

**alfa proxima**

CLEAR DATA, CLEAN AIR

Tomaž Lazar, [tomaz.lazar@alfa-proxima.com](mailto:tomaz.lazar@alfa-proxima.com)

Alfa Proxima, okoljski monitoring

# Splošno o merjenju kakovosti zunanje zraka

## Meteorološki podatki

- temperatura
- vlaga
- veter
- tlak



## Prašni delci

- PM10
- PM2.5
- PM1



## Plini

- Dušikovi oksidi  $\text{NO}_2$  /  $\text{NO}_x$
- Žveplov dioksid  $\text{SO}_2$
- Ogljikov monoksid  $\text{CO}$
- Ozon  $\text{O}_3$



## Organske spojine

- hlapne organske spojine VOC



	Razred onesnaženosti	Indeks	Koncentracija PM10
	<b>Izredno slaba</b>	5	150-1200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>Zelo slaba</b>	4	100-150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>Slaba</b>	3	50-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>Sprejemljiva</b>	2	40-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>Dobra</b>	1	20-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	<b>Zelo dobra</b>	0	0-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Emisije trdnih oziroma prašnih delcev se razlikujejo glede na fizikalno in kemijsko sestavo ter glede na velikost (PM10 - manj kot 10 mikrometrov, PM2,5 - manj kot 2,5 mikrometrov in PM1 - manj kot 1 mikrometer).

Delci velikosti PM10 se v zraku obdržijo nekaj ur, delci velikosti PM2,5 in manj pa lahko tudi več tednov. Običajno se ozračje po dežju očisti.

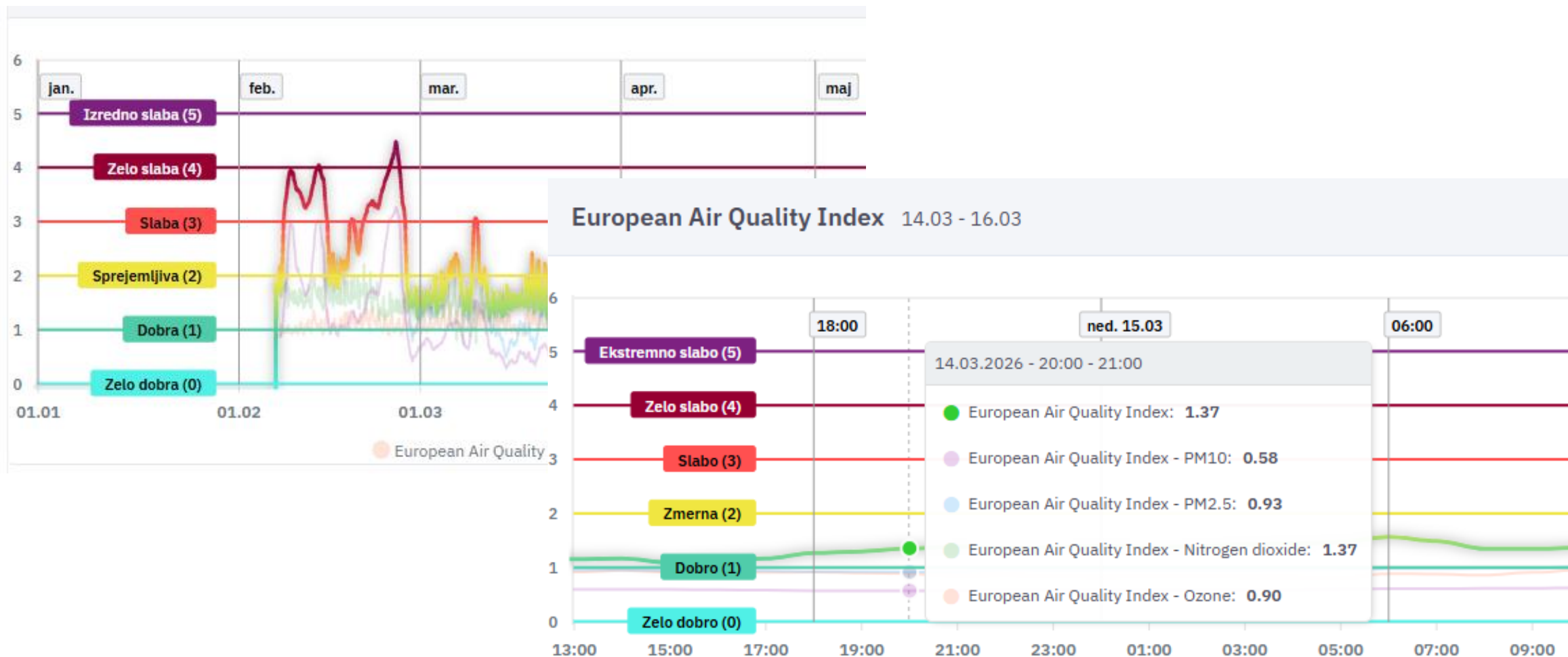
Glavni vir prašnih delcev v evropskih mestih predstavljajo emisije iz prometa, zlasti dizelskih vozil in naraščajoča uporaba trdih goriv za kurjenje in dvigovanje usedlin iz cestišč. Delci imajo pomemben vpliv na zdravje ljudi.

