

# PŘÍLOHA III

## Požár v NP České Švýcarsko

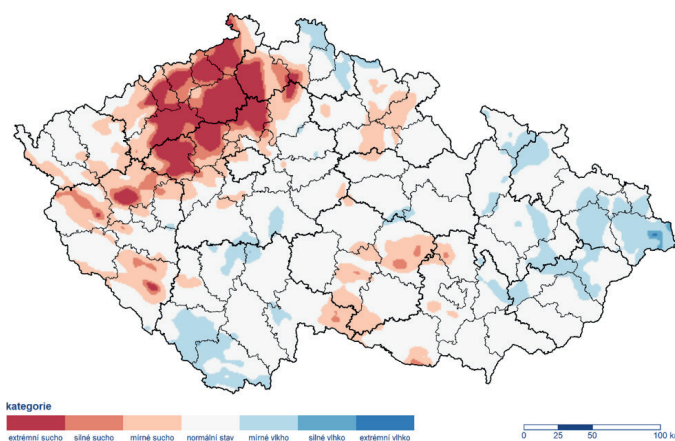
Dne 24. 7. 2022 vznikl v národním parku České Švýcarsko požár, který postupně zasáhl zhruba 1 000 hektarů lesa. Požár byl uhašen až 12. 8. Zvýšené koncentrace suspendovaných částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  byly zaznamenány na stanicích sledování kvality venkovního ovzduší a následně na operativních mapách aktuálních koncentrací. Z meteorologického pohledu mělo na vznik a rychlé rozšíření požáru v národním parku vliv především až extrémní sucho způsobené předchozím výskytem vysokých teplot a sucha. Podstatným faktorem pro rozšíření požáru na další nezasazená území byla také změna směru a zesílení větru, zejména při přechodu studené fronty večer 25. 7. (Bauerová a Keder 2022, Možný et al. 2022, Vlasáková 2023)<sup>1</sup>.

### 1. Meteorologické a rozptylové podmínky

Srážkově byl červenec v Ústeckém kraji silně podnormální, za celý měsíc spadlo v průměru jen 32 mm, což je 40 % normálu 1991–2020. Ve srovnání s ostatními kraji v ČR to bylo nejméně ze všech krajů. Již 24. 7., tj. v době těsně před a během vzniku požáru se vyskytovalo na území národního parku mírné až extrémní sucho (Obr. 1), od 25. 7. pak sucho silné až extrémní<sup>2</sup>.

V druhé polovině druhé červencové dekády přecházela přes střední Evropu velmi zvolna k východu rozsáhlá tlaková výše. Po její zadní straně k nám 19. 7. pronikl tropický vzduch od jihu a nejvyšší denní teplota vzduchu vystoupila v Ústeckém kraji ve dvou dnech po sobě na 32 až 37 °C. Dne 21. 7. postoupila od západu nad ČR slábnoucí studená fronta, za kterou se

mírně ochladilo. Během 22. a 23. 7. přecházelo zvlněné frontální rozhraní přes ČR k východu a za ním se 24. 7. rozšířila nad střední Evropu další tlaková výše přecházející jen zvolna k východu. Po její zadní straně k nám 25. 7. vyvrcholil příliv teplého vzduchu s nejvyšší denní teplotou v Ústeckém kraji 32 až 35 °C. Studená fronta přecházela přes Ústecký kraj 25. 7. večer a prakticky nebyla doprovázena srážkami a za níž se slabý jižní vítr změnil na mírný severozápadní. Zesílení větru je patrné na modelu ALADIN ve výškovém profilu 100 m a 1 km (Obr. 2). V dalších dnech se do střední Evropy zvolna rozšiřoval výběžek tlakové výše ze západní Evropy postupující k severovýchodu. Koncem měsíce počasí v ČR ovlivnila oblast nižšího tlaku vzduchu od jihovýchodu, nad Karpaty se vytvořil její střed a postupoval přes Polsko k severu. Do Ústeckého kraje přinesla jen slabé srážky v průměru kolem 3 mm 27. a 29. 7. Prakticky bezsrážková byla i první polovina srpna. Ve dnech 3.–5. 8. přišla s tropickým vzduchem od jihu další velmi horká vlna s odpolední teplotou v kraji 32 až 36 °C.



