



ODBORNÁ ZPRÁVA

ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A ZDRAVÍ

PRO HL. M. PRAHU

2021

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

Státní zdravotní ústav
Praha

Listopad 2022

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 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 toxickým chemickým látkám 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 20 pražských měřících stanic (provozovaných ČHMÚ, SZÚ a Zdravotním ústavem se sídlem v Ústí n/L), na kterých jsou sledovány koncentrace škodlivin.

Dlouhodobě přetrvávajícím problémem v pražské aglomeraci jsou 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...). V sídlištních celcích jsou pak tyto emise kombinovány s emisemi dalších zdrojů, například kotelen centrálního zásobování teplem, a v okrajových částech města se může přidávat vliv domácích topenišť.

Tabulka 1.1 obsahuje porovnání odhadu průměrných ročních hmotnostních koncentrací vybraných polutantů v pražském ovzduší s odhadem průměrné hodnoty v běžném městském prostředí v ČR a s hodnotami měření na tzv. pozad'ových stanicích. Průměrné koncentrace suspendovaných částic a benzo(a)pyrenu (BaP) v běžném městském prostředí nezahrnují hodnoty ve městech Moravskoslezského kraje, protože tam je městská hladina výrazně ovlivněna průmyslem, regionálními a přeshraničními zdroji.

Tab. 1.1 Srovnání odhadu průměrných ročních hmotnostních koncentrací některých látek v Praze s odhadem průměrné hodnoty v městském prostředí v ČR, v případě suspendovaných částic a BaP mimo Moravskoslezský kraj, a s hodnotami na pozad'ových stanicích ČR.

2021	NO ₂ (μg/m ³)	PM ₁₀ (μg/m ³)	PM _{2,5} (μg/m ³)	BZN (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	15,0	17,9*	13,6*	1,00	0,73*	0,16	6,34	0,52	0,96
Praha	22,4	18,9	13,2	1,20	0,64	0,08	3,63	0,43	1,05
Pozad'ové stanice ČR	3,7	12,4*	9,4*	0,55	0,25*	0,07	2,10	0,22	0,42

Poznámka: * - mimo MSK

V roce 2021 se úroveň znečištění venkovního ovzduší ve srovnání s rokem 2020 mírně zhoršila u látek více vázaných na spalování pevných a fosilních paliv, jako je oxid dusičitý, suspendované částice frakce PM₁₀ a PM_{2,5}, benzo(a)pyren, olovo a arzén; výjimku pak tvoří mírný pokles hodnot benzenu, kadmia a niklu.

Vývoji významně napomáhají teplé zimy a celoročně příznivé rozptylové podmínky. Situaci 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. Shodně s obdobím 2012 až 2020 byly zimní měsíce v roce 2021 teplotně nadprůměrné, v souhrnu byl ale rok 2021 teplotně a srážkově normální (viz tisková zpráva ČHMÚ, leden 2022). Samostatnou kapitolu představovalo v roce 2021 období únor až duben, vzhledem k pandemii 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 města.

V roce 2021 byly v Praze na všech stanicích občas překračovány 24hodinové imisní limity u **suspendovaných částic frakce PM₁₀**, avšak na žádné měřicí stanici nepřekročila 36. nejvyšší 24hodinová hodnota 50 µg/m³. Roční imisní limit (40 µg/m³) nebyl na žádné stanici překročen. Nejvyšší hodnota ročního průměru byla zjištěna na dopravně exponované stanici Legerova (ALEG) na Praze 2 – 22,6 µg/m³. Přes 20 µg/m³/rok bylo naměřeno na čtyřech stanicích (Průmyslová - APRU, Vršovice – AVRS, na stanici v Karlíně v Praze 8 – AKAL a na stanici v Holešovicích – AHOL). Nejvíce překročení 24hodinové koncentrace 50 µg/m³ bylo zaznamenáno na stanici ve Vršovicích v Praze 10 (AVRS) – 16x. Z porovnání ročních průměrných koncentrací frakce PM₁₀ s doporučenou hodnotou Světové zdravotnické organizace (WHO) 15 µg/m³/rok pak vychází, že tato hodnota byla na všech stanicích v Praze o 5 až 50 % překročena.

V pražské aglomeraci významnou, i když v roce 2021 ne nadlimitní, je zátěž venkovního ovzduší suspendovanými částicemi frakce PM_{2,5}. Roční průměry na sedmi měřicích stanicích byly proti roku 2020 mírně zvýšené v rozsahu 11,4 až 15,3 µg/m³, tedy na úrovni 55 až 75 % stávajícího ročního imisního limitu (20 µg/m³), což představuje o 50 % vyšší hodnoty, než jsou měřeny na republikových pozadřových stanicích. Z porovnání ročních průměrných koncentrací frakce PM_{2,5} s doporučenou hodnotou WHO (5 µg/m³/rok) vychází, že tato hodnota byla na všech stanicích v Praze dvoj- až trojnásobně překročena.

Roční imisní limit NO₂ (40 µg/m³) nebyl překročen na žádné stanici, ale atakovala jej hodnota 38,0 µg/m³ na dopravním „HOT-SPOT“ Legerova v Praze 2 (ALEG). Na dalších třech stanicích byla hodnota ročního průměru nad 25 µg/m³. Na žádné pražské měřicí stanici nebylo naměřeno překročení hodinového imisního limitu 200 µg/m³/hod. Vyšší hodnoty průměrných ročních koncentrací NO₂ potvrzují význam zátěže pražského ovzduší emisemi ze spalovacích procesů a z dopravy. Z porovnání ročních průměrných koncentrací NO₂ s doporučenou hodnotou WHO (10 µg/m³/rok) vychází, že tato hodnota byla na všech stanicích v Praze o 40 %

překročena; na dopravních hot-spot až násobně.

U benzo[*a*]pyrenu nebyl roční imisní limit 1 ng/m^3 překročen na žádné pražské stanici. Hodnoty ročních průměrů v Praze meziročně mírně vzrostly na rozmezí $0,49$ až $0,92 \text{ ng/m}^3$ ($0,49$ až $0,65 \text{ ng/m}^3$ v roce 2020).

