



ODBORNÁ ZPRÁVA

ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A ZDRAVÍ

PRO HL. M. PRAHU

2020

Zpráva je zpracována na podkladě Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí.

Státní zdravotní ústav
Praha

Listopad 2021

Životní prostředí je spolu s výživou jednou z nejrozsáhlejších determinant zdraví člověka. Proto je nezbytné sledovat zdravotní rizika a dopady znečištěného životního prostředí na lidský organismus. Stěžejním monitorovacím programem v Česku je od roku 1994 Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí, který je realizován na základě Usnesení vlády České republiky č. 369/1991 Sb., je obsažen v zákoně o ochraně veřejného zdraví č. 258/2000 Sb. a zároveň je jednou z priorit Akčního plánu zdraví a životního prostředí České republiky. Systém monitorování představuje koordinovaný systém sběru údajů, zpracování a hodnocení informací o expozici obyvatel chemickým látkám a fyzikálním faktorům ze životního prostředí, a o souvisejících zdravotních rizicích. Výsledky jsou každoročně publikovány ve zprávách, které jsou pro odbornou i širší veřejnost k dispozici na internetových stránkách Státního zdravotního ústavu v Praze na adrese <http://www.szu.cz/publikace/monitoring-zdravi-a-zivotniho-prostredi>.

1. OVZDUŠÍ A ZDRAVÍ

Údaje o znečištění ovzduší použité pro hodnocení vlivu na zdraví pocházejí z 18 pražských měřících stanic (provozovaných ČHMÚ, SZÚ a Zdravotním ústavem se sídlem v Ústí n/L), na kterých jsou v antropogenní vrstvě atmosféry sledovány koncentrace škodlivin.

Dlouhodobě přetrvávajícím problémem jsou v pražské aglomeraci především látky, jejichž emise do ovzduší jsou přímo svázány s dopravou a s procesy s ní spojenými, tj. primární spalovací a ostatní emise (resuspenze, otěry, koroze apod.), v sídlištních celcích jsou pak tyto emise kombinovány například s centrálním zásobováním teplem, a v okrajových částech města se může přidávat vliv lokálních topenišť.

Tab. 1.1 Srovnání odhadu průměrných ročních hmotnostních koncentrací vybraných látek v pražském ovzduší s odhadem průměrné hodnoty v městském prostředí v ČR mimo Moravskoslezský kraj (MSK) a s hodnotami měřenými na pozad'ových stanicích ČR, 2020

2020	NO ₂ (µg/m ³)	PM ₁₀ (µg/m ³)	PM _{2,5} (µg/m ³)	Benzen (µg/m ³)	BaP (ng/m ³)	Cd (v PM ₁₀) (ng/m ³)	Pb (v PM ₁₀) (ng/m ³)	Ni (v PM ₁₀) (ng/m ³)	As (v PM ₁₀) (ng/m ³)
městské lokality v ČR (mimo MSK)	14,2	17,0	13,0	1,2	0,88	0,19	5,37	0,50	0,84
Praha	21,3	18,0	11,8	1,31	0,55	0,11	3,31	0,51	0,73*
Pozad'ové stanice ČR	3,1	11,6	6,5	0,60	0,26	0,11	2,18	0,25	0,45

*Poznámka: * - bez příměstské stanice v Řeporyjích, která reprezentuje pouze specifickou část města*

V roce 2020 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2019 opět mírně zlepšila, a to u benzo[*a*]pyrenu, arsenu a olova – tedy látek více vázaných na spalování pevných a fosilních paliv, což patří mezi důsledky mírné, teplotně nadprůměrné zimy. A to i u látek majoritně vázaných na dopravu, jako jsou suspendované částice a oxid dusičitý (PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂), kdy stavu významně napomohly celoročně mimořádně příznivé rozptylové podmínky. Přetrvává dlouhodobý trend, kdy kvalita ovzduší je významně ovlivňována meteorologickými podmínkami. Ty lze charakterizovat vyšší četností excesů a rychlých změn počasí zahrnujících

dlouhodobější suchá období vysokých teplot a krátká období intenzivních srážek. S vyšší četností slunných dnů s teplotami nad 30 °C narůstá i počet dnů se zvýšenými koncentracemi přízemního ozónu. Navíc, shodně s obdobím 2012 až 2019, byly zimní měsíce v roce 2020 teplotně nadprůměrné - průměrná roční teplota vzduchu 9,1 °C v ČR byla o 1,2 °C vyšší než normál 1981–2010. Samostatnou kapitolu v roce 2020 představuje období od 13. března do konce června ovlivněné opatřeními nouzového stavu vyhlášenými v rámci pandemie SARS-CoV-2. V tomto období významným způsobem poklesla tranzitní, cílová i vnitroměstská doprava (až o 40 %), zároveň ale rozšíření fenoménu „home-office“ vedlo ke zvýšení nároků na domácí vytápění. Nižší intenzita dopravy se projevila především ve velkých městech, zvláště v okolí dopravních uzlů, vliv malých a středních zdrojů tepla pak nejvíce v okrajových částech měst a v malých sídlech.

Dlouhodobě platí, že hodnoty suspendovaných částic měřené na dopravně exponovaných stanicích (Legerova - ALEG, Průmyslová – APRU, Karlín – AKAL, Vršovice – AVRS a námětí Republiky - AREP) zůstávají na zvýšené úrovni. Přes významný podíl plynofikace zůstává nezanedbatelnou zátěž ovzduší z lokálních malých zdrojů, zvláště v okrajových městských částech. V Praze jsou na stanici v Řeporyjích lokálně nalézány zvýšené hodnoty arsenu (40 % ročního limitu) a benzo[*a*]pyrenu (50 % ročního limitu). Přitom se jedná o zdravotně nejzávažnější polutanty, u kterých navíc dochází k nejméně významnému čerpání imisního (potenciálně expozičního) limitu.

Suspendované částice

V roce 2020 byly v Praze na všech stanicích překračovány 24hodinové imisní limity suspendovaných částic frakce PM₁₀, avšak na žádné měřicí stanici nepřekročila 36. nejvyšší 24hodinová hodnota koncentraci 50 µg/m³. Nejvíce překročení 24hodinové koncentrace 50 µg/m³ bylo zaznamenáno na stanici Průmyslová v Praze 10 (APRU) – 12x. Roční imisní limit (40 µg/m³) nebyl na žádné stanici překročen, nejvyšší hodnoty ročního průměru – 22,6 a 21,3 µg/m³ byly zjištěny na dopravně exponovaných stanicích Legerova (ALEG) na Praze 2 a Průmyslová (APRU) v Praze 10.

Roční aritmetický průměr koncentrací suspendovaných částic frakce PM₁₀ byl v roce 2020 v rozpětí od 15 do 23 µg/m³ se střední hodnotou 18 µg/m³ (meziroční pokles o 3 µg/m³). Kritérium překročení ročního imisního limitu (> 40 µg/m³) nebylo shodně s kritériem 36 překročení 50 µg/m³/24 hodin za rok v roce 2020 naplněno.

