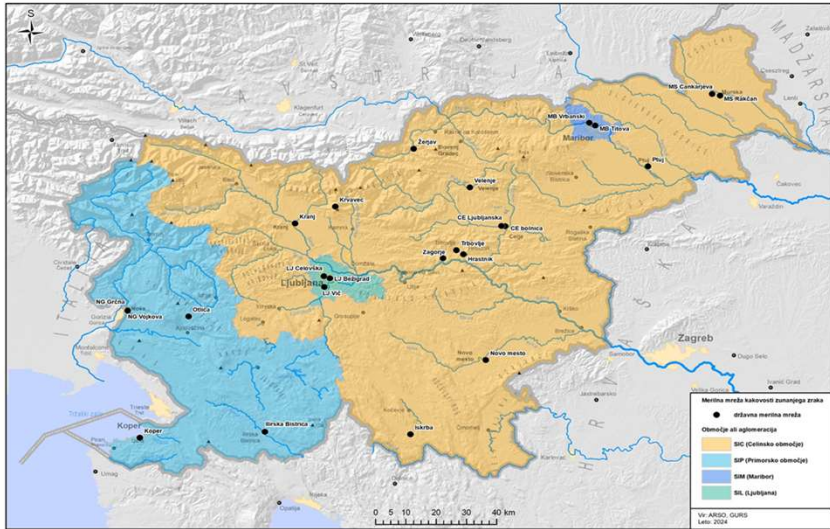


Kakšen zrak dihamo?

Tanja Koleša
marec 2025



DMKZ

V zunanjem zraku zakonodaja zahteva spremljanje: ozona, delcev PM_{10} in $PM_{2,5}$, dušikovih oksidov, žvepovega dioksida, ogljikovega monoksida, benzena ter arzena, kadmija, svineca, niklja in benzo(a)pirena v delcih PM_{10} .



Državna merilna mreža za spremljanje kakovosti zunanjega zraka obsega 23 merilnih mest.

MERILNA OPREMA



Za ocenjevanje skladnosti z zakonsko predpisanimi vrednostmi se uporabljajo referenčne metode.

Merilniki se preverjajo oziroma umerjajo na terenu in v laboratoriju Agencije RS za okolje.

Za spremljanje delovanja merilnikov je bila na ARSO razvita posebna programska oprema, ki omogoča večstopenjsko pregledovanje in kontrolo podatkov.

STANJE IN TRENDI



OZON: V Sloveniji se soočamo s prekomerno onesnaženostjo zunanjega zraka z ozonom. Raven onesnaženosti zraka z ozonom je večino let nad ciljno vrednostjo na merilnih mestih mestnega in podeželskega ozadja, dolgoročni cilji so preseženi skoraj na vseh merilnih mestih. Na raven ozona pomembno vpliva čezmejni prenos onesnaženega zraka. Nižine v severni Italiji so območje, kjer nastajajo večje količine ozona, ki ga ob zmernih vetrovih z zahoda in jugozahoda prinese k nam.