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

Zdravotně nevýznamnou zůstává expozice obyvatel oxidu uhelnatému reprezentovaná i maximální hodnotou $445 \text{ } \mu\text{g/m}^3/\text{rok}$ v dopravou významně exponované lokalitě (Legerova – dopravní hot-spot) a oxidu siřičitému (pražský průměr $2,1 \text{ } \mu\text{g/m}^3/\text{rok}$). Koncentrace ozónu na pražských stanicích se pohybovaly v rozmezí 37 až $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3/\text{rok}$. Nejedná se tedy o zdravotně významnou expozici, výjimku zde tvoří případná letní dlouhodobější období nepříznivých rozptylových podmínek, kdy se zvyšuje pravděpodobnost, že maximální hodnota 8hodinového klouzavého průměru překročí $120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Kritérium maximálně 25 překročení 8hodinového průměru $120 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ za poslední tři roky nebylo v roce 2021 v Praze překročeno.

Detailněji:

- Hodnoty ročních aritmetických průměrů **oxidu dusičitého (NO₂)** se na pražských stanicích pohybovaly od 14 až $21 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ v méně dopravou zatížených lokalitách, přes 17 až $25 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ročního průměru v dopravně významněji zatížených lokalitách až k $38,0 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ 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.
- Roční aritmetický průměr koncentrací **suspendovaných částic frakce PM₁₀** byl v roce 2021 v rozpětí od 15 do $22,6 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ se střední hodnotou $18,9 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (meziroční nárůst o $1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$). Kritérium překročení ročního imisního limitu ($> 40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) nebylo shodně s kritériem 36 překročení $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3/24$ hodin za rok v roce 2021 naplněno.

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 byla použita doporučení Globální pokyny WHO pro kvalitu ovzduší - Pevné částice (PM_{2,5} a PM₁₀), ozon, oxid dusičitý,

oxid siřičitý a oxid uhelnatý (září 2021) pro funkce koncentrace a účinku pro aerosol, ozón a oxid dusičitý. Podle autorů nárůst průměrné roční koncentrace frakce suspendovaných částic PM₁₀ o každých 10 μg/m³ nad bazální hladinu 15 μg/m³ zvyšuje celkovou úmrtnost exponované populace nad 30 let o 4,1 %. Na základě hodnocení vlivu znečištěného ovzduší na zdraví obyvatel Prahy lze odhadovat, že znečištění suspendovanými částicemi frakce PM₁₀ 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 PM₁₀ (při odhadu střední „pražské“ hodnoty 18,9 μg/m³) na celkové úmrtnosti v Praze (po vyloučení zemřelých na vnější příčiny) činí zhruba 1,6 %.

Za normálních podmínek lze z uvedených dat odhadnout počet předčasných úmrtí, na kterých se podílela expozice suspendovaným částicím frakce PM₁₀. Pandemie SARS-Cov-2 však v roce 2021 zásadním způsobem ovlivnila celkovou úmrtnost v České republice, odhaduje se nárůst na úrovni 20 a více procent. 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.

Hmotnostní koncentrace vybraných **polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU)** byly v roce 2021 hodnoceny na čtyřech 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) 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 2021 byla hodnota ročního aritmetického průměru v rozmezí 0,49 – až 0,92 ng/m³). Hodnota imisního limitu 1 ng/m³ tak nebyla v roce 2021 překročena. Referenční roční koncentrace stanovená SZÚ pro benzo[*a*]antracen (10 ng/m³) byla v Praze čerpána v rozsahu 5 až 7%.

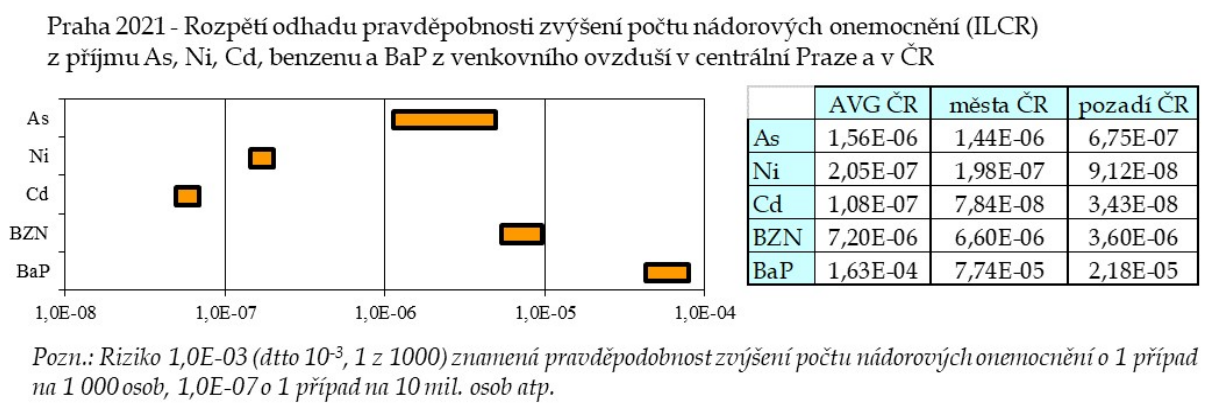
Porovnáním potenciálního karcinogenního účinku hodnoceného Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny (IARC WHO) pro zjištěné koncentrace různých látek měřené směsi polycyklických aromatických uhlovodíků se zdravotní závažností jednoho z nejtoxičtějších a nejlépe prozkoumaných karcinogenních PAU – benzo[*a*]pyrenu (BaP), lze vyjádřit karcinogenní potenciál směsi v ovzduší pomocí toxického ekvivalentu (TEQ BaP). Karcinogenní potenciál PAU spočtený pro pražské stanice je dlouhodobě v průměru dva až třikrát vyšší než hodnoty stanovené pro pozad'ové stanice v ČR (v roce 2021 0,7 až 1,51 ng/m³ proti 0,45 ng/m³). Zároveň jsou ale spočtené hodnoty srovnatelné s hodnotami nalézány na ostatních městských stanicích v ČR, a několikanásobně až řádově nižší než na nejvíce zatížených stanicích v průmyslové ostravsko-karvinské oblasti Moravskoslezského kraje.