V pražské aglomeraci významnou, i když v roce 2019 ne nadlimitní, je zátěž venkovního ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM_{2,5}. Roční průměry na sedmi měřicích stanicích byly v rozsahu 10,5 až 13,3 µg/m³, tedy na úrovni 50 až 65 % stávajícího (20 µg/m³) ročního imisního limitu což představuje cca dvojnásobek hodnot měřených na republikových pozadových stanicích.

Je prokázáno, že krátkodobě zvýšené denní koncentrace suspendovaných částic PM₁₀ způsobují nárůst celkové nemocnosti i úmrtnosti, zejména na onemocnění srdce a cév, zvýšení kojenecké úmrtnosti, zvýšení výskytu kašle a ztíženého dýchání, zejména u astmatiků. Mezi prokázané účinky dlouhodobě zvýšených koncentrací patří snížení plicních funkcí u dětí i

dospělých, zvýšení nemocnosti na onemocnění dýchacího ústrojí a výskytu symptomů chronického zánětu průdušek, zkrácení délky života zejména z důvodu vyšší úmrtnosti na choroby srdce a cév a i na rakovinu plic.

Pro odhad rizika dlouhodobé expozice suspendovaným částicím byly použity závěry projektu WHO HRAPIE, který ve zprávě z roku 2013 formuluje doporučení pro funkce koncentrace a účinku pro aerosol, ozón a oxid dusičitý. Podle autorů nárůst průměrné roční koncentrace jemné frakce suspendovaných částic $PM_{2,5}$ o $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace nad 30 let o 6,2 %, Relativní riziko (RR) je 1,062 (95 % CI 1,040, 1,083) na $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na základě hodnocení vlivu znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel Prahy lze odhadovat, že znečištění suspendovanými částicemi frakce PM_{10} přispívá i ke zvýšení výskytu příznaků zánětu průdušek a dalších respiračních symptomů u dětí. Konzervativní odhad podílu předčasně zemřelých v důsledku znečištění ovzduší suspendovanými částicemi PM_{10} představuje v Praze cca 2,2 % z celkového počtu zemřelých, při odhadu střední „pražské“ hodnoty $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zastoupení frakce $PM_{2,5}$ ve frakci PM_{10} na hladině 75 % a po vyloučení zemřelých na vnější příčiny.

Za normálních podmínek lze z uvedených dat odhadnout počet předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM_{10} . Ale pandemie SARS-Cov-2 v roce 2020 zásadním způsobem ovlivnila celkovou úmrtnost v České republice, udává se nárůst na úrovni cca 10%. Bohužel nejsou k dispozici takové podklady, které by umožnily kvantifikovat podíl způsobený přímo pandemií, tj. nelze očistit data o celkové úmrtnosti od komplexního vlivu pandemie tak, aby odhad předčasné úmrtnosti (počet osob) způsobený expozicí suspendovaným částicím byl konzistentní s předchozími roky.

Oxid dusičitý

Roční imisní limit NO_2 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nebyl překročen na žádné stanici, ale atakovala jej hodnota $38,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dopravním „hot-spot“ Legerova v Praze 2 (ALEG). Na dalších pěti stanicích se hodnota ročního průměru pohybovala mezi 24 až $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na žádné pražské měřicí stanici nebylo naměřeno překročení hodinového imisního limitu $200 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{hod}$. Vyšší hodnoty průměrných ročních koncentrací NO_2 potvrzují význam zátěže pražského ovzduší emisemi ze spalovacích procesů a z dopravy.

Hodnoty ročních aritmetických průměrů NO_2 se na pražských stanicích pohybovaly od 14 až $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ v méně dopravou zatížených lokalitách, přes 17 až $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ročního průměru v dopravně významněji zatížených lokalitách až k $38,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na dopravní „hot spots“ stanici (Praha 2 – Legerova ALEG). Pole zvýšených hodnot má, zvláště ve středu města, kde je vyšší hustota komunikací a dopravní infrastruktury, plošný charakter.

Polycyklické aromatické uhlovodíky

U benzo[*a*]pyrenu (BaP) nebyl roční imisní limit $1 \text{ng}/\text{m}^3$ překročen na žádné pražské stanici. Hodnoty ročních průměrů v Praze meziročně poklesly na rozmezí 0,49 až $0,65 \text{ng}/\text{m}^3$ (0,62 až $0,71 \text{ng}/\text{m}^3$ v roce 2019).

Hmotnostní koncentrace vybraných polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) byly v

roce 2020 hodnoceny na pěti pražských stanicích; na dopravně zatížené stanici v Praze 10 v areálu SZÚ (ASRO), městské pozad'ové stanici v Praze 4 v Libuši (ALIB), městské pozad'ové lokalitě Riegrovy sady (ARIE), dopravním „Hot-spot“ v Legerově ulici na Praze 4 (ALEG) a na stanici v příměstské části Praha 5 – Řeporyje – (AREP). Monitorována je směs látek významná z hlediska potenciálního zdravotního rizika. Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu v centrální části Prahy dlouhodobě zvolna klesají pod hodnotu imisního limitu (v roce 2020 byla hodnota ročního aritmetického průměru v rozmezí 0,49 – až 0,65 ng/m³). Hodnota imisního limitu 1 ng/m³ nebyla v roce 2020 překročena. Referenční roční koncentrace stanovená SZÚ pro benzo[a]antracen (10 ng/m³) byla v Praze naplněna v rozsahu 5 až 6 %

Hmotnostní koncentrace vybraných polycyklických aromatických uhlovodíků byly v roce 2020 hodnoceny na pěti pražských stanicích; na dopravně zatížené stanici v Praze 10 v areálu SZÚ (ASRO), městské pozad'ové stanici v Praze 4 v Libuši (ALIB), městské pozad'ové lokalitě Riegrovy sady (ARIE), dopravním „Hot-spot“ v Legerově ulici na Praze 4 (ALEG) a na stanici v příměstské části Praha 5 – Řeporyje – (AREP). Monitorována je směs látek významná z hlediska potenciálního zdravotního rizika. Roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu v centrální části Prahy dlouhodobě zvolna klesají pod hodnotu imisního limitu (v roce 2020 byla hodnota ročního aritmetického průměru v rozmezí 0,49 až 0,65 ng/m³). Hodnota imisního limitu 1 ng/m³ nebyla v roce 2020 překročena. Referenční roční koncentrace stanovená SZÚ pro benzo[a]antracen (10 ng/m³) byla v Praze naplněna v rozsahu 5 až 6 %

Porovnáním potenciálního karcinogenního účinku (IARC, WHO) zjištěných koncentrací různých zástupců měřené směsi polycyklických aromatických uhlovodíků se zdravotní závažností jednoho z nejtoxičtějších a nejlépe prozkoumaných karcinogenních PAU – benzo[a]pyrenu (BaP), lze vyjádřit karcinogenní potenciál směsi v ovzduší pomocí toxického ekvivalentu (TEQ BaP). Karcinogenní potenciál PAU spočtený pro pražské stanice je, až na příměstskou stanici v Řeporyjích, dlouhodobě v průměru dvakrát vyšší než hodnoty stanovené pro pozad'ové stanice v ČR (v roce 2020 0,73 až 1,04 ng/m³ proti 0,5 ng/m³). Zároveň jsou ale spočtené hodnoty srovnatelné s hodnotami nalézanými na ostatních městských stanicích v ČR a několikanásobně až řádově nižší než na nejvíce zatížených stanicích v průmyslové Ostravsko-karvinské oblasti Moravskoslezského kraje.

