest v saských studiijních oblastech. V saské hlavní části vzrostlo relativní riziko pro tuto diagnostickou skupinu čtyři dny po vystavení sazím PM₁ o 18,71% (95%-CI [5,73; 33,27], IQR 0,9), stejně jako pět dnů po expozici o 16,12% (95%-CI [3,33; 30,5], IQR 0,9). Na saském pomezí je nejsilnější, avšak ne statisticky významná, souvislost mezi sazí

PM₁ a onemocněním dolních dýchacích cest, čtyři dny po expozici (RR=7,66%, 95%-CI [-1,59; 17,79], IQR 0,9, p=.11). V české sledované oblasti však nelze tento vzor již rozpoznat.

Výsledky vystavení vlivu sazí PM₁ ukazují změnu relativního rizika onemocnění u vybraných respiračních onemocnění o -8,63% (95% CI [-15,65; -1,02], IQR 0,9, zpoždění 5) a také u poruch dolních dýchacích cest o -8,62% (95% CI [-15,28; -1,44], IQR 0,9, zpoždění 5).

Stejně jako u hodnocení pachů, ukazuje analýza také při expozici způsobené sazí PM₁ spojitost s relativním rizikem přirozeného onemocnění. V hlavní oblasti je změna -1,91% (95%-CI [-3,65; -0,15], IQR 0,9, zpoždění 3) do -4,51% (95%-CI [-6,71; -2,26], IQR 0,7, zpoždění 0-5). U kardiovaskulárních onemocnění obecně a zvláště u srdečních onemocnění vykazují data obdobný nále. U těchto dvou diagnóz se relativní riziko hospitalizace mění o -4,09% (95% CI [-7,72; -0,3], IQR 0,9, lag 0) a -4,57%. (95% CI [-8,82; -0,11], IQR 0,9, zpoždění 0). Na základě dostupných údajů nelze detekovat poškození kardiovaskulárního systému v důsledku sazí PM₁.

PM₁₀

Pro expozici PM₁₀ existují ve všech zkoumaných oblastech pouze dvě statisticky významné spojitosti. V české sledované oblasti je zvýšené relativní riziko respiračního onemocnění o 2,35% (95%-CI [0,14; 4,62], IQR 23,3, zpoždění 3).

V oblasti Saska je expozice spojena se změnou relativního rizika hospitalizace u vybraných onemocnění oběhového systému o -9,81% (95%-CI [-18,55; -0,12], IQR 10,2, zpoždění 1). Toto zjištění je v souladu se spojením s kardiovaskulárními chorobami, které již byly zaznamenány u sazí PM₁.

UFP 20-100nm

Výsledky hodnocení velmi jemných částic (UFP 20-100nm) mají podobný vzor, jaký byl již zjištěn pro účinky sazí PM₁. Také zde je procentuálně vyšší riziko škodlivých následků, pokud se analýza zaměří na specifické diagnózy.

V základní oblasti Saska je tedy viditelná změna relativního rizika onemocnění srdce o -6,07% (95% CI [-11,05; -0,81], IQR 2362,5) pro zpoždění 0-1. U vybraných onemocnění oběhového systému se však relativní riziko hospitalizace mění o 13,59% (95% CI [3,33; 24,89], IQR 2627) čtyři dny po expozici. V české studijní oblasti je změna relativního rizika onemocnění u vybraných onemocnění oběhového systému až 36,53% (95%-CI [10,81; 68,22], IQR 3245,4, zpoždění 0) do 46,0% (95%-CI [14,75; 85,78], IQR 2597,4, zpoždění 0-1).

V hlavní oblasti Saska dochází také k dalšímu zvýšení relativního rizika onemocnění respiračních onemocnění pět dní po vystavení vlivu působení velmi jemných částic (8,01%,

95% CI [1,02, 15,5], IQR 2627). To je v kontrastu se zjištěním z České republiky, podle kterého se relativní riziko onemocnění u vybraných respiračních onemocnění po vystavení velmi jemným částicím změnilo o -20,09% (95% CI [-31,84; -6,32], IQR 3245, zpoždění 5).

V okrajové oblasti Saska ukazují všechny nálezy po expozici UFP 20-100nm na snižující se rizika onemocnění, to znamená, že negativní vliv zde nelze zjistit. To platí pro onemocnění kardiovaskulárního systému i onemocnění dýchacích cest. Analogicky k dříve popsaným účinkům jiných znečišťujících látek i po vystavení velmi jemným částicím se projevuje vliv účinků na vznik přirozených chorob. Jedná se o snížení relativního rizika onemocnění až o 2,8% v saských zkoumaných oblastech, avšak o zvýšení o 2,99% v české zkoumané oblasti (95% CI [0,08; 5,98], IQR 3245) tři dny po expozici.

PNC 20-800nm

Vyhodnocení spojitosti mezi celkovou koncentrací částic ve velikostní třídě 20-800 nm poskytuje u některých diagnóz podobné nálezy jako u velmi jemných částic. Další informace o zdravotních rizicích ve studijních oblastech z nich nelze odvodit.

Výsledky analýzy spíše ukazují, že s výzkumem UFP 20-100nm se daří lépe konkrétně pojmenovat a ohodnotit rizika onemocnění spojeného s výskytem částic.

Spojitost mezi počtem hlášených úniků látek znečišťujících ovzduší (pachových událostí) a příčin úmrtí v saské hlavní oblasti

Výskyt pachových událostí v saské hlavní oblasti byl také spojen se statistikou příčin smrti. Existuje pouze jeden statisticky významný nálezy, který naznačuje malé snížení relativního rizika úmrtí v důsledku přirozených příčin (RR = -3,13%, 95% CI [-5,84, -0,34], IQR2). zpoždění 0). Mezi zápachem a smrtí nejsou žádné další souvislosti.

Spojitost mezi expozicí látek znečišťujících ovzduší PM₁ Ruß, PM₁₀, UFP 20-100nm, PNC 20-800nm a příčinami smrti¹¹

Relativní riziko úmrtí v důsledku kardiovaskulárních onemocnění se mění v základní oblasti Saska dle expozice PM₁₀ o -10,49% (95% CI [-18,63, -1,55], IQR 11, zpoždění 3).

V saské pohraniční oblasti však existuje zvýšené relativní riziko úmrtí v důsledku přirozených onemocnění po vystavení sazí PM₁ až o 6,02% (95% CI [-0,69; 11,64], IQR 0,8, zpoždění 2-5).

Neexistují žádné další vazby mezi vystavením se působení látek znečišťujících ovzduší a úmrtím.

¹¹ Studie účinků látek znečišťujících ovzduší na příčiny smrti je omezena na pět hlavních skupin diagnóz, tj. na přirozené příčiny stejně jako na diagnózy ICD-10- kapitoly I, J, K a R.

Shrnutí výsledků

Vystavení se působení zápachu - látkám znečišťujícím ovzduší, vede v hlavní oblasti Saska jen zřídka k tělesnému poškození, které nutně vyžaduje hospitalizaci v nemocničním zařízení. Zdravotní rizika jsou však mnohem vyšší po expozici sazí PM_{10} a velmi jemných částic. Zvýšení relativního rizika respiračního onemocnění je po expozici zápachu 1,09%, po vystavení sazím PM_{10} je 18,7% a po vystavení velmi jemným částicím je to 8,01%.

Vystavení se působení velmi jemných částic také způsobuje zvýšení relativního rizika onemocnění pro některé nemoci kardiovaskulárního systému.

Ze zkoumaných pachů a látek znečišťujících ovzduší představují poměrně největší zdravotní rizika v saské hlavní oblasti saze PM_{10} a velmi jemné částice. V české sledované oblasti lze nejsilnější škody připsat velmi jemným částicím. Naproti tomu neexistují žádné důkazy o zvýšení počtu hospitalizací na okraji Saska kvůli látkám znečišťujícím ovzduší. Vyhodnocení statistik příčin úmrtí neprokázalo v saské hlavní oblasti ani na sledovaném území Čech žádné zvýšené riziko úmrtí. V saském pohraničí však existuje spojitost mezi expozicí sazemi PM_{10} a všemi přirozenými příčinami smrti.

7.2.2 Dopady zápachů v okrese Most a Ústí nad LabemVliv škodlivin na hospitalizaci - Most

Vliv ultrajemných částic Av_{N3_8} (tj. o velikosti částic 20 – 800 nm) na hospitalizaci: se statisticky významně projevil pro celkovou hospitalizaci mužů a žen ve věku 66 – 85 let s lagem 3 : $RR=1,049$ (CI 1,003; 1,097) a pro hospitalizaci na respirační onemocnění ve věku 66 – 85 let, pro lag 2 $RR=1,166$ (CI 1,008; 1,35). Počet ultrajemných částic vyjádřený IQR pro ultrajemný aerosol byl 4148.

Vliv ultrajemných částic Av_{N3_6} , tj. o velikosti částic 20 -100 nm na hospitalizaci: v tomto případě jsme našli vztah počtu ultrajemných částic velikosti 20-100 nm (při počtu částic IQR 3245) a celkové hospitalizace mužů a žen s lagem 3: $RR=1,03$ (1,001;1,06) IQR=3245, dále ve věku 66 – 85 let, statisticky významný s lagem 3 po expozici: $RR= 1,05$ (CI 1,003; 1,098) a dále pro vliv na hospitalizaci pro respirační onemocnění mužů a žen ve věku 66 – 85 let s lagem 2 vyjádřený $RR= 1,169$ (CI 1,000; 1,367).

Vliv PM_{10} na hospitalizaci se projevil pro hospitalizaci mužů a žen celkem ve věku 66-85 let s lagem 3 : $RR=1,013$ (1,000;1,026) IQR=23,3 a pro hospitalizaci na respirační onemocnění s lagem 3 : $RR=1,024$ (1,001;1,046), IQR činila 23,3 $\mu g/m^3$ a kardiovaskulární nemoci ve věku 1-18 let s lagem 4 : $RR=1,122$ (1,013;1,244).

Poněkud neočekávaně vyšel jako statisticky významný též vztah PM_{10} a hospitalizací na onemocnění trávicího traktu (zkr. dsd, diagnózy ozn. K...), mužů a žen ve věku 19 – 65 let s lagem 3, $RR=1,034(1,006; 1,064)$, a také s hospitalizací na blíže neurčené choroby (zkr. nec, diagnózy ozn. R...), mužů a žen ve věku 1 – 18 let s lagem 2: $RR=1,069 (1,007; 1,134)$.

Vliv $PM_{2,5}$ na hospitalizaci : Vztah hospitalizace a koncentrací jemných částic $PM_{2,5}$ při IQR 15 ug/m^3 byl statisticky významný pro věkovou skupinu mužů a žen 1 – 18 let a kardiovaskulární onemocnění s lagem 4 : $RR=1,155 (1,039;1,283)$.

Dále jako u PM_{10} pro neurčitá onemocnění nec ve věku 1 – 18 let: Lag 2: $RR = 1,067 (1,003; 1,135)$.

Vliv NO_2 na hospitalizaci: Vztah hospitalizace a koncentrací NO_2 byl vyjádřen pro muže a ženy všeho věku a respirační onemocnění s lagem 3: $RR=1,033 (1,005; 1,062)$ a dále pro muže a ženy 1-18 let a kardiovaskulární onemocnění s lagem 0 : $RR=1,163 (1,005;1,347)$. IQR=8,5.

Vliv SO_2 na hospitalizaci: Hospitalizace a koncentrace oxidu siřičitého, kterému byly občané pravděpodobně nepatrně vystaveny (IQR 8,8) byla vyjádřena významně pro kardiovaskulární hospitalizaci mužů a žen bez rozdílu věku s lagem 4 : $RR=1,012 (1,001; 1,023)$ a dále pro cerebrovaskulární onemocnění mužů a žen bez rozdílu věku s lagem 3: $RR=1,031(1,007;1,055)$ a ve věku 19 – 65 let s lagem 3 : $RR=1,051(1,011; 1,093)$ a průměrem Lag 2_5 : $RR=1,055(1,000; 1,113)$.

Vliv škodlivin na hospitalizaci – Ústí nad Labem

Vliv ultrajemných částic Av_{N3_6} , tj. o velikosti částic 20 -100 nm na hospitalizaci: se statisticky významně projevil na hospitalizaci mužů a žen všeho věku pro kardiovaskulární nemoci s lagem 0 : změna 3,1% (CI 0,7%; 5,6%) a pro kardiovaskulární hospitalizaci mužů a žen ve věku 65 – 74 let, rovněž s lagem 0 : změna 4,9% (CI 0,6%; 9,4%). IQR=3305.

Vliv ultrajemných částic Av_{N3_8} (tj. o velikosti částic 20 – 800 nm) na hospitalizaci se statisticky významně projevil na hospitalizaci mužů a žen všeho věku pro kardiovaskulární nemoci s lagem 0 : změna 3,1% (CI 0,6%; 5,7%) a pro kardiovaskulární hospitalizaci mužů a žen ve věku 65 – 74 let, rovněž s lagem 0 : změna 5,3% (CI 0,8%; 10%) IQR=4553.

Vliv částic PM_{1-BC} (tj. do 1 μm) na hospitalizaci se statisticky významně projevil na hospitalizaci mužů a žen všeho věku pro kardiovaskulární nemoci s lagem 0 : změna 2,6% (CI 0,5%; 4,8%) a pro kardiovaskulární hospitalizaci mužů a žen ve věku 1 - 64 let, rovněž s lagem 0 : změna 3,6% (CI 0,2%; 7,1%) a dále pro kardio-vaskulární hospitalizaci mužů a žen ve věku 65 -74 let rovněž s lagem 0 : změna 4,1% (0,2%; 8,2%). IQR=1,57.

Vliv PM_{10} na hospitalizaci se projevila pro hospitalizaci mužů a žen ve věku 75 a více let na respirační onemocnění s lagem 2, změna 5,6% (0,2%; 11,2%) a pro kumulovaný lag 2-5, změna 6,1% (0%; 12,5%) IQR činila 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vliv $PM_{2,5}$ na hospitalizaci :
Vztah hospitalizace a koncentrací jemných částic $PM_{2,5}$ při IQR 15,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ byl statisticky významný pro věkovou skupinu mužů a žen 1 - 64 let a kardiovaskulární onemocnění s lagem 2 : změna 3,4% (0,9%; 6,1%), lagem 3 : změna 3,2% (0,8%; 5,8%), lagem 4 : změna 2,8% (0,4%; 5,3%), lagem 5 : změna 2,6% (0,2%; 5%) a kumulovanými lagy 2-5 : 4,4% (1,6%; 7,4%) a 0-5 : 4,4% (1,4%; 7,4%) IQR=10,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vliv NO_2 na hospitalizaci: Vztah hospitalizace a koncentrací NO_2 byl vyjádřen pro muže a ženy věku 65 – 74 let a kardiovaskulární onemocnění s lagem 4 : změna 4,6% (0,3% ; 9%) IQR=13,8.

Vliv SO_2 na hospitalizaci : Hospitalizace a koncentrace oxidu siřičitého, kterému byli občané pravděpodobně nepatrně vystaveny (IQR=4,6) byla vyjádřena významně pro kardiovaskulární hospitalizaci mužů a žen ve věku 75 a více let s lagem 3 : změna 3,6% (0,1%; 7,3%).

Vliv škodlivin na úmrtnost – Ústí nad Labem
Vliv ultrajemných částic Av_{N3_6} , tj. o velikosti částic 20 -100 nm na úmrtnost : se statisticky významně projevila na úmrtnosti žen všeho věku na respirační nemoci s lagem 3 : změna 15,4% (CI 1,3%; 31,5%) IQR=3305, pro úmrtnost mužů na respirační nemoci s kumulativními lagy 2-5 : 17,9%(4,1%, 33,6%) a 0-5 :17,8%(3,2%, 34,6%) a dále pro respirační úmrtnost mužů a žen s kumulativními lagy 2-5: 12,1%(0,3%, 25,3%) a 0-5 : změna 13,9%(1,4%, 28%) a pro úmrtnost mužů a žen na respirační nemoci ve věku 1-74 let s lagy 2 : 19,9% (5,2%, 36,6%), lag 4:16,1%(1,8%, 32,6%) a kumulativními lagy 2-5: 29,2%(13,7%, 46,7%) a 0-5: 29,2%(12,7%, 48,1%). IQR=3305.

Vliv ultrajemných částic Av_{N3_8} (tj. o velikosti částic 20 – 800 nm) na úmrtnost se statisticky významně projevila na úmrtnosti žen všeho věku na respirační nemoci s lagem 3 : změna 15,2% (CI 0%; 32,6%) a pro respirační úmrtnost mužů s lagem 1: 16,6%(1,2%, 34,3%), lagem 4 : 15,5%(1,1%, 31,9%), lagem 5 : 14,4%(0,3%, 30,6%) a kumulativními lagy 2-5 : 20,4% (CI 6%; 36,8%) a 0-5 : 21,8%(6,7%, 38,9%). Další vliv byl zjištěn pro respirační úmrtnost mužů a žen všeho věku : pro kumulativní lagy 2-5 : 13,7%(1,5%, 27,4%) a 0-5:16,1%(3,4%, 30,3%). IQR=4553. Další vliv statisticky významný pro respirační úmrtnost mužů a žen ve věku 1-74 let : lag 2: 15,8%(0,5%, 33,4%), lag 4 : 19,8%(4,4%, 37,4%) a kumulativní lagy 2-5: 29,6%(13,5%, 48,1%) a 0-5 : 30,3%(13,6%, 49,4%).

Vliv částic PM_{1-BC} (tj. do $1 \mu m$) na úmrtnost se statisticky významně projevil na úmrtnosti mužů všeho věku na respirační nemoci s lagem 1 : změna 23,5% (CI 10,1%; 38,4%) a kumulativními lagy 0-1 : 21,8%(7,9%, 37,5%) a 0-5 : 21,2% (4,3%, 40,8%). IQR=1,57.

Vliv PM_{10} na úmrtnost se projevil pro úmrtnost mužů a žen ve věku 1-74 let na respirační onemocnění s lagem 2, změna 9,8% (0%; 20,5%) a lagem 3: změna 15,1% (5,4%; 25,8%). IQR činila $26 \mu g/m^3$.

Vliv $PM_{2,5}$ na úmrtnost : Vztah úmrtnosti a koncentrací jemných částic $PM_{2,5}$ při IQR $10,7 \mu g/m^3$ byl statisticky významný pro věkovou skupinu mužů a žen 1 - 74 let a respirační onemocnění s lagem 4 : změna 9,5% (1,3%; 18,3%).

Vliv NO_2 na úmrtnost : Vztah úmrtnosti a koncentrací NO_2 byl vyjádřen pro muže a ženy všeho věku s lagem 1 : změna 13,5% (1,2% ; 27,4%), lagem 0-1: 14,8%(1,7%,29,4%) a dále pro muže a ženy ve věku 1-74 let a respirační onemocnění s lagem 1 : změna 18,3% (3,5%, 35,3%) a 0-1 : 20,1% (4,5%, 38%). IQR=13,8.

Vliv SO_2 na úmrtnost : Úmrtnost a koncentrace oxidu siřičitého, kterému byli občané pravděpodobně nepatrně vystaveni (IQR=4,6) byla vyjádřena významně pro respirační úmrtnost mužů a žen ve věku 1-74 let s lagem 1 : změna 5,4% (0%; 11,1%) a 0-1:7,6%(0,4%, 15,2%).

Ústí nad Labem je charakterizováno znečištěním lišícím od téhož v Lomu u Mostu. Vyšší je znečištění hrubými partikulemi PM_{10} . Výrazně jiný je celkový počet UFP v Ústí nad Labem, který je mnohem nižší, než v Lomu u Mostu. Centrum Ústí nad Labem je patrně čistější, než závětrná strana chemických závodů Záluží a návětrná strana povrchového dolu. Oxid dusičitý, siřičitý a $PM_{2,5}$ jsou podobné a koncentrace ozónu jsou vyšší v Lomu.

Zdravotní dopady, jsou opět pro obě místa jiné. Srovnání brání nepatrně jiné rozdělení do věkových skupin. Hospitalizace pro kardiovaskulární nemoci pro všechny obyvatele a pro seniory , u expozice PM_1 i pro věk 1-64, v den expozice nepatrně ihned přibýly. Opožděně se vyvinula reakce na zvýšení NO_2 u seniorů a $PM_{2,5}$ u 1-64 letých.

Respirační nemoci zavedly pacienty z Ústí nad Labem do nemocnice při zvýšení SO_2 (+3,6%) a PM_{10} (+5,6%).

Všichni obyvatelé, nebo téměř všichni, reagovali na zvýšení znečištění nemocemi dýchacích cest. Nejvíce u ultrajemných partikulí o velikosti 200-800 nm s lagem 0-5 – velmi vysoká hodnota risk ratio ukázala aditivních 30,3 % přijatých nemocných navíc. Muži, patrně byli přijímáni do nemocnice o něco více, než ženy. Nejvyšší aditivní hodnoty byly pro PM_1 (BC), ultrajemné částice a méně u expozice NO_2 .

Základní znečišťující látky ovlivnily nejvíce hospitalizaci na Mostecku-Chomutovsku a Teplicku u skupiny 1-18 letých obyvatel – Pro expozici NO_2 a lag 0 : $\text{RR}=1,163(1,005;1,347)$ $\text{IQR}=8,5$. Podobný vliv byl zjištěn i pro $\text{PM}_{2,5}$ pro lag 4 : $\text{RR}=1,155 (1,039;1,283)$ $\text{IQR}=15$ a to pro kardiovaskulární choroby. Efekt byl oddálený.

Pro nemoci neuvedené jinde byl pro uvedenou skupinu 1-18 při expozici PM_{10} pro lag 2 : $\text{RR}=1,069(1,007;1,134)$ $\text{IQR}=23$

Nejvyšší nárůst hospitalizace při expozici UFP (20-100nm) byl pro seniorskou populaci ve věku 66-85 let pro nemoci dýchací s lag 2 : $\text{RR}=1,169(1,000;1,367)$ $\text{IQR}=3245$. Téměř stejný vliv byl při lag 2 : $\text{RR}=1,166(1,008;1,35)$ $\text{IQR}=4148$ u všech ultrajemných částic(20-800nm) na nemoci dýchacích cest ve věku 66-85 let (muži a ženy), pro veškeré částice a hospitalizaci celkovou byl lag 3 : $\text{RR}=1,049(1,003;1,097)$ $\text{IQR}=4148$

Malý nárůst byl sledován u SO_2 a hospitalizace s lag 3 : $\text{RR}=1,051(1,011;1,093)$; Lag 2_5 : $\text{RR}=1,055(1,000;1,113)$ $\text{IQR}=8,8;7,6$ u věkové skupiny 19-65 let muži a ženy

Znečištění ovzduší ovlivňuje v okrese Most všechny věkové skupiny populace. Maximálních hodnot v aditivní hospitalizaci pro kardiovaskulární nemoci však s podivem dosáhla skupina populace ve věku 1-18 let pro PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ a NO_2 – se zvýšením o 12,2%, 15,5% a 16,3% a vždy s lagem až 4 dny, u NO_2 v den expozice.

Důvěryhodnější jsou výsledky hospitalizace pro respirační nemoci u osob 66-85 let starých, jejichž aditivní procento připsatelné efektu frakcí ultrajemných částic je 16,9% na rozdíl od PM_{10} , kde je výsledek řádově nižší.

Hospitalizace pro kardiovaskulární nemoci v Ústí nad Labem pro všechny obyvatele a pro seniory , u expozice PM_1 i pro věk 1-64, v den expozice nepatrně ihned přibýly. Opožděně se vyvinula reakce na zvýšení NO_2 u seniorů a $\text{PM}_{2,5}$ u 1-64 letých. Respirační nemoci zavedly pacienty z Ústí nad Labem do nemocnice při zvýšení SO_2 (+3,6%)a PM_{10} (+5,6%). Úmrtnost obyvatel Ústí nad Labem všech věkových skupin pro nemoci dýchacích cest, reagovala se zpožděním na zvýšení znečištění. Nejvíce u ultrajemných partikulí o velikosti 200-800 nm s lagem 0-5, zde ratio ukázalo aditivních 30,3 % zemřelých navíc. Nejvyšší aditivní hodnoty byly pro expozici PM_1 (BC), ultrajemným částicím a méně u expozice NO_2 .

Naše sledování vlivu znečištění ovzduší na zdraví, kde indikátorem je příjem do nemocnice pro nemoci, které nevznikly úrazem, nebo jiným násilím, a úmrtnost, prokázalo že zejména ultrajemné částice,a částice PM_1 (BC) mají statisticky významný vliv.

Vliv škodlivin na úmrtnost - Most

Vliv PM_{10} na úmrtnost se projevilo pro úmrtnost mužů a žen ve věku 19 – 65 let na respirační onemocnění pro lag 0, $RR=1,111$ (1,018;1,212) a dále pro kumulativní lag 0-1 : $RR=1,121$ (1,026; 1,224). IQR činila 23,3 resp. 20,4 $\mu g/m^3$.

Vliv $PM_{2,5}$ na úmrtnost : Vztah úmrtnosti a koncentrací jemných částic $PM_{2,5}$ byl statisticky významný pro věkovou skupinu mužů a žen 19 -65 a respirační onemocnění s lagem 0 : $RR=1,109$ (1,013;1,214) a dále s lagem 1 : $RR=1,096$ (1,002; 1,198) a kumulativním lagem 0-1 : $RR=1,118$ (1,02; 1,226). IQR=15; 15; 13,8.

Vliv NO_2 na úmrtnost : Vztah úmrtnosti a koncentrací NO_2 byl vyjádřen pro muže a ženy věku 19 – 65 let a respirační onemocnění s lagem 1 : $RR=1,13$ (1,002;1,273). IQR=8,5.

Hospitalizace a úmrtnost v okrese Ústí nad Labem
Staré věkové skupiny podle projektu Ultraschwarz

Data hospitalizace a úmrtnosti byla rozdělena do věkových skupin shodných s předcházejícím projektem „UltraSchwarz“ a v této podobě vsupovala do generalizovaného aditivního modelu. Rozlišili jsme onemocnění u mužů a žen, věkové skupiny byly 1- 74, 1-64, 65-74, 75+, všichni.

Souhrn

Nejsilnější vztahy byly nalezeny pro hospitalizaci na respirační onemocnění seniorů ve věku 66 – 85 let v důsledku vlivu UFP (20-100nm) : $RR=1,169$ (CI 1,0;1,367) a vlivu PNC (20-800nm) : $RR=1,166$ (CI 1,008; 1,382). Ultrajemné částice mezi 100 -800 nm vedly v Ústí nad Labem k aditivní hospitalizaci s lagem 0-5 o 30,3% (CI 13,6; 49,4) vyšší pro obě pohlaví a věkovou skupinu 1- 74 let. Nepatrně nižší nárůst byl nalezen pro stejnou věkovou skupinu pro ultrajemné částice o velikosti 10 -100 nm.

7.3 VLIV ZÁTĚŽE ZÁPACHEM NA ZDRAVÍ DĚTÍ Z MATEŘSKÝCH ŠKOL

7.3.1 Popis sledované skupiny dětí:

Děti, které jsme sledovali po dvě sezóny v roce 2017 a 2018, chodily do dvou tříd – „Žabky“ staré 5 let a „Zajíčci“ ve věku 4 let. Děti byly vybrány tak, abychom je mohli sledovat během dvou školních roků. Sledovali jsme i zájmy dětí, které mohou ovlivnit expozici znečištění (Tab. 21, Tab. 22, Tab. 23).