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 **chrómu, 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 (nikl, arsen

a kadmium) až průměrnou (olovo) zátěží ovzduší. V okrajových částech města mohou být lokálně zvýšené hodnoty arsenu (viz: stanice v Řeporyjích – AREP - 3,3 ng/m³ tj. zhruba 50 % ročního imisního limitu).

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

Obr. 1.1 Srovnání rozpětí odhadu pravděpodobnosti zvýšení nádorových onemocnění v centrální Praze a v ČR při celoživotní expozici odhadu středních hodnot v roce 2021



Poznámka:

1. AVG – roční aritmetický průměr koncentrace v ovzduší
2. V září 2021 vydalo WHO aktualizaci Globální pokyny WHO pro kvalitu ovzduší - Pevné částice (PM2,5 a PM10), ozon, oxid dusičitý, oxid siřičitý a oxid uhelnatý

Odhad zvýšení celkového individuálního karcinogenního rizika v důsledku znečištění ovzduší v pražské aglomeraci se v roce 2021 pohyboval na úrovni 5 až 9,5 × 10⁻⁵ (cca 5 až 10 přídatných případů na 100 000 obyvatel) pro celoživotní expozici (70 let) této koncentrační hladině. Jedná se, proti roku 2020, o mírné zvýšení. Největší příspěvek k riziku představuje expozice benzo[*a*]pyrenu (přibližně 85% podíl na celkovém karcinogenním riziku).

Pro celkový počet obyvatel Prahy (1 267 410 – k 1. 7. 2021, zdroj ČSÚ) se celkové karcinogenní riziko, vyjádřené jako pravděpodobné zvýšení počtu nádorových onemocnění v důsledku znečištění ovzduší, v roce 2021 pohybovalo na úrovni jednoho přídatného případu (0,9) za rok.

2. REKREAČNÍ VODY

Kvalita koupacích vod v Praze byla v průběhu celé koupací sezóny 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). Koupaliště Šeberák je monitorováno Hygienickou stanicí Hlavního města Prahy a zbylých 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 2021 byla z nádrží s povrchovou vodou z hlediska výskytu fytoplanktonu (sinic a řas) nejlepší situace již tradičně na nádrži Motol, kvalita vody byla výborná po celou dobu koupací sezóny. Na vodní nádrži Džbán byl zvýšený výskyt sinic (stupeň 2) pozorován od začátku koupací sezóny. V srpnu pak došlo k dalšímu zhoršení kvality vody a následnému vydání zákazu koupání, který trval až do konce koupací sezóny. Na Hostivařské nádrži se sinice vyskytovaly ve zvýšené míře (stupeň 3 – zhoršená jakost vody) již od půlky května, na konci července bylo dokonce dosaženo stupně 4 (voda nevhodná ke koupání), hodnocení stupněm 4 pak přetrvávalo i během srpna. Na odbahněném koupališti Šeberák došlo zhruba od poloviny července k postupnému zhoršování kvality vody až na stupeň 3 (zhoršená jakost vody).

Na přírodním koupališti Divoká Šárka (jenž se skládá ze dvou různě velkých betonových nádrží) byla voda během celé sezóny hodnocena stupněm 1 (voda vhodná ke koupání). Přírodní biotop Lhotka byl také po celou koupací sezónu 2021 hodnocen výborně, kromě drobného znečištění začátkem srpna. Voda přírodního biotopu Radotín dosahovala z uvedeného hlediska srovnatelné kvality, jen ve třech případech byla hodnocena stupněm 3 (zhoršená jakost vody) kvůli zvýšenému bakteriálnímu oživení.

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

Tab. 2.1 Souhrnné hodnocení pražských koupacích vod v roce 2021

Lokalita	týden roku 2021																
	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.

Vysvětlivky:

😊 **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.

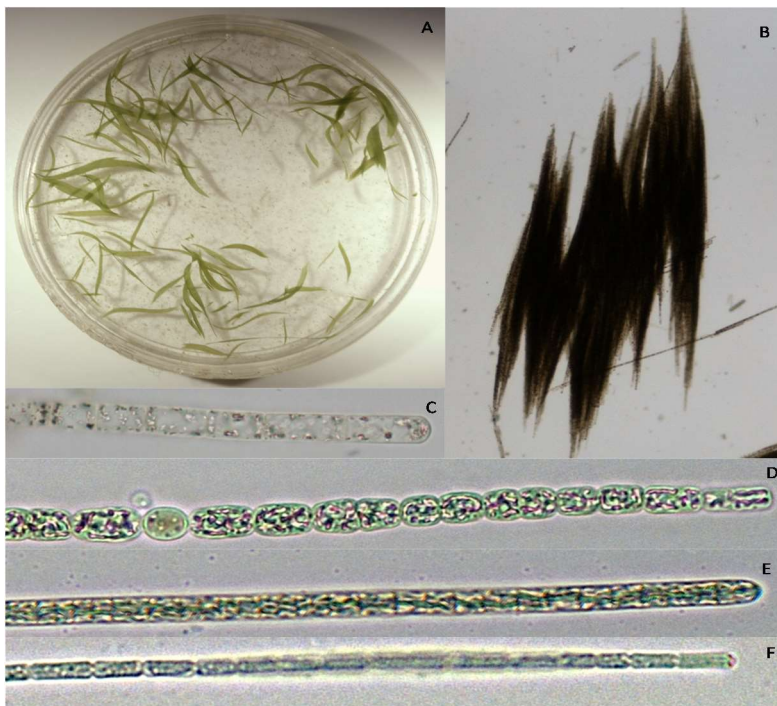
😐 **Zhoršená jakost vody (3)** - mírně zvýšená pravděpodobnost vzniku zdravotních problémů při vodní rekreaci, u některých vnímavých jedinců by se již mohly vyskytnout zdravotní obtíže, po koupání se doporučuje osprchovat

😞 **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

Druhy sinic na pražských koupalištích jsou zobrazeny na obr. 2.1. Mezi sinicemi, které se v sezóně 2021 vyskytovaly na některých pražských koupacích vodách, převládaly vláknité typy. Na Džbánu dominovala sinice *Aphanizomenon flos-aquae*, která vytváří typické až několik cm velké vločky připomínající kousky trávy (A). Ty jsou tvořeny velkým počtem rovnoběžně slepených vláken (B – světelný mikroskop, malé zvětšení). Detail konce vlákna je na obr. C (ve velkém zvětšení). Na Šeberáku a Hostivařské nádrži převládaly vláknité sinice, které vločky netvoří (D – *Aphanizomenon gracile*, E – *Planktothrix agardhii*, F – *Pseudanabaena* sp.). Tyto sinice, pokud jsou přítomny ve větším množství, jsou pozorovatelné jen jako zvýšený zákal vody.