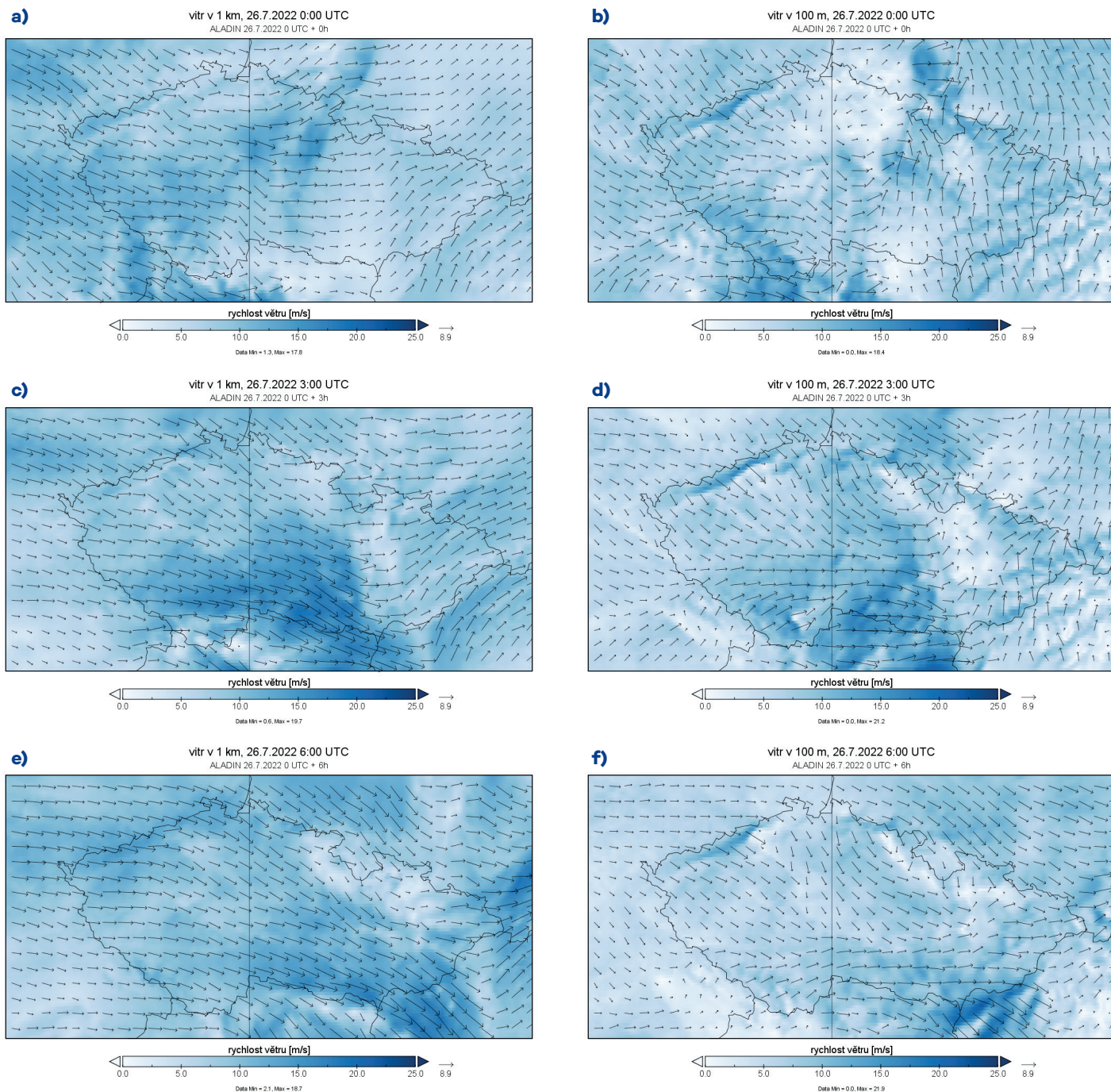
Obr. 1 Stav sucha v ČR dle API30, 24. 7. 2022

1 BAUEROVÁ, P., KEDER, J., 2022. Mapování přenosu aerosolových částic z požáru z Hřenska pomocí distančních optických zařízení i pozemních stanic imisního monitoringu: Tisková zpráva ČHMÚ [online]. [cit. 27. 6. 2023]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove\\_zpravy/2022/2022-08-04\\_TZ\\_aerosoly\\_Hrensko.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/tiskove_zpravy/2022/2022-08-04_TZ_aerosoly_Hrensko.pdf).

MOŽNÝ, M., OUŠKOVÁ, V., VLACH, V., HÁJKOVÁ, L., 2022. Výjimečný přírodní požár v Národním parku České Švýcarsko v létě 2022. *Meteorologické zprávy*, roč. **75**, č. 5, s.144–150. ISSN 0026–1173.

VLASÁKOVÁ, L., ŠKÁCHOVÁ, H., SCHREIBEROVÁ, M., SEDLÁKOVÁ, K., BRZEZINA, J., 2023 Kvalita ovzduší na území České republiky v roce 2022: Předběžné hodnocení I. část [online]. [cit. 27. 6. 2023]. Dostupné z WWW: [https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes\\_zpravy/Rocni\\_zprava\\_2022.pdf](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/mes_zpravy/Rocni_zprava_2022.pdf).

2 Stav sucha je počítán podle indexu předchozích srážek API30, pro každý den jsou porovnávány hodnoty API30 s dlouhodobým průměrem.