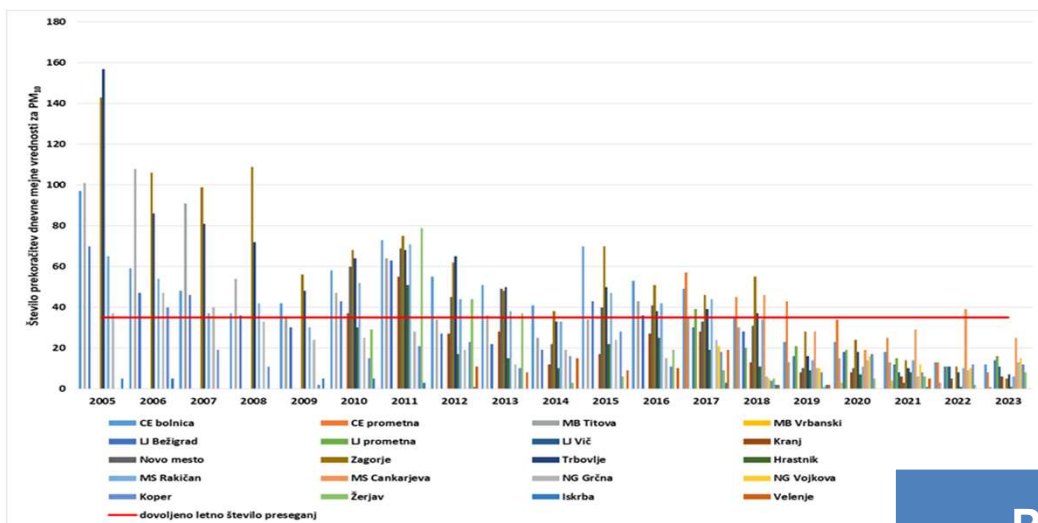
DELCI: Opazen je trend zmanjšanja onesnaženosti zraka z delci. V kurilni sezoni ob neugodnih razmerah še vedno izmerimo ravni, ki so zdravju škodljive.

DUŠIKOVI OKSIDI: Izmerjene ravni dušikovega dioksida v zunanjem zraku v zadnjih letih ne presegajo predpisanih mejnih vrednosti. Glavni vir dušikovih oksidov je promet, zato je čezmerna onesnaženost z njim izrazita težava večjih mest in aglomeracij. Po onesnaženosti zraka z dušikovim dioksidom spada Slovenija med manj onesnažene države Evrope.

Ravni **benzo(a)piren** se na vseh urbanih merilnih mestih zadnja leta gibljejo okoli ciljne vrednosti.

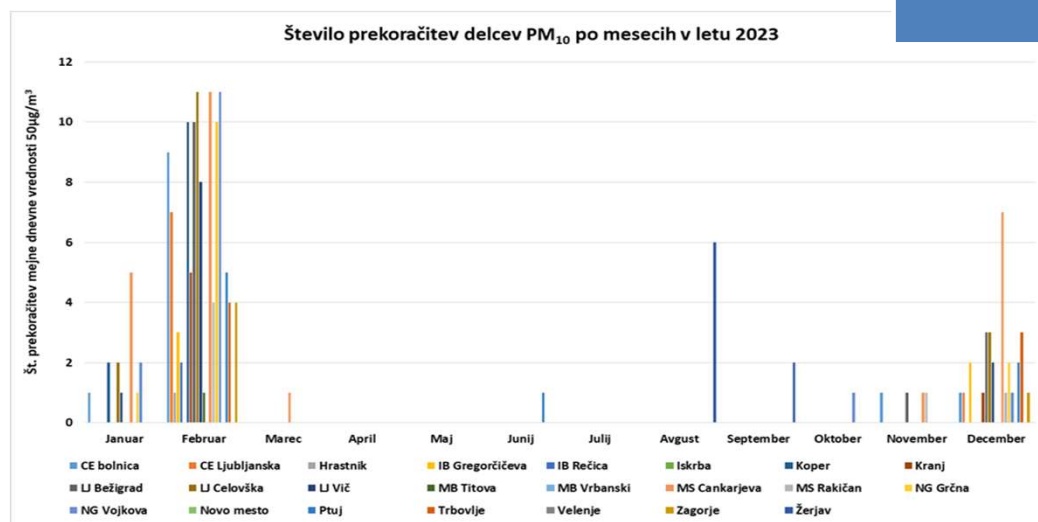
V Zgornji Mežiški dolini občasno izmerimo visoke vrednosti **svinca in kadmija**.

Ravni žveplovega dioksida, ogljikovega monoksida ter benzena so nižje od standardov kakovosti.