Ostatní měřené škodliviny

Expozice obyvatel oxidu uhelnatému reprezentovatelná i hodnotou 438 µg/m³/rok v dopravou významně exponované lokalitě (Legerova – dopravní „hot-spot“) a/nebo oxidu siřičitému (1,9 µg/m³/rok) z venkovního ovzduší je v Praze již dlouhodobě, tedy i v roce 2020, zdravotně nevýznamná. V případě ozónu, s rozmezím 47 až 55 µg/m³/rok ročních průměrů na pražských stanicích, tvoří výjimku případná letní dlouhodobější období nepříznivých rozptylových podmínek, kdy se zvyšuje pravděpodobnost, že maximální hodnota 8hodinového klouzavého průměru překročí 120 µg/m³. Kritérium maximálně 25 překročení 8hodinového průměru 120 µg/m³ za poslední tři roky bylo v roce 2020 v Praze překročeno na pěti ze sedmi provozovaných stanic.

Úroveň znečištění ovzduší těžkými kovy je dlouhodobě víceméně stabilní bez významnějších výkyvů a má klesající trend. Dobrá shoda hodnot ročního aritmetického a geometrického průměru u chromu, manganu, niklu, kadmia a olova svědčí o relativní stabilitě a homogenitě měřených imisních hodnot. Ze srovnání s hodnotami měřenými v městských, dopravou a průmyslem nezatížených oblastech v ČR vyplývá, že Praha patří mezi oblasti s nižší než průměrnou zátěží ovzduší v případě kadmia a olova. V okrajových částech města mohou být lokálně zvýšené hodnoty arsenu (viz: stanice v Řeporyjích – AREP – 2,34 ng/m³ tj. 40 % ročního imisního limitu).

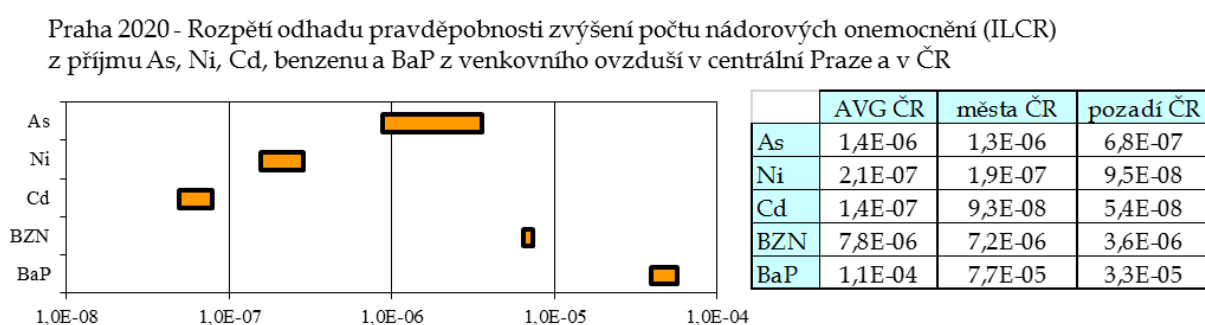
Odhad karcinogenního rizika dlouhodobé expozice znečištěnému ovzduší

Teoretické zvýšení pravděpodobnosti vzniku nádorového onemocnění v důsledku expozice karcinogenním látkám v pražském ovzduší bylo hodnoceno pro celoživotní expozici arsenu, niklu, kadmium, benzenu a polycyklickým aromatickým uhlovodíkům – viz obr. 1.1.

Odhad zvýšení celkového individuálního karcinogenního rizika v důsledku znečištění ovzduší v pražské aglomeraci se v roce 2020 pohyboval na úrovni 4,7 až 6,8 × 10⁻⁵ (cca 5 až 7 přídatných případů na 100 000 obyvatel) pro celoživotní expozici této koncentrační hladině (70 let). Největší příspěvek k riziku představuje expozice benzo[*a*]pyrenu (přibližně 90 % podíl na celkovém karcinogenním riziku).

Pro celkový počet obyvatel Prahy (1 335 084 – k 1. 1. 2021, zdroj ČSÚ) se celkové karcinogenní riziko vyjádřené jako pravděpodobné zvýšení počtu nádorových onemocnění v důsledku znečištění ovzduší v roce 2020 pohybovalo na úrovni jednoho přídatného případu (0,9) za rok.

Obr. 1. 1 Srovnání rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení nádorových onemocnění v centrální Praze a v ČR při celoživotní expozici odhadu středních hodnot v roce 2020



Pozn.: Riziko 1,0E-03 (dtto 10⁻³, 1 z 1000) znamená pravděpodobnost zvýšení počtu nádorových onemocnění o 1 případ na 1 000 osob, 1,0E-07 o 1 případ na 10 mil. osob atp.

Pozn.:

1. AVG – roční aritmetický průměr koncentrace v ovzduší
2. V roce 2013 sice zařadila Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC), na základě nezávislé analýzy více než 1 000 studií, znečištěné venkovní ovzduší i suspendované částice jako jeho složku, mezi prokázané karcinogeny pro člověka do skupiny 1, ale tento fakt se prozatím neodrazil v doporučeních pro kvantitativní hodnocení.

2. REKREAČNÍ VODY

Kvalita koupacích vod v Praze byla v průběhu celé koupací sezóny roku 2020 sledována na čtyřech nádržích s povrchovou vodou, jednom koupališti s vlastním podzemním zdrojem a dvou koupalištích se systémem přírodního způsobu čištění vody (tzv. přírodních biotopech). Nově odbahněné koupaliště Šeberák je nově monitorováno Hygienickou stanicí Hlavního města Prahy. Ostatních šest lokalit má statut přírodního koupaliště, to znamená, že mají provozovatele, který se stará o čistotu, hygienické zázemí, pravidelné laboratorní odběry koupací vody atd.