Obr. 2.1 Druhy sinic na pražských koupalištích



3. BIOLOGICKÝ MONITORING ČLOVĚKA

Hlavní město Praha je od roku 2005 zařazeno mezi oblasti, v nichž Státní zdravotní ústav koordinuje národní lidský biomonitoring k hodnocení expozice obyvatel toxickým látkám z prostředí. V roce 2020/2021 byl monitoring zaměřen na obsah organických látek v mateřském mléku, a to polychlorovaných bifenyly (PCB), organochlorovaných pesticidů (např. DDT), per- a polyfluorovaných sloučenin (PFAS) a bromovaných zpomalovačů hoření (BFR). Chemické analýzy provedla Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.

Mateřské mléko je vhodnou matricí vypovídající jak o zátěži dospělé populace, tak o výši přívodu chemických látek pro kojence. K účasti ve studii byly kojící matky zvány, pokud byly plnoleté, žily v dané lokalitě alespoň jeden rok, byly prvorodičkami a kojily pouze jedno dítě (ne dvojčata či víceročata). Každá matka potvrdila svou účast ve studii informovaným souhlasem. V roce 2020/2021 byly odběry biologického materiálu (mateřského mléka) ztíženy probíhající pandemií SARS-Cov-19, přesto se podařilo získat vzorky celkem od 151 žen ze čtyř sledovaných lokalit. V Praze byly získány vzorky mateřského mléka 58 žen.

Polychlorované bifenyly a organochlorované pesticidy

Sledování obsahu PCB a organochlorovaných pesticidů v lidském organismu probíhá v rámci národního lidského biomonitoringu již od roku 1994. Jde o látky v minulosti široce používané, před desítkami let pro jejich škodlivé účinky zakázané, nicméně v životním prostředí i v organismech díky svým vlastnostem stále přetrvávající. Analýzy ukazují, že v mateřském mléce převažují vícechlorované kongenery PCB 118, 138, 153, 170 a 180, které byly v období 2020/2021 nalezeny nad mezí stanovitelnosti ve všech zkoumaných vzorcích mateřského mléka. Pro hodnocení vývoje obsahu PCB v čase lze použít indikátorový kongener PCB 153; střední koncentrace ve vzorcích pražských matek činila 34,8 (min. 5,33 – max. 120,7) ng/g tuku; jeho obsah v mateřském mléce byl v posledním měření srovnatelný s předchozím monitorovacím rokem 2017 (viz obr. 3.1). Koncentrace kongeneru PCB 118 s dioxinovými účinky, jejíž střední hodnota činila 2,76 (min. 0,33 – max. 7,92) ng/g tuku, má klesající tendenci v průběhu let monitorování, s výrazným poklesem zejména od roku 2014. V mateřském mléce pokračuje setrvalý pokles i obsahu organochlorovaných pesticidů (obr. 3.1), dokumentovaný již od konce 80. let 20. století. Ve vzorcích mateřského mléka z období 2020/2021 byly metabolity pesticidu DDT, hexachlorbenzen a izomery hexachlorcyklohexanu přítomny ve velmi nízkých koncentracích, které jsou uvedeny v tabulce 3.1.

Tabulka 3.1 Frekvence pozitivních nálezů a koncentrace metabolitů a izomerů DDT, hexachlorbenzenu (HCB) a izomerů hexachlorcyklohexanu (HCH) ve vzorcích mateřského mléka, lokalita Praha (2020/2021)

Sledovaná látka	N=58 (100 %) % pozitivních vzorků	Střední koncentrace a rozpětí (medián, min - max.), v ng/g tuku
p,p'-DDE	100	101,08 (9,39 – 438,00)
o,p'-DDE	27,6	* (0,15 – 2,04)
p,p'-DDD	89,7	0,94 (0,15 – 8,16)
o,p'-DDD	5,2	* (0,15 – 0,21)
p,p'-DDT	86,2	4,88 (0,3 – 45,68)
o,p'-DDT	56,9	0,43 (0,3 – 3,35)
HCB	100	15,37 (2,59 – 261, 07)
α -HCH	6,9	* (0,3 – 0,36)
β -HCH	100	3,02 (0,34 – 17,88)
γ -HCH	50	0,13 (0,15 – 6,05)

* medián hodnot je uveden pouze u látek, které byly nalezeny minimálně v 50 % vzorků

Zátěž běžné populace per- a polyfluorovanými sloučeninami (PFAS) a bromovanými zpomalovači hoření (BFR) je v rámci národního lidského biomonitoringu sledována od roku 2014.

Per- a polyfluoroalkylované sloučeniny

Jde o silně perzistentní (v přírodě prakticky nerozložitelné) organické sloučeniny s podloženým podezřením na řadu negativních zdravotních dopadů, např. na vývoj a reprodukci, vznik rakoviny, nebo na hormonální rovnováhu se závažnými důsledky i pro další generace. PFAS se široce používají nejen jako povrchově aktivní látky, např. v hasicích pěnách, u textilií, v materiálech přicházejících do styku s potravinami (např. obaly, nepřilnavé povrchy nádobí) nebo v kosmetice, ale například také při výrobě přípravků na ochranu rostlin, léčiv a barev. Výroba a použití starších sloučenin s dlouhým uhlíkovým řetězcem (např. PFOA, PFOS, PFHxS) je regulována pomocí výjimek v rámci Stockholmské úmluvy o perzistentních organických látkách a evropským nařízením REACH. V uplynulých dekádách však bylo vyrobeno velmi mnoho „nových“ PFAS nahrazujících starší sloučeniny. Nicméně i u nich jsou studii na zvířatech prokazovány podobné negativní zdravotní účinky.