Tab. 21: Popis sledované skupiny dětí.

	počet	věk	výška	hmot- nost	dívky	zdravé	rády zpívají	sportují
Žabky	24	5	115	18	11	15	11	2
Zajíčci	28	4	106	14	15	19	23	10

Zjišťovali jsme i kouření rodičů a pobyt při prašných činnostech.

Tab. 22: Kuřáctví rodičů a pobyt ve znečištění.

	kouření		pobyt v hodinách					
	matka	otec	doma	školka	jinde	doprava do 500	při vaření	při větrání
Žabky	6	6	15,3	7,3	3	17	3	4
Zajíčci	4	4	16,6	7,2	3,5	6	7	7

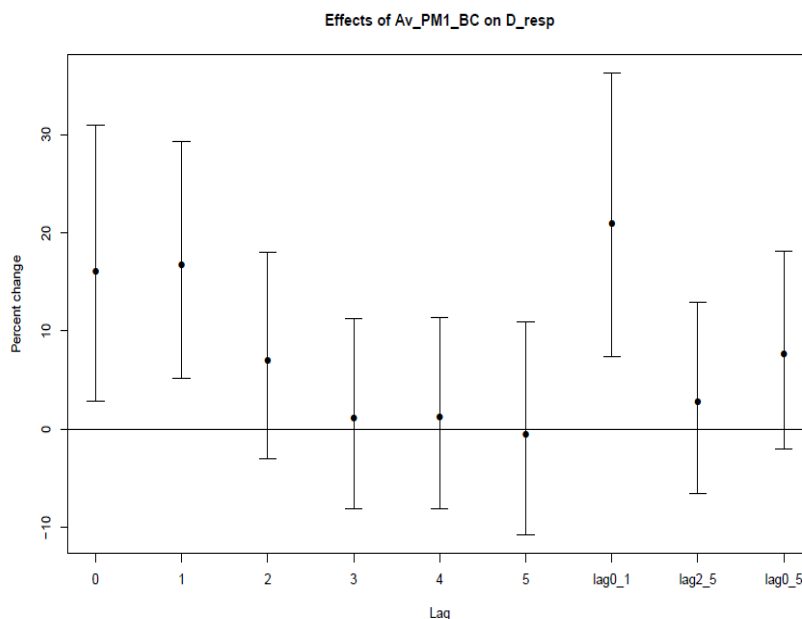
Tab. 23: Pobyt dětí a aktivity v hodinách během dne.

	chůze	doprava	běh	sedí	spí
Žabky	2	2	1	3	9
Zajíčci	3	3	1	13	4

Zajímali jsme se i o místa pobytu dětí a jejich fyzickou námahu.

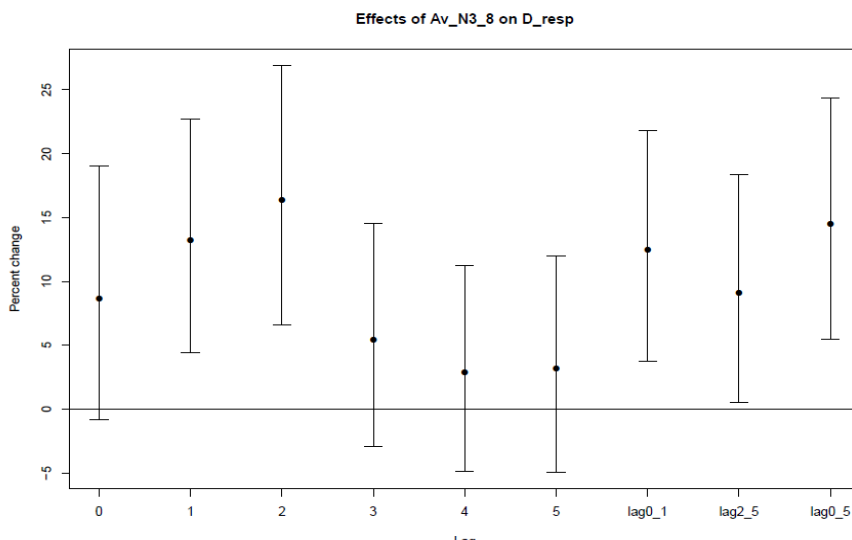
7.3.2 Hodnocení absence v mateřské škole pro respirační onemocnění:

Black carbon – PM₁: pravděpodobná reakce zdraví dětí na inhalační expozici černým sazím, aerosolu PM₁, byla bezprostřední a týž den. Chybění v mateřské školce z důvodu onemocnění respirační nemocí se zvýšilo v týž den o 18,2 %, a s odložením jednoho dne (lag 1) 15%. Risk Ratio odpovídalo v týž den RR=1,182 (CI 1,042; 1,340) a s lag 1 RR=1,155 (CI 1,038; 1,285). Pro oba dva dny byla statistická významnost vysoká, p=0,010 a pro lag 1 p=0,004. Nejvyšší statisticky významná vazba byla nalezena pro interval lag 0-1 den. Zde jsme našli vůbec nejvyšší hodnotu rizika reprezentovaného RR = 1,219 (CI 1,076; 1,382) p= 0,002, navýšení absence bylo téměř o 22%. Další dny – lag2, lag3, lag4, lag5 docházelo ke snižování rizika i statistické významnosti (p > 0,05). IQR pro aerosol BC byl pro 0-5 dní 2,1 ug/m³ (obr. 139).



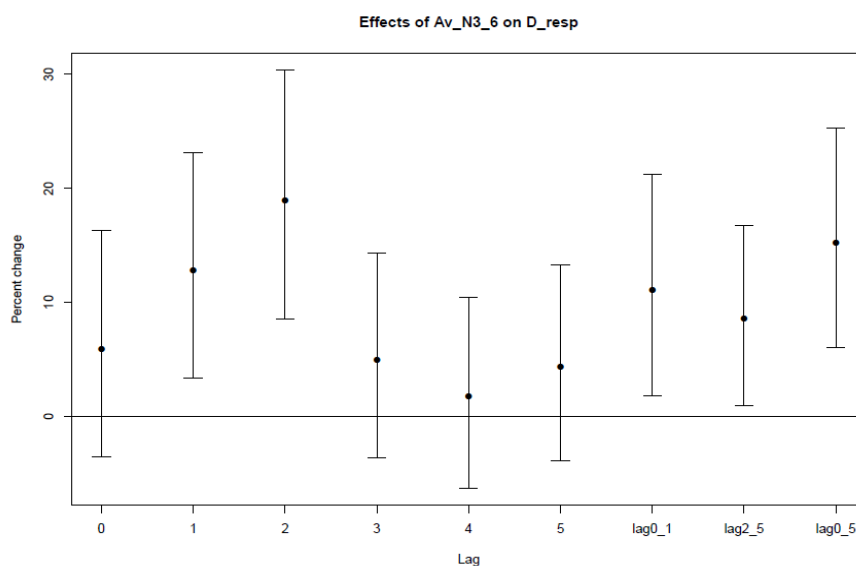
obr. 139: Vliv black carbon – PM₁ a percentuální nárůst absence dětí v mateřské škole včetně opoždění efektu (lag)

Vliv ultrajemných částic Av N3 8 (tj. o velikosti částic 20 – 800 nm) na absenci dětí pro respirace: pravděpodobná reakce zdraví dětí na expozici ultrajemným částicím o velikosti do od 20 -800 nm se od předcházejících vztahů lišila. Absence v mateřské školce pro nemoci dýchací se zvyšovaly nejvíce a statisticky významně s lag 1, lag2. Lag1- RR=1,089 (CI 1,001; 1,184), pro lag 2 RR=1,126 (CI 1,032; 1,229). Statistická významnost byla pro lag 1 a lag 2 vyjádřená p - 0,05 resp pro lag 2 p - 0,008. Počet ultrajemných částic vyjádřený IQR pro ultrajemný aerosol byl po dobu 0-5 dní 3444,2. Významné zvýšení bylo i u lag 0-1 12% (p-0,005); lag 2-5 o 9% a lag 0-5 14,5% (obr. 140).



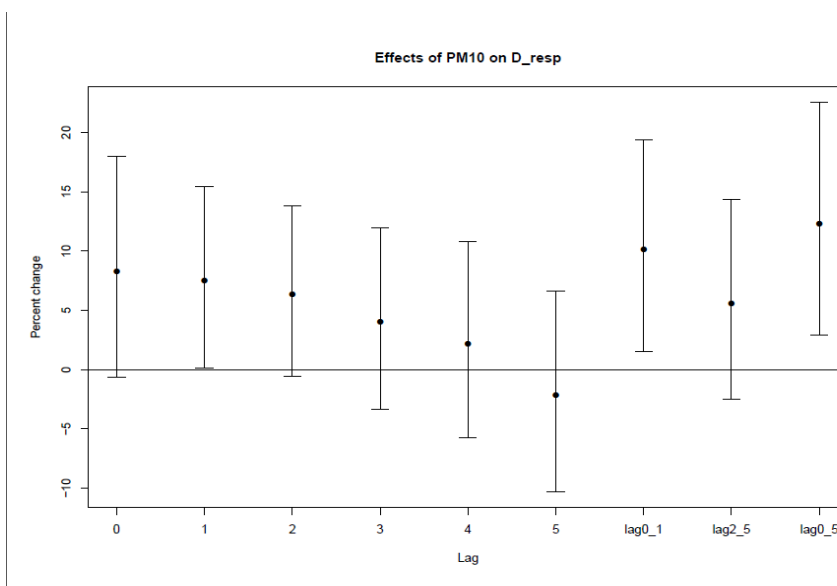
obr. 140: Vliv UFP 20-800 nm a percentuální nárůst absence dětí v mateřské škole

Vliv ultrajemných částic Av_N3_6, tj. o velikosti částic 20-100 nm, na absenci pro dětské respirace: v tomto případě jsme našli vztah počtu ultrajemných částic velikosti 20-100 nm při počtu částic IQR 2309, statisticky významný první den po expozici pro lag RR= 1,128 (CI 1,033; 1,231) p=0,008; Nárůst absence činil 12,8%. Při lag 2 došlo ještě k dalšímu zvýšení absence vyjádřené RR= 1,189 (CI 1,085;1,304) p=0,000. Významný byl ještě vztah při lag 0-1, 2-5, a 0-5 – 11%, 8% a 15% při p menším než 0,05 (obr. 141).



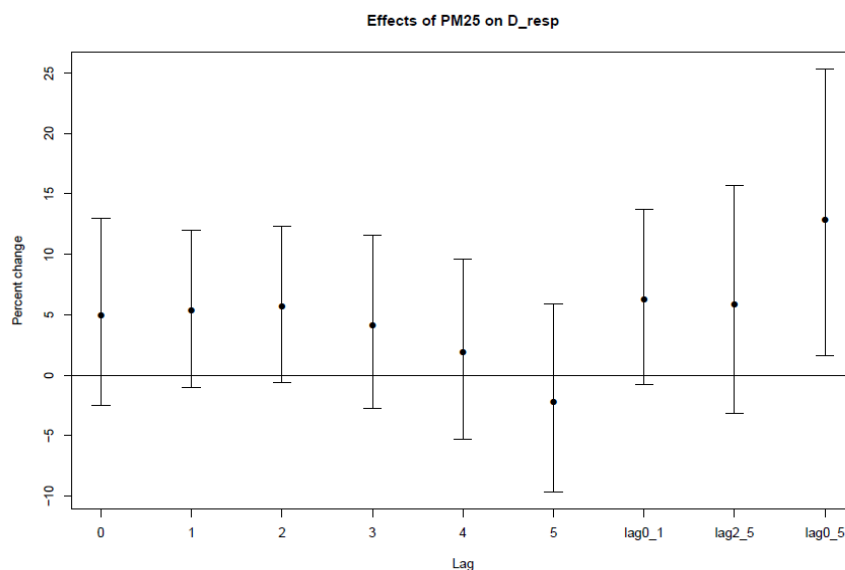
obr. 141: Vliv UFP 20-100 nm a percentuální nárůst absence dětí v mateřské škole

Vliv PM_{10} na absenci dětí pro respirační choroby: Pravděpodobná reakce zdraví dětí na expozici hrubým částicím, tj. absence ve školce byla již v den expozice vyšší, významná byla až při lag 1, kdy bylo $RR = 1,075$ (CI 1,001;1,154) a $p = 0,048$. Významné zvýšení absence bylo ještě při lag 0-1 10,01% ($p = 0,021$) a lag 0-5 12,3% ($p = 0,010$). IQR činila $34,5 \mu g/m^3$ (obr. 142).



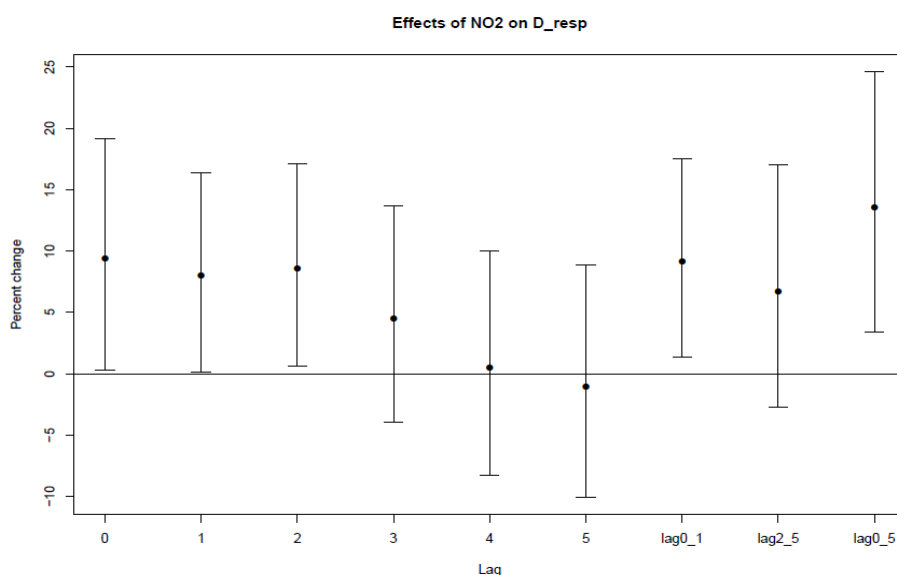
obr. 142: Vliv PM_{10} a procentuální nárůst absence dětí v mateřské škole

Vliv $PM_{2,5}$ na absenci dětí pro respirační choroby: Vztah absence dětí a koncentrací jemných částic $PM_{2,5}$ při IQR $15,2 \mu g/m^3$ byl statisticky významný pro časový odstup lag 0 - 5 dní. $RR = 1,128$ (CI 1,016;1,253) při $p = 0,026$. Významnost se projevila až pro celý časový úsek 0-5. IQR byla $15,2 \mu g/m^3$ (obr. 143).



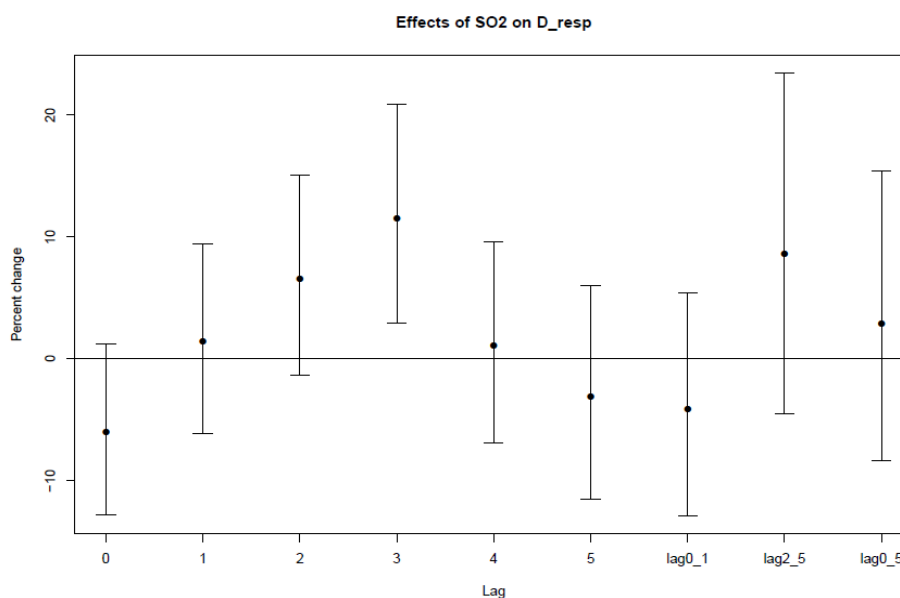
obr. 143: Vliv PM_{2,5} a percentuální nárůst absence dětí v mateřské škole

Vliv NO₂ na absenci dětí pro respirační choroby: Vztah absence dětí a koncentrací NO₂ byl vyjádřen v den expozice RR= 1,093 (CI 1,003;1,192) p=0,044; pro lag 1 RR=1,080 (CI 1,003; 1,192) p=0,048; nejvyšší pro lag 2 RR= 1,096(1,006; 1,171) p=0,036. Statistická významnost byla i pro lags 0-1 RR=1,091(CI 1,013; 1,125) p=0,022. Nejvyšší byla pro lag 0-5 RR=1,135 (CI 1,034; 1,246) p=0,008 (obr. 144).



obr. 144: Vliv NO₂ a percentuální nárůst absence dětí v mateřské škole

Vliv SO₂ na absenci dětí pro respirační choroby: Absence dětí pro respirace a koncentrace oxidu siřičitého, kterému byly děti pravděpodobně nepatrně vystaveny (IQR 9,1) byla vyjádřena významně pouze pro lag 3 RR=1,115 (CI 1,029; 1,208), p=0,009 (obr. 145, Tab. 24).



obr. 145: Vliv SO₂ a procentuální nárůst absence dětí v mateřské škole

Tab. 24: Výsledky analýz absence pro nemoci dýchacích cest dětí, PM₁(BC) a UFP, kde byly výsledky statisticky významné

UFP20-100 nm	RR	dol.CI	hor.CI	p
lag 2	1,148	1,047	1,258	0,004
lag 0-5	1,113	1,012	1,223	0,028
UFP 20-800 nm				
lag 1	1,089	1,001	1,184	0,05
lag 2	1,126	1,032	1,229	0,008
PM ₁ (BC)				
lag 0	1,182	1,042	1,340	0,010
lag 1	1,155	1,038	1,285	0,009
lag 0-1	1,219	1,076	1,382	0,002

Diskuse

Nalezené statistické vztahy jsou přesvědčivější pro PM_{10} (BC) a ultrajemné částice od 20-100 nm a 20-800 nm, a více, než pro další aerosoly. Oxid dusičitý měl 13,5% nárůst pro lag 0-5, oxid siřičitý pouze při lag 3 11,5%.

Soubor sledovaných dětí tvořily dvě třídy celkem o 52 dětech ve věku 4 a 5let. Absentujících dětí bylo denně málo, maximálně 14. Pracovali jsme s malými čísly. Do modelu jsme vložili epidemiologickou situaci ve sledovaném období, získanou díky KHS Ústí n/L, byla však pro kraj, nikoli pro město Litvínov.

Závěr:

Studie proběhla v území, kde dochází k překračování denních imisních limitů aerosolových částic a je přítomno i další znečištění, přinášející pachové obtěžování. Sledování absence v mateřské škole potvrdilo účast BC (PM_{10}) na efektu znečištění aerosoly u dětské populace. Reakce v absenci dětí byla bezprostřední – v den expozice 18%, další den 16%. Nejvyšší statisticky významná vazba byla nalezena také pro interval 0-1lag. Zde jsme našli vůbec nejvyšší hodnotu rizika reprezentovaného $RR = 1,219$ (CI 1,076; 1,382) $p = 0,002$, navýšení absence bylo téměř o 22%.

Ultrajemná frakce aerosolů o velikosti 20-100 nm vyvolala druhý den (lag 1) 15 % nárůst, lag 0-5 11%. S podobnou statistickou silou se uplatnily i UFP 20-800 nm, ale méně, lag 1 9%, lag 2 13%.

Hrubé částice se ale uplatnily s časovým odstupem 0-5 dní dohromady (+12%).

Oxid dusičitý pravděpodobně ovlivňoval zdraví s odstupem 0-5 dní, RR se zvýšilo o cca 15%. Překvapivě nízké koncentrace oxidu siřičitého (maximum 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, medián hodnot 7,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) prokázaly pravděpodobný vliv na absenci dětí v mateřské škole. Absence dětí pro respiraci a koncentrace oxidu siřičitého, kterému byly děti pravděpodobně vystaveny pouze pro lag 3, představovaly 12% navýšení. Hodnocení nerespektuje působení znečištění ve směsi a vzájemné ovlivňování či konkurenci sloučenin, také nepočítá s interakcemi v ovzduší v prostředí dětí.

Prioritou v ovzduší a nejvyšší zdravotní efekt přinesly koncentrace PM_{10} (BC) (medián 1,4, maximum 7,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), dále pak ultrajemné aerosolové částice. Menší vliv má oxid dusičitý a oxid siřičitý. Onemocnění dýchacích cest jsou většinou zánětlivá, může se při tom uplatňovat složení aerosolů, oxidační potenciál polycyklických aromatických uhlovodíků v aerosolech, některé kovy a arsen. Prokazovaný efekt se týká dětí, jejichž dýchací systém se vyvíjí a konsekvence mohou být až v dospělosti. Znečištění ovzduší může poškozovat dýchací cesty a může poškozovat i plicní intersiciu s pozdějším vývojem fibrotických změn (Johanson, 2015).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Aatamila, M., Verkasalo, P. K., Korhonen, M. J., Suominen, A. L., Hirvonen, M.-R., Viluksela, M. K., & Nevalainen, A. (2011): Odour annoyance and physical symptoms among residents living near waste treatment centres. *Environmental Research*, 111(1), 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2010.11.008>
- Aengst, C. (1984): Zur Zusammensetzung des Staubes in einem Schweinemaststall. Hannover, TiHo, 57 p
- Altemose, B., Gong, J., Zhu, T., Hu, M., Zhang, L., Cheng, H., Zhang, L., Tong, J., Kipen, H. M., Strickland, P. O., Meng, Q., Robson, M. G., Zhang, J. (2015): Aldehydes in relation to air pollution sources: A case study around the Beijing Olympics. *Atmos Environ*, 109, 61–69. doi:10.1016/j.atmosenv.2015.02.056
- Armstrong, B. (2006): Models for the relationship between ambient temperature and daily mortality. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 17(6), 624–631. <https://doi.org/10.1097/01.ede.0000239732.50999.8f>
- Baldauf, M., Seifert, A., Forstner, J., Majewski, D., Raschendorfer, M., Reinhardt, T. (2011): Operational Convective-Scale Numerical Weather Prediction with the COSMO Model: Description and Sensitivities, *Mon Weather Rev*, 139(12), 3887–3905. <https://doi.org/10.1175/MWR-D-10-05013.1>
- Barletta, B., Meinardi, S., Rowland, S. F., Chan, C.-Y., Wang, X., Zou, S., Chan, L. Y., Blake, D. R. (2005): Volatile organic compounds in 43 Chinese cities. *Atmospheric Environment*, 39(32), 5979–5990. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.06.029>
- Blanes-Vidal, V., Nadimi, E. S., Ellermann, T., Andersen, H. V., & Løfstrøm, P. (2012): Perceived annoyance from environmental odors and association with atmospheric ammonia levels in non-urban residential communities: a cross-sectional study. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 11, 27. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-11-27>
- Böhm, H. (2015): Beratung mit Vertretern der Bürgerinitiative für Saubere Luft im Erzgebirge Maßnahmen des Öffentlichen Gesundheitsdienstes.
- Chan, L., Chu, K., Zou, S., Chan, C., Wang, X., Barletta, B., Blake, D. R., Guo, H., Tsai, W. (2006): Characteristic of nonmethane hydrocarbons in industrial, industrial-urban,

- and industrial-suburban atmospheres of the Pearl River Delta (PRD) region of south China. *Journal of Geophysical Research*, 111, D11304. doi:10.1029/2005JD006481
- Clauß, M. (2015): Particle size distribution of airborne microorganisms in the environment – a review. *Landbauforschung Volkenrode*, 65(2), 77-100. doi: 10.3220/LBF1444216736000
- Clauß, M., Springorum, A. C., Hartung, J. (2013): Jahresverlauf der Hintergrundkonzentrationen verschiedener Gruppen luftgetragener Mikroorganismen in einem urbanen, einem Agrar- und einem Forstgebiet in Norddeutschland. *Gefahrstoffe - Reinhaltung Luft*, 73(9), 375-380.
- Directive 2004/107/EC of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air, Official Journal of the European Union, L23/3
- Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, Official Journal of the European Union, L152/1
- Dominici, F., Peng, R. D. (2008): Statistical Methods for Environmental Epidemiology with R. A Case Study in Air Pollution and Health. In *Use R*. https://doi.org/10.1007/978-0-387-78167-9_1
- EFSA (2016): Risks for public health related to the presence of *Bacillus cereus* and other *Bacillus* spp. including *Bacillus thuringiensis* in foodstuffs. *EFSA Journal*, 14(7), 4524. doi: 10.2903/j.efsa.2016.4524
- EPA TO 11A, Radiello, Firmenmanual, Methode C1: Aldehyde mittels Methode HPLC 2006.
- EPA (2014): <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/2014conference/wedpamsmacgregor.pdf> (09.12.2018)
- European Center for Aerosol Calibration (ECAC): <https://actris-ecac.eu/osia-2017-2.html>
- Faust, M. (2017): Entwicklung eines Lagrangeschen Partikel Dispersions Modells zur Identifizierung von Geruchsquellen im Erzgebirge. Master Thesis, University of Leipzig, Germany 2017.