V koupací sezóně roku 2020 byla z nádrží s povrchovou vodou nejlepší situace z hlediska výskytu fytoplanktonu (sinic a řas) na nádrži Motol, i když se kvalita vody se oproti předešlému roku mírně zhoršila; na konci července dosáhla maxima - stupně 3 (zhoršená jakost vody). Na vodní nádrži Džbán byl zvýšený výskyt sinic (stupeň 2) pozorován v průběhu téměř celé koupací sezóny. Na Hostivařské nádrži se sinice vyskytovaly ve zvýšené míře (stupeň 3) již od poloviny května; na konci července bylo dokonce dosaženo stupně 4 (voda nevhodná ke koupání). Během srpna byla kvalita vody opět hodnocena stupněm 3. Na odbahněném koupališti Šeberák (obr. 2.1 a 2.2) se od poloviny července kvalita vody postupně zhoršovala až na stupeň 3 (zhoršená jakost vody). Na přírodním koupališti Divoká Šárka a přírodním biotopu Lhotka byla voda během celé sezóny hodnocena stupněm 1 (voda vhodná ke koupání). Voda přírodního biotopu Radotín dosahovala z uvedeného hlediska srovnatelné kvality, jen v jednom případě byla hodnocena stupněm 3 (zhoršená jakost vody) kvůli zvýšenému bakteriálnímu oživení. Tabulka 2.1. obsahuje souhrnné hodnocení sledovaných pražských koupacích vod v roce 2020.

Aktuální informace o kvalitě vody v průběhu koupací sezóny lze nalézt na webových stránkách Hygienické stanice hlavního města Prahy – www.hygpaha.cz (rubrika Koupaliště).

Tab. 2.1 Souhrnné hodnocení pražských koupacích vod, rok 2020

Lokalita	týden roku 2020																
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Motol			😊		😊		😊		😊		😊		😊		😊		😊
Džbán			😊		😊		😊		😊		😊		😊		😊		😊
Hostivař			😊		😊		😊		😊		😊		😞		😊	😊	😊
Šeberák					😊		😊		😊		😊		😊		😊		😊
koupaliště Divoká Šárka				😊				😊			😊				😊		
přírodní biotop Radotín					😊				😊		😊			😊	😊	😊	
přírodní biotop Lhotka						😊			😊		😊			😊		😊	

Pozn.: Koupaliště na přírodních nádržích (první čtyři uvedené) byly hodnoceny podle přílohy č. 6 vyhlášky č. 238/2011 Sb., koupaliště Divoká Šárka a přírodní biotopy Radotín a Lhotka podle metodického hodnocení SZÚ.

😊 **Voda vhodná ke koupání (1)** - nezávadná voda s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci s vyhovujícími smyslově postižitelnými vlastnostmi

😊 **Voda vhodná ke koupání s mírně zhoršenými vlastnostmi (2)** - nezávadná voda s nízkou pravděpodobností vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci především se zhoršenými smyslově postižitelnými vlastnostmi, v případě možnosti je vhodné se osprchovat.

😞 **Zhoršená jakost vody (3)** - mírně zvýšená pravděpodobnost vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci, u některých vnímavých jedinců by se již mohly vyskytnout zdravotní obtíže, po koupání se doporučuje osprchovat

😡 **Voda nevhodná ke koupání (4)** - voda neodpovídá hygienickým požadavkům a pro uživatele představuje zdravotní riziko, koupání nelze doporučit zejména pro citlivé jedince (tzn. zejména děti, těhotné ženy, osoby trpící alergií a osoby s oslabeným imunitním systémem)

☠ **Voda nebezpečná ke koupání – zákaz koupání (5)** - voda neodpovídá hygienickým požadavkům a hrozí akutní poškození zdraví, vyhláší se zákaz koupání



Obr. 2.1 Na Šeberáku se v první sezóně po vypuštění a odbahnění očekávaně objevily ve větší míře vláknité zelené řasy (snímek z 2. 7. 2020). Zhruba od poloviny července však již dominovaly planktonní sinice a řasy.



Obr. 2.2 Detail vláknitých zelených řas na Šeberáku začátkem koupací sezóny (snímek z 2. 7. 2020).

3. BIOLOGICKÝ MONITORING ČLOVĚKA

Hlavní město Praha je od roku 2005 zařazeno mezi oblasti, v nichž probíhá pravidelný národní biomonitoring expozice obyvatel toxickým látkám z prostředí. V roce 2020 byla pozornost zaměřena na zkoumání zátěže dospělé populace per- a polyfluorovanými alkylovými sloučeninami (PFAS). Jde o široce rozšířené vysoce perzistentní organické látky s výrazným potenciálem akumulovat se v organismech. Tyto látky se používají ke zlepšení odolnosti předmětů vůči vodě a vlhkosti, mastnotě a nečistotě, např. kobereců, čalounění, nepromokavého oblečení a obuvi, potravinových obalů a pečicího papíru, nepřilnavých povrchů apod. Mezi hlavní průmyslová odvětví používající PFAS patří letecký a automobilový průmysl, výroba textilu, výrobků pro domácnost, elektroniky, hasicích přístrojů, medicínských předmětů a zpracování a balení potravin. Z těchto předmětů se uvolňují do prostředí při jejich používání, recyklaci nebo likvidaci. Jak často u perzistentních sloučenin bývá, dostávají se do potravního řetězce. Cestami expozice lidí je tak především konzumace kontaminovaných potravin a pitné vody, konzumace potravin balených do obalů obsahující PFAS (obaly na pizzu, popcorn, na jídla typu fast food), přenosem z ruky do úst z povrchů ošetřených materiálů (čalounění, oblečení, koberec), významné zejména u malých dětí. Epidemiologickými studiemi na zvířatech byla prokázána celá řada negativních dopadů na zdraví - poškození správného vývoje plodu, reprodukce a hormonální rovnováhy, toxické účinky na játra, ledviny a nervovou soustavu, karcinogenní vlastnosti apod.

Do hodnocení byly zahrnuty hodnoty obsahu PFAS v krevním séru pražských účastníků celonárodní Zdravotní studie s lékařským vyšetřením (Health Examination Study, HES), která proběhla v letech 2019 až 2020, a v séru pražských dárců krve ze studie biomonitoringu z roku 2018. Celkem byla zpracována data 151 dospělé osoby z Prahy. Pro stanovení obsahu PFAS v séru byla použita vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC) ve spojení s tandemovým hmotnostním spektrometrem (MS/MS). Mez stanovitelnosti (LOQ) se v závislosti na objemu vzorku séra pohybovala v rozmezí 0,009 – 0,410 ng/ml. Koncentracím nižším než mez stanovitelnosti byla přiřazena hodnota poloviny LOQ.

V krevním séru bylo analyzováno 11 sloučenin PFAS. U kyselin perfluoroktanové (PFOA) a perfluorononanové (PFNA), a u perfluorooktansulfonátu (PFOS) byly zjištěny hodnoty nad mezí kvantifikace (pozitivní nálezy) u všech osob (v 100 % vzorků séra). Téměř ve všech případech byly pozitivní nálezy také u kyseliny perfluoro-n-dekanové (PFDA) a perfluorohexansulfonátu (PFHxS) (obě 99 % vzorků), a kyseliny perfluoroundekanové (PFUdA) (95 %). Koncentrace výše uvedených PFAS byly kvantitativně zpracovány. Základní charakteristiky jejich obsahu v krevním séru dospělých osob z Prahy jsou uvedeny v tabulce 3.1.