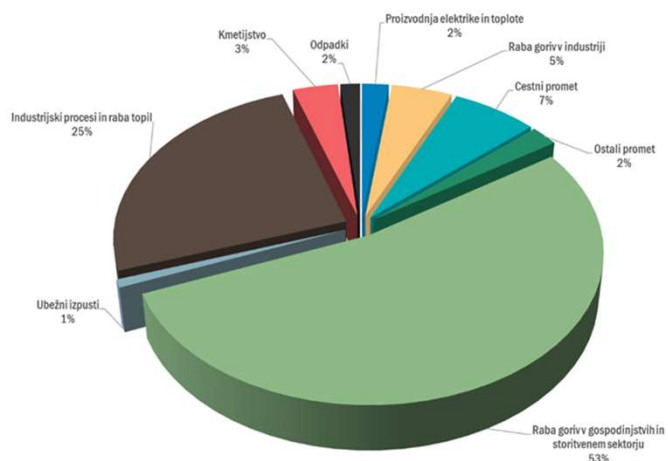


Opazen je trend zmanjšanja onesnaženosti zraka z delci.

PM₁₀

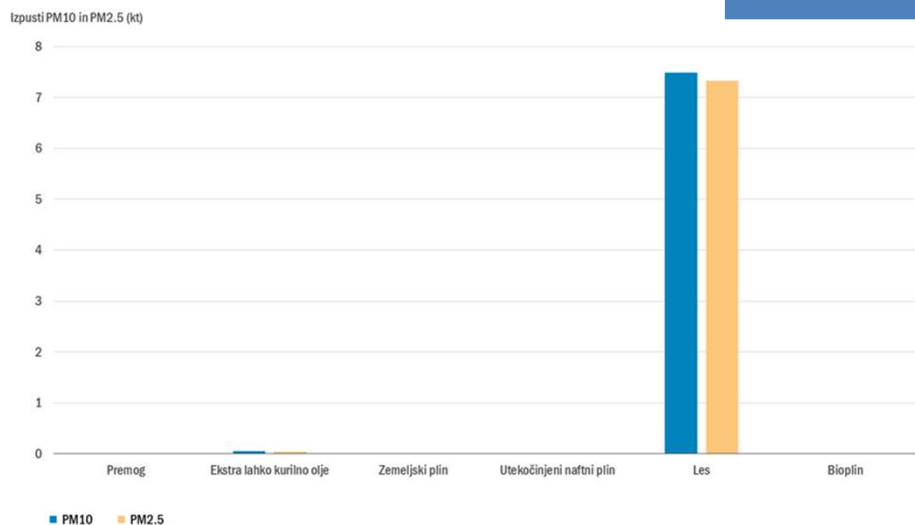


Epizode z čezmerno onesnaženostjo z delci se pojavijo vsako kurilno sezono.