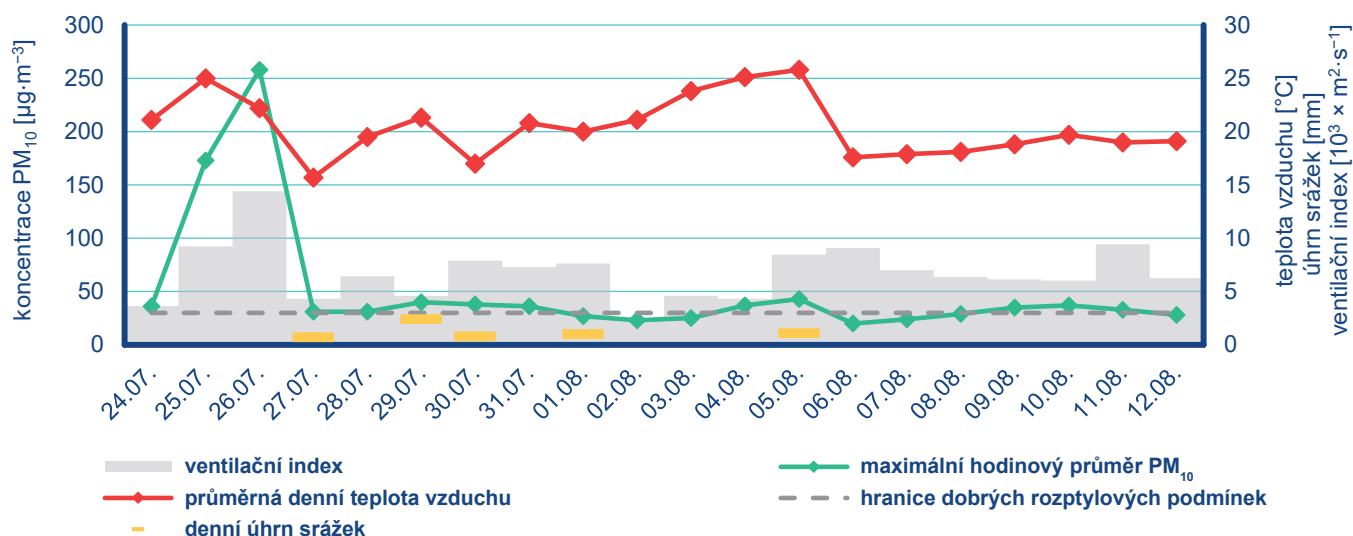


**Obr. 2 Pole větru ve 100 m a 1 km (model ALADIN), 26. 7. 2022 00, 03 a 06 UTC**

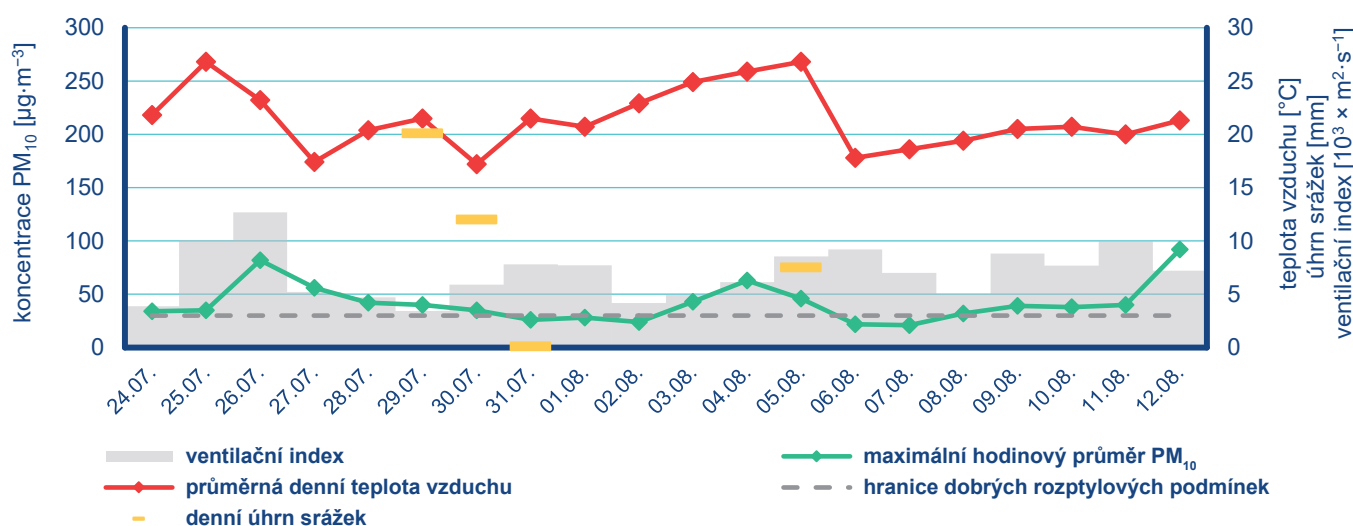
Dalším důležitým, v minulosti s požáry neuváženým faktorem, byla vertikální instabilita atmosféry související s atmosférickou situací. Při instabilním zvrstvení dochází k výstupným a sestupným pohybům vzduchu (využívají je např. plachtaři), rozfoukává se vítr a mohou se vyskytovat nárazy větru. Tím dochází k rozdmýchávání požáru a požár se velmi obtížně hasí. Jedním ze způsobů<sup>3</sup>, jak číselně vyjádřit instabilitu atmosféry a tedy i rozptylové

podmínky, je ventilační index. V době vzniku požáru se hodnoty ventilačního indexu pohybovaly nad hranicí dobrých rozptylových podmínek, což je pro konec července obvyklé. Nicméně ve dnech 25. a 26. 7. hodnotíme rozptylové podmínky jako zlepšené až výrazně lepší, a to přispělo k dalšímu rozšíření požáru a zkomplikování jeho hašení. V těchto dnech byly i přes dobré rozptylové podmínky zaznamenány vyšší koncentrace PM<sub>10</sub> (Obr. 3–4).

3 Dalším způsobem hodnocení vertikální instability spolu s vlhkostí vzduchu tzv. Hainesův index, což je považováno za index pravděpodobnosti vzniku a šíření požárů.



Obr. 3 Průměrná denní teplota, denní úhrn srážek, ventilační index a průměrné denní koncentrace  $PM_{10}$  na stanici Česká Lípa, 24. 7. – 12. 8. 2022



Obr. 4 Průměrná denní teplota, denní úhrn srážek, ventilační index a průměrné denní koncentrace  $PM_{10}$  na stanici Praha-Libuš, 24. 7. – 12. 8. 2022

## 2. Odhadované emise od 24. do 29. 7.

Podle satelitních odhadů CAMS<sup>4</sup> se během požáru uvolnilo do ovzduší přibližně 240 t tuhých znečišťujících látek (TZL), z čehož 140 t tvořily částice  $PM_{2,5}$ . Údaje z GFED<sup>5</sup> pak uvádějí 480 t TZL a 350 t  $PM_{2,5}$ . CAMS i GFED shodně uvádí, že 80–90 % těchto

emisí připadlo na 25. 7. (od 25. 7. 2 h do 26. 7. 2 h SELČ). Pro srovnání, celorepublikové roční emise  $PM_{2,5}$  se pohybují okolo 35 kt. V uvedený den se tedy na malém prostoru uvolnil přibližně 1,2–3násobek průměrné denní celorepublikové emise  $PM_{2,5}$ . GFED uvádí také odhad množství spálené suché hmoty, a to přibližně 27 kt (Obr. 5). Po 29. 7. již podle satelitních snímků nedocházelo k uvolňování emisí.

