

## Metóda na odpočítanie príspevku prírodného prachu od nameraných priemerných denných koncentrácií PM<sub>10</sub>

Peter Hrabčák, Dušan Štefánik

Slovenský hydrometeorologický ústav, 2025

Výskyt prírodného prachu nad územím Slovenska je monitorovaný pre tri zdrojové oblasti: Sahara, okolie Kaspického mora a Arabský polostrov. Monitoring spočíva v manuálnej analýze predpovedných výstupov celkového obsahu prachu (produkt dust load) z modelu MONARCH. Nasledujúci text v 8 krokoch popisuje postup pri kvantifikácii koncentrácií prírodného prachu vo veľkostnej frakcii PM<sub>10</sub>, pomocou modelu CAMS a pozemných meraní koncentrácií PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>.

1. Manuálna analýza predpovedných výstupov celkového obsahu prachu (produkt dust load) z modelu MONARCH, pre celé Slovensko prostredníctvom webovej stránky [WMO Barcelona Dust Regional Center](#) (prahová hodnota: dust load  $\geq 0.1 \text{ g/m}^2$ ). Výstupom je zoznam dní s výskytom prírodného prachu z troch oblastí (Sahara, okolie Kaspického mora, Arabský polostrov). Pre dni, ktoré nespĺňajú toto kritérium sa dust\_pm10 = 0  $\mu\text{g/m}^3$ . Pričom dust\_pm10 predstavuje finálny obsah prírodného prachu v nameraných priemerných denných koncentráciách PM<sub>10</sub> (pm10d).
2. Využitie produktu PM<sub>10</sub>, dust, ktorý je dostupný v rámci [CAMS European air quality forecasts](#). Použité boli denné priemery produktu Ensemble median (medián z 11 dostupných modelových výstupov), pre výškovú úroveň Level = 0 (zemský povrch) a typ údajov Forecast (predpovede jednotlivých modelov). V ďalšom texte bude práve popísaný produkt označovaný ako dust\_cams. Hodnoty boli vygenerované samostatne pre každú jednu stanicu Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia. V úvode bola aplikovaná prahová podmienka dust\_cams  $\geq 0.5 \mu\text{g/m}^3$ , t. j. do ďalšej analýzy pre jednotlivé stanice vstupujú iba hodnoty, ktoré danú podmienku spĺňajú.
3. Výpočet debiasovaných hodnôt prírodného prachu z modelov CAMS (dust\_cams\_debiased) pomocou produktu Particulate matter < 10  $\mu\text{m}$  (PM10) (Ensamble median, level =0, Forecast), taktiež dostupného v rámci [CAMS European air quality forecasts](#), ktorý bude ďalej označovaný ako pm10\_cams. Debiasované hodnoty boli vypočítané nasledovne:

$$\text{dust\_cams\_debiased} = \text{dust\_cams} * (\text{pm10d} / \text{pm10\_cams}),$$

Hodnoty dust\_cams\_debiased sa v prípade splnenia určitých podmienok môžu priamo použiť na výpočet dust\_pm10.

4. Výpočet podielu pm2.5d (namerané denné priemery PM<sub>2,5</sub> v rámci NMSKO) a pm10d, ktorý budeme ďalej označovať ako pm\_ratio. Aby sa odstránili anomálne hodnoty, pm\_ratio sa v špeciálnych prípadoch upravuje nasledovne:

ak pm\_ratio  $\geq 1.1$ , tak pm\_ratio = NA

ak pm\_ratio je > 1 a zároveň pm\_ratio < 1.1, tak pm\_ratio = 1

5. Výpočet mediánu pre pm10d (med\_pm10d) a pm\_ratio (med\_pm\_ratio). Medián bol vypočítaný pre všetky dni s výskytom prachu, pričom medián sa počíta len z dní bez prachu a zoberie sa 10 dní

pred a 10 dní po dátume s výskytom prachu (v prípade konca a začiatku roka, napr. 5. 1. sa potrebných 20 dní zoberie navyše z inej strany).

6. Ak stanica v daný deň spĺňa body 1. a 2., tak sa pri výpočte dust\_pm10 postupuje nasledovne:

a) Vypočítajú sa pomocné medziprodukty:

$dust\_1 = pm10d - med\_pm10$  (ak  $dust\_1 < 0$ , tak  $dust\_1 = 0$ )  
 $ratio\_diff = med\_pm\_ratio - pm\_ratio$   
 $pm10\_s1 = pm10d - dust\_cams$

b) Zadefinuje a aplikuje sa 1. zložená podmienka:

$condition\_a = (condition\_1 \text{ a zároveň } condition\_2) \text{ alebo } condition\_3$

$condition\_1 = dust\_cams \geq 4$   
 $condition\_2 = ratio\_diff \geq 0.175$   
 $condition\_3 = pm10\_s1 < 0$

ak je splnená condition\_a, tak  $dust\_2 = dust\_cams\_debiased$ ,  
inak  $dust\_2 = dust\_cams$ .