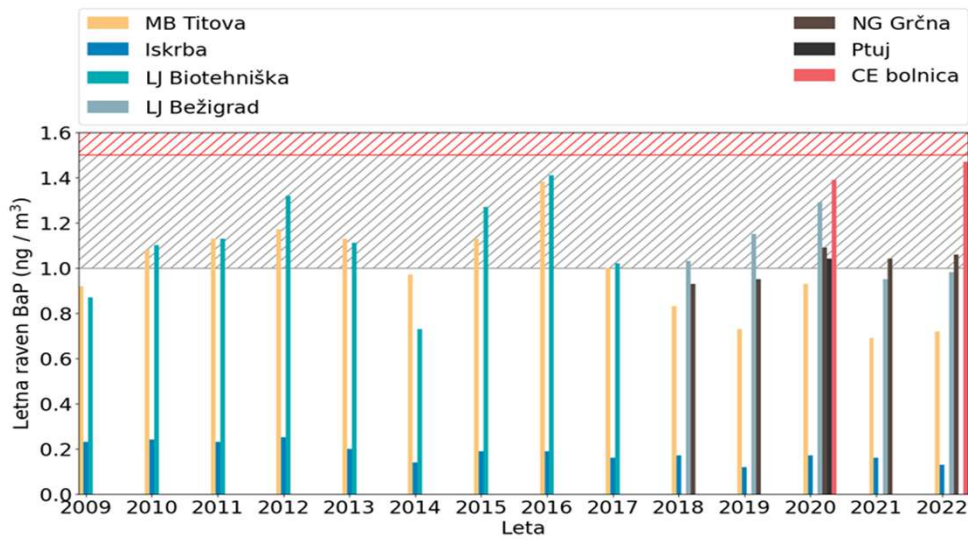


Glavni antropogeni vir primarnih delcev je zgorevanje goriv v gospodinjstvih in storitvenem sektorju, predvsem zaradi uporabe lesa v zastarelih kurilnih napravah.

Emisije delcev

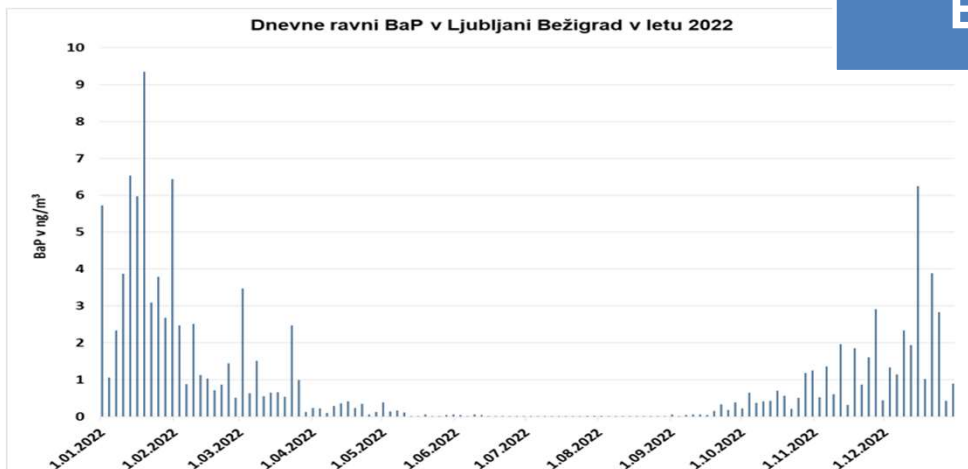
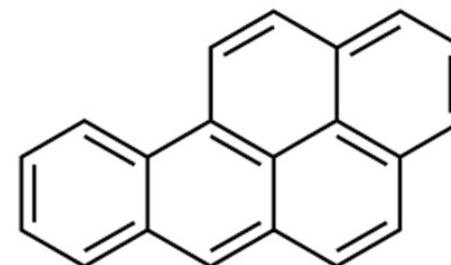


Mala kurišča so v letu 2021 k skupnim izpustom PM₁₀ na nivoju države v letu 2021 prispevala 53 % (slika zgoraj). V skupnih izpustih malih kurilnih naprav je prevladujoča vloga kurilnih naprav na les (slika spodaj).



Povprečne letne ravni BaP se na vseh urbanih merilnih mestih gibljejo okoli predpisane ciljne vrednosti. Letni poteki ravni BaP kažejo, da so najvišje ravni izmerjene v kurilni sezoni.