Z celkového počtu 31 sledovaných PFAS v období let 2020/2021 nebyla u 27 PFAS zjištěna přítomnost v žádném pražském vzorku mateřského mléka (100 % vzorků bylo pod mezí stanovitelnosti použité analytické metody). Naopak ve všech pražských vzorcích mléka byla

nalezena perfluoroktanová kyselina (PFOA), jejíž používání je regulováno chemickou legislativou pomocí výjimek ze zákazu. Střední koncentrace PFOA ve vzorcích mléka pražských matek činila 0,022 (min. 0,011 – max. 0,104) ng/ml mléka. Z použití postupně vylučovaný perfluoroktansulfonát (PFOS) byl nalezen v 50 % vzorků. Medián koncentrace PFOS ve vzorcích pražských matek činil 0,003 (min. 0,003 – max. 4,93) ng/ml mléka. Perfluorhexansulfonát (PFHxS), současný adept na seznam Stockholmské úmluvy, byl přítomen ve 2 vzorcích mateřského mléka. Perfluorheptanová kyselina (PFHpA) byla zjištěna v jednom vzorku.

Přehled všech monitorovaných PFAS v mateřském mléce, včetně příslušných mezí stanovitelnosti (LOQ), je uveden v Odborné zprávě lidského biomonitoringu za rok 2021 na webových stránkách SZÚ

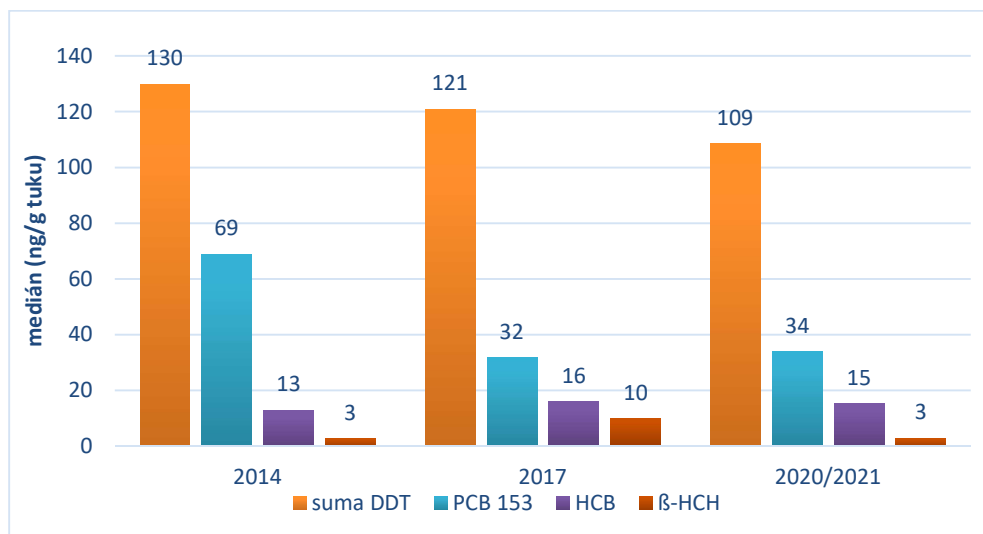
http://szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/Odborna_biolmon_21.pdf

Zpomalovače hoření

Zpomalovače hoření jsou různorodou skupinou bromovaných organických sloučenin, které se používají jako přísada do hořlavých materiálů (polystyren, plasty, textilie apod.) s cílem zlepšit požární bezpečnost. Původně používané sloučeniny jsou pro své negativní působení na zdraví nahrazovány novými, které však mají často podobné účinky. Navíc se stejně jako PFAS hromadí v prostředí a v organismech, a proto jsou v životním prostředí rovněž všudypřítomné. Nejpravděpodobnější cestou expozice je inhalace spolu s prachem v prostředí interiérů, přičemž většina pochází ze stavebních materiálů, textilií, čalounění a elektroniky. Tyto látky vzbuzují obavy zejména pro jejich schopnost narušovat hormonální rovnováhu organismu. Podle studií na zvířatech jsou také potenciálně karcinogenní a poškozují reprodukci. Ze 40 sledovaných zpomalovačů se 30 nenalezlo v žádném pražském vzorku mateřského mléka. Nejčastěji byl přítomen starší hexabromdifenyl ether (BDE 153), který byl zjištěn v 48 % vzorků (rozpětí hodnot 0,15 – 1,66 ng/g tuku).

Obsah sledovaných chemických látek v pražských vzorcích mateřského mléka se v období let 2020/2021 výrazně nelišil od koncentrací v mateřském mléku z ostatních lokalit České republiky. Obr. 3.1 a obr. 3.2 ukazují střední koncentraci sledovaných chemických látek v pražských vzorcích mateřského mléka v letech 2014, 2017 a 2020/2021.

Obr. 3.1 Medián koncentrace PCB 153 a vybraných organochlorovaných pesticidů v mateřském mléce v letech 2014, 2017 a 2020/2021, lokalita Praha



Pozn.:

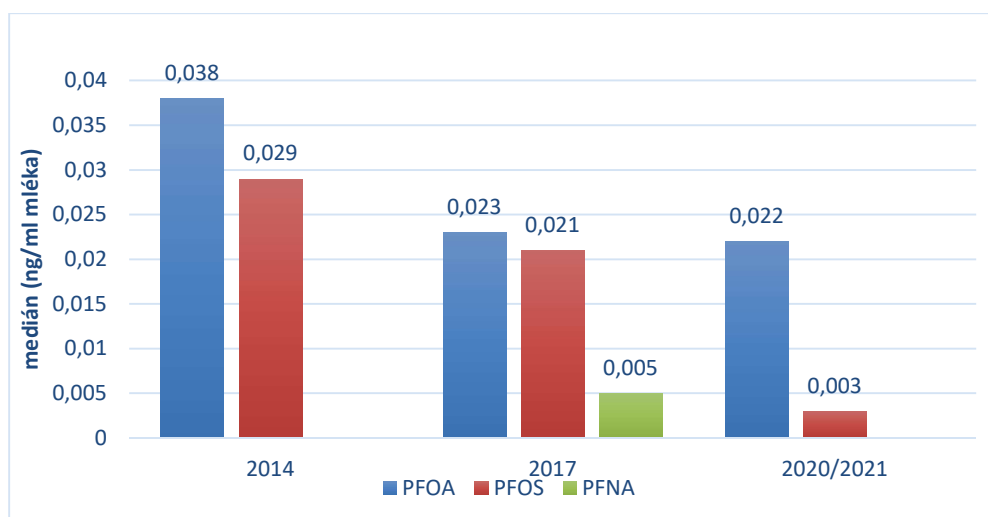
Suma DDT p,p'-DDE + p,p'-DDT (dichlordifenyldichlorethylen + dichlordifenyiltrichlorethan)