4 CAMS global biomass burning emissions based on fire radiative power (GFAS): data documentation. [online]. [cit. 26. 8. 2022]. Dostupné z WWW: <https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/CAMS+global+biomass+burning+emissions+based+on+fire+radiative+power+%28GFAS%29%3A+data+documentation>.

5 Global Fire Emissions Database. [online]. [cit. 26. 8. 2022]. Dostupné z WWW: <https://www.globalfiredata.org/>.





Obr. 5 Časový průběh emisí tuhých znečišťujících látek a odhadovaný vznos vlečky během požáru v NP České Švýcarsko (CAMs)

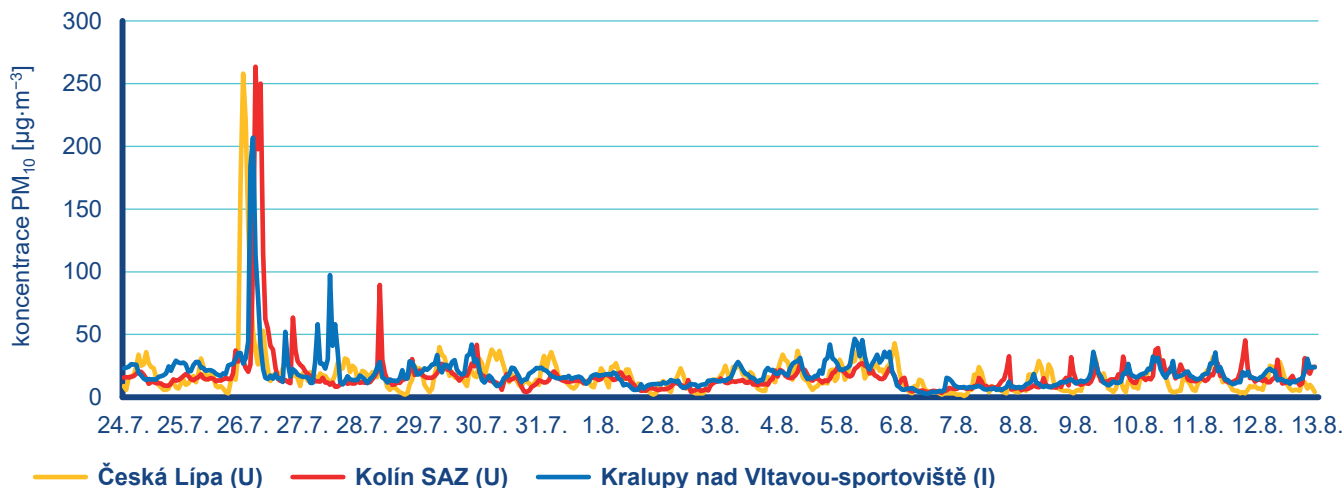
### 3. Vliv požáru na koncentrace PM<sub>10</sub> v ovzduší

Nejvyšší průměrné hodinové koncentrace PM<sub>10</sub> byly dosaženy na městské pozadové stanici Česká Lípa (258  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 26. 7. 2022 2 h SELČ) a na městské pozadové stanici Kolín SAZ (264  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 26. 7. 2022 7 h SELČ). Průměrná hodinová koncentrace PM<sub>10</sub> vyšší než 200  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  byla zaznamenána i na průmyslové stanici Kralupy nad Vltavou-sportoviště (207  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , 26. 7. 2022 6 h SELČ). Jak bylo zmíněno výše, na konci července již nebyla, v souvislosti s postupným hašením požáru, zaznamenána tak výrazná emisní zátěž a imisní koncentrace se tak postupně snížily na obvyklé srpnové hodnoty (Obr. 6).

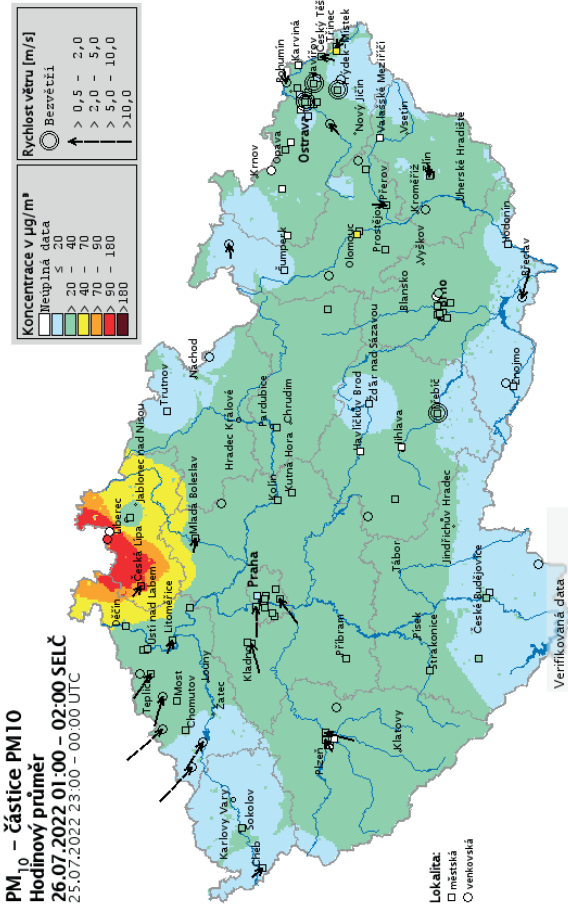
Zvýšené koncentrace suspendovaných částic PM<sub>10</sub> byly zaznamenány i stovky kilometrů od místa požáru, a to zejména v prvních dnech po vzniku požáru. Nejvyšší koncentrace PM<sub>10</sub> pak byly zaznamenány v noci z 25. na 26. 7. a během dne 26. 7. Na Obr. 7–9 je ukázáno rozložení zvýšených koncentrací v závislosti na směru a rychlosti větru a dalších meteorologických a rozptylových podmínkách. Navýšení koncentrací je vidět ze-