U ostatních sledovaných zástupců PFAS - kyseliny perfluorobutansulfonové (PFBS), kyseliny perfluoroheptanové (PFHpA), kyseliny perfluorododekanové (PFDoA), kyseliny perfluorotridekanové (PFTrA) a perfluorooktansulfonamidu (FOSA) - se pozitivní nálezy pohybovaly v rozmezí od 0 % (FOSA) do 50 % případů (PFHpA).

Tab. 3.1 Koncentrace PFAS v krevním séru dárců krve (2018) a účastníků studie HES (2019/20) v Praze, v ng/ml

<i>N=151</i>	Minimum	Geometrický průměr	Medián*	Maximum
PFOA	0,040	1,224	1,302	9,888
PFOS	0,137	3,295	3,083	40,323
PFNA	0,030	0,329	0,311	4,192
PFHxS	0,027	0,304	0,295	1,231
PFDA	0,038	0,167	0,157	1,631
PFUdA	0,016	0,081	0,077	0,356

*Medián je taková střední hodnota, kdy polovina vzorků celého souboru má obsah PFAS nižší.

Obsah všech zástupců PFAS v krevním séru mezi sebou významně koreloval (Spearmanův korelační koeficient, $p < 0,01$).

Obsah PFOA a PFOS v krevním séru lze hodnotit porovnáním s mezními hodnotami mezinárodně uznávané Komise pro biomonitring při německé Federální agentuře pro životní prostředí (UBA). Mezní hodnota I. stupně je taková koncentrace toxické látky v biologickém materiálu, pod níž nehrozí podle současného vědeckého poznání negativní zdravotní účinky. Hodnoty nad mezní hladinou II. stupně již signalizují zvýšené riziko poškození zdraví; pro hodnocení zdravotní závažnosti hladin toxických látek mezi těmito dvěma mezemi existují určité nejistoty.

U kyseliny perfluoroktanové (PFOA) bylo zjištěno překročení mezní hodnoty I. stupně (2 ng/ml)¹ u 27 % dospělých osob z obou souborů (HES a dárci krve), a u perfluorooktansulfonátu (PFOS) (5 ng/ml)² u 21 % osob. Překročení mezní hodnoty II. stupně, nad kterou existuje již zvýšené riziko poškození zdraví, a expozice vyžaduje intervenci, bylo zjištěno u PFOS (20 ng/ml), a to u 3 osob z celkového počtu 151.

V posledních desetiletích začali světoví výrobci nahrazovat PFAS s dlouhým řetězcem zástupci s kratším řetězcem nebo nefluorovanými látkami, které však mohou mít podobné účinky na zdraví. Od roku 2009 je kyselina perfluoroktansulfonová (PFOS) a její deriváty zahrnuta do mezinárodní Stockholmské úmluvy, a vyloučilo se její další používání. Podle nařízení EU o

¹Umweltbundesamt. 2018. Ableitung von HBM-I-Werten für Perfluoroktansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) – Stellungnahme der Kommission „Humanbiomonitoring“ des Umweltbundesamts. *Bundesgesundheitsbl* 61, 474–487. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00103-018-2709-z>

²Umweltbundesamt. 2020. HBM-II-Werte für Perfluoroktansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS) in Blutplasma – Stellungnahme der Kommission Human-Biomonitoring des Umweltbundesamtes. *Bundesgesundheitsbl* 63, 356–360. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00103-020-03101-2>

perzistentních organických znečišťujících látkách je PFOS v EU omezen již více než 10 let. Stockholmská úmluva dále reguluje globální eliminaci kyseliny perfluoroktanové (PFOA), jejích solí a sloučenin. PFOA je podle nařízení Evropské komise zakázána od roku 2020. Náhradou za zakázanou PFOA byla používána kyselina perfluorohexansulfonová (PFHxS), která je však rovněž silně bioakumulativní. Proto dnes probíhají kroky pro její zařazení do Stockholmské úmluvy a následnou globální eliminaci. Další vybraní zástupci PFAS jsou zařazení na kandidátní listinu látek Evropské chemické agentury, vzbuzujících obavy a vyžadujících autorizaci.

4. HLUK

V hlavním městě Praha je největším zdrojem hluku automobilová doprava, v okolí mezinárodního Letiště Václava Havla v Praze Ruzyni také letecká doprava. Monitorování hluku a jeho zdravotních důsledků je součástí Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí, který probíhá od roku 1994. Dotazníkové šetření je pravidelně prováděno v lokalitách, ve kterých byla expozice hluku stanovená pomocí měření; to umožňuje zkoumání vztahu mezi hlukem a jeho účinky, zejména obtěžováním a rušením spánku.

V Praze v roce 2020 proběhlo monitorování hluku v ulici Koněvova. Monitorovaná lokalita leží na frekventované průjezdní komunikaci s vysokou zátěží automobilovou dopravou a tramvajemi. Monitorování tam probíhá od roku 1994, dlouhodobý trend hluku je klesající. Poslední měření proběhlo v roce 2019, kdy byly zjištěny průměrné hladiny hluku 66 dB ve dne, 65 dB večer a 61 dB v noci.

Na měření hluku navázalo v roce 2020 dotazníkové šetření „Hluk a zdraví“. Dotazníkem byli osloveni obyvatelé starší 18 let. Otázky v dotazníku byly zaměřeny na vnímání hluku v místě bydliště, na obtěžování jednotlivými faktory životního prostředí v okolí bydliště, na postoje k hluku a na strategie jeho zvládnutí. Dotazník obsahoval i otázky zjišťující demografické ukazatele, socioekonomický status a zdravotní stav.

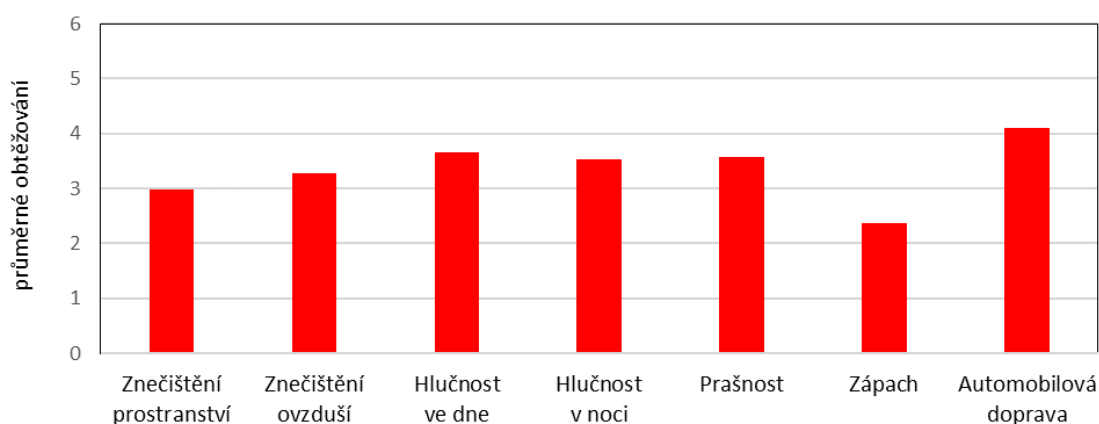
Své bydliště považovalo za hlučné 56 % respondentů v lokalitě Koněvova. Téměř polovina respondentů (49 %) se domnívala, že se hlučnost v jejich bydlišti v posledních pěti letech nezměnila, 39 % respondentů uvedla zvýšení a 12 % snížení hlučnosti. Obtěžováno hlukem během dne bylo 47 % respondentů. Vysoce obtěžováno hlukem ze silniční dopravy bylo 31 % respondentů, hlukem z tramvají 33 % respondentů, větší část z těchto osob byla obtěžována zároveň oběma zdroji hluku. Dalším zdrojem obtěžování byl sousedský hluk, který vysoce obtěžoval 23 % respondentů.