PCB 153 hexachlorbifenyl

HCB hexachlorbenzen

β-HCH hexachlorcyklohexan (beta)

Obr. 3.2 Medián koncentrace vybraných per- a polyfluorovaných sloučenin v mateřském mléce v letech 2014, 2017 a 2020/2021, lokalita Praha



Pozn.:

PFOA perfluoroktanová kyselina

PFOS perfluoroktansulfonát

PFNA perfluornonanová kyselina

4. PYLOVÝ MONITORING

Úlohou pylového monitoringu je informování veřejnosti o aktuálním výskytu pylových zrn v ovzduší. Systém záchytu 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 plísni, které jsou v ovzduší zastoupeny po celé sledované období.

Pylová sezona 2021 začala v polovině února a množstvím pylových zrn v ovzduší byla opět mírně slabší než sezona předchozí. Celý její průběh je prezentován na obr. 4.1.

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. Jejich sezona trvala

od poloviny února do půlky dubna. Nejvyšší počty zrn byly napočítány u lísky ve 12. týdnu ($191/\text{m}^3$ vzduchu) a u olše v 10. týdnu (298). V tomto období byla v ovzduší také alergenně méně významná pylová zrna topolu (*Populus*), jilmu (*Ulmus*) a tisu (*Taxus*). Zrna tisu od konce února do poloviny května, s vrcholem ve 12. týdnu (3 245 zrn). Pyly topolu a jilmu se v okolí stanice vyskytovaly v malém množství. V polovině března se objevil pyl rostlin z rodu cypřišovitých (*Cupressaceae*), dalšího významného jarního alergenu, s vrcholem ve 12. týdnu (1821 zrn). Od konce března se nacházela v ovzduší pylová zrna jasanu (*Fraxinus*) a vrby (*Salix*). Jasan kulminoval v 16. týdnu počtem zrn 165, vrba ve 13. týdnu (205 zrn). Habr (*Carpinus*), s dobou květu na přelomu dubna a května, dosáhl maxima v 17. týdnu (67 zrn). Pylová zrna dubu (*Quercus*) bylo možné nalézt od května do začátku června, vrcholný byl 19. týden s 506 zrn. Tyto dřeviny patří do skupiny středně významných alergenů.

Nejvýznamnějším jarním alergenem je pyl břízy (*Betula*). Ta začala tento rok kvést na konci března a v ovzduší se její pyl vyskytoval do konce května. Vysoké počty zrn jsme napočítali během druhé poloviny dubna s vrcholem v 16. týdnu ($1262 \text{ zrn}/\text{m}^3$), den s nejvyšším počtem zrn byl 22. duben (360), viz obr. 4.2. Ve srovnání s loňskou sezonou se jednalo o výrazně nižší počty.

V polovině května začaly rozkvétat jehličnany smrk (*Picea*) a borovice (*Pinus*). V ovzduší se pylová zrna smrku objevovala do 3. týdne června, s vrcholem na přelomu května a června, zrna borovice do konce června, nejvíce na začátku června. U smrku byl nejpočetnější 22. týden ($1188 \text{ zrn}/\text{m}^3$), u borovice tentýž týden (3022 zrn). Pyly těchto stromů sice nejsou významnými alergeny, ale ve velkém množství mohou potíže vyvolat.

Nejvýznamnějším alergenem v pozdně jarním období je pyl trav lipnicovitých (*Poaceae*). V roce 2021 začaly trávy kvést v polovině května a jejich pyl byl v ovzduší do poloviny září. Ve vysokých počtech od konce května do konce července, s kulminací ve 23. týdnu - $750 \text{ zrn}/\text{m}^3$. Jejich celkové množství bylo téměř totožné jako vlani.

Na přelomu května a června se v ovzduší objevila pylová zrna šťovíku (*Rumex*), jitrocele (*Plantago*) a bezu (*Sambucus*). Bez kvetl letos pouze do konce června, šťovík do konce července a pyl jitrocele bylo možné nalézt až do poloviny září. Zatímco šťovík může působit potíže spíše v kombinaci s trávou, pyl bezu působí alergické problémy stále většímu množství lidí. Týdenní počty pylových zrn nebyly v Praze nijak vysoké, viz obr. 4.3.

Na konci května jsme zaznamenali první zrna kopřivy (*Urtica*), jejíž pyl se řadí mezi méně až středně významné alergeny, ale při vysoké koncentraci může u citlivých osob potíže vyvolat. Ve velkém množství se její pyl vyskytoval ve dvou vlnách: v polovině června a od poloviny července do půlky srpna, s nejvyšším počtem zrn ve 32. týdnu (2700).