jména na průměrných hodinových koncentracích. Nejvyšší hodinové koncentrace byly zaznamenány v Libereckém, Ústeckém, Středočeském a Pardubickém kraji a v aglomeraci Praha. Časy dosažených maximálních hodinových koncentrací na stanicích imisního monitoringu jsou zobrazeny na Obr. 10. Ovlivnění konkrétní stanice AIM mohlo být, v závislosti na umístění stanice a meteorologických a rozptylových podmínkách, pouze dočasné a zvýšení koncentrací se pak na průměrných denních koncentracích nijak výrazně neprojevovalo.

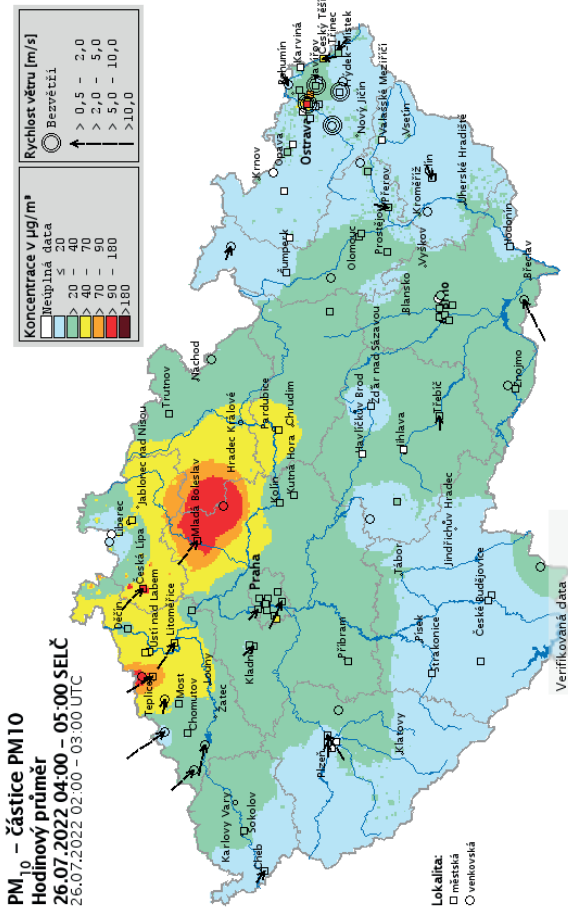
Dne 26. 7. byly na stanici Praha 2-Legerova (hot spot) zaznamenány dvě výrazné špičkové koncentrace v časech 4:00 UTC a 21:00 UTC, které přesáhly hodnotu 180 a 130  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  (Obr. 11). Na obrázku jsou rovněž znázorněny průběhy podílů jemné frakce PM<sub>2.5</sub> a hrubé frakce PM<sub>10-2.5</sub> na hmotnostní koncentraci PM<sub>10</sub>. Je vidět, že v době výskytu koncentračních špiček je frakce PM<sub>10</sub> převážně tvořena zdravotně škodlivou jemnou frakcí PM<sub>2.5</sub>, což je pro spalinové produkty z lesních požárů typické. Na Obr. 12 je znázorněno rozdělení počtu částic podle jejich průměru. V časech 4:00 UTC a 21:00 UTC, které odpovídají koncentračním špičkám PM<sub>10</sub>, došlo k výraznému navýšení počtu částic. Jejich průměr byl menší než 1  $\mu\text{m}$ , mohly tudíž pronikat do dolních částí dýchacího traktu a způsobit zdravotní potíže.