Míra obtěžování hlukem byla porovnána se stupněm obtěžování dalšími faktory životního prostředí v okolí bydliště. Nejvíce obtěžujícím faktorem byla automobilová doprava (průměrné obtěžování 4,1 stupně na šestistupňové škále), následovala hlučnost ve dne a prašnost (průměrné obtěžování 3,7 resp. 3,6). Naopak nejméně obtěžoval respondenty zápach (průměrné obtěžování 2,4). Obtěžování jednotlivými faktory prostředí znázorňuje obr. 4.1.

Respondenti šetření byli dotazováni na opatření, která byla provedena s cílem snížit expozici hluku. Zjišťována byla všechna opatření bez ohledu na to, zda je provedl respondent sám, nebo majitel nemovitosti, stát apod. Někjaké opatření proti hluku bylo provedeno u 66 % respondentů. Nejčastější byla výměna oken (49 % respondentů) a omezení větrání (41 % respondentů). U 6 % respondentů byla provedena také protihluková izolace v domě nebo bytě. Respondenti řešili problémy s hlukem jednáním se sousedy a úřady (8 %), používáním ochrany sluchu – sluchátek nebo špuntů do uší (7 %), užíváním léků na spaní (5 %) nebo omezením pobytu v bytě (5 %).

Hodnocení účinnosti jednotlivých opatření vycházelo ze subjektivního posouzení respondentem. Výměnu oken považovalo za účinnou 81 % a protihlukovou izolaci dokonce 100 % respondentů, u kterých byla tato opatření provedena. Omezení větrání považuje za účinné opatření proti hluku 66 % z respondentů, řada respondentů je naopak nespokojená kvůli nemožnosti větrání v letním období.

Obr. 4.1 Obtěžování respondentů šetření v Koněvově ulici faktory životního prostředí (průměrné obtěžování, škála 1-6, 1=vůbec neobtěžován, 6=silně obtěžován)



5. PYLOVÝ MONITORING

Pylová situace v roce 2020 byla zpracována na základě dat stanice v areálu SZÚ, Šrobárova 48, Vinohrady, Praha 10. Úlohou pylového monitoringu je informování veřejnosti o aktuálním výskytu pylových zrn v ovzduší. Systém zachytu pylových alergenů v ovzduší, hodnocení a předávání dat se nezměnil. Na pražské stanici v areálu Státního zdravotního ústavu (50 0 5' s. š., 14 0 25' v. d., 245,5 m. n. m) probíhalo sledování od konce ledna do poloviny října. Areál se nachází ve východní části centra města a jsou v něm trávníky, keře a stromy. V jeho okolí je vilová čtvrť, areál nemocnice a přibližně 1 km od stanoviště se rozprostírá rozsáhlý komplex hřbitovů s různorodou parkovou výsadbou včetně exotických dřevin a bylin.

Vyhodnocení je založeno na charakteristických klimatických intervalech a vývoji koncentrace pylu konkrétního rodu resp. skupiny rostlin ve vzduchu v průběhu roku.

Rozdělení sledovaných rostlin s alergenními pyly do skupin podle významnosti:

Rod	Zařazené sledované rody rostlin
velmi významný rod	bříza, trávy, pelyněk, ambrozie
významný rod	olše, líska, cypřišovitě
středně významný rod	vrba, jasan, habr, dub, platan, jitrocel, šťovík,
méně až středně významný	řepka, topol, buk, ořešák, lípa, pajasan, hvězdíkovité
málo významný rod	tis, jilm, borovice, jírovec, kopřiva, javor, mrkvovitě

Z vyhodnocení dlouhodobých trendů je zřejmé, že pylová sezona začíná obvykle v první polovině února, kulminuje mezi dubnem až červencem a doznívá na přelomu září a října v závislosti na počasí. Výskyt silně alergenních pylů má dvě maxima. První, to je období květu olše, lísky, cypřišovitých a následně břízy, obvykle začíná v únoru a končí v dubnu. Druhé, delší období, trvá většinou od května do konce září a zahrnuje postupně na sebe navazující rozkvet trav, kopřivy, pelyňku a ambrozie.

Podle typického zastoupení jednotlivých druhů pylu lze sezonu dělit na období. V závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách pak rozdělení vypadá přibližně takto:

- jarní 5. - 13. týden (únor - březen, duben) - olše, líska, bříza, cypřišovitě,
- pozdně jarní 14. - 25. týden (duben - červen) - trávy, dřeviny, šťovík, kopřiva,
- letní 26. – 38. týden (červenec - září) - jitrocel, pelyněk, ambrozie,
- raně podzimní 39. týden a dále (konec září až říjen) - ambrozie, pelyněk a spory plísní, které jsou v ovzduší zastoupeny po celé sledované období.

Pylová sezona 2020 začala na konci ledna a množstvím pylových zrn v ovzduší byla mírně slabší než sezona předchozí. Celý její průběh je prezentován na obr. 5.1.

Pro jarní období je typický výskyt pylových zrn kvetoucích dřevin, kdy pyly lísky (*Corylus*) a olše (*Alnus*) jsou významné alergeny a způsobují první alergické obtíže. V roce 2020 jejich sezona trvala od konce ledna do konce března. Nejvyšší počty zrn byly napočítány u lísky v 7. týdnu (531) a u olše v 8. týdnu (911). V polovině února se objevila také pylová zrna rostlin z rodu cypřišovitých (*Cupressaceae*), dalšího významného jarního alergenu, s vrcholem v 8. týdnu (1 134 zrn).

Od začátku března do začátku května se objevovala pylová zrna středně významných alergenů jasanu (*Fraxinus*) a vrby (*Salix*). Jasan kulminoval v 15. týdnu počtem zrn 1 071, vrba v týdnu 16. (266 zrn). V tomto období byla v ovzduší také pylová zrna méně alergenních dřevin, např. topolu (*Populus*), jilmu (*Ulmus*) a tisu (*Taxus*). Zrna tisu se nacházela v ovzduší od února do konce dubna, s vrcholem v 8. týdnu (4 845 zrn).

Počet zrn habru (*Carpinus*), s dobou květu v dubnu, dosáhl maxima v 15. týdnu - 196 zrn. Pylová zrna dubu (*Quercus*) bylo možné nalézt od poloviny dubna do začátku června, vrcholný týden byl 18. s počtem 2 721 zrn.