Condition\_1 a condition\_2 vyplývajú z hĺbkovej analýzy mimoriadneho prenosu saharského prachu počas obdobia od 30. 3. do 2. 4. 2024. Condition\_3 zabraňuje možnosti záporného pm10\_s v prípade, že príspevok prírodného prachu dust\_cams v daný deň a pre danú stanicu prevyšuje nameranú hodnotu pm10d. Pre stanice, ktoré dlhodobo merajú len PM<sub>10</sub> a nemerajú PM<sub>2.5</sub> boli vybrané k nim dve geograficky najbližšie stanice a condition\_2 sa považovala za splnenú len vtedy, ak ju súčasne splnili oba susedné stanice. Pomocné susedné stanice sú nasledovné:

Rovinka: Bratislava, Mamateyova a Bratislava, Trnavské mýto

Gánovce, Meteo. st.: Poprad, Železničná a Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP

Kojšovská hoľa: Krompachy, SNP a Košice, Štefánikova

c) Zadefinuje a aplikuje sa 2. zložená podmienka:

$condition\_b = condition\_2 \text{ a zároveň } condition\_4$

$condition\_4 = (dust\_1 - dust\_2) \geq 14.5$

ak je splnená condition\_b, tak  $dust\_3 = (dust\_1 + dust\_2) / 2$   
inak  $dust\_3 = dust\_2$

Condition\_4 vyplýva z hĺbkovej analýzy mimoriadneho prenosu saharského prachu počas obdobia od 30. 3. do 2. 4. 2024.

7. S cieľom odstrániť prípadné anomálne výkyvy uvedenej metodiky, získané hodnoty dust\_3 pre jednotlivé stanice sme vyhladili nasledovným spôsobom: rozdelili sme stanice na území Slovenska do 8 rôznych regiónov, v ktorých uvažujeme približne podobné podmienky vzhľadom na

juhozápadné prúdenie, ktoré prevláda pri situáciách pri šírení saharského prachu na našom území. Jednotlivé regióny boli definované takto:

Bratislavský = Rohožník, Senická; Bratislava, Jeséniova; Bratislava, Kamenné nám; Bratislava, Mamateyova; Bratislava, Trnavské mýto; Bratislava, Púchovská; Pezinok, Obrancov mieru; Rovinka; Senec, Boldocká

Juhozápad = Senica, Hviezdoslavova; Trnava, Kollárova; Sereď, Vinárska; Topoľníky, Aszód, EMEP; Nitra, Štúrova; Nitra, Janíkovce; Komárno, Vnútoraná Okružná

Severozápad = Trenčín, Hasičská; Púchov, 1. mája; Oščadnica; Žilina, Obežná; Martin, Jesenského

Stredozápad = Bystričany, Rozvodňa SSE; Prievidza, Malonecpalská; Handlová, Morovianska cesta; Žiar nad Hronom, Jilemnického; Žarnovica; Plášťovce

Stredovýchod = Banská Bystrica, Štefánikovo nábr.; Banská Bystrica, Zelená; Zvolen, J. Alexyho; Lučenec, Gemerská cesta; Hnúšťa, Hlavná; Jelšava, Jesenského

Liptovsko\_tatranský = Ružomberok, Riadok; Liptovský Mikuláš, Školská; Poprad, Železničná; Stará Lesná, AÚ SAV, EMEP; Gánovce, Meteo. st.

Hornádsky = Krompachy, SNP; Kojšovská hoľa; Prešov, Arm. gen. L. Svobodu; Košice, Štefánikova; Košice, Amurská; Veľká Ida, Letná

Bodrožský = Bardejov, Pod Vinbargom; Vranov nad Topľou, M. R. Štefánika; Strážske, Mierová; Trebišov, T. G. Masaryka; Humenné, Nám. Slobody; Kolonické sedlo.

Pre každý z regiónov sme vypočítali medián z hodnôt dust\_3, ktorý sme označili ako dust\_m, pričom pre stanice, ktoré nesplnili podmienku  $\text{dust\_cams} \geq 0.5$  sa dust\_3 rovnal 0. Výsledný medián v danom regióne sa následne aplikoval pre všetky stanice v tomto regióne. V určitých prípadoch bolo možné aplikovať výnimku, ktorá uprednostnila pôvodnú hodnotu, t. j. hodnotu dust\_3 stanovenú pre danú stanicu ešte pred vyhladením:

$\text{condition\_21} = \text{ratio\_diff} \geq 0.4$

$\text{condition\_5} = \text{dust\_m} \geq \text{pm10d}$

$\text{condition\_c} = (\text{condition\_1} \text{ a zároveň } \text{condition\_21} \text{ a zároveň } \text{condition\_4}) \text{ alebo } \text{condition\_5}$

Condition\_21 vyplýva z hĺbkovej analýzy mimoriadneho prenosu saharského prachu počas obdobia od 30. 3. do 2. 4. 2024. Condition\_5 je zavedená z dôvodu zamedzenia záporných hodnôt pm10\_s.

ak je splnená condition\_c, tak  $\text{dust\_pm10} = \text{dust\_3}$

inak  $\text{dust\_pm10} = \text{dust\_m}$ .

8. Finálne hodnoty dust\_pm10 boli na záver odrátané od pm10d, čím sme získali hodnotu po odpočítaní príspevku prírodného prachu označovanú ako pm10\_s.

Táto metodika bola vyvinutá v rámci projektu CAMS National Collaboration Programme – Slovakia.



PROGRAMME OF  
THE EUROPEAN UNION