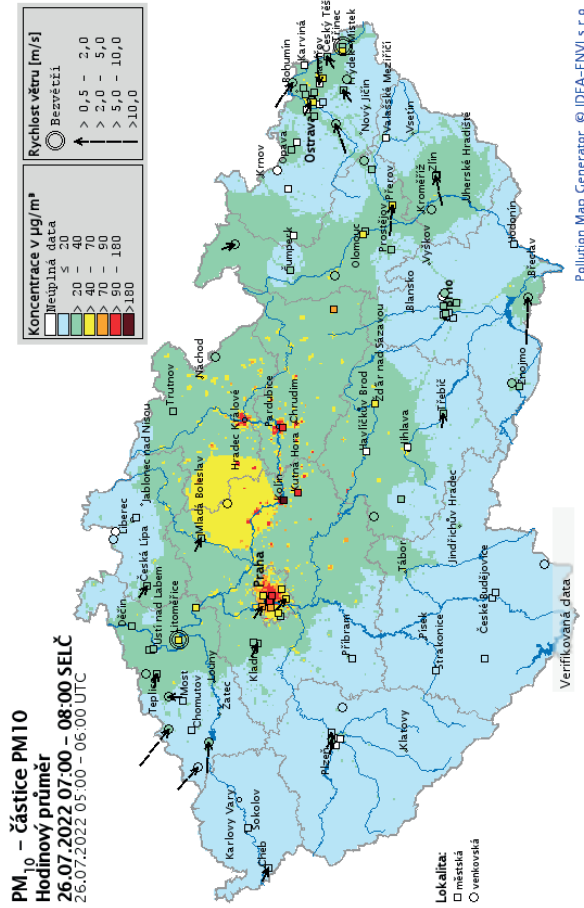
Obr. 6 Průběh hodinových koncentrací suspendovaných částic PM<sub>10</sub> na stanicích Česká Lípa, Kralupy nad Vltavou-sportoviště a Kolín SAZ ve dnech 24. 7. – 12. 8. 2022



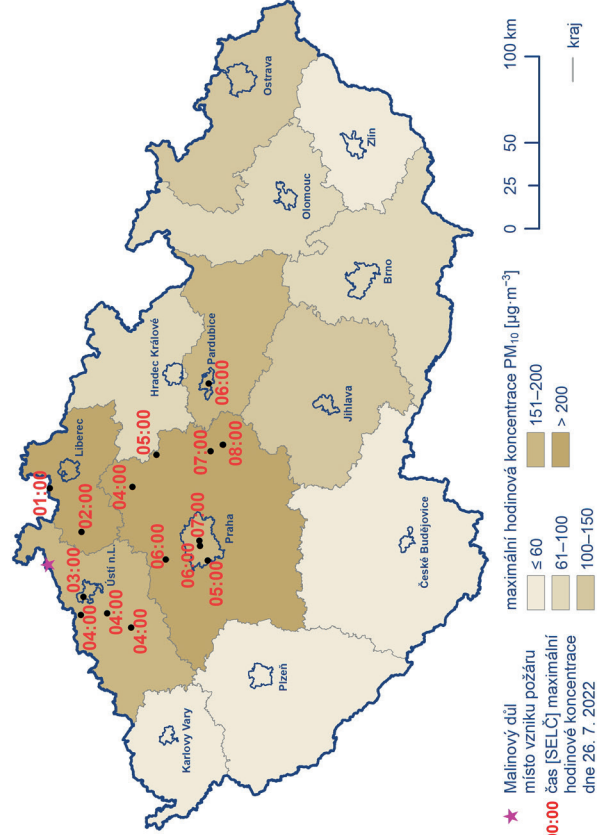
**Obr. 7 Rozložení průměrných hodinových koncentrací PM<sub>10</sub> 26. 7. 2022 1–2 h SELČ**



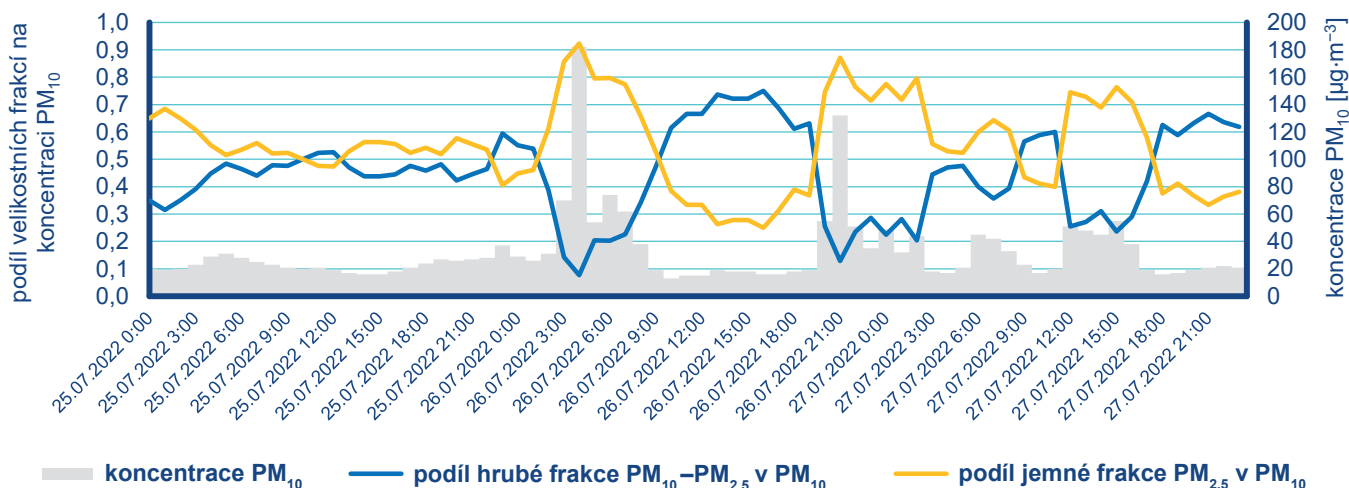
**Obr. 8 Rozložení průměrných hodinových koncentrací PM<sub>10</sub> 26. 7. 2022 4–5 h SELČ**