Nejvýznamnějším jarním alergenem je pyl břízy (*Betula*). Její první pylová zrna se objevila koncem března a byla v ovzduší do začátku června. Vysoký počet zrn se vyskytoval během dubna s následným razantním poklesem. Množstvím dosahovala několika stovek zrn za den, několikrát přesáhla i tisíc. Nejvíce zrn bylo zaznamenáno 13. dubna – 2 315. Vrcholem byl 15. týden s maximálním počtem 6 940 zrn, obr. 5.2.

V polovině dubna začaly rozkvétat jehličnany smrk (*Picea*) a borovice (*Pinus*). V ovzduší se pylová zrna smrku nacházela do poloviny června, s vrcholem na konci dubna. Zrna borovice byla nalézána do začátku července s vrcholem na konci května. U smrku byl nejpočetnější 18. týden (1 243 zrn), u borovice pak 22. (2 728 zrn). Pyl těchto stromů sice není významným alergenem, ale ve velkém množství může potíže vyvolat. Letošní počty byly ve srovnání s předchozím rokem trojnásobné.

Nejvýznamnějším alergenem v pozdně jarním období je pyl trav lipnicovitých (*Poaceae*). V roce 2020 začaly trávy kvést na konci dubna a jejich pyl byl v ovzduší do poloviny září. Ve vysokých počtech byla pylová zrna nalézána od začátku května do konce července, s kulminací ve 27. týdnu počtem 461 zrn.

V druhé polovině května se objevil v ovzduší pyl šťovíku (*Rumex*), jitrocele (*Plantago*) a bezu (*Sambucus*). Jitrocel bylo možné najít v ovzduší až do poloviny září. Týdenní počty nalezených zrn nebyly v Praze nijak vysoké. Zatímco šťovík může působit potíže spíše v kombinaci s trávou, pyl bezu působí alergické problémy stále většímu počtu lidí. Ten kvetl do začátku srpna a i jeho pyl se v ovzduší kolem SZÚ vyskytoval jen v malém množství (obr. 5.3).

Od konce dubna do konce května se v ovzduší vyskytovala pylová zrna řepky (*Brassica*). Na konci května se objevila první zrna kopřivy (*Urtica*), jejíž pyl se řadí mezi méně až středně významné alergeny, ale při vysoké koncentraci může u citlivých osob potíže vyvolat. Zatímco pylových zrn řepky se v Praze nacházelo minimální množství, množství pylu kopřivy bylo vyšší a to zejména od poloviny června do poloviny srpna. Nejvíce zrn bylo ve 32. týdnu (1 952).

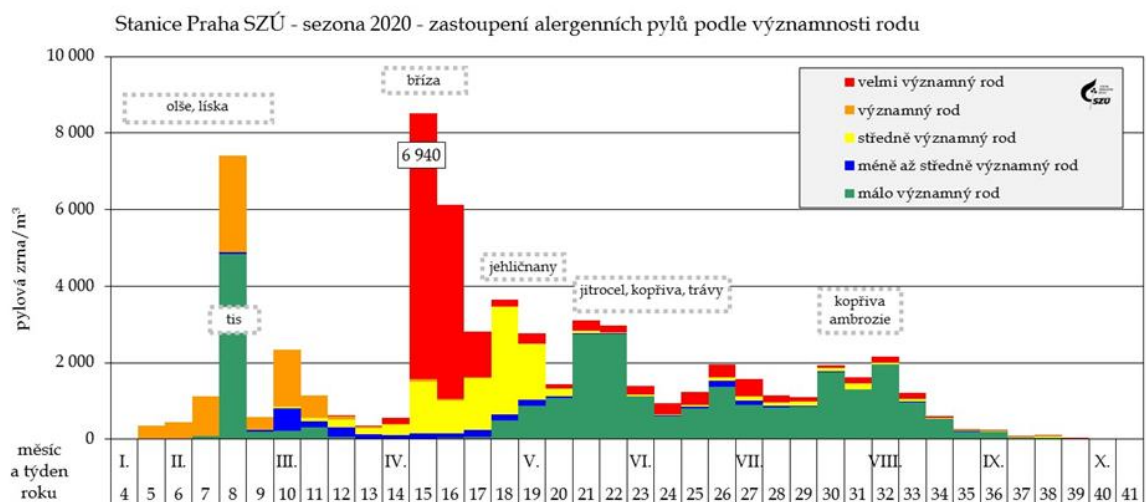
V celém letním období byl v ovzduší zejména pyl bylin a plevelných rostlin. Mezi nimi nejvýznamnější alergeny tohoto období - pelyňk (*Artemisia*) a ambrozie (*Ambrosia*). Pyl pelyňku se objevil v polovině července, pyl ambrozie v polovině srpna a v ovzduší se oba nacházely do konce září. Týdenní počty zrn obou alergenů byly v Praze nízké. V tomto období byl v malém množství přítomen také pyl merlíkovitých (*Chenopodiaceae*), což je středně významný alergen (obr. 5.4).

Plísňe jsou agresivním činitelem, způsobujícím mnohé alergické reakce. Spory rodů *Cladosporium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Stemphylium*, *Polythrincium* a *Helminthosporium* byly v ovzduší nalézány během celé pylové sezony (obr. 5.5). V závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách jejich počty dosahovaly i tisíce spor za 24 hod., a to od poloviny května do začátku října (rody *Cladosporium* a *Alternaria*).

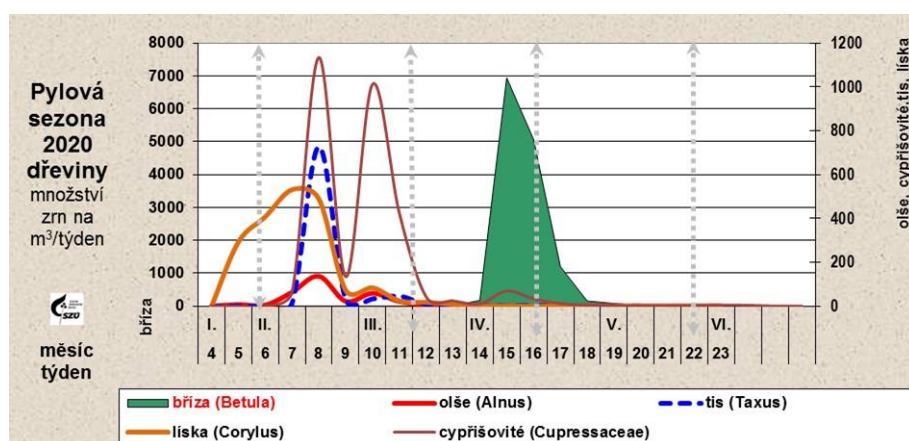
V období podzimním, v září a říjnu, byl v ovzduší pyl ambrozie, pelyňku, trav, kopřivy, jitrocele a merlíkovitých, ale jednalo se o velmi malá množství, dá se říct o jednotky pylových zrn za týden. O to vyšší ale byly počty spor plísní.