BaP

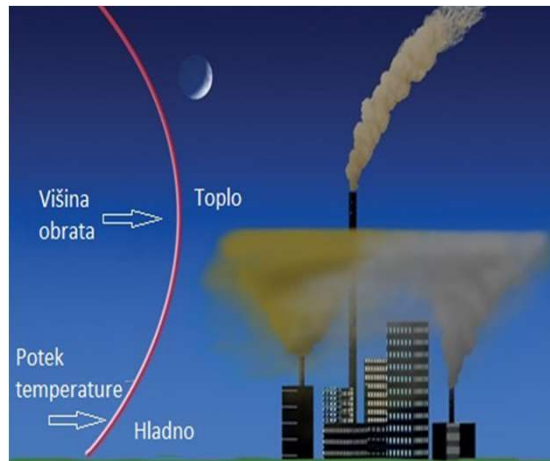
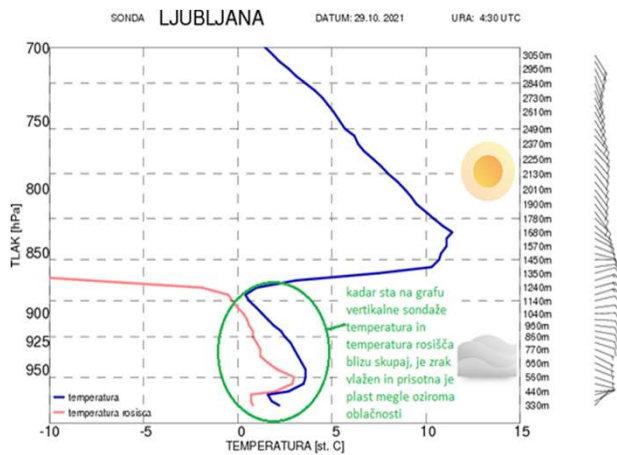


Glavni vir BaP predstavljajo izpusti iz zastarelih malih kurilnih naprav gospodinjstev na trda goriva.



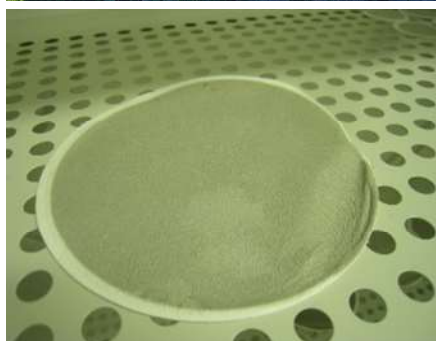
V Sloveniji so zaradi razgibanega reliefa in lege v zavetrju Alp predvsem v zimskem času pogoji za redčenje onesnaženja v zraku pogosto slabi.

VPLIV METEOROLOŠKIH RAZMER



Naraščanje temperature z višino deluje kot pokrov in ločuje zrak v kotlini od splošnih vremenskih dogajanj nad njim.

DOLOČITEV VIROV DELCEV PM₁₀



Vrsta parametrov	Analizirani parametri
Težke kovine	arzen (As), kadmij (Cd), svinec (Pb), nikelj (Ni), alumini (Al), kobalt (Co), krom (Cr), baker (Cu), galij (Ga), mangan (Mn), molibden (Mo), antimon (Sb), selen (Se), stroncij (Sr), talij (Tl), vanadij (V), cink (Zn), železo (Fe), srebro (Ag), barij (Ba), cezij (Cs), rubidij (Rb)
PAH	benzo(a)antracen, benzo fluoranteni, benzo(a)piren, dibenzo(ah)antracen, indeno(1,2,3-cd)piren
Ioni	anioni (sulfat SO ₄ ²⁻ , nitrat NO ₃ ⁻ , klorid Cl ⁻) in kationi (natrijev ion Na ⁺ , kalijev ion K ⁺ , amonijev ion NH ₄ ⁺ , magnezijev ion Mg ²⁺ , kalcijev ion Ca ²⁺)
	Organski ogljik (OC) in elementarni ogljik (EC)
	Levoglukoza