Delci večji od PM10 se zadržijo v zgornjih delih dihal (nos, obnosne votline, delci manjši od PM10 dosežejo spodnje dihalne poti, delci manjši od PM2,5 pa prodrejo v pljučne mešičke. Iz pljučnih mešičkov vstopajo v krvni obtok in s krvjo v različne organe in tkiva, kjer povzročijo oksidativni stres in močnejše vnetne reakcije.

# Merjenje kakovosti zraka – prašni delci PM 2,5

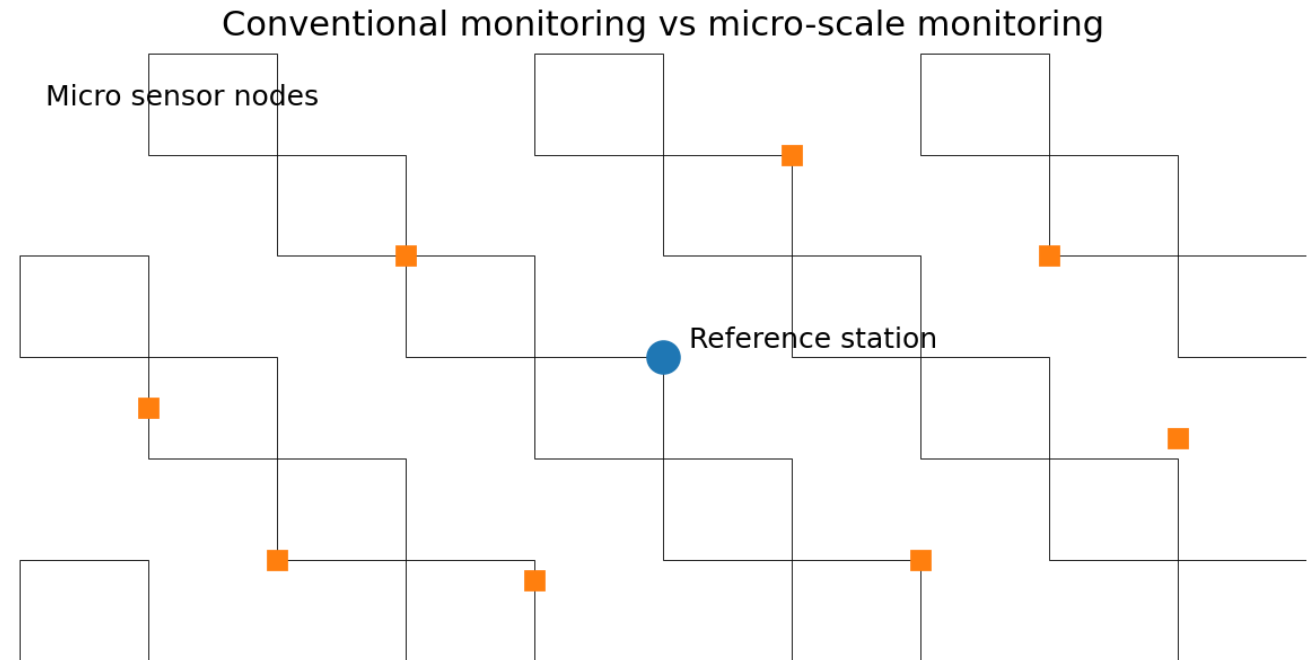
	Koncentracija PM2.5	Razred onesnaženosti	Priporočila za splošno populacijo	Priporočila za ranljive skupine
	75-800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Izredno slaba	Zmanjšajte telesno dejavnost na prostem.	Izogibajte se telesni dejavnosti na prostem.
	50-75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Zelo slaba	Razmislite o zmanjšanju intenzivnih dejavnosti na prostem, če občutite simptome, kot so vnete oči, kašelj ali vneto grlo.	Zmanjšajte telesno dejavnost, zlasti na prostem, še posebej, če občutite simptome.
	25-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Slaba		Razmislite o zmanjšanju telesne dejavnosti, zlasti na prostem, še posebej, če občutite simptome.
	20-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sprejemljiva	Uživajte v svojih običajnih dejavnostih na prostem.	Razmislite o zmanjšanju intenzivnih dejavnosti na prostem, če občutite simptome.
	10-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dobra		Uživajte v svojih običajnih dejavnostih na prostem.
	0-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Zelo dobra	Kakovost zraka je zelo dobra. Uživajte v svojih običajnih dejavnostih na prostem.	