- Fernstrom, A., Goldblatt, M. (2013): Aerobiology and its role in the transmission of infectious diseases. *J Pathogens* 2013, (6), 1-13. doi: [10.1155/2013/493960](https://doi.org/10.1155/2013/493960)
- Forss, D. A. (1972): Odor and flavor compounds from lipids. *Progr. Chem. Fats Other Lipids*, 13, 181-258. [https://doi.org/10.1016/0079-6832\(73\)90007-4](https://doi.org/10.1016/0079-6832(73)90007-4)
- Fromme, H., Bischof, W., Dietrich, S., Lahrz, T., Schierl, R., Schwegler, U. (2013): Airborne allergens, endotoxins and particulate matter in elementary schools, results from Germany (LUPE 2). *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 10(10), 573-582. doi: 10.1080/15459624.2013.818223
- Garcia, J. P., Beyne-Mascelet, S., Mouvier, G., Mascelet, P. (1992): Emission of volatile organic compounds by coal-fired power stations. *Atmospheric Environment*, 26(9), 1589-1597. [https://doi.org/10.1016/0960-1686\(92\)90059-T](https://doi.org/10.1016/0960-1686(92)90059-T)
- Health Council of Netherlands (2010): Endotoxins – Health-based recommended occupational exposure limit. Den Haag, Nederlande S. 15-19.
- Hopf, M., Aurich, V., Hennebach, E. (2006): Ergebnisbericht zur Auswertung von krankheits-bedingten Fehltagen in ausgewählten Kindertageseinrichtungen im Mittleren Erzgebirge. Zeitraum 01.01.2006 bis 30.04.2006: Landesuntersuchungsanstalt für das Gesundheits- und Veterinärwesen Sachsen.
- Hopke, K. P. (2000): *A Guide to Positive Matrix Factorization*. [Online] 8. 2. 2000. [cit. 2012-02-20]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/workshop/laymen.pdf>.
- ICOH (1997): International Commission on Occupational Health. In Rylander R. *Int J Occup Health Suppl* 3 (1)
- Johannson, K. A., Balmes, J. R., Collard, H. R. (2015): Air pollution exposure: A novel environmental risk factor for interstitial lung disease? *Chest*, 147(4), 1161-1299. doi: 10.1378/chest.14-1299.
- Jones, A. M., Harrison, R. M (2004): The effects of meteorological factors on atmospheric bioaerosol concentrations: a review. *Sci Total Environ*, 326(1-3), 151-180. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2003.11.021>

- Kath, H. G., Pausch, A., Hausmann, A., Kühne, H., Kämpken, B., Oelke, K., Schreiber, U. (2016): Sind Mercaptane Ursache für Geruchsbeschwerden im Erzgebirge? Bericht zu Methodenentwicklung und Erprobungsergebnissen vom 01.09. bis 30.04.2016.
- Kolk, A., van Gelder, R., Schneider, G., Gabriel, S. (2009): Mikrobiologische Hintergrundwerte in der Außenluft – Auswertung der BGIA-Expositionsdatenbank MEGA. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft*, 69(4), 130-136.
- LAI-Leitfaden (2014): Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Bioaerosol-Immissionen der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz.
- Liebers, V., Kendzia, B., Düser, M., Brüning, T., Raulf, M. (2017): Bestimmung der Endotoxinaktivität – Methodische Aspekte. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft*, 77(4), 143-150
- Lighthart, B., Shaffer, B. T. (1995): Viable bacterial aerosol particle size distributions in the midsummer atmosphere at an isolated location in the high desert chaparral. *Aerobiologia*, 11(1), 19-25. <https://doi.org/10.1007/BF02136140>
- Lohberger, M. (2016): Hintergrundkonzentration für Bioaerosole. Schriftenreihe des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Heft 4/2016
- Miltenberger, A. K., Pfahl, S., Wernli, H. (2013): An online trajectory module (version 1.0) for the nonhydrostatic numerical weather prediction model COSMO, *Geosci. Model Dev.*, 6, 1989–2004. doi:10.5194/gmd-6-1989-2013
- Nagata, Y. (2013): Measurement of Odor Threshold by Triangular Odor Bag Method. https://www.env.go.jp/en/air/odor/measure/02_3_2.pdf.
- NIOSH Manual of Analytical Methods, Fourth Edition Formaldehyde: METHOD 2016, Issue1, dated 15 January 1998 – Page 2 – 5
- Pausch, A., Franke, J., Löschau, G., Straková, M., Mannewitz, A. (2018): Luftqualität in Sachsen. Jahresbericht 2017. Vydavatel Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/30895>
- Petzold, A., Kramer, H. (2001): An Improved Aerosol Absorption Photometer for the Determination of Black Carbon in Ambient Aerosol. *Journal of Aerosol Science*, 32, 37–38.

- Ponczek, M., George, C. (2018): Kinetics and product formation during the photooxidation of butanol on atmospheric mineral dust. *Environ. Sci. Technol.*, 52(9), 5191-5198. DOI: 10.1021/acs.est.7b06306
- Radiello, 2006, www.sigma-aldrich.com/radiello
- Ranau, R., Kleeberg, K. K., Schlegelmilch, M., Streese, J., Stegmann, R., Steinhardt, H. (2005): Analytical determination of the suitability of different processes for the treatment of odorous waste gas. *Waste Management*, 25(9), 908-916. DOI: [10.1016/j.wasman.2005.07.004](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.07.004)
- RESTEK Silco Can canisters, 2005, Cat. 59011A. www.restek.com
- Schättler, U., Doms, G., Schraff, C. (2009): A description of the nonhydrostatic regional COSMO-Model. Part I: Users Guide. Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2009. [<http://www.cosmo-model.org>].
- Schauer, J., Kleeman, M. J., Cass, G. R., Simoneit, B. R. T. (2001): Measurement of emissions from air pollution sources. 3. C₁-C₃₀ organic compounds from fireplace combustion of wood. *Environ. Sci. Technol.*, 35, 1716-1728.
- Schauer, J., Kleeman, M. J., Cass, G. R., Simoneit, B. R. T. (2002): Measurement of emissions from air pollution sources. 5. C₁-C₃₂ organic compounds from gasoline-powered motor vehicles. *Environ. Sci. Technol.* 36, 1169-1180.
- Schuijs, M. J., Willart, M. A., Vergote, K., Gras, D., Deswarte, K., Ege, M. J., Hammad, H. et al. (2015): Farm dust and endotoxin protect against allergy through A20 induction in lung epithelial cells. *Science*, 349(6252), 1106-1110: doi: 10.1126/science.aac6623.
- Schulz, M., Mack, B., Renn, O. (Hrsg.), Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft, DOI: 10.1007/978-3-531-19397-7_10, © VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden 2012, 196, 197, 200
- Sekyra, M., Leníček, J., Skybová, M., Vrabel, J., Heppner, P. (1999): Emise volatilních uhlovodíků-prekurzorů ozonu ze stacionárních a mobilních zdrojů. Projekt MŽP-ČR, VaV-740-2-01.
- Sigma-Aldrich (2018a): https://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigma-aldrich/docs/Supelco/Application_Notes/radiello_c1_c4.pdf (09.12.2018)

- Sigma-Aldrich (2018b): <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/supelco/rad145?lang=en®ion=CZ> (09.12.2018)
- Statistisches Landesamt & Geschäftsstelle (2019): Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. Přístup dne 26.03.2019. Dostupné na <http://www.forschungsdatenzentrum.de/datenangebot.asp>.
- Sturm, R. (2012): Modeling the deposition of bioaerosols with variable size and shape in the human respiratory tract: a review. *J Adv Res*, 3(4), 295–304. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2011.08.003>
- SUPELCO, Air Monitoring, firemní materiál 2008
- Tesseraux, I., Lung, T. (2014): Hintergrundkonzentrationen von Gesamtbakterien und weiteren Bioaerosolparametern in Stadtgebieten. *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft*, 74 (9), 368-375.
- T-P UFIREG-Projekt (2011-2014) Ultrafine Particles - an evidence based contribution to the development of regional and European environmental and health policy.ro 2010) Geräteentwurf I. Beneš, Herstellung und Software T-Pro Teplice, ČR
- U. S. EPA, Cincinnati, Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air, Second Edition Determination of Formaldehyde in Ambient Air Using Cartridge Followed by HPLC, U. S. EPA, Cincinnati, OH 45268, January 1999.
- VDI-Richtlinie 4250 Bl. 3 (2014) Anlagenbezogene und schutzgutbezogene, umweltmedizinisch relevante Messparameter.
- VDI-Richtlinie 4250 Bl. 3 (2014) Anlagenbezogene und schutzgutbezogene, umweltmedizinisch relevante Messparameter.
- VDI-Richtlinie 4252 Bl. 3 (2008] Aktive Probenahme von Bioaerosolen – Abscheidung von luftgetragenen Bakterien mit Impingern nach dem Prinzip der kritischen Düse.C
- VDI-Richtlinie 4253 Bl. 2 (2004) Verfahren zum kulturellen Nachweis der Schimmelpilzkonzentration in der Luft – Indirektes Verfahren nach Probenahme auf Gelatine/Polycarbonat-Filtern.

- Watson, J. G., Chow, J. C., Fujita, E. M. (2001): Review of organic compound source apportionment by chemical mass balance, *Atmospheric Environment*, 35, 1567-1584.
[https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(00\)00461-1](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00461-1)
- Wiedensohler, A., Wiesner, A., Weinhold, K., Birmili, W., Hermann, M., Merkel et al. (2018): Mobility Particle Size Spectrometers: Calibration Procedures and Measurement Uncertainties. *Aerosol Science & Technology*, 52(2), 146-164.
<https://doi.org/10.1080/02786826.2017.1387229>
- Wiedensohler, A., Birmili, W., Nowak, A., Sonntag, A., Weinhold, K., Merkel et al. (2012): Mobility Particle Size Spectrometers: Harmonization of Technical Standards and Data Structure to Facilitate High Quality Long-term Observations of Atmospheric Particle Number Size Distributions. *Atmos. Meas. Tech*, 5, 657-685.
<https://doi.org/10.5194/amt-5-657-2012>
- Wolke, R., Schröder, W., Schrödner, R., Renner, E. (2012): Influence of grid resolution and meteorological forcing on simulated European air quality: A sensitivity study with the modeling system COSMO-MUSCAT, *Atmos. Environ.*, 53, 110-130.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.02.085>
- Zscheppang, A., Degen, M., Schladitz, A., Merkel, M., Plachá, H., Bitter, M., ... Leníček, J. (2014). *UltraSchwarz. Ultrajemné částice a zdraví v Erzgebirgskreis a v Ústeckém kraji*. Evropská unie Evropský fond regionálního rozvoje.
- Zscheppang, A., Otto, M., & Schürmann, B. (2016): Geruchsbelastung und gesundheitliche Folgen. Sächsisches Staatsministerium für Soziales und Verbraucherschutz.

SEZNAM OBRÁZKŮ

obr. 1	Četnost koncentrace SO_2 podle směru větru a koncentrace naměřené na Schwartenbergu v období leden - březen 2017. Zdroj: ZÚ Ústí nad Labem.....	10
obr. 2:	Počet stížností na zápach v letech 2010 až 2016 a počet stížností na zápach v zimních měsících listopad až březen v letech 2010 až 2016 v oblasti Krušných hor.....	11
obr. 3:	Počet dní s minimálně deseti stížnostmi v regionu Krušných hor (obce z okresů Erzgebirgskreis, Mittelsachsen a Sächsische Schweiz-Osterzgebirge) a Vogtland v letech 2010 až 2016.....	11
obr. 4:	Zeměpisný rozšíření stížností na zápach na saské straně hranice v roce 2015..	12
obr. 5:	Zařízení podléhající schválení na saské straně, která by rovněž mohla být zdrojem.	17
obr. 6:	Zeměpisná poloha jednotlivých stanic v projektové oblasti na saské a české straně hranice. 1 – Annaberg-Buchholz, 2 – Schwartenberg, 3 – Deutschneudorf, 4 – Lom, 5 – Ústí nad Labem.	18
obr. 7:	Speciální měřicí stanice v Deutschneudorfu. Foto: Anja Mannewitz, LfULG.	19
obr. 8:	Stanice měření kvality ovzduší v Lomu – Česká republika, foto: Helena Placha, ČHMÚ.	21
obr. 9:	Stanice měření kvality ovzduší na Schwartenbergu Foto: Gunter Löschau, LfULG.	22
obr. 10:	Stanice měření kvality ovzduší Annaberg-Buchholz, foto: Burkhard Lehmann, LfULG.	23
obr. 11:	Stanice měření kvality ovzduší Ústí nad Labem – centrum, Česká republika. Foto: Helena Placha, ČHMÚ.	24
obr. 13:	Znečišťující látky v ovzduší naměřené na německých měřicích stanicích Schwartenberg, Annaberg-Buchholz, Collmberg a Leipzig-Mitte a na českých stanicích v Lomu a Ústí nad Labem – centrum. Všechny hodnoty v $\mu\text{g}/\text{m}^3$. NO_x : oxidy dusíku; BTX: benzen, toluen, xylen; SO_2 : oxid siřičitý; O_3 : ozon; PM_{10} : jemný prach $10\ \mu\text{m}$; $\text{PM}_{2,5}$: jemný prach $2,5\ \mu\text{m}$; BC – Black Carbon/saze.	28
obr. 14:	Měřicí přístroje ke stanovení ultrajemných částic a sazí PM_{10}	29
obr. 15:	Lom u Mostu. Odběrové segmenty vložené do mapy (Mapy.cz)	31
obr. 16:	Deutschneudorf. Odběrové segmenty vložené do mapy (Mapy.cz)	31
obr. 17:	Odběrová místa (zleva) Lom u Mostu (foto Ivan Beneš).....	33
obr. 18:	Odběrová místa (zleva) Deutschneundorf.....	33
obr. 19:	Odběrová místa (zleva) rozhledna Jeřábina.....	33

obr. 20:	Mapa míst mobilního měření	40
obr. 21:	Prezentace podmínek větru při mobilních měřeních.....	41
obr. 22:	Měřicí stanoviště Deutschneudorf (nahoře) a Lom (dole) s měřicí stanicí a sestavenou měřicí technikou v zimě.....	45
obr. 23:	Žlutá: hlavní oblast (oblast s největším počtem zápachových epizod), světle modrá: okrajová oblast (oblast se zápachovými epizodami), tmavě modrá: česká sledovaná oblast	50
obr. 24:	Počet stížností na zápach v letech 2010 až 2018 (nalevo),	59
obr. 25:	Počet stížností na zápach v zimních měsících listopad až březen v letech 2010 až 2019 v oblasti Krušných hor (doprava).	59
obr. 26:	Počet významných (>3 stížnosti za den) dnů se zápachem (>5 stížnosti za den) v zimních měsících listopad až březen 2010 až 2019 v regionu Krušných hor (nalevo).	59
obr. 27:	Počet velmi významných dnů se zápachem (>5 stížnosti za den) v zimních měsících listopad až březen 2010 až 2019 v regionu Krušných hor (doprava).	59
obr. 28:	Procentuální četnost směrů větru pro zimní období na saských stanicích měření kvality ovzduší Schwartenberg a Annaberg-Buchholz.....	61
obr. 29:	Procentuální četnost směrů větru pro zimní období na speciální měřicí stanici Deutschneudorf	62
obr. 30:	Procentuální četnost směrů větru na českých stanicích měření kvality ovzduší Lom a Ústí nad Labem – centrum.	62
obr. 31:	Vývoj měsíčních středních hodnot koncentrací SO ₂ (µg/m ³) v zimních obdobích posledních devíti let v období od 2010-11 do 2019-03 na stanicích měření kvality ovzduší Schwartenberg (modrá), Annaberg-Buchholz (červená), Lom (zelená), Ústí nad Labem – centrum (žlutá) a Lipsko-střed (černá).	63
obr. 32:	Vývoj měsíčních středních hodnot koncentrací NO ₂ (µg/m ³) v zimních obdobích posledních devíti let v období od 2010-11 do 2019-03 na stanicích měření kvality ovzduší Schwartenberg (modrá), Annaberg-Buchholz (červená), Lom (zelená), Ústí nad Labem – centrum (žlutá), Lipsko-střed (černá) a Collmberg (fialová).	63
obr. 33:	Vývoj měsíčních středních hodnot koncentrací PM ₁₀ (µg/m ³) v zimních obdobích posledních devíti let v období od 2010-11 do 2019-03 na stanicích měření kvality ovzduší Schwartenberg (modrá), Annaberg-Buchholz (červená), Lom (zelená), Ústí nad Labem – centrum (žlutá), Lipsko-střed (černá) a Collmberg (fialová).	64
obr. 34:	Souvislost mezi koncentrací znečišťujících látek (µg/m ³) a počtem stížností na příkladu SO ₂ (modrá) a benzenu (zelená) v prvním zimním období 2016/17.....	65

obr. 35: Procentuální podíl naměřených hodnot merkaptanů a sulfidů při jihovýchodním větru a jiných směrech větru během tří zim projektového období, které se pohybovaly nad mezí stanovitelnosti. MeSH – methylmerkaptan; EthSH – ethylmerkaptan; DMS – Dimethylsulfid; DMDS.....	66
obr. 36: Větrné růžice v souvislosti s koncentracemi znečišťujících látek v ovzduší ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na Schwartenbergu (červený bod) v projektovém období (1. – nahoře, 2. – střed a 3. zimní období – dole, v období listopad - březen): SO_2 (modrá), NO_2 (žlutá) a PM_{10} (černá) – vlevo; benzen (světlemodrá), toluen (hnědá) a xylen (zelená) – vpravo.	68
obr. 37: Větrné růžice v souvislosti s koncentracemi standardních znečišťujících látek v ovzduší ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) v Lomu na české straně v projektovém období (1. – nahoře, 2. – střed a 3. zimní období – dole, v období listopad - březen): SO_2 (modrá), NO_2 (žlutá) a PM_{10} (černá).	70
obr. 38: Počet dní bez jihovýchodního větru a s jihovýchodním větrem s žádnými stížnostmi, nízkým počtem (1-2 stížnosti), významným počtem (≤ 3 stížnosti) stížností a přeshraničními (≤ 5 stížnosti) zápachovými epizodami během všech tří zimních období v době od listopadu do března.....	71
obr. 39: Průměrné distribuce velikosti částic pro měřicí stanice Deutschneudorf na německé straně a Lom na české straně. Vlevo nahoře: zápachová epizoda a měření bez termodenudéru; vlevo dole: stejné období a s termodenudérem; pravý sloupec analogické rozdělení měření bez zápachové epizody.	72
obr. 40: Porovnání koncentrací sazí naměřených fonometry na stanicích Deutschneudorf (nahoře) a Lom (dole) v období od konce ledna do začátku března 2017.	74
obr. 41: Porovnání naměřeného celkového počtu částic (N_{celkem}), celkové hmotnostní koncentrace (m_{celkem}) a koncentrací sazí ($m(\text{BC})$) stanic Deutschneudorf (černá) a Lom (červená resp. zelená) na období od konce února do začátku března 2018.	75
obr. 42: Větrná růžice vložená do mapy	76
obr. 43: Větrná růžice vložená do mapy. Zdroj mapy: www.mapy.cz	77
obr. 44: Větrná růžice vložená do mapy	78
obr. 45: Větrná růžice vložená do mapy	79
obr. 46: Směr větru, ze kterého přicházejí karbonylové sloučeniny, překračující čichový práh	80
obr. 47: Profily naměřené v DND a Lomu (koncentrace v ppbv).....	83
obr. 48: Výsledky zpětné validace modelu se dvěma faktory metodou bootstrap – 100 podvýběrů.....	84

obr. 49: Profil zdroje 1 (Spalování měkkého dřeva) před rotací faktorů (šedé sloupce a body) a po rotaci faktorů nástrojem Fpeak (zelené sloupce a žluté body). Profil je uveden v absolutních jednotkách (sloupce – logaritmické měřítko) a v relativních jednotkách (body – měřítko v procentech).....	85
obr. 50: Profil zdroje 2 (Spalování Uhlí) před rotací faktorů (šedé sloupce a body) a po rotaci faktorů nástrojem Fpeak (zelené sloupce a žluté body). Profil je uveden v absolutních jednotkách (sloupce – logaritmické měřítko) a v relativních jednotkách (body – měřítko v procentech).....	85
obr. 51: Profil zdroje 1 (Spalování uhlí) před rotací faktorů (šedé sloupce a body) a po rotaci faktorů nástrojem Fpeak (zelené sloupce a žluté body). Profil je uveden v absolutních jednotkách (sloupce – logaritmické měřítko) a v relativních jednotkách (body – měřítko v procentech).....	86
obr. 52: Profil zdroje 2 (Doprava) před rotací faktorů (šedé sloupce a body) a po rotaci faktorů nástrojem Fpeak (zelené sloupce a žluté body). Profil je uveden v absolutních jednotkách (sloupce – logaritmické měřítko) a v relativních jednotkách (body – měřítko v procentech).....	87
obr. 53: WST-1 Test cytotoxicity: Porovnání cytotoxicity PM ₁₀ na všech stanovištích v roce 2017; zobrazena je procentuální míra přežití (Cell Survival) zkoumaných A549 buněk po 24 hodinové inkubaci se čtyřmi rozdílnými koncentracemi odpovídajících PM ₁₀ extraktů ze zkoumaných míst.....	88
obr. 54: WST-1 Test cytotoxicity: Porovnání cytotoxicity PM ₁₀ na všech stanovištích v roce 2018; zobrazena je procentuální míra přežití (Cell Survival) zkoumaných A549- buněk po 24 hodinové inkubaci se čtyřmi rozdílnými koncentracemi odpovídajících PM ₁₀ -extraktů ze zkoumaných míst.....	88
obr. 55: Příklad jednoho z 22 vzorců signálu, které se podařilo identifikovat v Deutschneudorfu.....	91
obr. 56: Příklady rozpoznaných vzorců s větrnými růžicemi	92
obr. 57: Heat Map (teplotní mapa) – shluková analýza vzorců a dní.....	93
obr. 58: MANOVA, výsledky vzorců signálu Pos_01 až Pos_12	94
obr. 59: Cluster Dendogram	95
obr. 60: Maximalní sóla signáluvzorce a epizody stížností	96
obr. 61: Týdenní a denní průběhy vzorců, které souvisí se zápachem	98
obr. 62: Referenční měření zemědělství	99
obr. 63: Korelace mezi znečišťujícími látkami v ovzduší a vzorci signálů.....	100
obr. 64: Triangulace zdroje na jihovýchodu projektového území.....	101

obr. 65: Koncentrace bakterií (sloupce 1-5) a plísní (sloupec 6) v bioaerosolu při použití různých technik měření a podmínek kultivace v a) zimě a b) létě. Světle zelená – lokalita Deutschneudorf, tmavě zelená – lokalita Lom. Medián v KBE/m ³	103
obr. 66: Naměřené koncentrace endotoxinů v zimě (světle zelená) a v létě (tmavě zelená) na stanovišti v Deutschneudorfu a Lomu. Aritmetický průměr se standardní chybou v KBE/m ³ . Vzorky byly analyzovány v laboratořích CUP Dr. Freitag GmbH v Radebergu.....	104
obr. 67: Procentuální zastoupení plísní v Deutschneudorfu (DND) a v Lomu v a) zimě a b) v létě	105
obr. 68: Distribuce celkové koncentrace bakterií (oranžová) a koncentrace bakterií analyzovaných s pomocí hmotnostního spektrometru MALDI-TOF (zelená) podle směru větru v lokalitě Deutschneudorf. Směry větru s červeným pozadím = neprovedena žádná měření. Počet bakterií nasbíraných s pomocí MAS impaktoru a kultivovaných při 22°C na živné půdě TSA (vlevo) a při 37°C na živné půdě s krví (vpravo).....	108
obr. 69: Distribuce celkové koncentrace bakterií (oranžová) a koncentrace bakterií analyzovaných s pomocí hmotnostního spektrometru MALDI-TOF (zelená) podle směru větru v lokalitě Lom. Směry větru s červeným pozadím = neprovedena žádná měření. Počet bakterií nasbíraných s pomocí MAS impaktoru a kultivovaných při 22°C na živné půdě TSA (vlevo) a při 37°C na živné půdě s krví (vpravo).....	108
obr. 70: Distribuce koncentrace druhů plísní podle směru větru v lokalitě Deutschneudorf (vlevo) a Lom (vpravo). Směry větru na červeném pozadí = neprovedena žádná měření.....	109
obr. 71: Místa odběru	113
obr. 72: Intenzita zápachu zjištěná čichem a chemickou analýzou	115
obr. 73: Rozmístění probandů (bydliště) (mapový podklad: OpenStreetMap)	116
obr. 74: Rozmístění českých probandů v karlovarské oblasti (bydliště) (mapový podklad: OpenStreetMap)	117
obr. 75: Věková struktura německých a českých probandů (litvínovská oblast).....	118
obr. 76: Počet záznamů v jednotlivých dnech 1. sezóny (rozdělení dle národnosti probanda)	119
obr. 77: Mapa lokalit záznamů v 1. sezóně (barevně je odlišen počet záznamů v dané lokalitě) (mapový podklad: OpenStreetMap).....	120
obr. 78: Počet záznamů v jednotlivých dnech 2. sezóny (rozdělení dle národnosti probanda)	121
obr. 79: Mapa lokalit záznamů ve 2. sezóně (barevně je odlišen počet záznamů v dané lokalitě) (mapový podklad: OpenStreetMap).....	122

obr. 80: Počet záznamů v jednotlivých dnech 3. sezóny (rozdělení dle národnosti probanda)	123
obr. 81: Výtěžnost záznamů – podíl počtu dní se záznamem k celkovému počtu dní se sledováním (%) (v rámci všech probandů)	124
obr. 82: Mapa výtěžnosti záznamů v jednotlivých lokalitách (mapový podklad: OpenStreetMap)	127
obr. 83: Distribuce jednotlivých pohlaví v rámci skupiny probandů a mezi záznamy o zápachu	128
obr. 84: Distribuce jednotlivých věkových skupin v rámci skupiny probandů a mezi záznamy o zápachu	129
obr. 85: Výtěžnosti záznamů v závislosti na pohlaví a věkové skupině probanda	129
obr. 86: Distribuce národností v rámci skupiny probandů a mezi záznamy o zápachu (vlevo), výtěžnost záznamů u českých a německých probandů (%) (vpravo)	130
obr. 87: Podíly jednotlivých charakteristik zápachu mezi záznamy (%)	131
obr. 88: Podíly jednotlivých charakteristik zápachu mezi všemi nabídnutými charakteristikami celkově (%)	132
obr. 89: Absolutní počty jednotlivých charakteristik zápachu v závislosti na pohlaví probanda	133
obr. 90: Absolutní počty jednotlivých charakteristik zápachu v závislosti na věku probanda	134
obr. 91: Ordinační diagram znázorňující souvislost charakteristik zápachu s věkovými skupinami probandů	135
obr. 92: Geografická distribuce jednotlivých záznamů v závislosti na věkové skupině probanda	136
obr. 93: Procentuální zastoupení jednotlivých charakteristik zápachu v závislosti na měsíci a roce pozorování (čísla uvnitř diagramu znamenají absolutní počty)	137
obr. 94: Geografická distribuce jednotlivých záznamů v závislosti na časovém období pozorování	138
obr. 95: Geografická distribuce jednotlivých charakteristik zápachu	139
obr. 96: Geografické průměry jednotlivých charakteristik zápachu (mapový podklad: OpenStreetMap)	140
obr. 97: Mapa rozdělení zájmového území do 6 sektorů (mapový podklad: OpenStreetMap)	141

obr. 98: Ordinační diagram (MCA analýza) znázorňující souvislost charakteristik zápachu navzájem, s věkovými skupinami probandů a s geografickým umístěním (sektory území);	142
obr. 99: Podíly jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků mezi záznamy (%)...144	
obr. 100: Podíly jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků mezi všemi nabídnutými příznaky celkově (%).....	144
obr. 101: Absolutní počty jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků v závislosti na pohlaví probanda.....	145
obr. 102: Absolutní počty jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků v závislosti na věku probanda	146
obr. 103: Ordinační diagram znázorňující souvislost zdravotních příznaků s věkovými skupinami probandů.....	147
obr. 104: Absolutní počty případů jednotlivých zdravotních příznaků v závislosti na charakteristice zápachu	148
obr. 105: Ordinační diagram znázorňující souvislost charakteristik zápachů se zdravotními příznaky probandů (vlevo).....	149
obr. 106: Srovnání výtěžnosti záznamů jednotlivých probandů u tří skupin – litvínovská oblast: české (CZ) a německé (DE), karlovarská oblast (KAR)	152
obr. 107: Podíly jednotlivých charakteristik zápachu mezi záznamy – karlovarská obl. (%)	153
obr. 108: Podíly jednotlivých charakteristik zápachu mezi všemi nabídnutými charakteristikami celkově – karlovarská obl. (%)	153
obr. 109: Podíly jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků mezi záznamy – karlovarská obl. (%)	155
obr. 110: Podíly jednotlivých subjektivních zdravotních příznaků mezi všemi nabídnutými příznaky celkově – karlovarská obl. (%).....	155
obr. 111: Přehled modelových oblastí a sledovaných zdrojů.	156
obr. 112: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Olbernhau dne 19/01/2017 15:00.	158
obr. 113: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Seiffen dne 25.01.2018 v 08:00 hodin.	159
obr. 114: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Seiffen dne 25.01.2018 v 21:00 hodin.	160
obr. 115: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Sayda dne 26.01.2018 v 09:00 hodin.	160