Srovnání vývoje nálezů spor plísní, celkového počtu sledovaných pylových zrn a celkového počtu alergenních pylových zrn je na obr. 5.6.

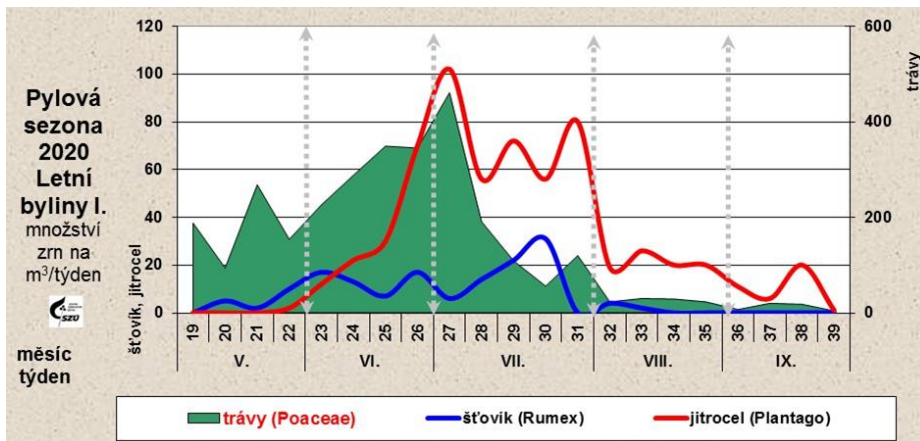
Obr. 5.1 Popis pylové sezony 2020



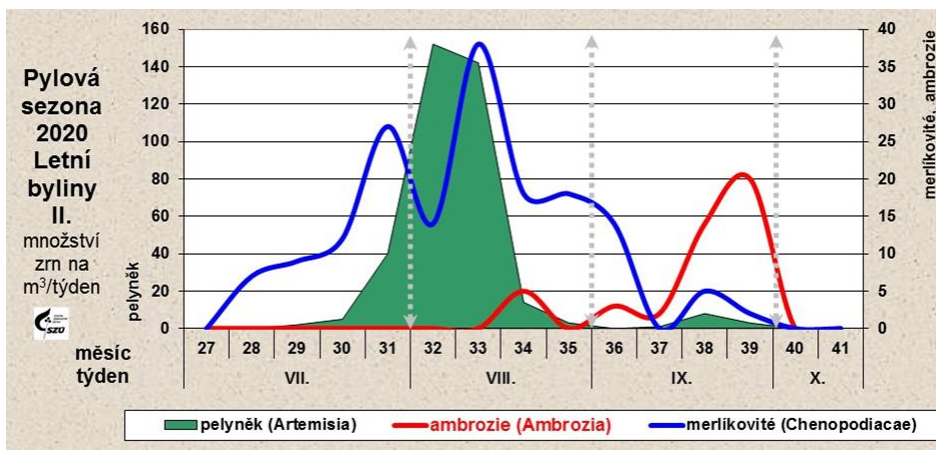
Obr. 5.2 Pylová sezóna 2020 - dřeviny



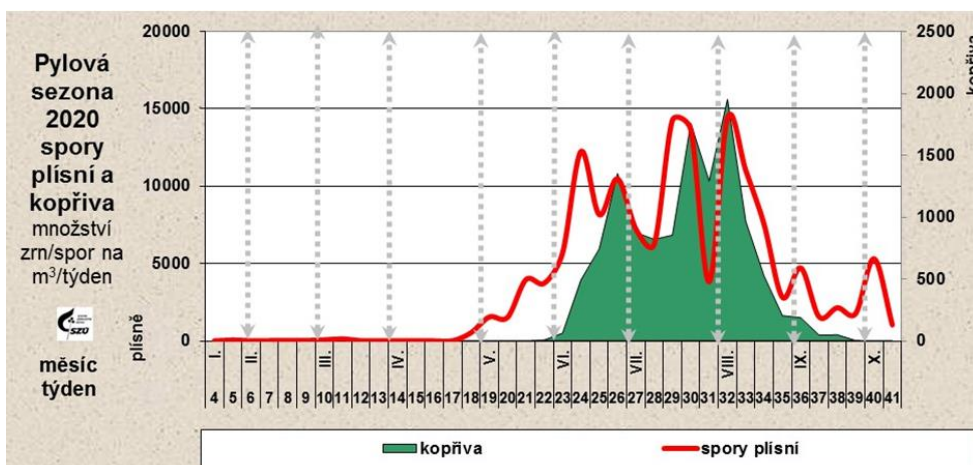
Obr. 5.3 Pylová sezóna 2020 – letní byliny (trávy)



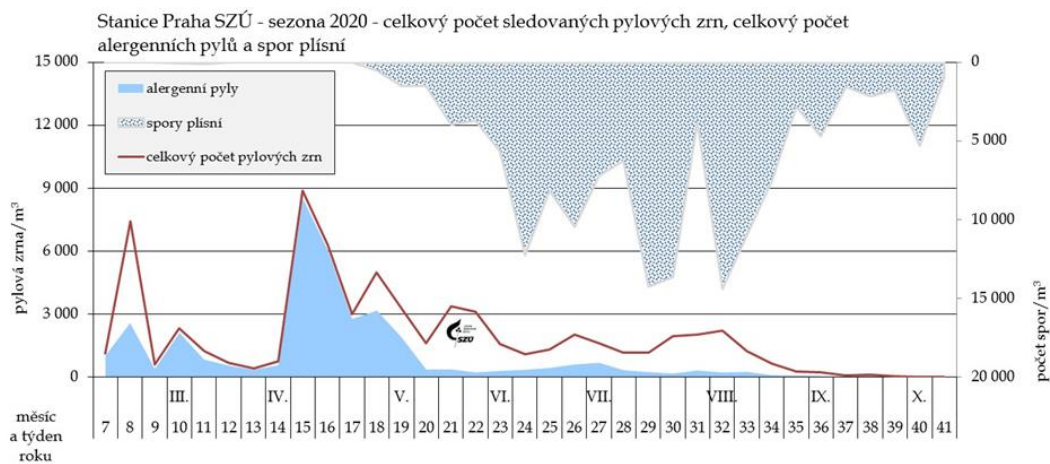
Obr. 5.4 Pylová sezóna 2020 – letní byliny (pelyněk, ambrozie)



Obr. 5.5 Pylová sezóna 2020 – kopřiva a spóry plísní



Obr. 5.6 Celkový počet pylových zrn, alergenních pylů a spór plísní



Autoři zprávy:

MUDr. Helena Kazmarová - ovzduší

RNDr. Bohumil Kotlík, Ph.D – ovzduší, pylový monitoring

Mgr. Petr Pumann – rekreační vody

Mgr. Martina Myšáková – rekreační vody

RNDr. Vladimíra Puklová – biologický monitoring

RNDr. Alena Fialová, Ph.D. – biologický monitoring

MUDr. Zdeňka Vandasová - hluk