V celém letním období se nacházel v ovzduší zejména pyl bylin a plevelných rostlin. Mezi nimi nejvýznamnější alergeny tohoto období - pelyněk (*Artemisia*) a ambrozie (*Ambrosia*). Týdenní počty zrn obou alergenů byly v Praze nízké. Pyl pelyňku jsme našli od konce července do začátku září s vrcholem ve 32. týdnu ($84 \text{ zrn}/\text{m}^3$), pyl ambrozie od konce srpna do začátku října

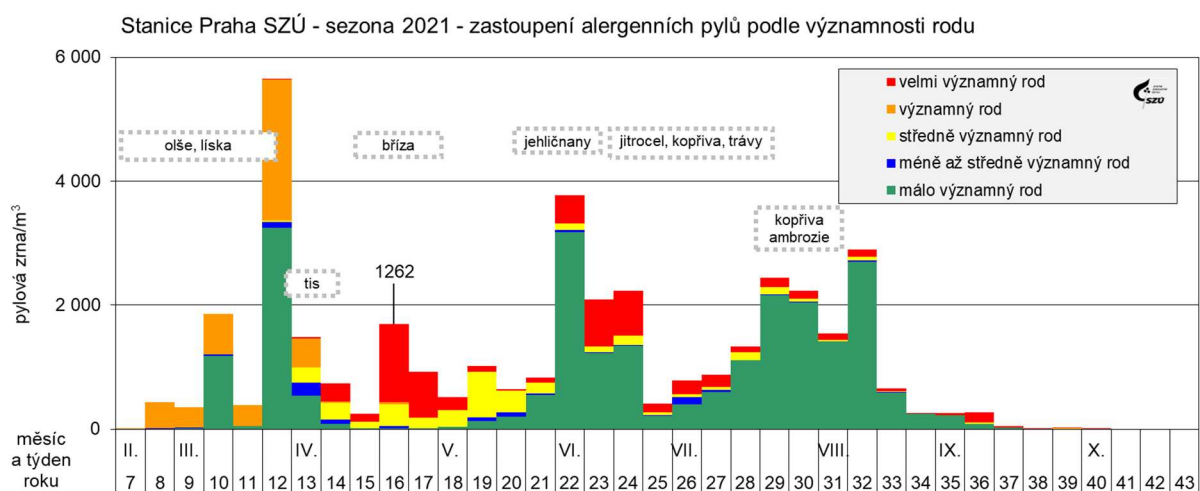
s vrcholem ve 36. týdnu (142). Od poloviny července do půlky září byl v malém množství přítomen také pyl merlíkovitých (Chenopodiaceae), což je středně významný alergen, viz obr. 4.4.

Plísně jsou agresivním činitelem, způsobujícím mnohé alergické reakce. Spory rodů Cladosporium, Alternaria, Epicoccum, Stemphylium, Polythrincium a Helminthosporium byly v ovzduší během celé pylové sezony. V závislosti na aktuálních meteorologických podmínkách jejich počty dosahovaly i tisíce spor/m³ za 24 hod. a to od konce června do půlky srpna (rody Cladosporium a Alternaria).

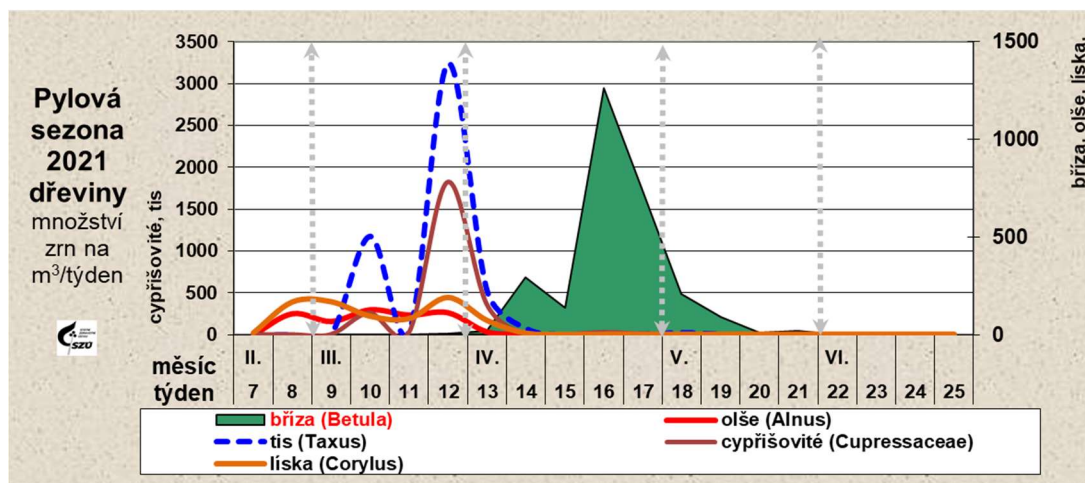
V období podzimním byl v ovzduší také pyl ambrozie, pelyňku, trav, kopřivy, jitrocele a merlíkovitých. Od poloviny září do konce jejich výskytu během počátku října se ale jednalo o velmi malá množství, o jednotky pylových zrn za týden. Spory plísní se nacházely na vyšších hodnotách do poloviny října, viz obr. 4.5.

Srovnání vývoje nálezu spor plísní, celkového počtu sledovaných pylových zrn a celkového počtu alergenních pylových zrn je znázorněno na obr. 4.6.