obr. 116: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Rübenau dne 14.02.2018 v 09:00 hodin.	162
obr. 117: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Marienberg dne 14.02.2018 ve 14:00 hodin.	162
obr. 118: Zpětné trajektorie (před 6 hodinami) pro obec Seiffen (vlevo) dne 15.02.2018 v 08:00 hodin a obec Olbernhau (vpravo) dne 15.02.2018 v 18:00 hodin	163
obr. 119: Zpětné trajektorie pro odběr Litvínov. Údaje probanda: chemický zápach, zemní plyn, velmi obtěžující.	164
obr. 120: Zpětné trajektorie pro odběr Marienberg. Údaje probanda: zemní plyn, slabý zápach.	164
obr. 121: Zpětné trajektorie pro odběr Neuhausen. Údaje probanda: silný štiplavý zápach	165
obr. 122: Zpětné trajektorie pro odběr Neuhausen. Údaje probanda: zápach připomínající chladicí věž elektrárny, parní lokomotivu, spalování odpadu.....	166
obr. 123: Seiffen 17.02.2017. Prokázané analyty: hexanal, benzaldehyd, oktanal, dekanal, toluen, tetrachlorethylen, naftalen, hodnota OAV 42,88 (ou/m ³).....	167
obr. 124: Seiffen 17.03.2013. Prokázané analyty: alifatické a aromatické uhlovodíky, aldehydy, hodnota OAV 33,4 (ou/m ³). Údaje probanda-sladký odporný zápach.....	167
obr. 125: Seiffen 27.03.2017 - Prokázané analyty: alifatické, aromatické uhlovodíky a aldehydy, hodnota OAV 59,75 (ou/m ³). Údaje probanda-lehký zápach.	168
obr. 126: Seiffen 28.11.2017 - Prokázané analyty: ethylacetát, butylacetát, MIBK, CFCl, hodnota OAV 11,61 (ou/m ³). Údaje probanda-odporný, sladký zápach.	168
obr. 127: Chemicky prokázané hodnoty OAV (ou/m ³) při jednotlivých epizodách (celkem 17) v Seiffenu.	169
obr. 128: Hodnoty OAV aldehydů a kyseliny benzoové prokazované v Seiffenu a jejich koncentrace v pachových jednotkách OAV (ou/m ³) prokázané v 9 vzorcích.	170
obr. 129: Prokázané analyty-rozpouštědla v Seiffenu a jejich koncentrace v pachových jednotkách OAV (ou/m ³) prokázané v 10 vzorcích.....	171
obr. 130: Koncentrace rozpouštědel prokázané: U výroby nábytku Seiffen (modrý sloupec), prodejna barev (červený sloupec), vzorek ovzduší odebraný v Seiffenu 171128 (zelený sloupec).....	172
obr. 131: Druh zápachu podle ročního období (vícenásobná odpověď, v %).....	178
obr. 132: Četnost rozhovorů o zápachových epizodách, podle oblasti šetření (v %)	179
obr. 133: Známost místa pro hlášení zápachu (vlevo) a podíl obyvatel, kteří zápach minimálně jednou hlásili (vpravo) v %.	181

obr. 134: Nemocnost a zatížení „českou mlhou“: Vyobrazen je podíl četnosti výskytu symptomů u zatížených resp. nezatížených osob ($p < 0,01$ pro všechny symptomy, počty případů s minimálně jedním uvedeným symptomem: $N_{\text{zatížení}}=1367$, $N_{\text{nezatížení}}=400$)	183
obr. 135: Stížnosti v průběhu času: Na obrázku je znázorněn procentuální podíl osob s příslušnými obtížemi (zelená, levá osa y), které dotazník vyplnily v příslušný den. Podíly byly vypočítány pouze pro dny, kdy otázku týkající se obtíží v uplynulých třech dnech vyplnilo minimálně pět osob. Pro srovnání jsou znázorněny počty stížností v krušnohorském regionu (modrá, pravá osa y).....	184
obr. 136: Relativní četnosti odpovědí popisujících subjektivní zdravotní stav respondenta	187
obr. 137: Relativní riziko pro jednotkovou změnu vysvětlující proměnné.....	191
obr. 138: Predikce hodnoty pravděpodobnosti úrovně celkového zdravotního stavu v závislosti na proměnných věk a obtěžování zápachem na základě regresního logistického modelu	192
obr. 139: Vliv black carbon – PM_{10} a procentuální nárůst absence dětí v mateřské škole včetně opoždění efektu (lag).....	206
obr. 140: Vliv UFP 20-800 nm a procentuální nárůst absence dětí v mateřské škole ...	207
obr. 141: Vliv UFP 20-100 nm a procentuální nárůst absence dětí v mateřské škole ...	207
obr. 142: Vliv PM_{10} a procentuální nárůst absence dětí v mateřské škole.....	208
obr. 143: Vliv $\text{PM}_{2,5}$ a procentuální nárůst absence dětí v mateřské škole.....	209
obr. 144: Vliv NO_2 a procentuální nárůst absence dětí v mateřské škole	209
obr. 145: Vliv SO_2 a procentuální nárůst absence dětí v mateřské škole	210

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Měřicí stanice v projektu OdCom s klasifikací, nadmořskou výškou a zeměpisnými souřadnicemi.	18
Tab. 2: Časový průběh všech měření, která byla v projektu OdCom použita pro vyhodnocení údajů.	26
Tab. 3: Meteorologické parametry a znečišťující látky naměřené na stanicích měření kvality ovzduší na saské a české straně s použitým principem měření resp. měřicím přístrojem.	27
Tab. 4: Časové rozlišení průběžných měření ultrajemných částic a sazí	29
Tab. 5: Přehled stanovovaných karbonylů	35
Tab. 6: Časový průběh měření bioaerosolů a použitá technika měření v Lomu a Deutschneudorfu (DND) během obou zimních období měření I a II. Datum tučně: Měření v den s více než třemi stížnostmi na zápach.....	43
Tab. 7: Zápachové epizody s počtem stížností a výsledky staničních a mobilních měření	92
Tab. 8: Nápadné signální vzorce a stížnosti - zima 2018/19.....	97
Tab. 9: biologická a fyzikální účinnost sběru podle na techniky měření (viz také VDI 4252 list 3, 2008).....	102
Tab. 10: hodnoty OAV zjištěné v blízkosti zdrojů.	111
Tab. 11: Chemicky a organolepticky prokázaný zápach na měřených místech.	114
Tab. 12: Odběry vzorků vzduchu bez úplného záznamu.....	123
Tab. 13: Shrnutí záznamů o zápachu za všechny sezóny sledování.	124
Tab. 14: Shrnutí záznamů jednotlivých probandů (do počtu záznamů jsou v tomto případě zahrnuty i odběry do kanystru bez úplného záznamu o zápachu)	125
Tab. 15: Shrnutí záznamů jednotlivých probandů („karlovarská“ skupina)	151
Tab. 16: Rozdělení záznamů v závislosti na pohlaví a věku probanda v karlovarské oblasti.	152
Tab. 17: Počet přijatých opatření při výskytu zápachové epizody (v %).	178
Tab. 18: Česká mlha - pocit obtěžování a negativní vliv na zdraví.....	182
Tab. 19: Shrnutí popisu celkového zdravotního stavu podle národnosti respondenta....	187
Tab. 20: Relativní riziko pro jednotkovou změnu vysvětlující proměnné (z – test: $p < 0,001$ (***), $p < 0,01$ (**), $p < 0,05$ (*))	190

Tab. 21:	Popis sledované skupiny dětí.	205
Tab. 22:	Kuřáctví rodičů a pobyt ve znečištění.	205
Tab. 23:	Pobyt dětí a aktivity v hodinách během dne.	205

PŘÍLOHY

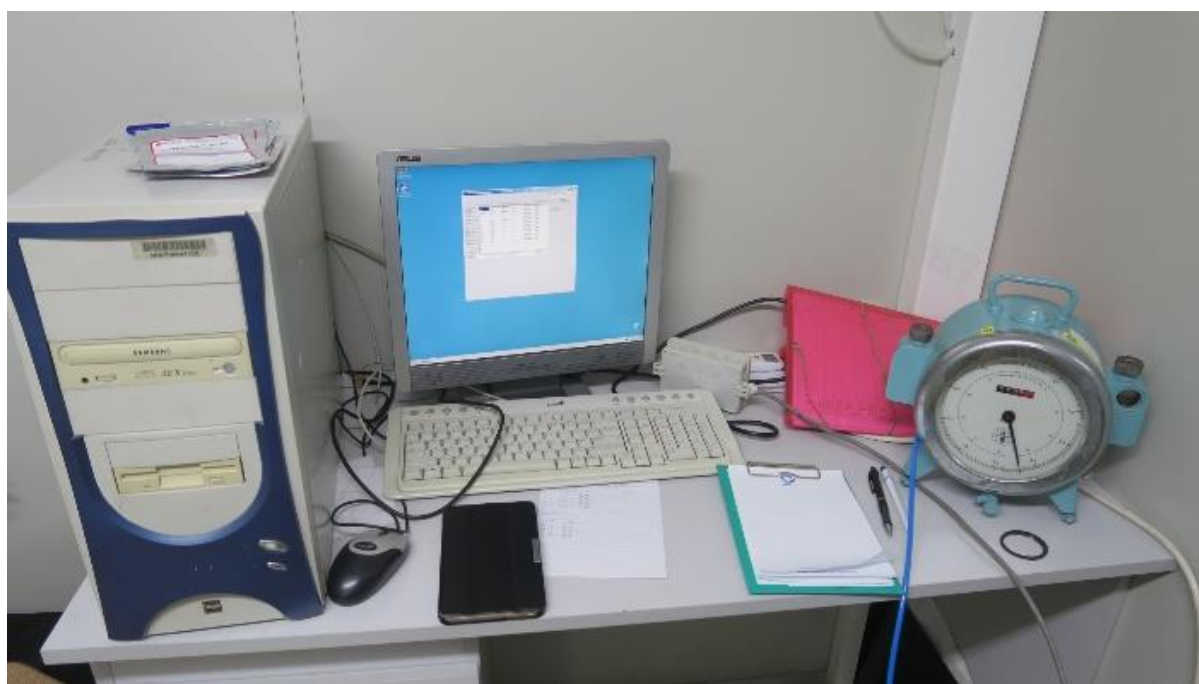
OBR.

Obr. p. 1: Přístroj pro směrové odběry Lom u Mostu	232
Obr. p. 2: Přístroj pro směrové odběry Lom u Mostu.....	232
Obr. p. 3: Přístroj pro směrové odběry Deutschneudorf	233
Obr. p. 4: Výhled z rozhledny Jeřabina (foto Ivan Beneš)	233
Obr. p. 5: Průběh průměrných teplot z devíti zimních období v letech 2010 až 2019 na saské měřicí stanici Schwartenberg (modrá) a Annaberg-Buchholz (červená) a na českých měřicích stanicích Lom (zelená) a Ústí nad Labem – centrum (žlutá) a na zvláštní měřicí stanici Deutschneudorf (růžová). Do projektového období spadají poslední tři zimy.	233
Obr. p. 6: Měsíční distribuce koncentrací standardních znečišťujících látek ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na Schwartenbergu v projektovém období (1. až 3. zimní období mezi měsíci listopad - březen): SO_2 , NO_2 , PM_{10} , benzen, toluen a xylen a merkaptany a sulfidy MeSH , EthSH , DMDS a DMS	235
Obr. p. 7: Porovnání koncentrací znečišťujících látek v ovzduší, měřeno na Schwartenbergu ke stížnostem při všech směrech větru a při jihovýchodním větru na příkladu SO_2 , PM_{10} a xylolu všech tří zimních období – červená: 1. zima, zelená: 2. zima, modrá: 3. zima.	236
Obr. P. 8: Rozdělení velikosti částic podle času pro měřicí stanici Deutschneudorf na německé straně na období od 23.01.2017 do 19.02.2017.	237
Obr. P. 9: Rozdělení velikosti částic podle času pro měřicí stanici Lom na české straně na období od 23.01.2017 do 19.02.2017.....	237
Obr. p. 10: Větrná růžice Deutschneudorf, 1. odběrová kampaň	238
Obr. p. 11: Větrná růžice Deutschneudorf, 2. odběrová kampaň	238
Obr. p. 12: Větrná růžice Lom u Mostu, 1. odběrová kampaň.....	239
Obr. p. 13: Větrná růžice Lom u Mostu, 2. odběrová kampaň.....	239
Obr. p. 14: Identifikované a kvantifikované karbonylové sloučeniny nalezené během 1. odběrové kampaně v Deutchneudorfu.....	240
Obr. p. 15: Rozložení identifikovaných a kvantifikovaných karbonylových	241
Obr. p. 16: Procentuální zastoupení četnosti jednotlivých karbonylů ze sumy všech pozitivních nálezů v lokalitě Lom, Deutschneudorf a Jeřabina	242

Obr. p. 17: Suma karbonylů ve sledovaných lokalitách. Poloviční hodnota meze stanovitelnosti byla přijata jako náhradní hodnota, která nahrazuje hodnotu měření, pokud je tato nižší než mez stanovitelnosti.....	243
Obr. p. 18: Určení počtu faktorů (zdrojů) pro metodu PMF pomocí metody hlavních komponent (PCA) pro Deutschneundorf (vlevo) a Lom (vpravo).....	244
Obr. p. 19: Výsledky zpětné validace modelu se dvěma faktory metodou bootstrap – 100 podvýběrů.	244
Obr. p. 20: Procentuální rozdělení identifikovaných druhů bakterií shrnutých do rodin v Deutschneundorfu (DND) a v Lomu v a) zimě a v b) létě v závislosti na různých technikách měření a kultivace.....	246
Obr. p. 21: Boxploty kvality života v Sasku ($N_{SN}=1432$) a Česku ($N_{CZ}=112$). Znázorněny jsou boxploty skóre tělesného zdraví (KSK) a skóre duševního zdraví (PSK), rozdělené podle věku (je nutno zohlednit nízké počty případů v jednotlivých věkových skupinách, mimořádné hodnoty jsou skryty.	247
Obr. p. 22: Vnímání zatížení a pocit obtěžování podle věku a pohlaví. Je vyobrazen podíl osob, které uvádí, že „česká mlha“ zatěžuje resp. nezatěžuje zdravotní stav a také odpovědi na otázku, zda se dotazovaný cítí obtěžován, podle věkových skupin a pohlaví	248
Obr. p. 23: Kvalita života a zatížení „českou mlhou“: Boxplot skóre PSK a KSK celkem pro zatížené a nezatížené osoby podle věkových tříd.....	249
Obr. p. 24: Součet stížností v průběhu času: Vyobrazeny jsou boxploty součtu stížností (zelená, levá osa y, mimořádné hodnoty jsou skryty) s datem vyplnění.....	250
Obr. p. 25: Ordinační diagram znázorňující souvislosti mezi úrovněmi celkového zdravot. stavu a konkrétní věkovou skupinou (vytvořeno na základě CA analýzy).....	251
Obr. p. 26: Ordinační diagram znázorňující spojitost mezi obtěžujícími faktory; jedná se o odpověď na otázku, zda se respondent cítí být obtěžován příslušným faktorem (vytvořeno na základě MCA analýzy).....	252



Obr. p. 1: Přístroj pro směrové odběry Lom u Mostu



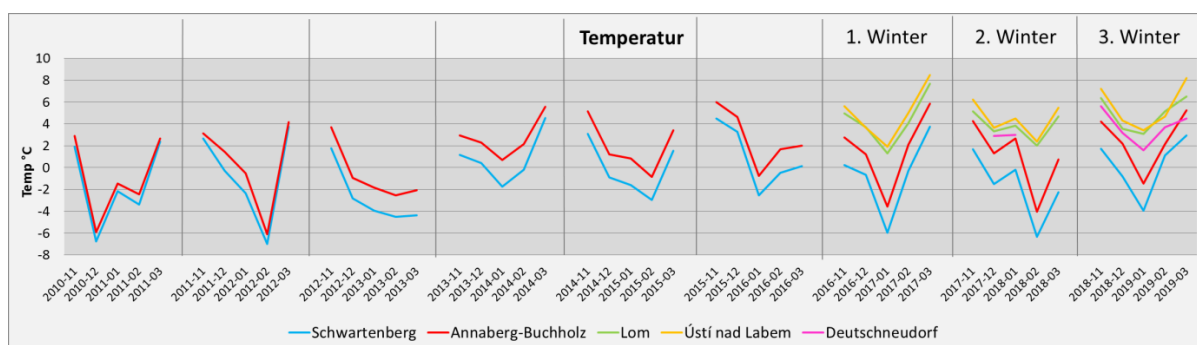
Obr. p. 2: Přístroj pro směrové odběry Lom u Mostu



Obr. p. 3: Přístroj pro směrové odběry Deutschneudorf

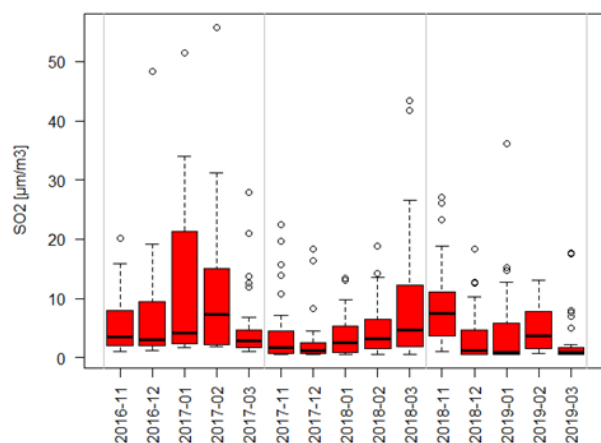


Obr. p. 4: Výhled z rozhledny Jeřábina (foto Ivan Beneš)

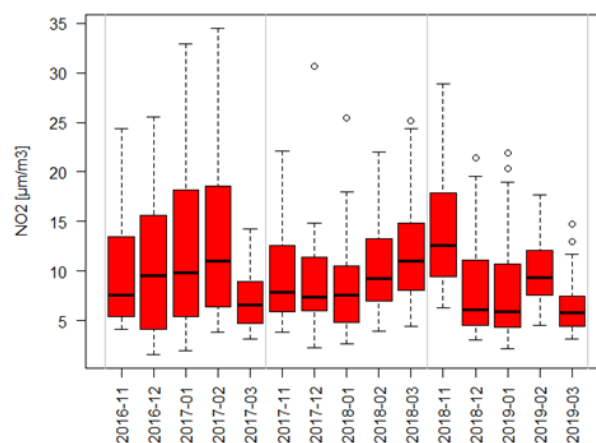


Obr. p. 5: Průběh průměrných teplot z devíti zimních období v letech 2010 až 2019 na saské měřicí stanici Schwartzberg (modrá) a Annaberg-Buchholz (červená) a na českých měřicích stanicích Lom (zelená) a Ústí nad Labem – centrum (žlutá) a na zvláštní měřicí stanici Deutschneudorf (růžová). Do projektového období spadají poslední tři zimy.

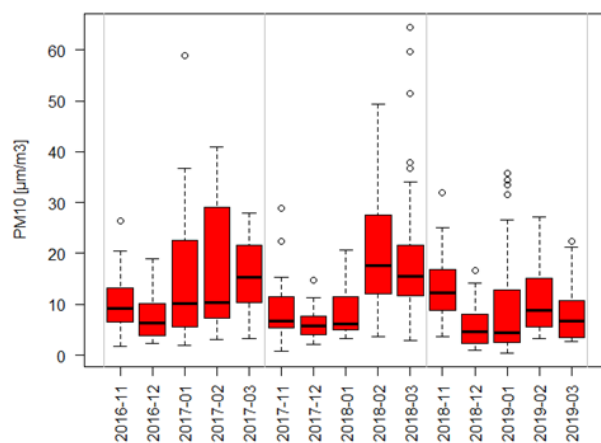
Schwanberg monatliche Verteilung 11/2016 - 03/2019



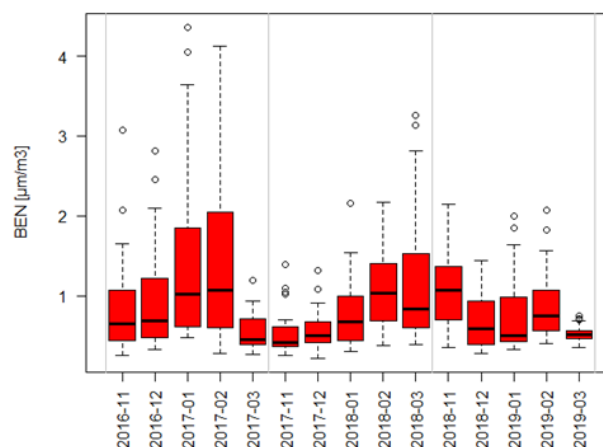
Schwanberg monatliche Verteilung 11/2016 - 03/2019



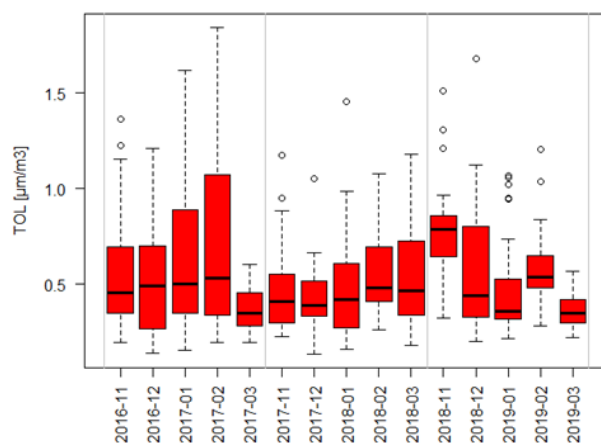
Schwanberg monatliche Verteilung 11/2016 - 03/2019



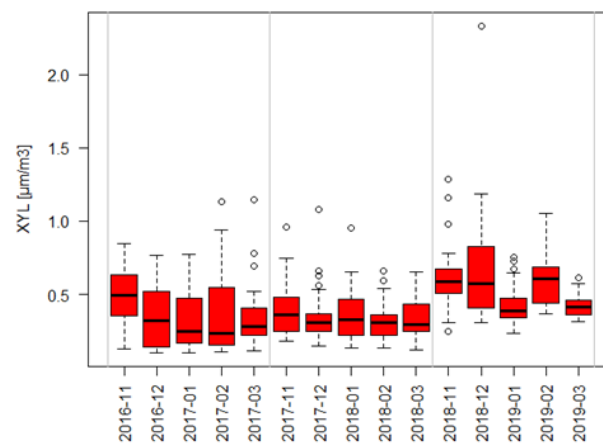
Schwanberg monatliche Verteilung 11/2016 - 03/2019