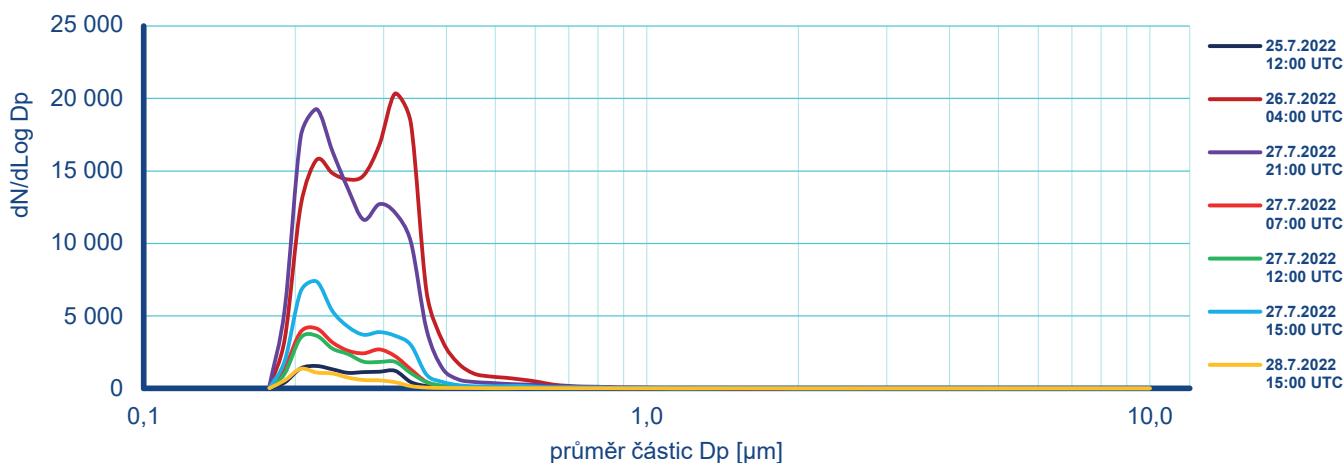
**Obr. 9 Rozložení průměrných hodinových koncentrací PM<sub>10</sub> 26. 7. 2022 7–8 h SELČ**



**Obr. 10 Maximální hodinové koncentrace PM<sub>10</sub> vyšší než 100 µg·m<sup>-3</sup> na stanicích imisního monitoringu, 26. 7. 2022**



**Obr. 11** Změny hmotnostní koncentrace frakce  $PM_{10}$  a podílu hrubé a jemné frakce částic v hmotnostní koncentraci  $PM_{10}$  na stanici Praha 2-Legerova (hot spot) ve dnech 25.–27. 7. 2022



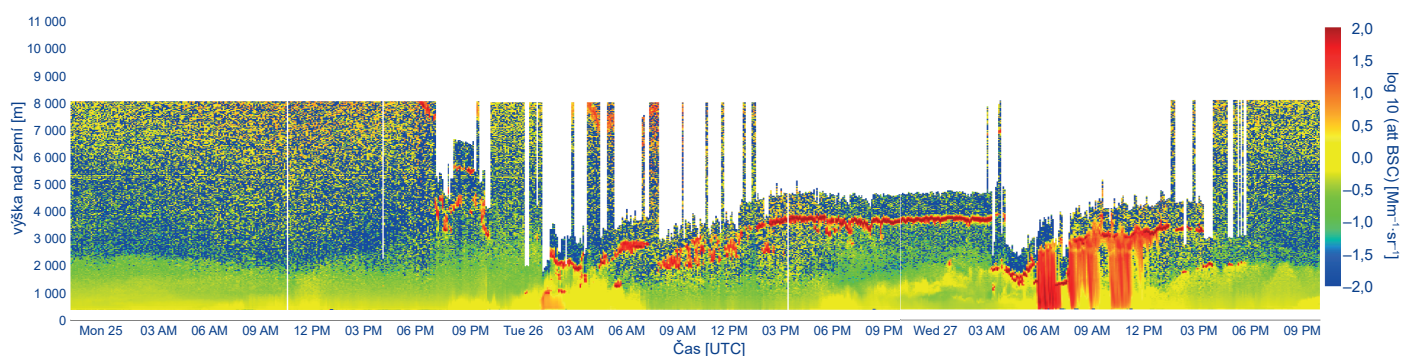
**Obr. 12** Změny rozdělení počtu částic podle velikosti na stanici Praha 2-Legerova (hot spot) ve dnech 25.–28. 7. 2022

Přenos aerosolových částic emitovaných z lesního požáru do ovzduší byl sledován i pomocí sítě distančních optických zařízení (LIDAR), tzv. ceilometrů. Tato zařízení měří vertikální dohlednost a výšku základen oblačnosti na principu pulzního vysílání a příjmu zpětně rozptýleného světla až do výšek 7,5 km (typ zařízení Vaisala CL31) nebo 12 km (typ zařízení Vaisala CL51) nad zemským povrchem. Transport kouřové vlnky byl v tomto případě zaznamenán na několika stanicích v ČR ve dnech 25. až 27. 7. 2022, a to ve vrstvě dosahující výšky 1 až 2 km nad zemským povrchem. Časový průběh záznamů aerosolu na těchto zařízeních pak odpovídal časovému průběhu nejvyšších hodinových koncentrací  $PM_{10}$  naměřených na různých stanicích imisního monitoringu dne 26. 7. 2022. Na Obr. 13–14 jsou uvedeny příklady vertikálních profilů z vybraných stanic Ústí nad Labem a Praha-Libuš<sup>6</sup>. Transportované znečištění aerosolovými částicemi v ovzduší je na profilových obrázcích patrné ze zvýšených hodnot koeficientu