# Indeks kakovosti zraka (AQI)



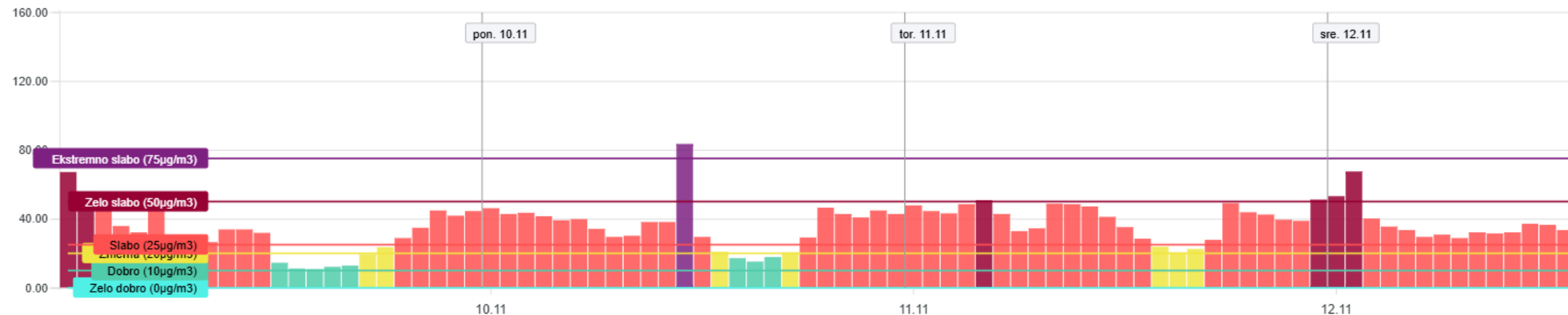
## Motivacija:

- Onesnaženost v mestih se močno razlikuje na kratkih razdaljah.
- Izpostavljenost se dogaja na ravni ulice/soseske.
- Referenčne postaje zagotavljajo visoko natančnost, vendar nizko prostorsko reprezentativnost.
- Lokalna žarišča pogosto ostanejo neodkrita.



## Od vzorcev do hipotez izvora:

- Prometni vzorec: jutranji/popoldanski vrhovi, odvisnost od delavnikov
- Ogrevalni vzorec: večerni vrhovi, prevlada pozimi
- Industrijsko/epizodno: neredni vrhovi, odvisnost od vetra
- Mikro spremljanje zoži verjetne razrede virov



# Splošno o merjenju kakovosti notranjega zraka

## Plini

- Dušikovi oksidi NO<sub>x</sub>
- Ogljikov dioksid CO<sub>2</sub>
- Ozon O<sub>3</sub>



## Meteorološki podatki

- Temperatura
- Vlaga
- Tlak
- Osvetlitev
- Hrup



## Prašni delci

- PM10
- PM2.5
- PM1



## Organske spojine

- Hlapne organske spojine TVOC
- Formaldehid CH<sub>2</sub>O





## Kakšni procesi se dogajajo pri kurjenju vlažnega lesa?

- Velika poraba pridobljene toplote za izparevanje vlage pod 400–500 °C, optimalna pa je ~800–900°C.
- Tvorijo se neizgoreli ogljikovodiki (HC): **metan (CH<sub>4</sub>), etan, formaldehid**, etc
- Organske spojine (PAH – policiklični aromatski ogljikovodiki): **benzo(a)piren in naftalen**
- Poleg tega pa še kreozot (smolaste saje) in veliko CO



Iz česa so izdelane iverne plošče, sploh starejše?  
Zakaj omenjamo iverne plošče?