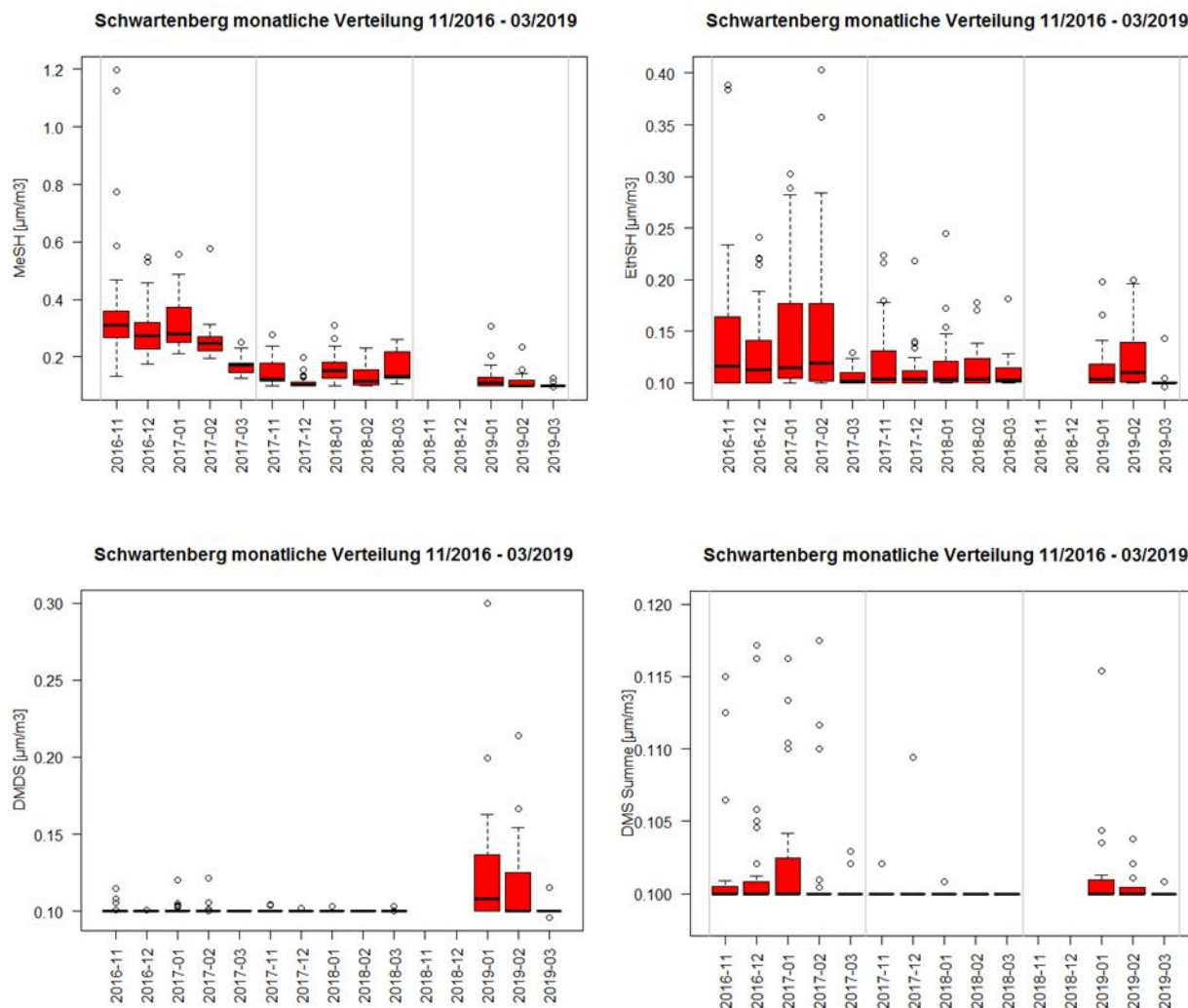


Schwanberg monatliche Verteilung 11/2016 - 03/2019

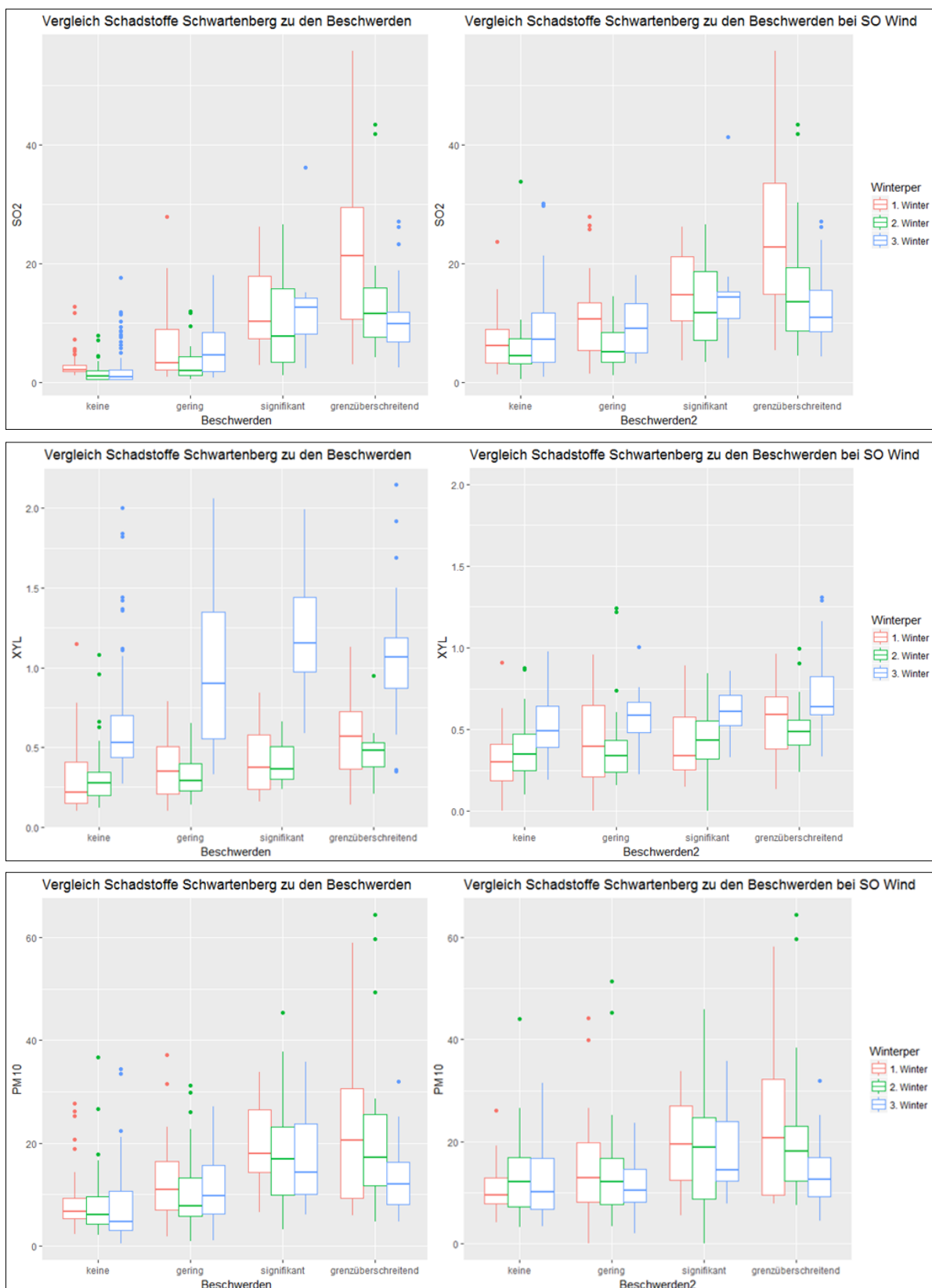


Schwanberg monatliche Verteilung 11/2016 - 03/2019

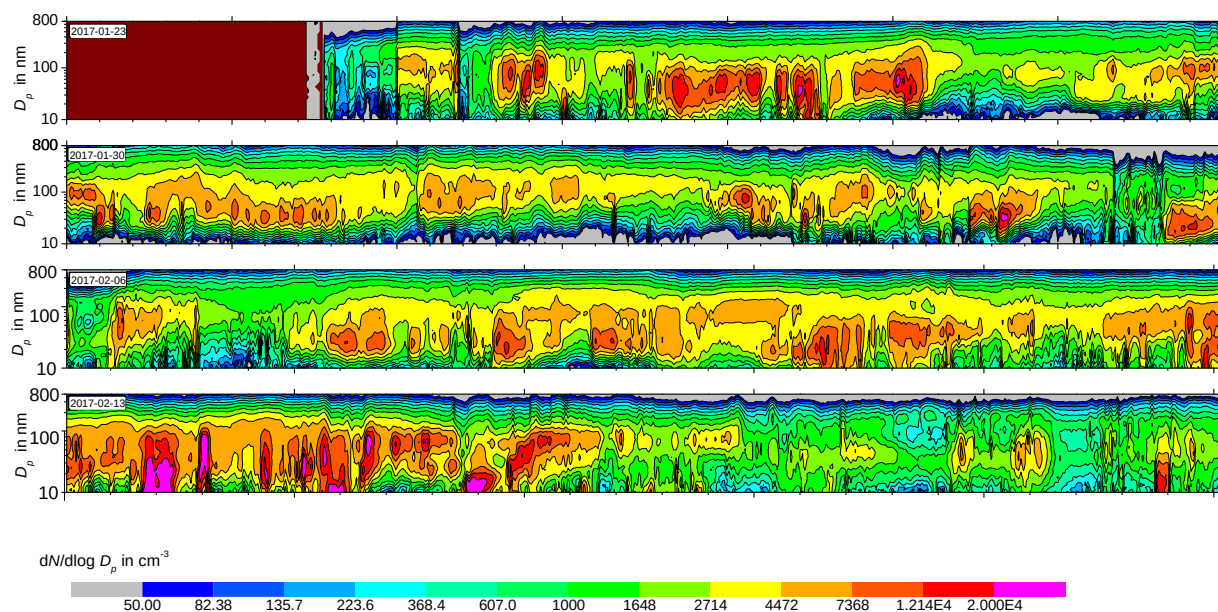




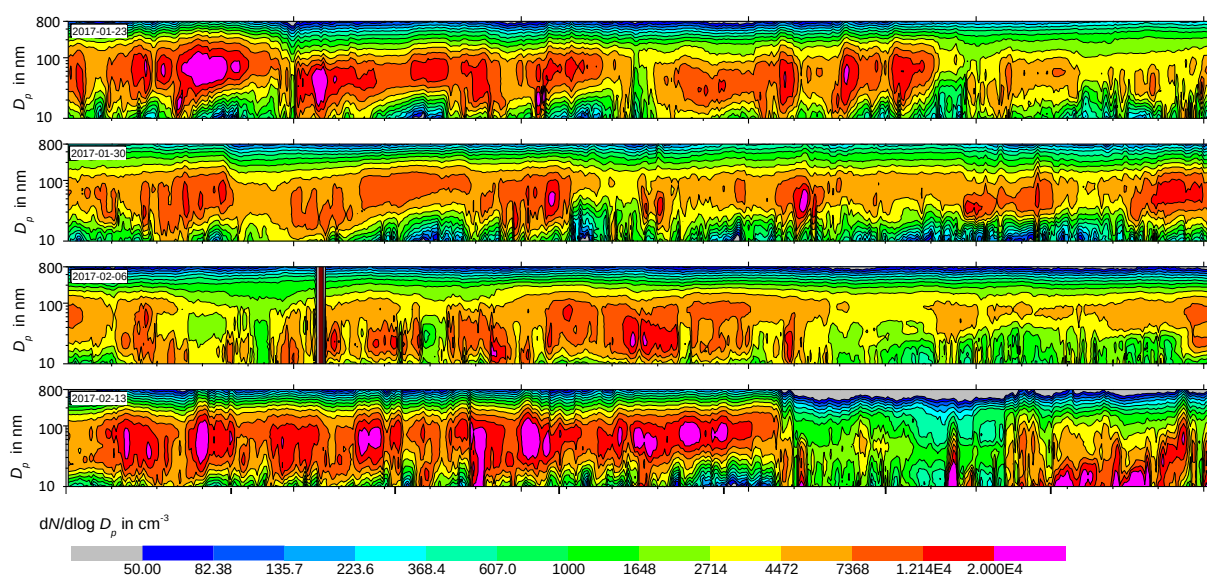
Obr. p. 6: Měsíční distribuce koncentrací standardních znečišťujících látek ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na Schwartenbergu v projektovém období (1. až 3. zimní období mezi měsíci listopad - březen): SO_2 , NO_2 , PM_{10} , benzen, toluen a xylen a merkaptany a sulfidy MeSH, EthSH, DMDS a DMS.



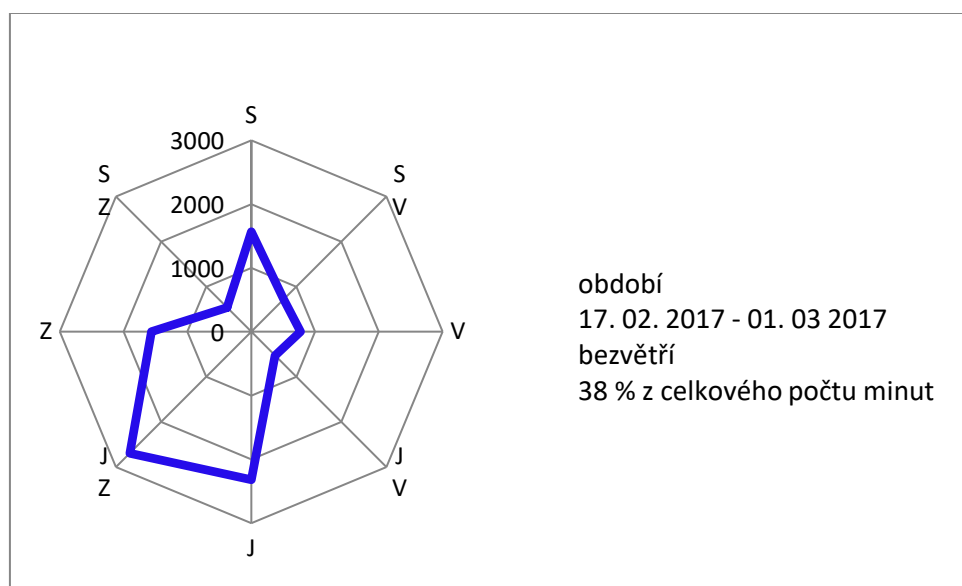
Obr. p. 7: Porovnání koncentrací znečišťujících látek v ovzduší, měřeno na Schwartenbergu ke stížnostem při všech směrech větru a při jihovýchodním větru na příkladu SO₂, PM₁₀ a xylolu všech tří zimních období – červená: 1. zima, zelená: 2. zima, modrá: 3. zima.



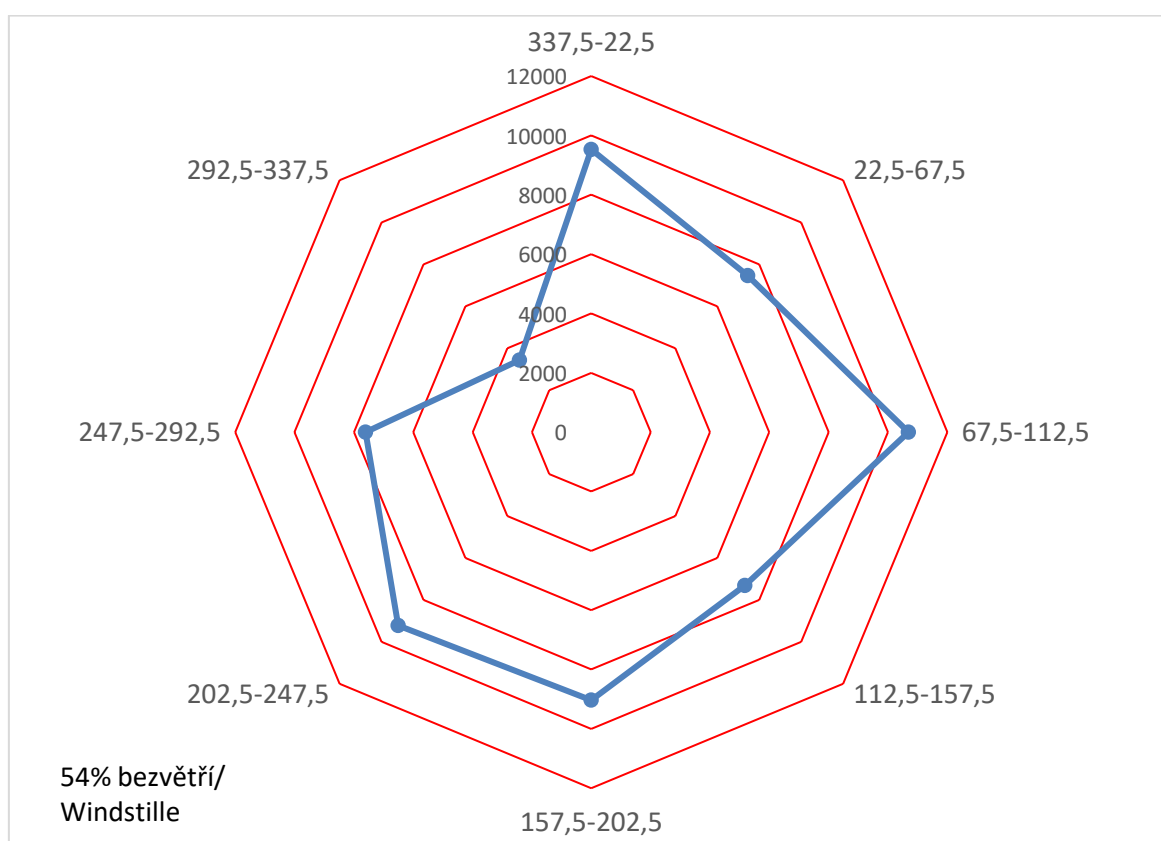
Obr. P. 8: Rozdělení velikosti částic podle času pro měřicí stanici Deutschneudorf na německé straně na období od 23.01.2017 do 19.02.2017.



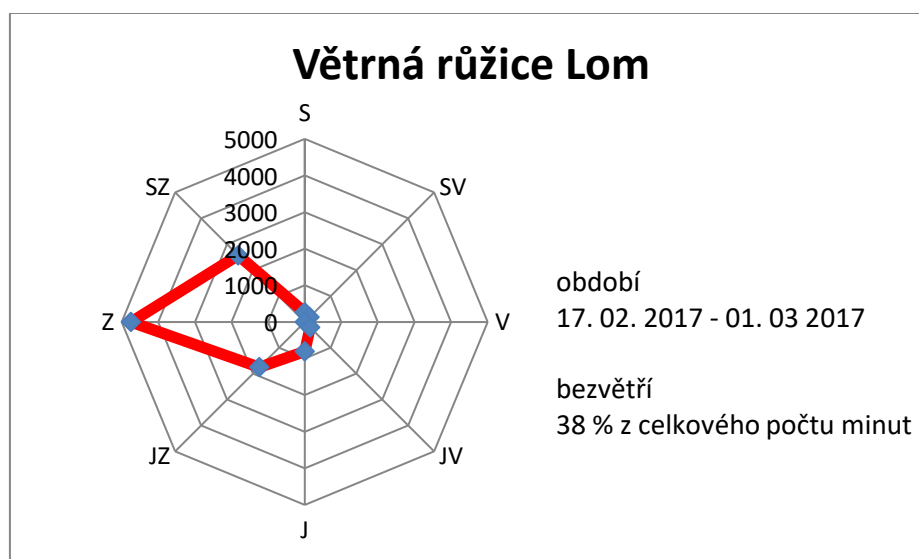
Obr. P. 9: Rozdělení velikosti částic podle času pro měřicí stanici Lom na české straně na období od 23.01.2017 do 19.02.2017.



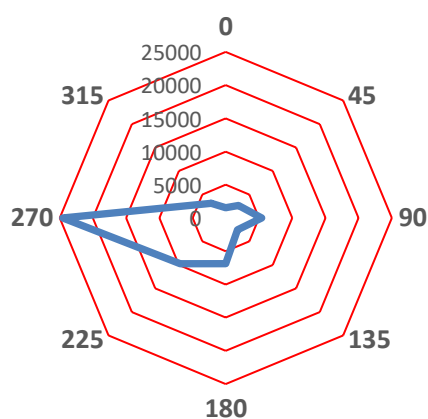
Obr. p. 10: Větrná růžice Deutschneudorf, 1. odběrová kampaň



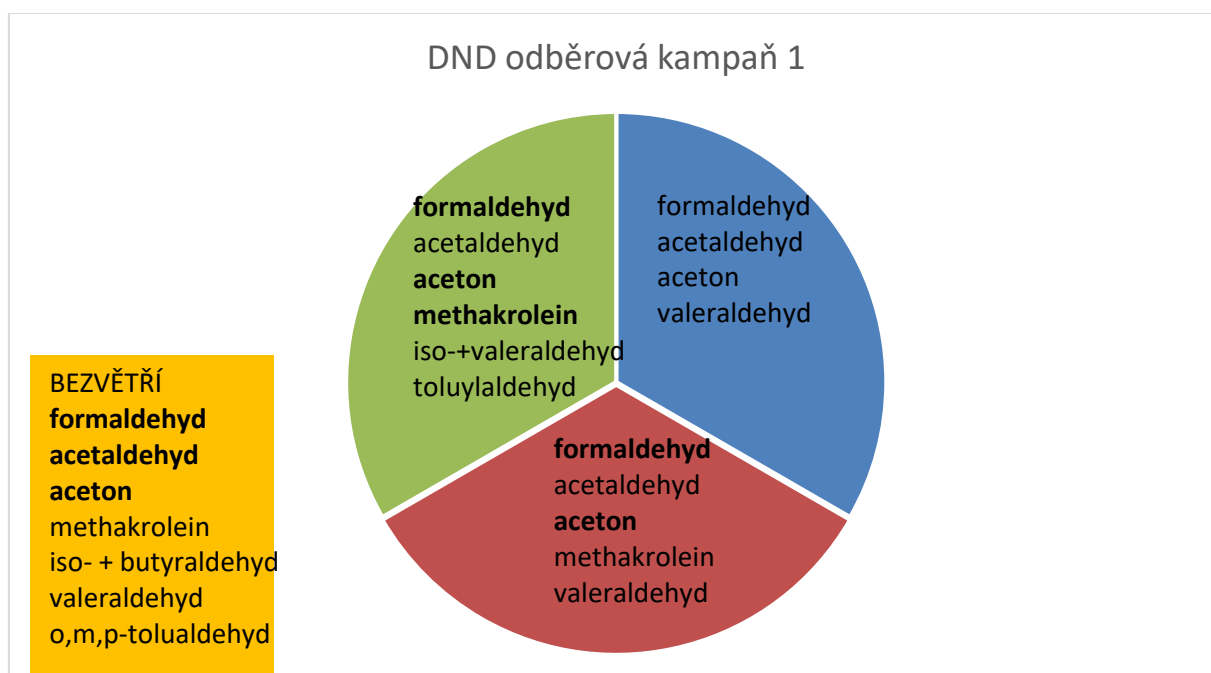
Obr. p. 11: Větrná růžice Deutschneudorf, 2. odběrová kampaň



Obr. p. 12: Větrná růžice Lom u Mostu, 1. odběrová kampaň

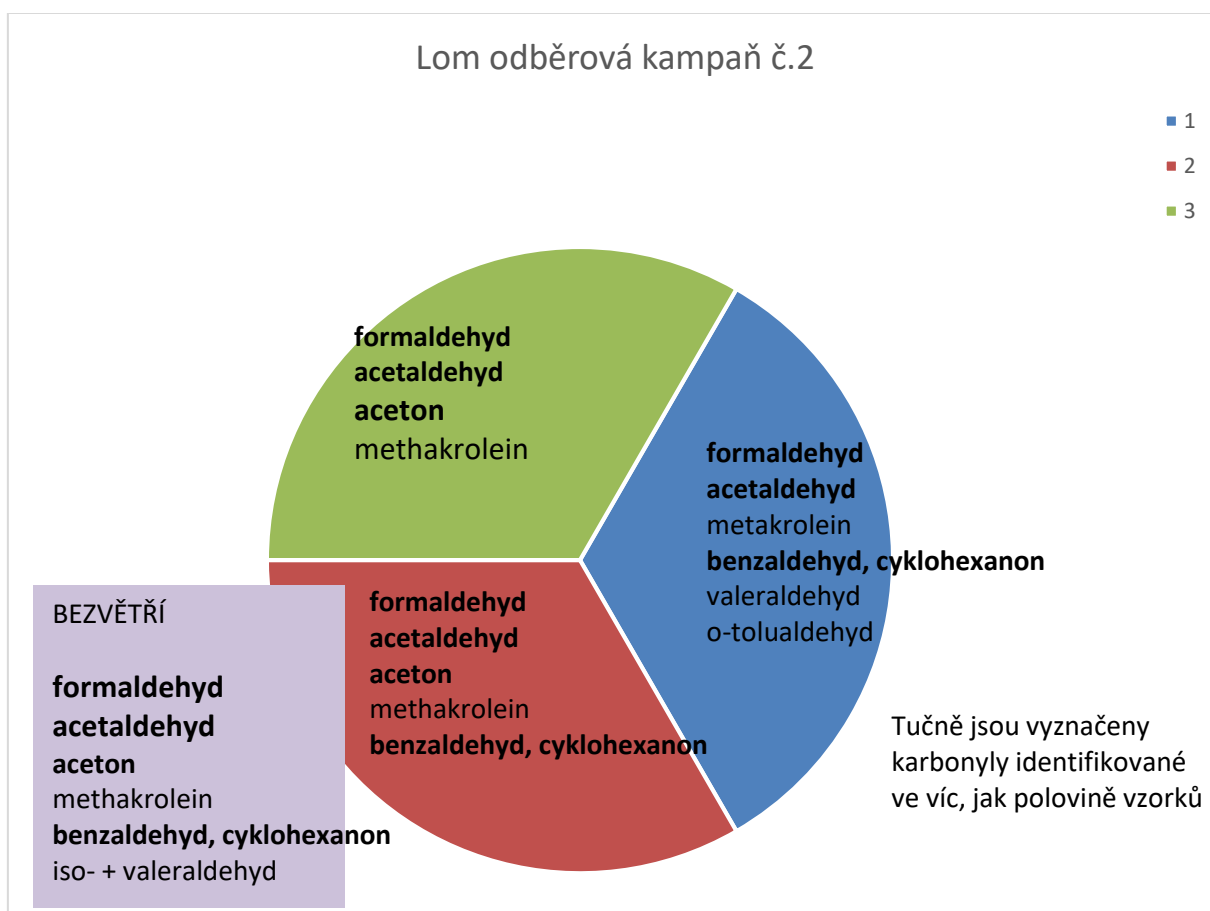


Obr. p. 13: Větrná růžice Lom u Mostu, 2. odběrová kampaň

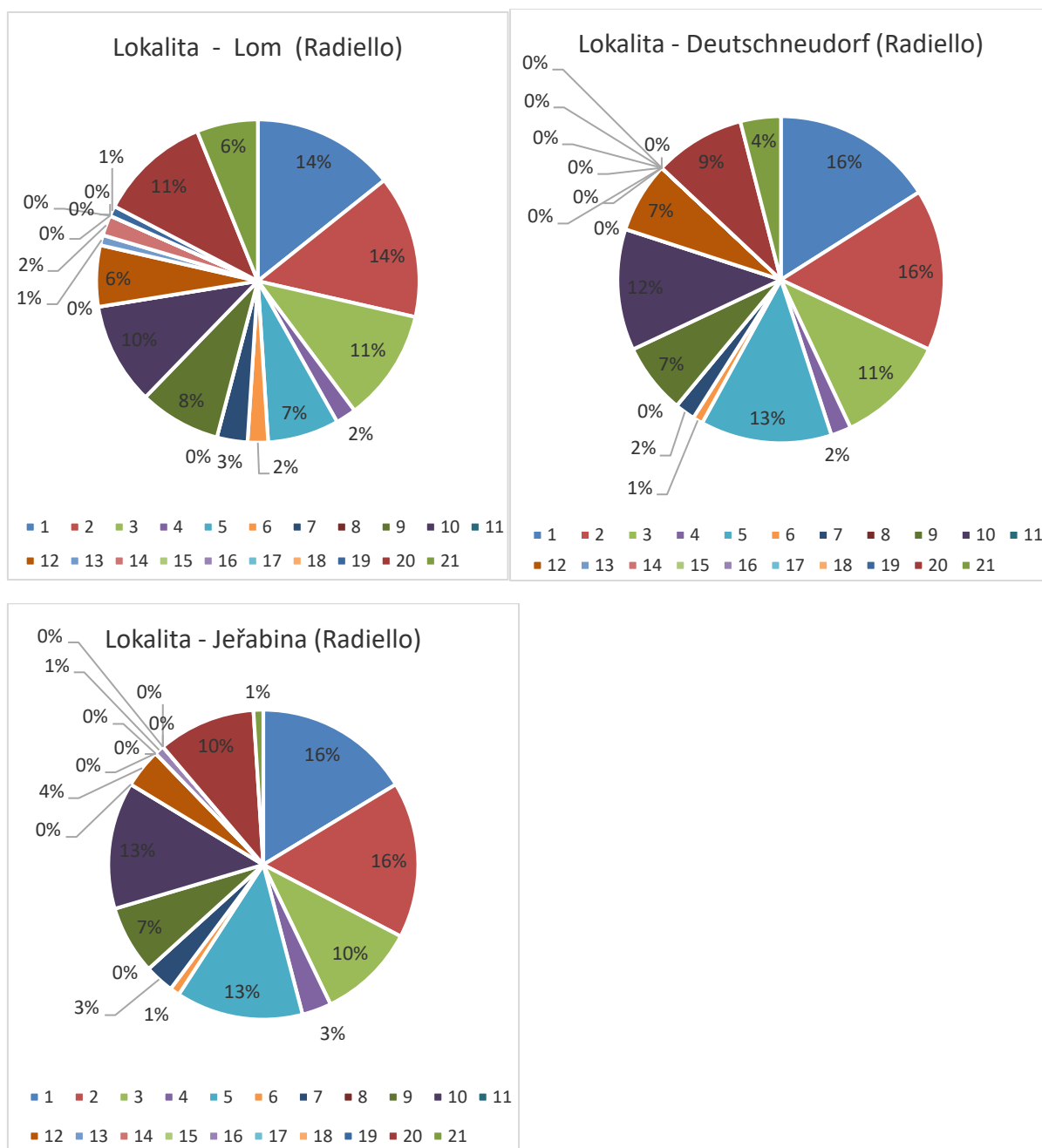


Obr. p. 14: Identifikované a kvantifikované karbonylové sloučeniny nalezené během 1. odběrové kampaně v Deutchneudorfu.

Tučně jsou vyznačeny látky, jež byly nalezeny ve většině odběrů. Jednotlivé segmenty grafu odpovídají vzorkům odebraných při různých směrech větru.