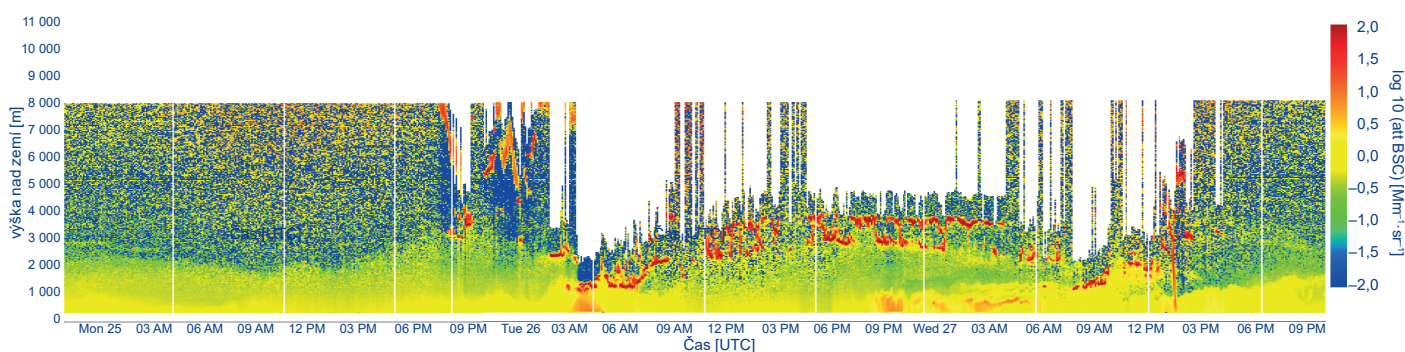
intenzity zpětně rozptýleného světla (v rozmezí zhruba 0,3 až 1,3  $\log_{10}$  [ $Mm^{-1}\cdot sr^{-1}$ ]; tj. oranžová až světle červená barva v profilu) zejména v čase 0:00 až 5:00 UTC, na stanici Praha-Libuš pak i ve večerních hodinách 21:00 až 23:00 UTC.

V obdobných časech bylo na výše uvedených stanicích rovněž zaznamenáno dočasné výrazné snížení horizontální dohlednosti (Obr. 15). V nočních hodinách 21:00 až 4:00 UTC byla horizontální dohlednost zaznamenávána automatickým měřicím zařízením (typ Vaisala PWD22) a v období 5:00 až 20:00 UTC byla dohlednost korigována pozorovatelem meteorologem na dané stanici.

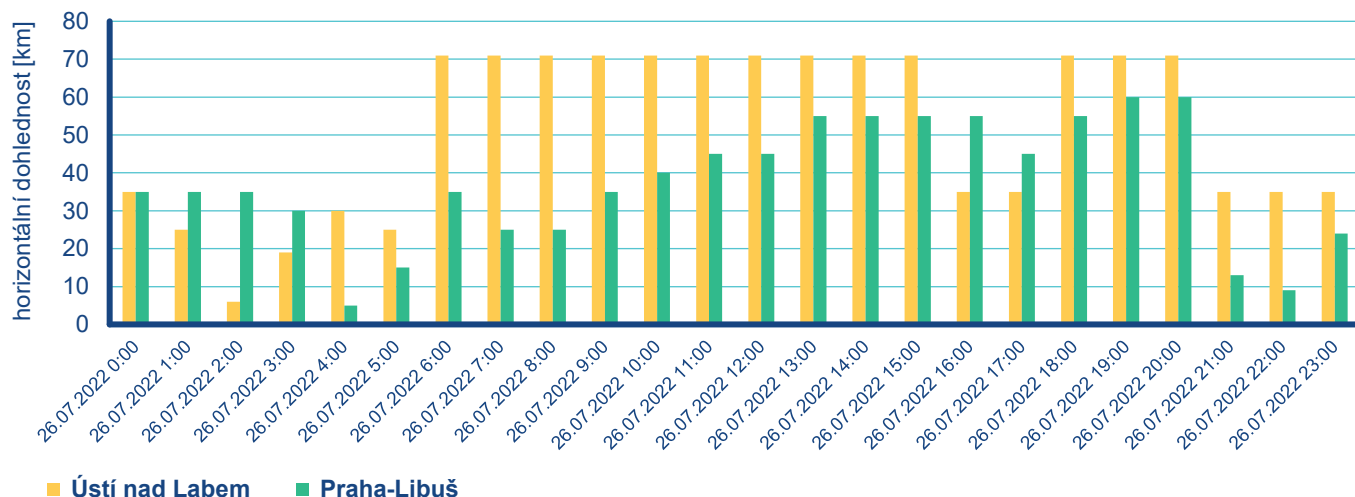
6 Grafické zobrazení profilových měření ceilometry v rámci programu EUMETNET E-PROFILE. [online]. [cit. 28. 6. 2023]. Dostupné z WWW: [https://e-profile.eu/#/cm\\_profile](https://e-profile.eu/#/cm_profile).



**Obr. 13** Aerosolové částice (oranžovo-červená barva) zaznamenané dne 26. 7. 2022 v proflech zpětné odrazivosti ve výškovém profilu do 1 km nad zemí na ceilometru na stanici Ústí nad Labem mezi 1:00 až 3:00 UTC ranní



**Obr. 14** Aerosolové částice (oranžovo-červená barva) zaznamenané dne 26. 7. 2022 v proflech zpětné odrazivosti ve výškovém profilu do 1 km nad zemí na ceilometru na stanici Praha-Libuš mezi 3:00 až 5:00 UTC ranní a mezi 20:00 až 23:00 UTC večerní



**Obr. 15** Horizontální dohlednost naměřená na stanicích Ústí nad Labem a Praha-Libuš, 26. 7. 2022