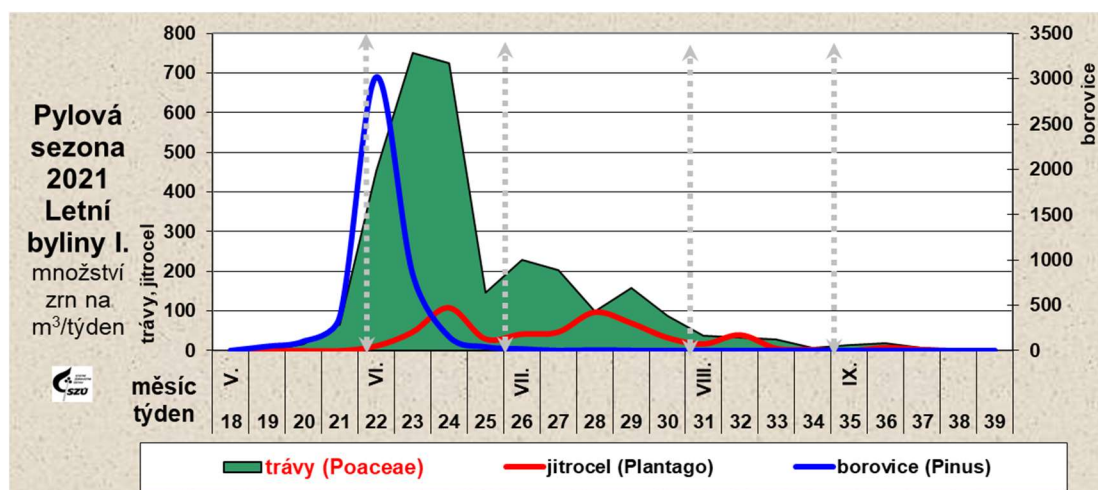
Obr. 4.1 Popis pylové sezony 2021



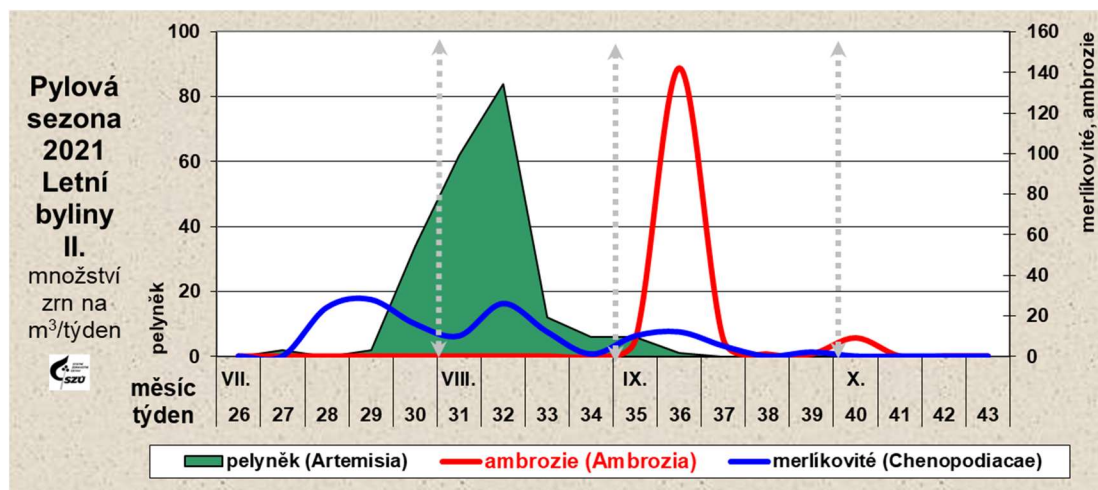
Obr. 4.2 Pylová sezóna 2021 – dřeviny



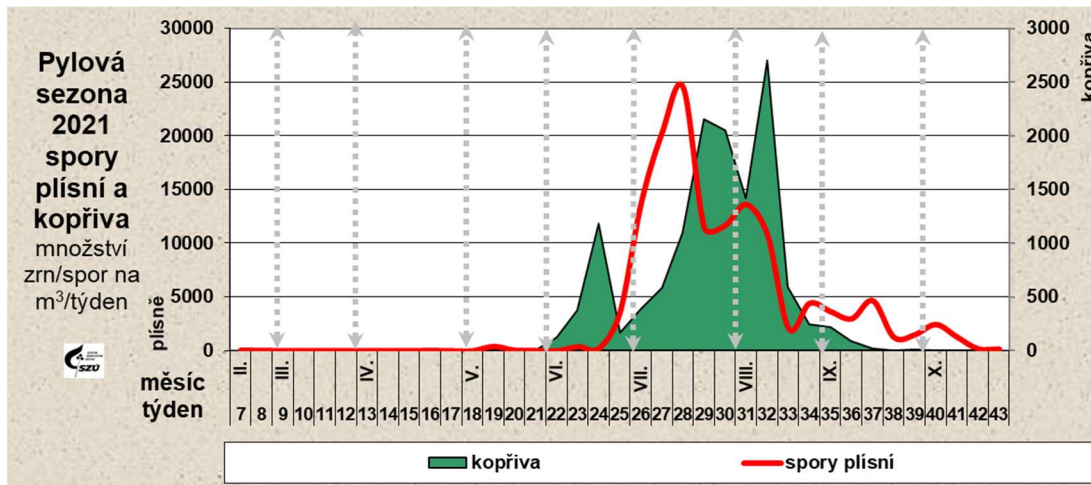
Obr. 4.3 Pylová sezóna 2020 – letní byliny (trávy)



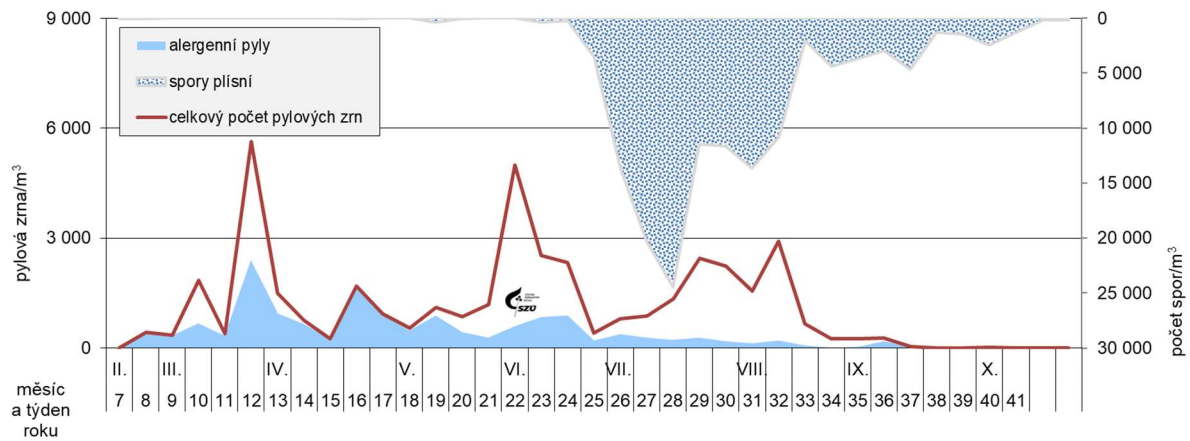
Obr. 4.4 Pylová sezóna 2021 – letní byliny (pelyněk, ambrózie)



Obr. 4.5 Pylová sezona 2021 – kopřiva a spóry plísni



Obr. 4.6 Pylová sezona 2021 - celkový počet sledovaných pylových zrn, celkový počet alergenních pylů a spor plísni



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

Mgr. Anna Pinkr-Grafnetterová – biologický monitoring