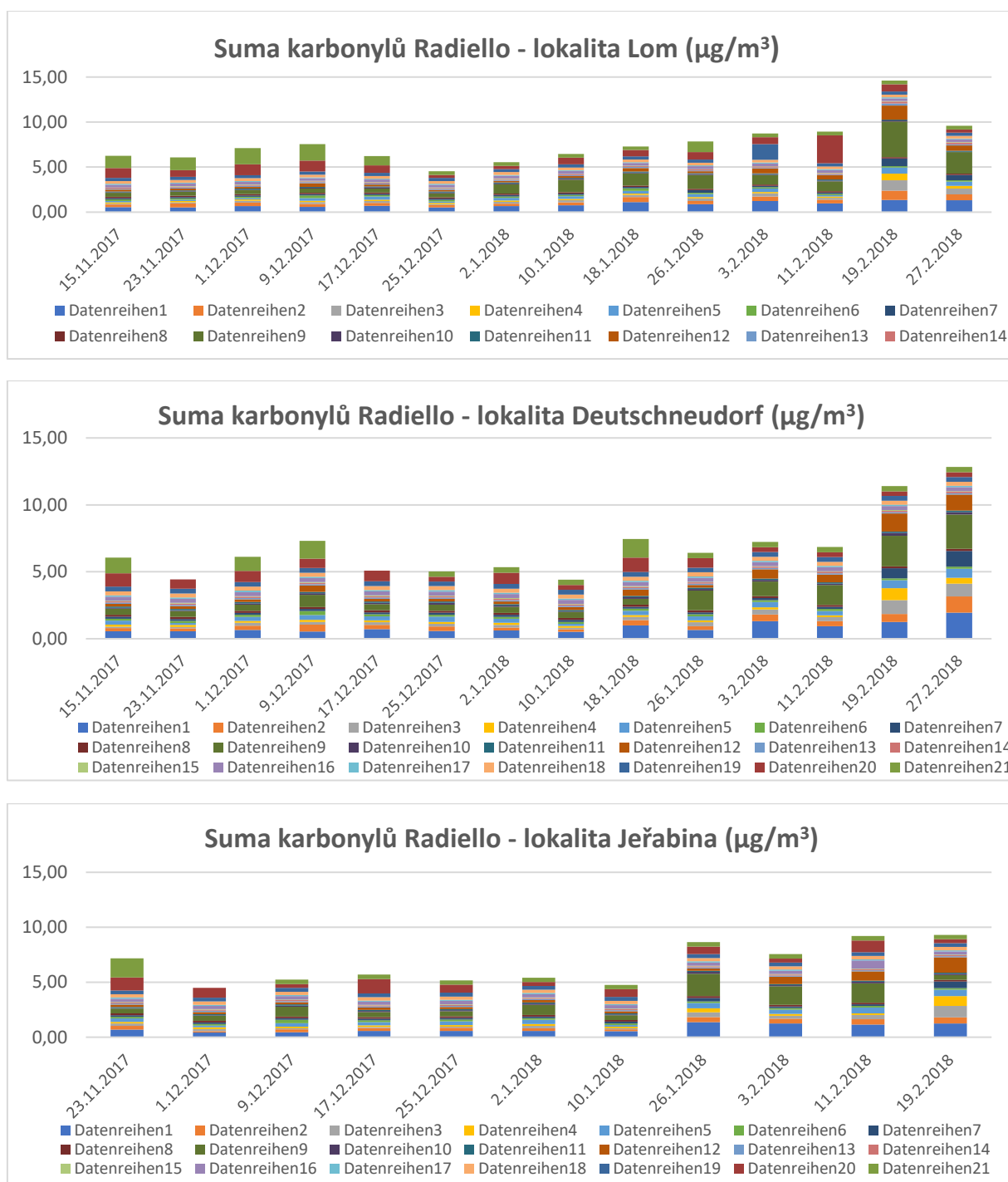


Obr. p. 15: Rozložení identifikovaných a kvantifikovaných karbonylových

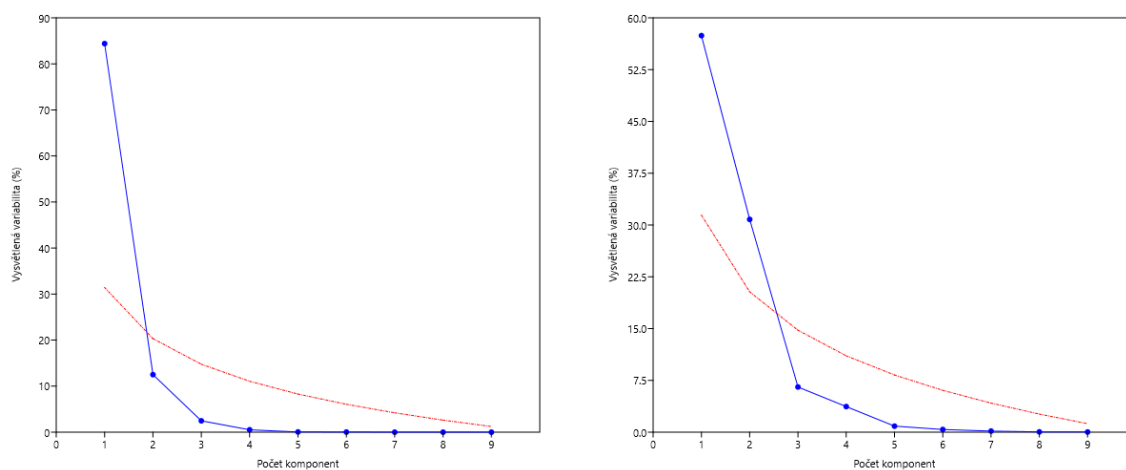


Obr. p. 16: Procentuální zastoupení četnosti jednotlivých karbonylů ze sumy všech pozitivních nálezů v lokalitě Lom, Deutschneudorf a Jeřábina

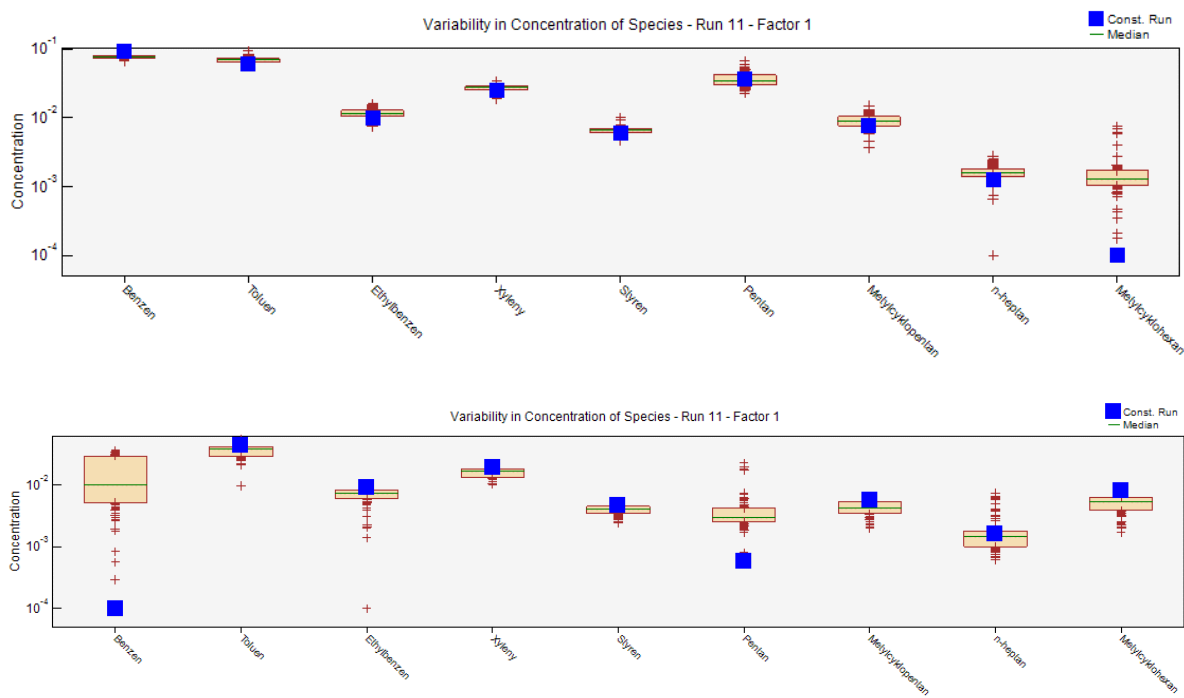
Záchyt vzorků pomocí pasivních dozimetrů Radiello. Přiřazení čísel ke stanovovaným analytům je: 1 formaldehyd, 2 acetaldehyd, 3 aceton, 4 akrolein, 5 propionaldehyd, 6 krotonaldehyd, 7 methakrolein, 8 methylethyl keton, 9 butyraldehyd a isobutyraldehyd, 10 benzaldehyd a cyklohexanon, 11 isovaleraldehyd, 12 valeraldehyd, 13 o-toluyaldehyd, 14 m,p-toluyaldehyd, 15 glutaraldehyd, 16 hexaldehyd, 17 2,5 -dimethylbenzaldehyd, 18 heptaldehyd, 19 oktaldehyd, 20 nonaldehyd, 21 decylaldehyd.



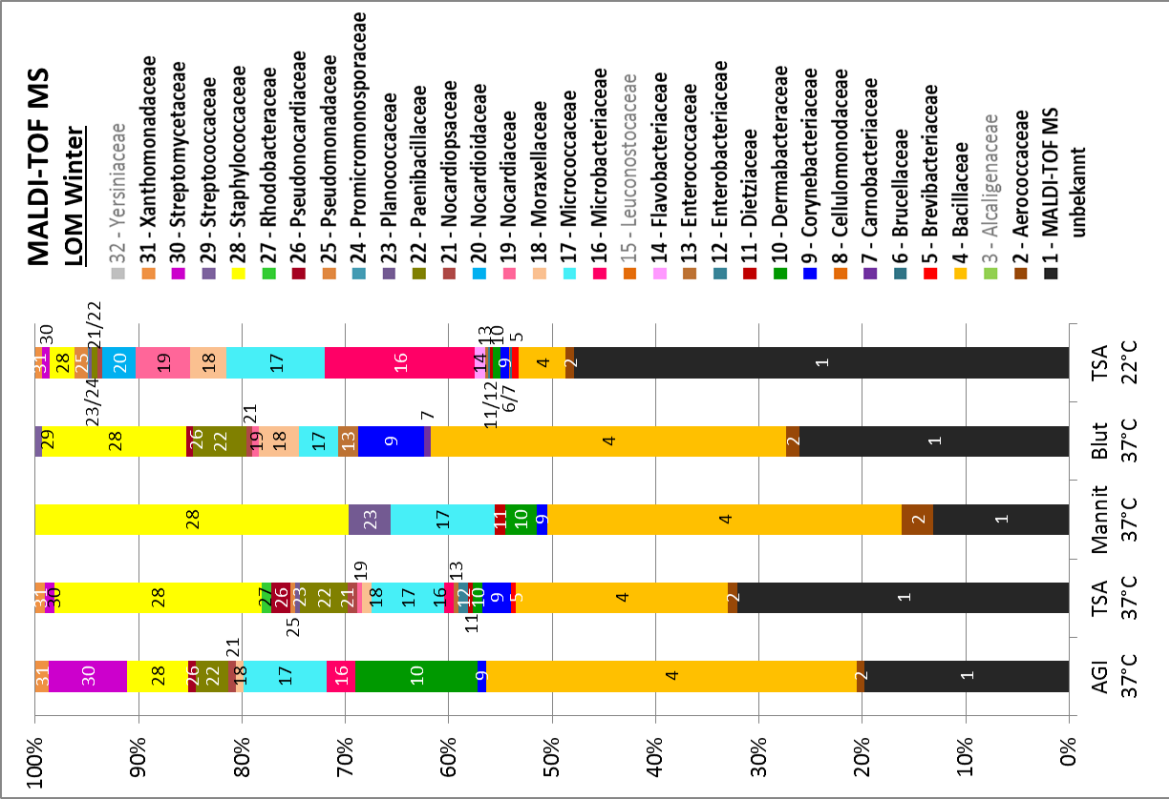
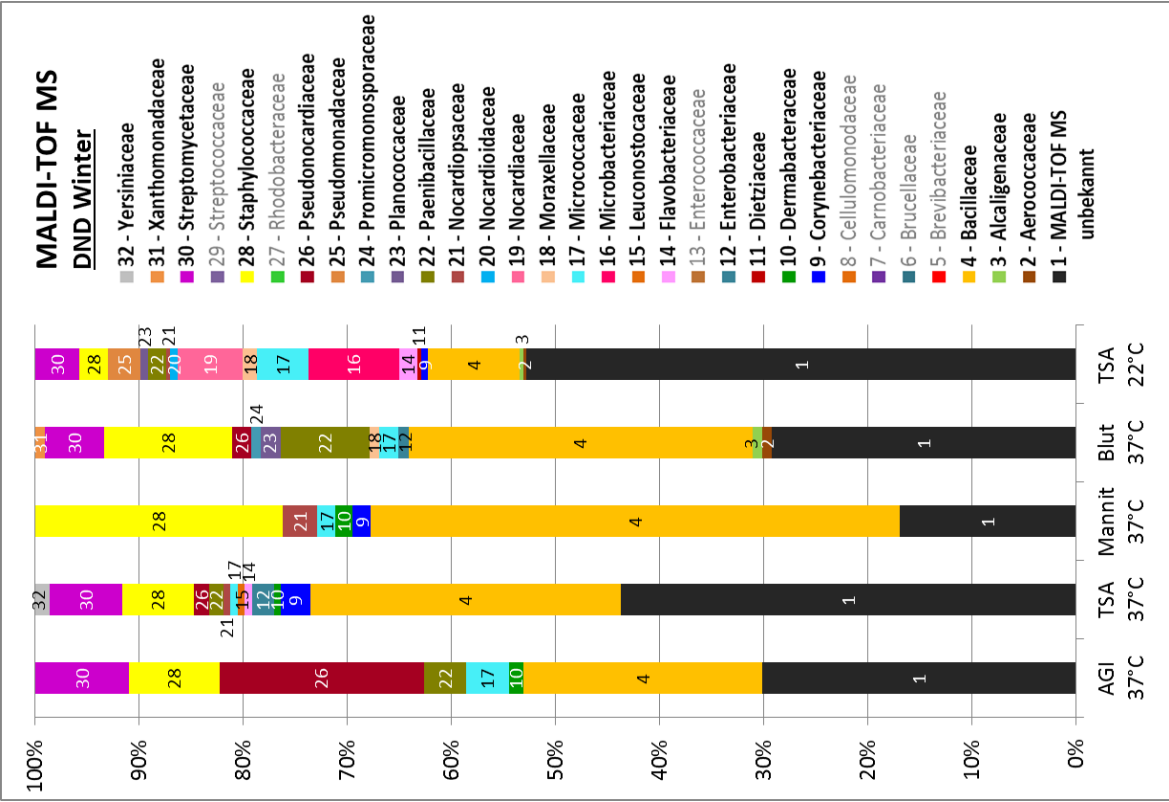
Obr. p. 17: Suma karbonylů ve sledovaných lokalitách. Poloviční hodnota meze stanovitelnosti byla přijata jako náhradní hodnota, která nahrazuje hodnotu měření, pokud je tato nižší než mez stanovitelnosti.

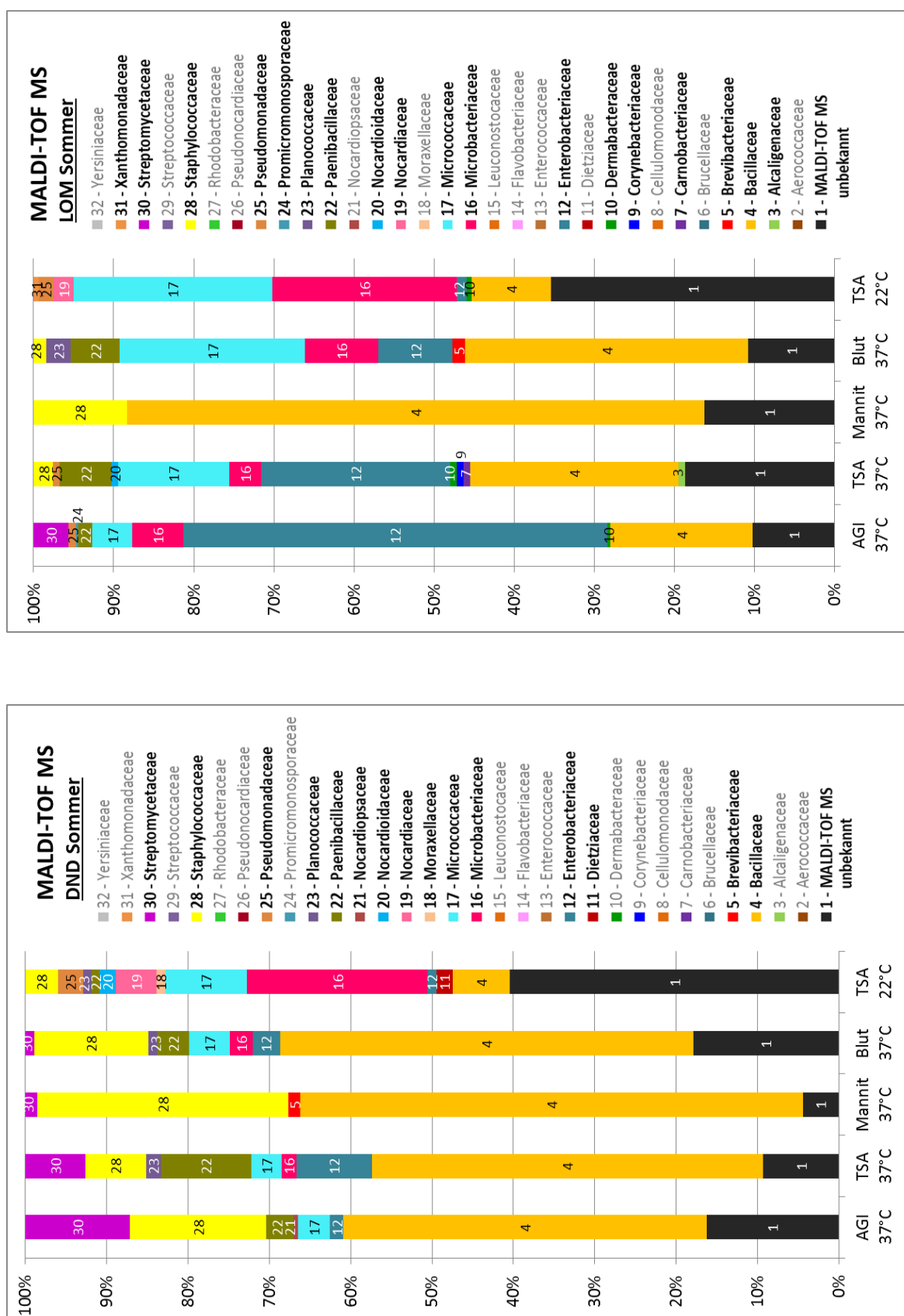


Obr. p. 18: Určení počtu faktorů (zdrojů) pro metodu PMF pomocí metody hlavních komponent (PCA) pro Deutschneundorf (vlevo) a Lom (vpravo).

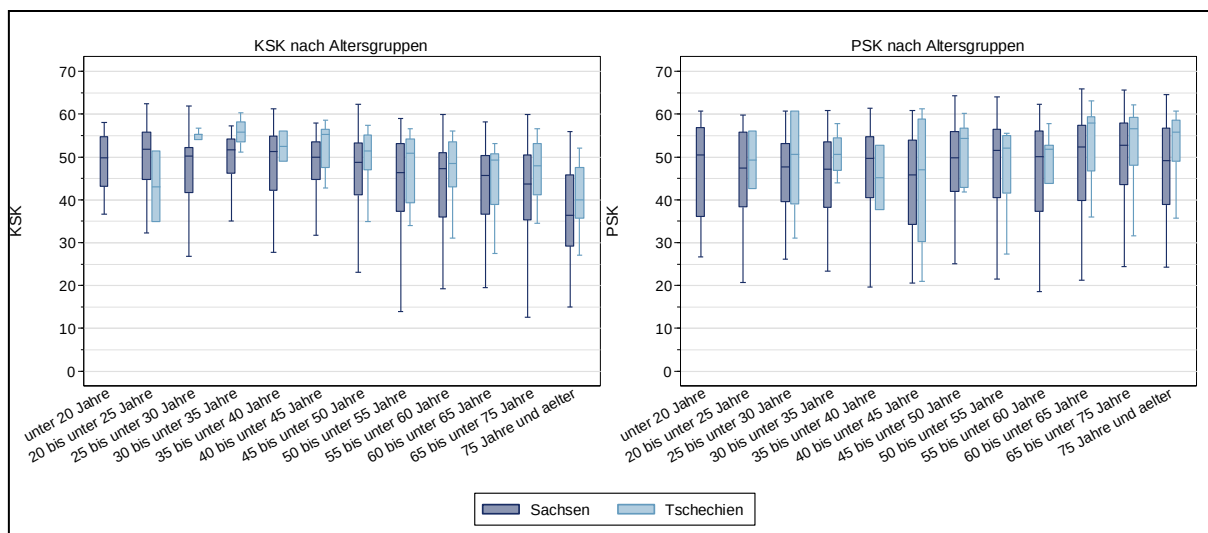


Obr. p. 19: Výsledky zpětné validace modelu se dvěma faktory metodou bootstrap – 100 podvýběrů.

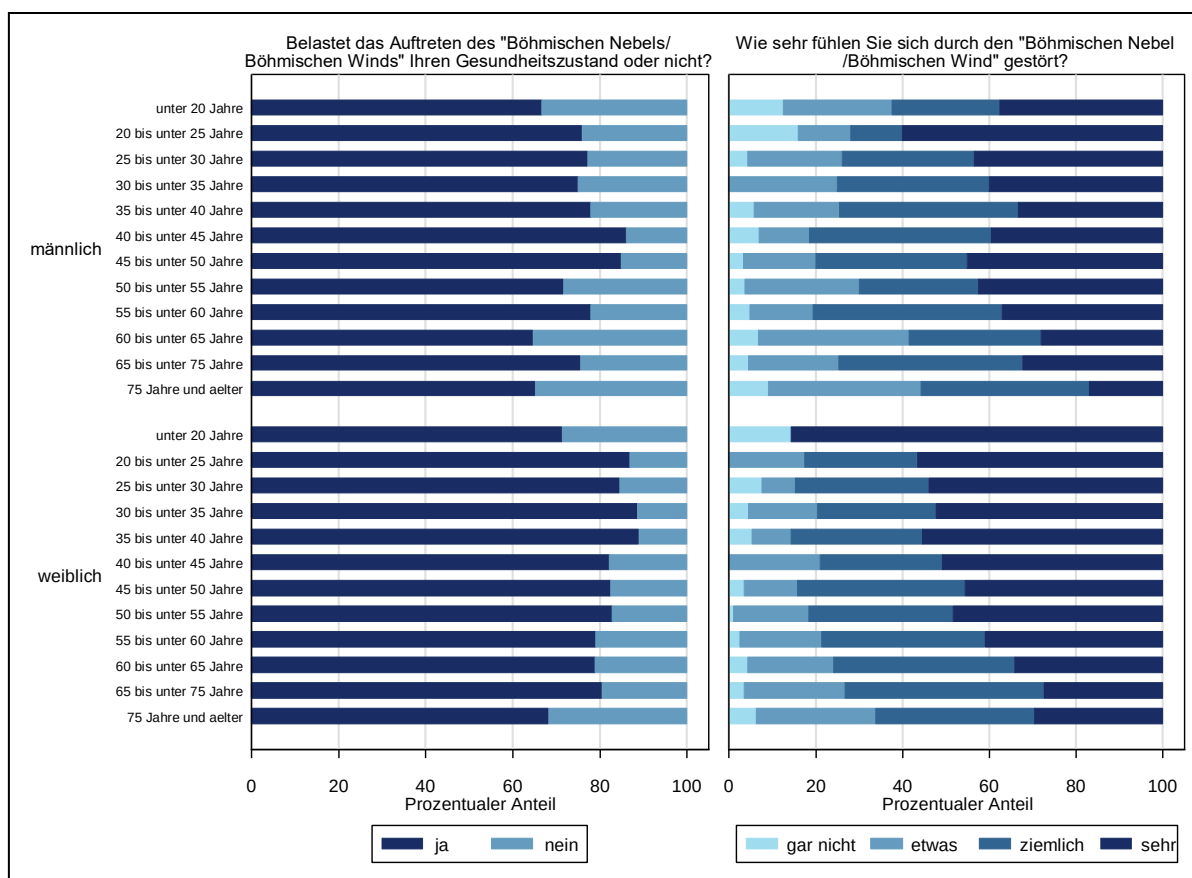




Obr. p. 20: Procentuální rozdělení identifikovaných druhů bakterií shrnutých do rodin v Deutschneudorfu (DND) a v Lomu v a) zimě a v b) létě v závislosti na různých technikách měření a kultivace.

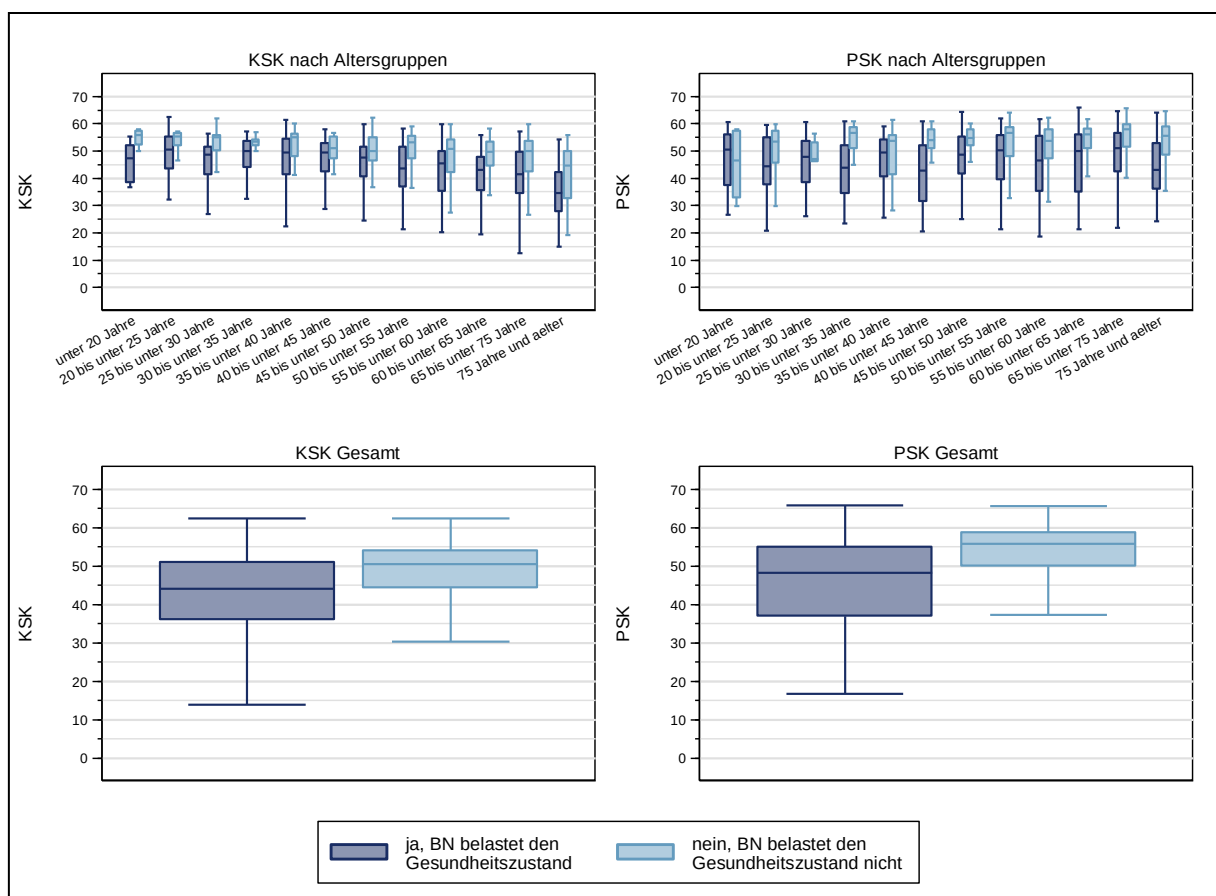


Obr. p. 21: Boxploty kvality života v Sasku ($N_{SN}=1432$) a Česku ($N_{CZ}=112$). Znázorněny jsou boxploty skóre tělesného zdraví (KSK) a skóre duševního zdraví (PSK), rozdělené podle věku (je nutno zohlednit nízké počty případů v jednotlivých věkových skupinách, mimořádné hodnoty jsou skryty).