Iverne plošče so iz lesnega drobirja in lepil kot:

- Urea-formaldehidna lepila (UF); (iz 70-ih, 80-ih, dela 90-ih) – visoke emisije formaldehida
- Fenol-formaldehidna lepila (PF); OSB in vezane plošče
- Pri kurjenju se sproščajo: formaldehid, fenol, cresoli, in VOC (toluen, ksilen, aceton, aldehidi, ketoni) – vse spojine so toksične in rakotvorne



## Primerjava plin - elektrika

Kuhanje na plin poslabša kakovost notranjega zraka predvsem zaradi:

- dušikovega dioksida (NO<sub>2</sub>),
- ogljikovega monoksida (CO),
- trdnih delcev,
- VOC iz gorenja plina + hrane.

	Plin	Indukcija / elektrika
NO <sub>2</sub>	Visoko	0
PM <sub>2,5</sub>	Zmerno-visoko (odvisno od hrane)	Nastaja samo od hrane, ne od goriva
VOC	povišano	Samo iz hrane, ne iz plina.
CO <sub>2</sub>	Naravna posledica izgorovanja	Ni dodatnega CO ali CO <sub>2</sub>

**Največja razlika = NO<sub>2</sub>**, ki ga proizvajajo le plinski gorilniki.



Ali je v smislu izgorevanja razlika med odprtim in zaprtim kaminom?

- Slabši vlek, ker ni nadzora vstopnega zraka
- Slabši izkoristek, ker je temperature gorenja nižja
- Izločanje velikih količin CO<sub>2</sub>, CO in PM v prostor, ki ga ogrevamo – samozastrupljanje!



## Sveče uporabljajte predvsem zunaj!

Nekaj nasvetov glede uporabe sveč:

- Uporaba v prostorih naj bo zmerna.
  - Naj bodo predvsem iz naravnega voska.
  - Ugašajte sveče zunaj na balkonu.
  - Po uporabi sveč prezračite stanovanje.
  - Izogibajte se masivni uporabi sveč kot spomina na umrle.
- Uporabite alternative, kot so ročno poslikani kamenčki ali kakšne druge stvari, ki ohranjajo pokojnikov spomin.

## Zdravstveni vidik

- **Večja izpostavljenost** – ljudje v povprečju preživijo 80–90 % časa v notranjih prostorih (domovi, pisarne, šole, vrtci, javni objekti), zato je notranji zrak pogosto pomembnejši dejavnik kot zunanji.
- **Pogosto slabša kakovost** – koncentracije onesnaževal so v zaprtih prostorih lahko večkrat višje kot zunaj, predvsem zaradi virov, kot so kuhanje, ogrevanje, uporaba čistil, pohištvo in nezadostno prezračevanje.
- **Zdravstvena tveganja** – slab zrak povzroča utrujenost, glavobole, alergije, poslabšanje astme, nižjo koncentracijo ter dolgoročno povečuje tveganje za bolezni dihal in srca.
- **Ranljive skupine** – otroci, starejši in kronični bolniki so najbolj občutljivi, zato je monitoring posebej pomemben v vrtcih, šolah, domovih za starejše in zdravstvenih ustanovah.

## Ukrepi za izboljšanje notranjega zraka

- **CO<sub>2</sub> in prezračevanje** – spremljanje koncentracije CO<sub>2</sub> je ključno, saj neposredno vpliva na počutje, zbranost in produktivnost.
- **Energetska učinkovitost stavb** – zaradi energetske sanacije so novejša stavba bolj zrakotesne, kar zmanjšuje naravno prezračevanje in povečuje tveganje slabše kakovosti zraka.
- **Povezava z zunanjim monitoringom** – kombinirano spremljanje notranjega in zunanjega zraka daje bolj realno sliko izpostavljenosti in omogoča ustrezne ukrepe za izboljšanje kakovosti bivanja.
- **Ozaveščanje in preventivni ukrepi** – podatki meritev pomagajo prebivalcem in organizacijam razumeti vire onesnaženja in uvajati rešitve, kot so redno prezračevanje ali uporaba manj škodljivih materialov.
- **Učinkovitost tehničnih rešitev** – monitoring omogoča preverjanje delovanja čistilcev zraka, prezračevalnih sistemov in filtracije v praksi.

**alfa proxima**

CLEAR DATA, CLEAN AIR

Tomaž Lazar, [tomaz.lazar@alfa-proxima.com](mailto:tomaz.lazar@alfa-proxima.com)

Alfa Proxima, okoljski monitoring