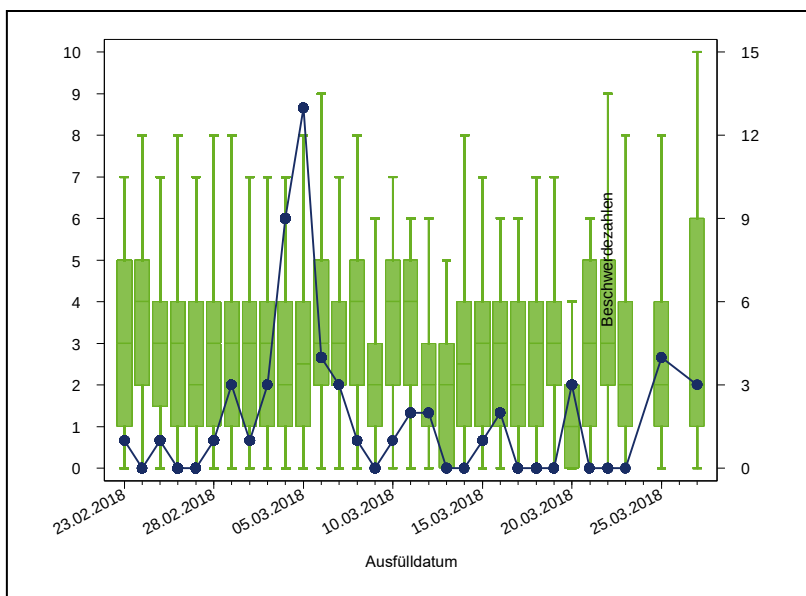
Obr. p. 22: Vnímání zatížení a pocit obtěžování podle věku a pohlaví. Je vyobrazen podíl osob, které uvádí, že „česká mlha“ zatěžuje resp. nezatěžuje zdravotní stav a také odpovědi na otázku, zda se dotazovaný cítí obtěžován, podle věkových skupin a pohlaví

(je nutno zohlednit malý počet případů v mladších věkových skupinách, případy s údaji o věku, pohlaví a k příslušné otázce: $N_{\text{levýgraf}}=1670$, $N_{\text{pravýgraf}}=1699$)



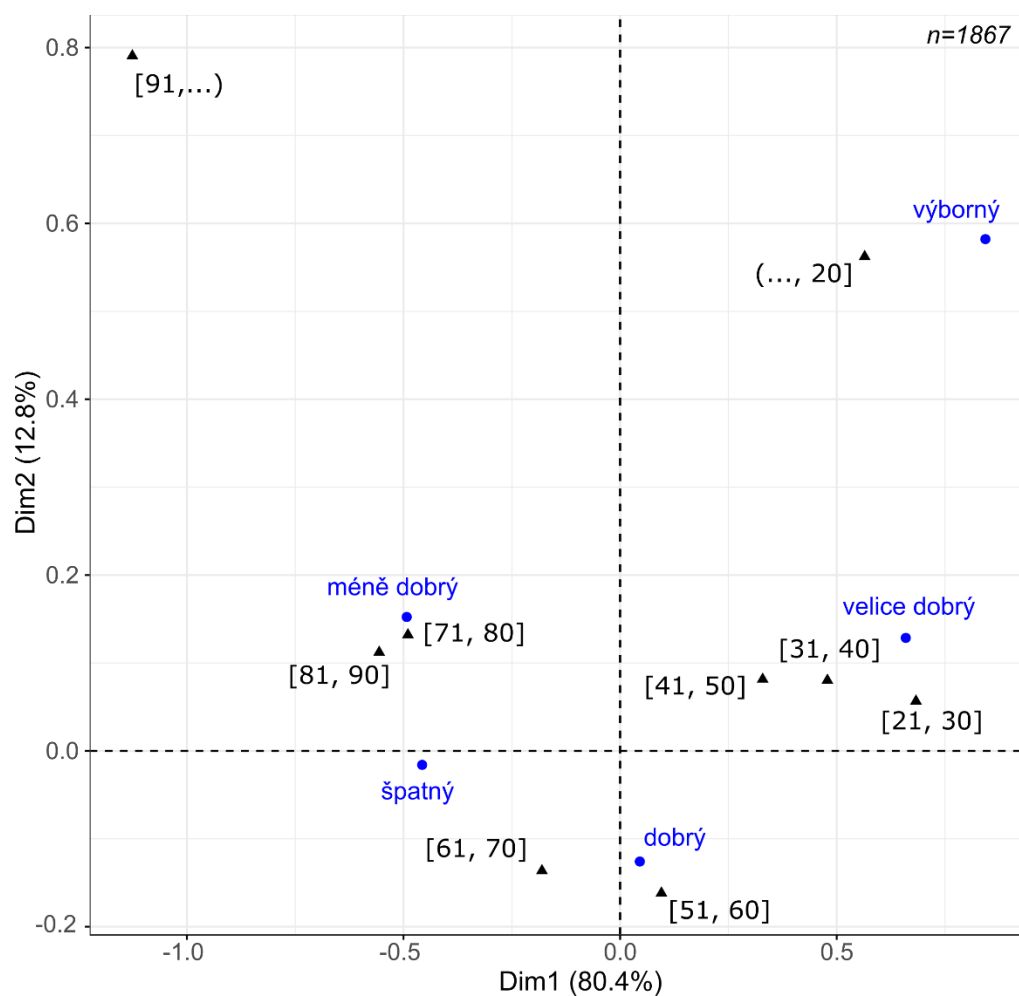
Obr. p. 23: Kvalita života a zatížení „českou mlhou“: Boxplot skóre PSK a KSK celkem pro zatížené a nezatížené osoby podle věkových tříd

(je nutno zohlednit malý počet případů v mladších věkových skupinách, počtu případů s údaji o kvalitě života: $N_{\text{zatížení}}=1119$, $N_{\text{nezatížení}}=344$, mimořádné hodnoty jsou skryty.

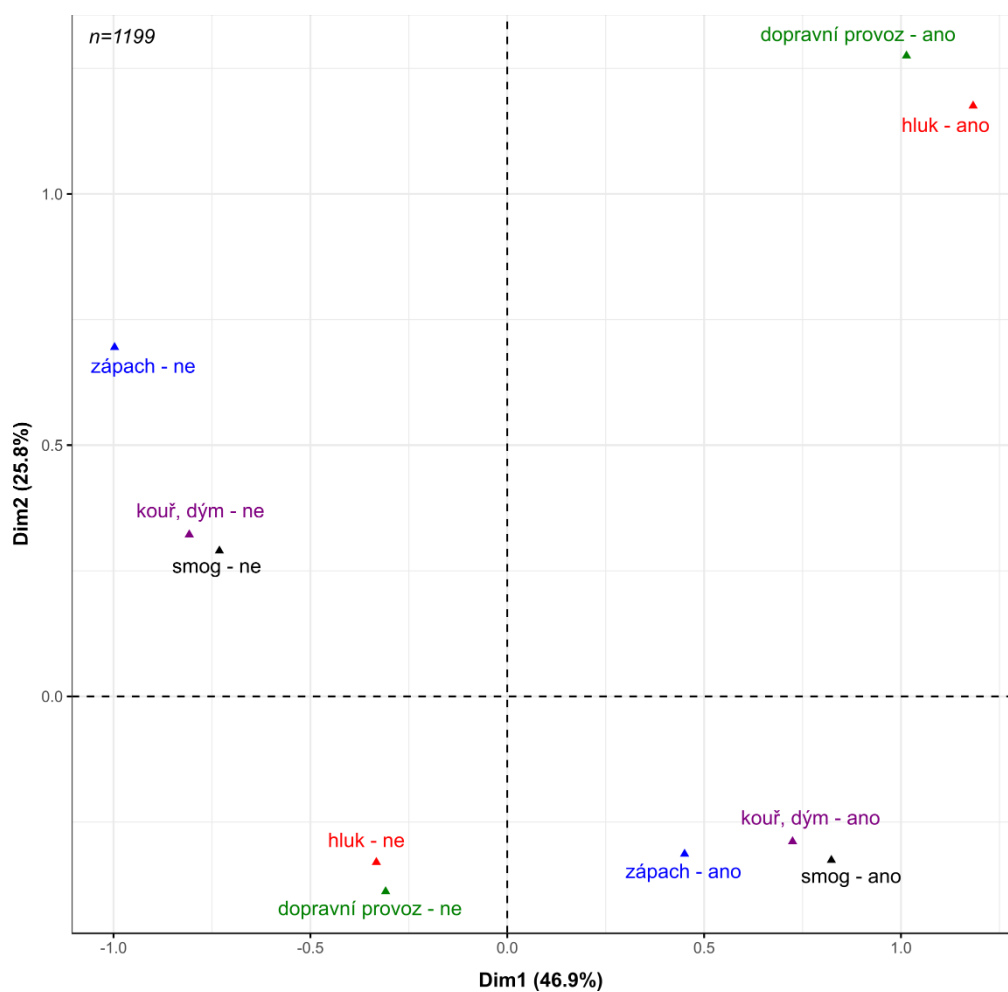


Obr. p. 24: Součet stížností v průběhu času: Vyobrazeny jsou boxploty součtu stížností (zelená, levá osa y, mimořádné hodnoty jsou skryty) s datem vyplnění.

Podíly byly vypočítány pouze pro dny, kdy otázku týkající se obtíží v uplynulých třech dnech vyplnilo minimálně pět osob. Pro srovnání jsou znázorněny počty stížností v krušnohorském regionu (modrá, pravá osa y).



Obr. p. 25: Ordinační diagram znázorňující souvislosti mezi úrovněmi celkového zdravotního stavu a konkrétní věkovou skupinou (vytvořeno na základě CA analýzy).



Obr. p. 26: Ordinační diagram znázorňující spojitost mezi obtěžujícími faktory; jedná se o odpověď na otázku, zda se respondent cítí být obtěžován příslušným faktorem (vytvořeno na základě MCA analýzy)

TAB.

Tab. p. 1: Odběrový protokol, 1. odběrová kampaň Lom u Mostu:	255
Tab. p. 2: Odběrový protokol, 1. odběrová kampaň Deutschneudorf:.....	255
Tab. p. 3: Odběrový protokol, 2. odběrová kampaň Lom u Mostu:	256
Tab. p. 4: Odběrový protokol, 2. odběrová kampaň Deutschneudorf.....	256
Tab. p. 5: Odběrový protokol, 1. odběrová kampaň:.....	257
Tab. p. 6: Odběrový protokol, 2. odběrová kampaň:.....	258
Tab. p. 7: Seznam použitých způsobů měření a následného zpracování vzorků v laboratoři.	259
Tab. p. 8: Sociálnědemografické údaje o účastnících diskusní skupiny.....	260
Tab. p. 9: Sledované diagnózy podle Mezinárodní statistické klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů (ICD-10).....	260
Tab. p. 10: Karbonylové sloučeniny nalezené při různých směrech větru.	262
Tab. p. 11: Četnost výskytu nejvýznamnějších karbonylových kontaminantů při odběru na pasivní dozimetry Radiello	263
Tab. p. 12: Průměrné koncentrace VOC naměřené v Deutschneudorfu, Lomu a Jeřabině.	263
Tab. p. 13: Relativní koncentrace vztažené na toluen zdrojů identifikovaných metodou PMF.	263
Tab. p. 14: Relativní koncentrace vztažené na toluen zdrojů identifikovaných metodou PMF.	264
Tab. p. 15: Druhy rizikové skupiny 2 relevantní pro člověka, které byly určeny s pomocí hmotnostního spektrometru MALDI-TOF.	265
Tab. p. 16: Koncentrace karbonylů v ovzduší Střekov 14.8-24.8 2017	266
Tab. p. 17: Místa odběru do kanystrů a hodnoty OAV.....	267
Tab. p. 18: Základní charakteristika účastníků dotazníkového šetření prováděného poštou, porovnání Sasko a Česko.....	269
Tab. p. 19: Porovnání obav o životní prostředí v Sasku a Česku. Přehled statistických ukazatelů podle oblasti a celkem pro obavy o životní prostředí obecně, ohledně znečištění chemickými látkami a zápachem.	269
Tab. p. 20: Četnosti výskytu vybraných obtíží v Sasku a Česku (¹ Pearsonův chí-kvadrát test, ² Fisherův exaktní test).	270
Tab. p. 21: Česká mlha - obava o ŽP a negativní vliv na jejich zdraví	271

Tab. p. 22: Spojitost mezi počtem hlášeného výskytu zápachu a hospitalizací v nemocnici	271
Tab. p. 23: Spojitost mezi vystavení působení PM_{10} sazí a hospitalizací v nemocnici (významná zjištění, $p < .05$)	272
Tab. p. 24: Souvislost mezi expozicí PM_{10} a hospitalizací (významná zjištění, $p < .05$) ..	273
Tab. p. 25: Vztah mezi expozicí UFP 20-100nm a hospitalizací (významná zjištění, $p < .05$)	274
Tab. p. 26: Vztah mezi expozicí UFP 20-100nm a hospitalizací (významná zjištění, $p < .05$)	275
Tab. p. 27: Vztah mezi počtem hlášených pachových událostí a příčin smrti v saské hlavní oblasti (významná zjištění, $p < .05$)	275
Tab. p. 28: Souvislost mezi vystavení látkám znečišťujícím ovzduší a příčinami smrti (významná zjištění, $p < .05$)	276

Tab. p. 1: Odběrový protokol, 1. odběrová kampaň Lom u Mostu:

lokalita	datum	délka odběru	kanál 1 [l]	kanál 2 [l]	kanál 3 [l]	kanál 4 (bezvětří) [l]
LOM 1	17.2.2017	22:48	0,68	14,45	111,87	103,31
LOM 2	18.2.2017	23:55	0,38	14,53	72,54	191,30
LOM 3	19.2.2017	24:04	1,90	60,48	50,63	161,51
LOM 4	20.2.2017	21:39	0,59	109,06	93,06	49,58
LOM 5	21.2.2017	23:42	3,75	46,77	126,64	98,95
LOM 6	22.2.2017	23:56	5,27	85,66	121,96	60,60
LOM 7	23.2.2017	23:53	0,58	118,58	144,20	7,45
LOM 8	24.2.2017	24:00	3,93	28,81	212,24	31,08
LOM 9	25.2.2017	23:48	3,32	50,14	71,18	146,11
LOM 10	26.2.2017	23:48	0,91	39,37	66,70	166,44
LOM 11	27.2.2017	23:33	23,29	59,29	36,58	150,92
LOM 12	28.2.2017	24:05	5,35	101,71	90,75	79,76

Tab. p. 2: Odběrový protokol, 1. odběrová kampaň Deutschneudorf:

DND	od	Délka odběru	kanál 1 [l]	kanál 2 [l]	kanál 3 [l]	kanál 4 [l]=bezvětří
D 1	17.2.2017	23:02	15,8	78,5	105,8	234,1
D 2	18.2.2017	24:08	8,6	20,1	205,5	260,8
D 3	19.2.2017	21:33	33,0	24,7	164,4	245,9
D 4	20.2.2017	23:32	2,8	1,4	250,2	251,0
D 5	21.2.2017	24:56	64,8	60,9	95,6	310,6
D 6	22.2.2017	23:51	128,0	83,0	48,9	292,1
D 7	23.2.2017	23:43	168,7	71,3	19,9	274,1
D 8	24.2.2017	24:52	29,4	82,0	134,0	313,5
D 9	25.2.2017	23:06	67,9	20,7	132,6	276,0
D 10	26.2.2017	23:51	31,9	18,8	171,8	263,5
D 11	27.2.2017	23:12	87,4	9,2	79,8	266,8
D 12	28.2.2017	24:05	204,6	27,1	38,1	266,8

Tab. p. 3: Odběrový protokol, 2. odběrová kampaň Lom u Mostu:

LOM	od	do	kanál 1 [l]	kanál 2 [l]	kanál 3 [l]	kanál 4 [l]=be- zvětří
L2/1	17.11.2017	23.11.2017	104,2	2170	1415	3885
L2/2	23.11.2017	1.12.2017	288,2	2110	1001	6176
L2/3	1.12.2017	9.12.2017	porucha počítače			
L2/4	9.12.2017	17.12.2017	447,1	2931	1222	4666
L2/5	17.12.2017	25.12.2017	153,9	2848	1941	3945
L2/6	25.12.2017	2.1.2018	269,4	1997	963	4479
L2/7	2.1.2018	10.1.2018	3688	2350	1397	4891
L2/8	10.1.2018	18.1.2018	2915	1256	1228	5813
L2/9	18.1.2018	26.1.2018	porucha počítače			
L2/10	26.1.2018	3.2.2018	262	6263	2823	6784
L2/11	3.2.2018	11.2.2018	1448	519	828	11962
L2/12	11.2.2018	19.2.2018	883	1424	771	8665

Tab. p. 4: Odběrový protokol, 2. odběrová kampaň Deutschneudorf

DND	od	do	kanál 1 [l]	kanál 2 [l]	kanál 3 [l]	kanál 4 [l]=be- zvětří
D2/1	17.11.2017	23.11.2017	neměřeno			
D2/2	23.11.2017	1.12.2017	1763	3998	1312	8297
D2/3	1.12.2017	9.12.2017	2321	1917	2677	7244
D2/4	9.12.2017	17.12.2017	2891	5033	1758	6066
D2/5	17.12.2017	25.12.2017	2525	1033	2508	8084
D2/6	25.12.2017	2.1.2018	3921	3449	1144	4793
D2/7	2.1.2018	10.1.2018	2935	2944	1268	5559
D2/8	10.1.2018	18.1.2018	3482	2782	771	5319
D2/9	18.1.2018	26.1.2018	3357	1035	789,4	7678
D2/10	26.1.2018	3.2.2018	1801	3108	2096	8245
D2/11	3.2.2018	11.2.2018	2477	988	763	9955
D2/12	11.2.2018	19.2.2018	2765	1040	654	11050
D2/13	19.2.2018	27.2.2018	3385	938,7	830,7	9665

Tab. p. 5: Odběrový protokol, 1. odběrová kampaň:

Místo	Oz- načení	Datum in- stalace	Čas in- stalace	Datum sejmutí	Čas sejmutí
LOM	L-1	17. 02. 2017	9:45	25. 02. 2017	9:00
LOM	L-2	17. 02. 2017	9:45	25. 02. 2017	9:05
LOM	L-3	25. 02. 2017	9:15	06. 03. 2017	10:51
LOM	L-4	25. 02. 2017	9:10	06. 03. 2017	10:56
DEUTSCHNEUDORF	D-1	17. 02. 2017	11:15	25. 02. 2017	13:00
DEUTSCHNEUDORF	D-2	17. 02. 2017	11:12	25. 02. 2017	13:00
DEUTSCHNEUDORF	D-3	25. 02. 2017	11:00	06. 03. 2017	11:57
DEUTSCHNEUDORF	D-4	25. 02. 2017	11:00	06. 03. 2017	11:57

Tab. p. 6: Odběrový protokol, 2. odběrová kampaň:

		von/od		bis/do	
Č LOM	1	17.11.2017	12:25	23.11.2017	10:13
	2	23.11.2017	10:13	01.12.2017	09:41
	3	01.12.2017	09:41	09.12.2017	10:34
	4	09.12.2017	10:34	17.12.2017	10:29
	5	17.12.2017	10:29	25.12.2017	10:45
	6	25.12.2017	10:45	02.01.2018	09:40
	7	02.01.2018	09:40	10.01.2018	09:15
	8	10.01.2018	09:15	18.01.2018	08:09
	9	18.01.2018	08:09	25.01.2018	08:25
	10	25.02.2018	08:25	03.02.2018	10:05
	11	03.02.2018	10:05	11.02.2018	09:20
	12	11.02.2018	09:20	19.02.2018	09:35
	13	19.02.2018	09:35	27.02.2018	08:50
	14	27.02.2018	08:50	07.03.2018	09:45
Č DND	1	23.11.2017	11:25	01.12.2017	11:15
	2	01.12.2017	11:15	09.12.2017	11:25
	3	09.12.2017	11:25	17.12.2017	11:30
	4	17.12.2017	11:30	25.12.2017	11:34
	5	25.12.2017	11:34	02.01.2018	10:40
	6	02.01.2018	10:40	10.01.2018	10:05
	7	10.01.2018	10:05	18.01.2018	09:45
	8	18.01.2018	09:45	25.01.2018	09:25
	9	25.01.2018	09:25	03.02.2018	12:20
	10	03.02.2018	12:20	11.02.2018	11:00
	11	11.02.2018	11:00	19.02.2018	10:35
	12	19.02.2018	10:35	27.02.2018	09:55
	13	27.02.2018	09:55	07.03.2018	10:32
Č JEŘ	1	23.11.2017		01.12.2017	
	2	01.12.2017		09.12.2017	
	3	09.12.2017		17.12.2017	
	4	17.12.2017		25.12.2017	
	5	25.12.2017		02.01.2018	
	6	02.01.2018		10.01.2018	
	7	10.01.2018		18.01.2018	
	8	18.01.2018		25.01.2018	
	9	25.01.2018		03.02.2018	
	10	03.02.2018		11.02.2018	
	11	11.02.2018		19.02.2018	
	12	19.02.2018		27.02.2018	
	13	27.02.2018		07.03.2018	

Tab. p. 7: Seznam použitých způsobů měření a následného zpracování vzorků v laboratoři.

Metoda	Doba odběru vzorků	Měřené parametry	Živná půda	Teplota kultivace	Doba kultivace	MALDI-TOF MS
AGI	2 hod. v dest. vodě	endotoxiny	----	----	----	----
AGI	30 min v 0,9% NaCl	bakterie (relevantní pro životní prostředí a člověka)	TSA s nata- mycinem/ cyklohexi- mid	37 °C	2-3 dny	ano
MAS	zima 10 min léto 5 min	bakterie (relevantní pro životní prostředí a člověka)	TSA s nata- mycinem/ cyklohexi- mid	37 °C	2-3 dny	ano
MAS	10 min	bakterie (stafy- lokoky)	manitová sůl	37 °C	2-3 dny	ano
MAS	zima 10 min léto 5 min	bakterie (relevantní pro člověka)	krev	37 °C	2-3 dny	ano
MAS	zima 5 min léto 2 min	bakterie (relevantní pro životní prostředí) plísně (relevantní pro životní prostředí a člo- věka)	TSA s nata- mycinem/ cyklohexi- mid	22 °C	7 dní	ano
MAS	zima 1 min	plísně (relevantní pro životní prostředí a člo- věka)	DG 18	25 °C 37 °C	7 dní	ne
Filtrace	léto 2 hod.	plísně (relevantní pro životní prostředí a člo- věka)	DG 18	25 °C	7 dní	ne

Tab. p. 8: Sociálnědemografické údaje o účastnících diskusní skupiny

Věk	Pohlaví	Nejvyšší dosažené vzdělání
68	muž	vysokoškolské
68	muž	základní
65	muž	základní
68	muž	vysokoškolské

Tab. p. 9: Sledované diagnózy podle Mezinárodní statistické klasifikace nemocí a přidružených zdravotních problémů (ICD-10)

Diagnóza	ICD-10
Přirozené příčiny	A00-R99
Nemoci oběhové soustavy	I00-I99
Nemoci srdce	
Akutní revmatická horečka	I00 - I02
Chronické revmatické choroby srdeční	I03 - I09
Esenciální (primární) hypertenze	I10
Postižení srdce při hypertenzi	I11
Postižení ledvin při hypertenzi	I12
Hypertenzní nemoc srdce a ledvin	I13
Sekundární hypertenze	I15
Angina pectoris	I20
Akutní infarkt myokardu	I21
Pokračující infarkt myokardu	I22
Některé komplikace následující akutní infarkt myokardu	I23
Jiné akutní ischemické choroby srdeční	I24
Chronická ischemická choroba srdeční	I25
Kardiopulmonální nemoc a nemoci plicního oběhu	I26 - I28
Jiné formy srdečního onemocnění	I30 - I52
Vybrané nemoci oběhové soustavy	
Esenciální (primární) hypertenze	I10
Angina pectoris	I20
Cévní nemoci mozku	
Subarachnoidální krvácení	I60
Intracerebrální (nitromozkové) krvácení	I61
Jiné neúrazové nitrolební krvácení	I62
Mozkový infarkt	I63
Cévní mozková příhoda (mrtvice) neurčená jako krvácení nebo infarkt	I64
Uzávěr (okluze) a zúžení (stenóza) přívodných mozkových tepen nekončící mozkovým infarktem	I65
Uzávěr (okluze) a zúžení (stenóza) mozkových tepen nekončící mozkovým infarktem	I66
Jiná cévní onemocnění mozku	I67
Cévní onemocnění mozku při nemocech zařazených jinde	I68
Následky cévních nemocí mozku	I69
Nemoci dýchací soustavy	J00-J99
Vybrané nemoci dýchací soustavy	

Akutní zánět nosohltanu	J00
Akutní zánět vedlejších nosních dutin	J01
Akutní zánět hltanu	J02
Akutní zánět mandlí – akutní tonzilitida	J03
Akutní zánět hrtanu a průdušnice	J04
Akutní obstrukční zánět hrtanu (krup) a hrtanové příklopky	J05
Akutní infekce horních dýchacích cest na více místech a neurčených lokalizací	J06
Chřipka způsobená identifikovanými zoonózami nebo pandemickým chřipkovým virem	J09
Chřipka, virus neidentifikován	J11
Akutní zánět průdušek	J20
Akutní zánět průdušinek	J21
Neurčené akutní infekce dolní části dýchacího ústrojí	J22
Vazomotorická a alergická rýma	J30
Chronická rýma, chronický zánět nosohltanu a	J31
Chronický zánět vedlejších nosních dutin	J32
Chronický zánět hrtanu a hrtanu i průdušnice	J37
Hypersenzitivní reakce horních dýchacích cest, neurčené lokalizace	J39.3
Jiná chronická obstrukční plicní nemoc	J44
Astma převážně alergické	J45.0
Nealergické astma	J45.1
Smíšené astma	J45.8
Astma NS	J45.9
Astmatický stav	J46
Stavy dýchací soustavy způsobené inhalací chemikálií, plynů, dýmů a par	J68
Nemoci dolní části dýchacího ústrojí	
Virový zánět plic (pneumonie) nezařazený jinde	J12
Zánět plic, původce: Streptococcus pneumoniae	J13
Zánět plic, původce: Haemophilus influenzae	J14
Bakteriální zánět plic (pneumonie) nezařazený jinde	J15
Zánět plic (pneumonie) způsobený jinými infekčními organismy nezařazený jinde	J16
Zánět plic (pneumonie) při nemocech zařazených jinde	J17
Pneumonie, původce NS	J18
Akutní zánět průdušek	J20
Akutní zánět průdušinek	J21
Neurčené akutní infekce dolní části dýchacího ústrojí	J22
Astma	
Astma	J45
Astmatický stav	J46
Nemoci trávicí soustavy	
K00-K93	
Vybrané nemoci trávicí soustavy	
Zánět jícnu (ezofagitida)	K20
Jiné nemoci jícnu	K22
Zánět žaludku a dvanáctníku	K29
(bez K29.2 Alkoholická gastritida)	
Funkční dyspepsie	K30
Nemoc žaludku a dvanáctníku NS	K31.9
Vředový zánět tračníku	K51

Jiná neinfekční gastroenteritida a kolitida	K52
Gastroenteritida = zánět střev a žaludku (zvracení, průjem)	
Syndrom dráždivého střeva	K58
Jiné funkční střevní poruchy	K59.0
Funkční průjem	K59.1
Příznaky, znaky a abnormální klinické a laboratorní nálezy nezařazené jinde	R00-R99
Vybrané příznaky, znaky a abnormální klinické a laboratorní nálezy nezařazené jinde	
Abnormality srdeční činnosti	R00
Zjištění abnormálního krevního tlaku bez diagnózy	R03
Nepravidelnosti dýchání	R06
Bolest v hrdle a na hrudi	R07
Nauzea a zvracení	R11
Flatulence a příbuzné stavy	R14
Horečka jiného a neznámého původu	R50
Bolest hlavy NS	R51
Nevolnost a únava	R53
Hypotermie, bez vazby na nízkou okolní teplotu	R68.0
Nespecifické symptomy příznačné pro období dětství	R68.1
Suchost úst NS	R68.2

Tab. p. 10: Karbonylové sloučeniny nalezené při různých směrech větru.

Směr větru			
bezvětří	0-120	121-240	241-360
formaldehyd	formaldehyd	formaldehyd	formaldehyd
aceton	acetaldehyd	acetaldehyd	acetaldehyd
isobutyraldehyd	aceton	aceton	aceton
benzaldehyd, cyklohexanon	methakrolein	methakrolein	methakrolein
nonaldehyd	isobutyraldehyd	isobutyraldehyd	isobutyraldehyd
	benzaldehyd	benzaldehyd	benzaldehyd, cyklohexa-
	cyklohexanon	cyklohexanon	non
	nonaldehyd	nonaldehyd	nonaldehyd

Tab. p. 11: Četnost výskytu nejvýznamnějších karbonylových kontaminantů při odběru na pasivní dozimetry Radiello

Analyt	Lokalita		
	Lom četnost (%)	Deutschneudorf četnost (%)	Jeřabina četnost (%)
formaldehyd	100	100	100
acetaldehyd	100	100	100
aceton	70	71	64
propanal	50	86	82
benzaldehyd, cyklohexanon	71	79	82
nonanal	79	57	64

Tab. p. 12: Průměrné koncentrace VOC naměřené v Deutschneudorfu, Lomu a Jeřabině.

Analyt-ppb	DND	LOM	JEŘABINA
Benzen	0,137	0,222	0,047
Toluen	0,066	0,201	0,021
Ethylbenzen	0,017	0,031	0,004
m+p Xylen	0,033	0,057	0,007
Pentan	0,059	0,076	0,015
Metylcyklopentan	0,009	0,021	0,003
Heptan	0,005	0,016	0,001
Metylcyklohexan	0,006	0,014	0,002
Tetrachlorethen	0,016	0,017	0,007
2-methylbutan	0,031	0,069	0,002
Styren	0,008	0,021	0,019

Tab. p. 13: Relativní koncentrace vztažené na toluen zdrojů identifikovaných metodou PMF.

ppbv/ppbv toluen	Zdroj 1	Zdroj 2
Benzen	1.38	0.27 [†]
Ethylbenzen	0.18	0.21
Xyleny	0.40	0.44
Styren	0.10	0.11
Pentan	0.51	0.02
Metylcyklopentan	0.12	0.13
n-heptan	0.02	0.04
Metylcyklohexan	0.02	0.14 [†]

[†] poměr je vypočten na základě mediánu koncentrací získaných metodou bootstrap při zpětné validaci modelu.

Tab. p. 14: Relativní koncentrace vztažené na toluen zdrojů identifikovaných metodou PMF.

ppbv/ppbv toluen	Zdroj 1	Zdroj 2
Benzen	8.55	1.00
Ethylbenzen	0.89	0.17
Xyleny	1.42	0.43
Styren	0.37	0.11
Pentan	7.21	0.01 [†]
Methylcyklopentan	0.64	0.08
n-heptan	0.10	0.02
Methylcyklohexan	0.38	0.08

[†] poměr je vypočten na základě mediánu koncentrací získaných metodou bootstrap při zpětné validaci modelu.

Tab. p. 15: Druhy rizikové skupiny 2 relevantní pro člověka, které byly určeny s pomocí hmotnostního spektrometru MALDI-TOF.

V seznamu jsou uvedeny identifikované druhy na lokalitách Lom a Deutschneudorf (DND) v zimě a v létě. *v závislosti na druzích: podle EFSA (2016) patří tyto druhy do *Bacillus cereus* group: *B. cereus sensu stricto* (RG2), *B. anthracis* (RG3), *B. thuringiensis* (RG1), *B. weihenstephanensis* (RG2), *B. mycoides* (RG1), *B. cytotoxicus* (RG1), *B. pseudomycoides* (RG1) und *B. toyonensis* (RG1). Z důvodu jejich taxonomických a fenotypických charakteristik je nelze hmotnostním spektrometrem MALDI-TOF identifikovat. RS – riziková skupina.

LOM zima	Riziková skupina 2 (human)	Rod	LOM léto	Riziková skupina 2 (human)	Rod
	Stenotrophomonas maltophilia	Xanthomonadaceae		Staphylococcus saprophyticus	Staphylococcaceae
	Streptococcus mitis/oralis/pneumoniae	Streptococcaceae		Pseudomonas oryzihabitans	Pseudomonadaceae
	Staphylococcus epidermis	Staphylococcaceae		Pantoea agglomerans	Enterobacteriaceae
	Staphylococcus hominis	Staphylococcaceae		Bacillus cereus group*	Bacillaceae
	Staphylococcus saprophyticus	Staphylococcaceae			
	Paracoccus yeei	Rhodobacteraceae			
	Acinetobacter johnsonii	Moraxellaceae			
	Acinetobacter lwoffii	Moraxellaceae			
	Psychrobacter faecalis/pulmonis	Moraxellaceae			
	Enterococcus faecalis	Enterococcaceae			
	Enterococcus faecium	Enterococcaceae			
	Enterococcus gallinarum	Enterococcaceae			
	Pantoea agglomerans	Enterobacteriaceae			
	Bacillus cereus group*	Bacillaceae			
	Aerococcus viridans	Aerococcaceae			
DND zima	Riziková skupina 2 (human)	Rod	DND léto	Riziková skupina 2 (human)	Rod
	Staphylococcus epidermis	Staphylococcaceae		Staphylococcus epidermis	Staphylococcaceae
	Staphylococcus pasteurii	Staphylococcaceae		Staphylococcus pasteurii	Staphylococcaceae

Moraxella osloensis	Moraxellaceae	Pantoea agglomerans	agglo-	Enterobacteriaceae
Psychrobacter faecalis/pulmonis	Moraxellaceae	Bacillus group*	cereus	Bacillaceae
Pantoea agglomerans	Enterobacteriaceae			
Bacillus cereus group*	Bacillaceae			
Aerococcus viridans	Aerococcaceae			

Tab. p. 16: Koncentrace karbonylů v ovzduší Střekov 14.8-24.8 2017

Látka / koncentrace	µg/m ³	ppb	OT ppb	OAV ou/m ³
formaldehyd	2,38	1,91	500	0,00382
acetaldehyd	0,93	0,51	1,5	0,34
aceton	0,94	0,39	42000	9,29E-06
akrolein	<0,30	<	3,6	
propionaldehyd	0,86	0,36	1	0,36
krotonaldehyd	<0,30	<	n	
methakrolein	0,78	0,27	8,5	0,031765
2-butanon	<0,20	<	n	
butyraldehyd , isobutyraldehyd	4,28	1,43	0,67	2,134328
benzaldehyd , cyklohexanon	0,42	0,1	0,18	0,555556
isovaleraldehyd	<0,20	<	0,1	
valeraldehyd	1,38	0,39	0,41	0,95122
o-tolualdehyd	0,26	0,05	n	
m,p-tolualdehyd	0,37	0,07	n	
glutaraldehyd	<0,10	<	n	
hexaldehyd	2,26	0,54	0,28	1,928571
dimetylbenezaldehyd	<0,20	<	n	
heptaldehyd	1,03	0,22	0,18	1,222222
oktaldehyd	1,21	0,23	0,01	23
nonaldehyd	5,27	0,89	0,34	2,617647
decylaldehyd	7,03	1,08	0,4	2,7
			OAV	35,8 ou/m³

OT-čichový práh v koncentracích (ppb)

n-není stanoven

<- analyt nebyl prokázán

Tab. p. 17: Místa odběru do kanystrů a hodnoty OAV

Místo odběru	datum	OAV	Poznámka pro- banda	Prokázané analyty
Deutscheinsiedel	180112	0,08		
Háj u Duchcova	171110	0,11	sirovodík, obtěžující zápach	
Háj u Duchcova	171116	0,55	uhlí, dehet, silný zápach	fenol, kyselina octová, xyleny
Háj u Duchcova	171124	0,12	uhlí, benzin	toluen, xyleny
Háj u Duchcova	171126	2,47	zemní plyn	alkylované aromáty
Háj u Duchcova	171203	0	zemní plyn nasládlý, chemický	
Háj u Duchcova	180101	1,3	zápach	nonanal, xyleny
Háj u Duchcova	180307	3,62	ostrý zápach	hexanal, nonanal, dekanal
Kuhnheide	170208	1,93	silný	
Kuhnheide	171211	0,17		aromatické uhlovodíky
Litvínov	170204	2,14	obtěžující, kočičí výkaly	acetofenon, dekanal
Litvínov	181107	0,02		
Litvínov	181116	0,02		
Litvínov	181116	24,3	chemický zápach, zemní plyn, velmi obtěžující.	2-butanon, hexanal, oktanal, CFCI
Marienberg	170208	26,09	zemní plyn, slabý zápach.	alifatické uhlovodíky, alde- hydy
Neuhausen	180123	0,06	sladký slabý	aromáty, CFCI
Neuhausen	180310	43,49	silný, ostrý	C6-C10 aldehydy
Neuhausen	180324	10,16	spalování uhlí	alifáty, aromáty
Neurehefeld	171113	1,3		ethylacetát, MIBK, aromáty, dekanal, CFCI
Neurehefeld	171228	0,02		
Neurehefeld	180206	0,04		
Nová Ves v Horách	171128	0,2	výfukové zplodiny	aromatické uhlovodíky
Nová Ves v Horách	181120	2,51	spalování uhlí?	2-butanon, 1-butanol, aromáty, hexanal, nonanal
Olbernhau	170122	1,24	silný zápach	alifáty, aromáty, dekanal
Olbernhau	171211	0	benzin, silný zápach térový, velice silný	
Olbernhau	180109	0	zápach	
Olbernhau	180315	1,92	tér, benzin, silný zápach	cyklohexan, toluen, nonanal, dekanal
Sayda	170126	0,78	chemický	dekanal
Sayda	170127	4,02	sirovodík, silný zápach	nonanal, dekanal

Seiffen	170111	1,01	benzin, slabý zápach	
Seiffen	170201	0	obtěžující	
Seiffen	170217	42,88	uhlí, středně obtěžující zápach	hexanal, benzaldehyd, ok- tanal, dekanal, naftalén
Seiffen	170221	0,85	uhlí	toluen, tetrachloretylen, to- luen, styren, dekanal
Seiffen	170313	33,4	sladký odporný zápach	alifáty, aromáty, C6, C9, C10 aldehydy
Seiffen	170327	59,75	lehký zápach	alifáty, aromáty, aldehydy
Seiffen	171020	0,63	benzin, silný zápach	nonanal, toluen, 1-butanol
Seiffen	171020	1,16	benzin, silný zápach	ethylacetát, MIBK, CFCl
Seiffen	171108	2,14	benzin, silný zápach	ethylacetát, MIBK, CFCl
Seiffen	171128	11,61	odporný, sladký zápach	ethylacetát, butylacetát, MIBK, CFCl
Seiffen	180125	3	chemie, silný zápach	ethylacetát, butylacetát, MIBK, CFCl
Seiffen	180126	0,11	dehet, kolísavý zápach	ethylacetát, butylacetát, MIBK, CFCl
Seiffen	180218	0	uhlí, slabý zápach	
Seiffen	180305	0,12	benzin, slabý zápach	ethylacetát, MIBK, CFCl
Seiffen	181106	3,03		ethylacetát, MIBK, CFCl
Seiffen	181112	2,14	spalování umělé hmoty, silný zápach	ethylacetát, MIBK, CFCl, to- luen, styren
Seiffen	181128	2,65		etylacetát, butylacetát, 2-bu- tanon, 1-butanol, m+p xylen
Vřesová	170214	1,11	nepříjemný zápach	dekanal, kyselina octová
Vřesová	170330	1,78	neznámý zápach	nonanal, dekanal

Tab. p. 18: Základní charakteristika účastníků dotazníkového šetření prováděného poštou, porovnání Saská a Česka

	Německo (n= 1875)		Česká republika (n= 130)	
Pohlaví (Pearsonův χ^2 test: p= 0,363)				
N vyplněno	1763		127	
Ženy	912	51,7 %	71	55,9 %
Muži	851	48,3 %	56	44,1 %
Věk v letech (Mann-Whitneyův test: p=561)				
N vyplněno	1766		126	
Střední hodnota $\pm$ SD	57,5 $\pm$ 17,0		58,4 $\pm$ 15,1	
Délka života v současném bydlišti v letech (Mann-Whitneyův test: p<,01)				
N vyplněno	1824		129	
Střední hodnota $\pm$ SD	43,8 $\pm$ 21,4		28,4 $\pm$ 19,1	
Kuřáci (Pearsonův χ^2 test: p= 0,022)				
N vyplněno	1663		129	
ano	206	12,4 %	18	14,0 %
ne, ale kouřil(a) jsem	389	23,4 %	43	33,3 %
ne, ještě jsem nekouřil(a)	1068	64,2 %	68	52,7 %
Nejvyšší dosažené vzdělání (Pearsonův χ^2 test: p<,01)				
N vyplněno	1695		127	
Ještě žák	8	0,5 %	0	0,0 %
nedokončené základní vzdělání	21	1,2 %	0	0,0 %
základní vzdělání (do 9. třídy ZŠ)	302	17,8 %	4	3,1 %
základní vzdělání (do 10. třídy ZŠ)	910	53,7 %	48	37,8 %
středoškolské vzdělání	194	11,4 %	51	40,2 %
vysokoškolské vzdělání	179	10,6 %	24	18,9 %
jiné vzdělání	81	4,8 %	0	0,0 %

Tab. p. 19: Porovnání obav o životní prostředí v Sasku a Česku. Přehled statistických ukazatelů podle oblasti a celkem pro obavy o životní prostředí obecně, ohledně znečištění chemickými látkami a zápachem.

Oblast	N	Střední hodnota	SD	p25	p50	p75
Obava o ŽP obecně (Mann-Whitneyův test: p=75)						
SN	1840	2,991	0,649	2,5	3	3,5
CZ	130	2,987	0,740	2,5	3	3,5
Celkem	1970	2,991	0,656	2,5	3	3,5
Obava o ŽP chemie (Mann-Whitneyův test: p=,012)						
SN	1828	2,795	0,854	2	3	3,5
CZ	128	2,559	0,985	2	2,5	3,5
Celkem	1956	2,779	0,865	2	3	3,5
Obava o ŽP zápach (Mann-Whitneyův test: p<,001)						
SN	1835	3,100	0,806	2,5	3	4
CZ	123	2,427	1,097	1,5	2	3,5
Celkem	1958	3,058	0,843	2,5	3	4

Tab. p. 20: Četnosti výskytu vybraných obtíží v Sasku a Česku (¹Pearsonův chí-kvadrát test, ²Fisherův exaktní test).

Stížnost a oblasti	N	Vždy	Většinou	Někdy	Zřídka	Nikdy	Ho- dnota p
Kašel	SN	50	183	595	579	144	p ¹ <0,01
	1551	(3,2%)	(11,8%)	(38,4%)	(37,3%)	(9,3%)	
	CZ	3		44	45	20	
Dušnost	116	(2,6%)	4 (3,4%)	(37,9%)	(38,8%)	(17,2%)	p ¹ <0,01
	SN	51	165	319	334	575	
	1444	(3,5%)	(11,4%)	(22,1%)	(23,1%)	(39,8%)	
Problémy s dýcháním	CZ	0		19	21	59	p ² =0,26
	104	(0,0%)	5 (4,8%)	(18,3%)	(20,2%)	(56,7%)	
	SN	19	55	158	281	776	
Slzení nebo pálení očí	1289	(1,5%)	(4,3%)	(12,3%)	(21,8%)	(60,2%)	p ¹ <0,01
	CZ	0		17	24	60	
	102	(0,0%)	1 (1,0%)	(16,7%)	(23,5%)	(58,8%)	
Nutkání na zvracení	SN	44	177	565	329	404	p ² =0,04
	1519	(2,9%)	(11,7%)	(37,2%)	(21,7%)	(26,6%)	
	CZ	1		24	29	49	
Zvracení	110	(0,9%)	7 (6,4%)	(21,8%)	(26,4%)	(44,5%)	p ² =0,03
	SN	7	39	180	346	726	
	1298	(0,5%)	(3,0%)	(13,9%)	(26,7%)	(55,9%)	
Průjem	CZ	1		5	23	67	p ¹ <0,01
	98	(1,0%)	2 (2,0%)	(5,1%)	(23,5%)	(68,4%)	
	SN	3		92	348	809	
Bolesti hlavy	1258	(0,2%)	6 (0,5%)	(7,3%)	(27,7%)	(64,3%)	p ¹ <0,01
	CZ	0		5	15	80	
	100	(0,0%)	0 (0,0%)	(5,0%)	(15,0%)	(80,0%)	
Malátnost/ únava	SN	14	89	470	470	366	p ¹ <0,01
	1409	(1,0%)	(6,3%)	(33,4%)	(33,4%)	(26,0%)	
	CZ	0		15	47	38	
	102	(0,0%)	2 (2,0%)	(14,7%)	(46,1%)	(37,3%)	p ¹ <0,01
	SN	48	282	694	339	219	
	1582	(3,0%)	(17,8%)	(43,9%)	(21,4%)	(13,8%)	
	CZ	1	10	24	42	33	p ¹ <0,01
	110	(0,9%)	(9,1%)	(21,8%)	(38,2%)	(30,0%)	
	SN	86	358	743	318	134	
	1639	(5,2%)	(21,8%)	(45,3%)	(19,4%)	(8,2%)	p ¹ <0,01
	CZ	3		33	39	29	
	113	(2,7%)	9 (8,0%)	(29,2%)	(34,5%)	(25,7%)	

	SN	25	112	465	423	460	
	1485	(1,7%)	(7,5%)	(31,3%)	(28,5%)	(31,0%)	
Závrať	CZ	0		15	23	67	p ¹ <0,01
	105	(0,0%)	0 (0,0%)	(14,3%)	(21,9%)	(63,8%)	

Tab. p. 21: Česká mlha - obava o ŽP a negativní vliv na jejich zdraví

	N	mean	sd	p25	p50	p75
Obava o ŽP obecně (Mann-Whitneyův test: p<0,01)						
ano, česká mlha zatěžuje zdraví	1362	3,08	0,61	2,75	3,25	3,5
ne, česká mlha nezatěžuje zdraví	401	2,69	0,67	2,25	2,75	3,25
Obava o ŽP chemie (Mann-Whitneyův test: p<0,01)						
ano, česká mlha zatěžuje zdraví	1353	2,95	0,80	2,5	3	3,5
ne, česká mlha nezatěžuje zdraví	401	2,30	0,84	2	2	3
Obava o ŽP zápach (Mann-Whitneyův test: p<0,01)						
ano, česká mlha zatěžuje zdraví	1360	3,31	0,67	3	3,5	4
ne, česká mlha nezatěžuje zdraví	401	2,41	0,82	2	2,5	3

Tab. p. 22: Spojitost mezi počtem hlášeného výskytu zápachu a hospitalizací v nemocnici v saské hlavní oblasti (významná zjištění, p<.05)

Diagnóza	zpoždění	RR change % [95%CI]	IQR
Přírozené příčiny	1	- 0,296 [-0,564; -0,028]	1
	0-1	- 0,546 [-0,997; -0,093]	1,5
Cerebrovaskulární onemocnění	2	- 2,887 [-5,101; -0,622]	1
	2-5	- 4,319 [-7,978; -0,515]	1,5
	0-5	- 5,089 [-9,339; -0,639]	1,7
Respirační onemocnění	4	1,093 [0,296; 1,897]	1
Vybraná onemocnění trávicí soustavy	5	1,426 [0,464; 2,396]	1
Příznaky a abnormální klinické a laboratorní nálezy, jinde nezařazené	3	1,009 [0,161; 1,863]	1
	4	1,201 [0,386; 2,024]	1
	2-5	2,192 [0,362; 4,054]	1,5

Tab. p. 23: Spojitost mezi vystavení působení PM₁ sazím a hospitalizací v nemocnici (významná zjištění, p<.05)

Diagnóza	Sledovaná oblast		zpoždění	RR change % [95%CI]	IQR
Přirozené příčiny	Sn část	podstatná	0	-3,400 [-5,165; -1,603]	0,9
			1	-2,146 [-3,954; -0,304]	0,9
			3	-1,913 [-3,645; -0,150]	0,9
			4	-2,454 [-4,188; -0,689]	0,9
			0-1	-3,519 [-5,439; -1,560]	0,8
			2-5	-3,035 [-5,055; -0,972]	0,8
			0-5	-4,511 [-6,710; -2,259]	0,7
Respirační onemocnění	Sn část	podstatná	0	-7,591 [-13,965; -0,744]	0,9
			0	-5,197 [-9,047; -1,184]	0,9
			5	-5,225 [-8,860; -1,446]	0,9
Vybraná respirační onemocnění	Sn Okraj		0-1	-5,135 [-9,262; -0,821]	0,8
Nemoci dolních cest dýchacích	CZ		5	-8,627 [-15,653; -1,015]	0,9
Kardiovaskulární onemocnění	Sn část	podstatná	4	18,705 [5,729; 33,274]	0,9
			5	16,124 [3,329; 30,504]	0,9
			5	-8,620 [-15,281; -1,435]	0,9
Srdeční choroby	Sn část	podstatná	0	-4,086 [-7,724; -0,304]	0,9
			0	-4,565 [-8,820; -0,112]	0,9

Tab. p. 24: Souvislost mezi expozicí PM₁₀ a hospitalizací (významná zjištění, p<.05)

Diagnóza		Sledovaná oblast	zpoždění	RR change % [95%CI]	IQR
Vybraná onemocnění oběhového systému	Sn podstatná část		1	-9,807 [-18,553; -0,121]	10,2
		CZ	3	2,352 [0,136; 4,617]	23,3

Tab. p. 25: Vztah mezi expozicí UFP 20-100nm a hospitalizací (významná zjištění, $p < .05$)

Diagnóza	Oblast zkoumání	zpoždění	RR change % [95%CI]	IQR
Přirozené příčiny	Sn podstatná část	0	-2,071 [-3,955; -0,150]	2627,0
		4	-1,905 [-3,739; -0,036]	2627,0
		0-1	-2,796 [-4,863; -0,684]	2362,5
		0-5	-2,215 [-4,277; -0,109]	1676,0
	Sn Okraj	1	-2,154 [-3,515; -0,773]	2627,0
		0-1	-1,980 [-3,460; -0,476]	2362,5
	CZ	3	2,985 [0,079; 5,975]	3245,4
Srdeční choroby	Sn podstatná část	0-1	-6,066 [-11,046; -0,808]	2363,5
Cerebrovaskulární onemocnění	Sn Okraj	5	-8,024 [-14,642; -0,892]	2627,0
Vybraná onemocnění oběhového systému	Sn podstatná část	4	13,587 [3,325; 24,868]	2627,0
	Sn Okraj	1	-8,995 [-16,834; -0,418]	2627,0
	CZ	0	36,531 [10,813; 68,217]	3245,4
		0-1	46,004 [14,746; 85,777]	2597,4
Respirační onemocnění	Sn podstatná část	5	8,014 [1,016; 15,496]	2627,0
	Sn Okraj	0	-6,475 [-10,724; -2,024]	2627,0
		1	-5,969 [-10,322; -1,404]	2627,0
		5	-5,987 [-9,961; -1,838]	2627,0
		0-1	-7,952 [-12,617; -3,039]	2363,5
Vybraná respirační onemocnění	Sn Okraj	0	-7,995 [-14,031; -1,535]	2627,0
		5	-8,665 [-14,278; -2,684]	2627,0
		0-1	-8,459 [-15,077; -1,325]	2363,5
		0-5	-7,196 [-13,729; -0,170]	1676,0
	CZ	5	-20,094 [-31,842; -6,321]	3245,0

Tab. p. 26: Vztah mezi expozicí UFP 20-100nm a hospitalizací (významná zjištění, $p < .05$)

Diagnóza	Oblast zkoumání	zpoždění	RR change % [95%CI]	IQR
Přirozené příčiny	Sn podstatná část	0	-2,435 [-4,372; -0,459]	3456,0
		4	-2,107 [-3,971; -0,208]	3456,0
		0-1	-2,976 [-5,070; -0,836]	3095,0
		0-5	-2,354 [-4,404; -0,260]	2218,5
	Sn Okraj	1	-2,028 [-3,437; -0,598]	3456,0
		0-1	-2,103 [-3,607; -0,575]	3095,0
Srdeční choroby	Sn podstatná část	0-1	-5,935 [-10,962; -0,623]	3095,0
Vybraná onemocnění oběhového systému	Sn podstatná část	4	12,648 [2,304; 24,037]	3456,0
Cerebrovaskulární onemocnění	Sn Okraj	5	-8,351 [-15,042; -1,133]	3456,0
Respirační onemocnění	Sn Okraj	0	-6,939 [-11,259; -2,408]	3456,0
		1	-6,641 [-11,056; -2,006]	3456,0
		5	-6,082 [-10,092; -1,893]	3456,0
		0-1	-8,488 [-13,128; -3,600]	3095,0
		0-5	-4,878 [-9,456; -0,068]	2218,5
	CZ	5	-8,706 [-16,442; -0,253]	4148,6
Vybraná respirační onemocnění	Sn Okraj	0	-7,894 [-14,005; -1,349]	3456,0
		5	-8,292 [-13,950; -2,262]	3456,0
		0-1	-8,339 [-14,918; -1,251]	3095,0

Tab. p. 27: Vztah mezi počtem hlášených pachových událostí a příčin smrti v saské hlavní oblasti (významná zjištění, $p < .05$)

Diagnóza	zpoždění	RR change % [95%CI]	IQR
Přirozené příčiny	0	-3,125 [-5,837 -0,335]	2

Tab. p. 28: Souvislost mezi vystavení látkám znečišťujícím ovzduší a příčinami smrti (významná zjištění, $p < .05$)

Diagnóza	Škodlivina	Oblast zkoumání	zpoždění	RR change % [95%CI]	IQR
Přirozené příčiny	PM ₁ saze	Sn Okraj	3	4,324 [0,164; 8,656]	0,9
			5	4,886 [0,715; 9,231]	0,9
			2-5	6,021 [0,687; 11,637]	0,8
Kardiovaskulární onemocnění	PM ₁₀	Sn podstatná část	3	-10,492 [-18,625; -1,548]	11,0