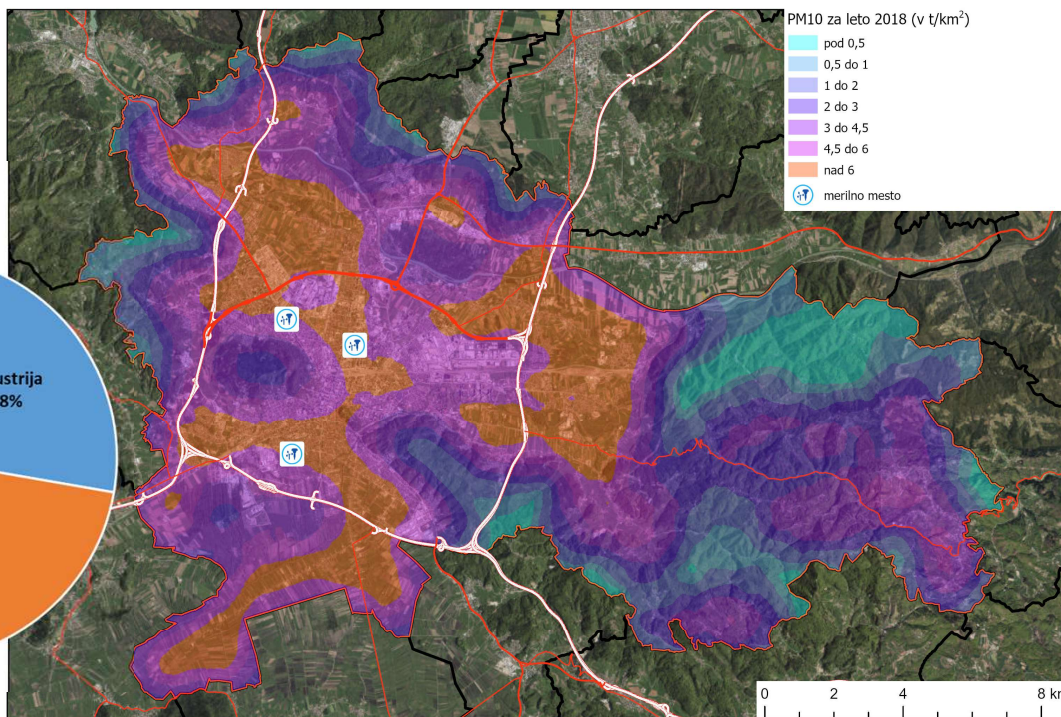
Kemijska analiza delcev PM₁₀ omogoča določitev virov.

V emisijski evidenci se sledi vsakemu viru emisij glede na njegovo prostorsko in časovno aktivnost delovanja.

Za pripravo je potrebna natančna analiza metodologije priprave, verifikacije vhodnih podatkovnih baz in validacija končne evidence.

Za vsak vir onesnaževal je značilen določen kemijski podpis, ki ga predstavlja specifična vsebnost kemijskih elementov ali spojin.

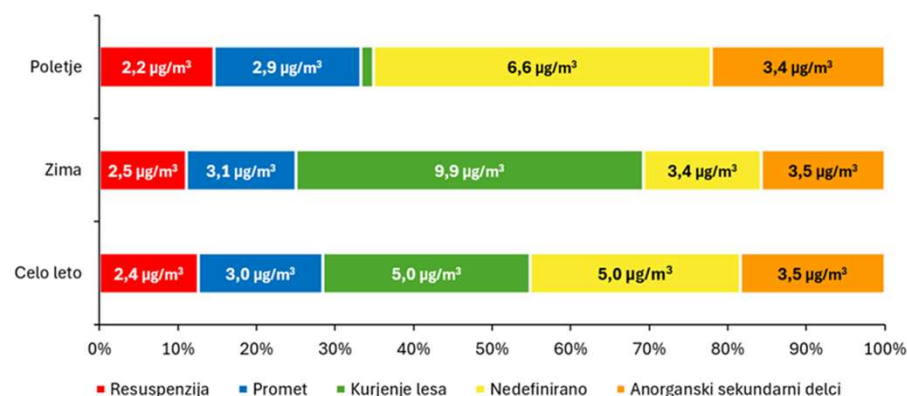
Najbolj zastopani kemijski parametri za določen vir tako predstavljajo značilne indikatorje, na podlagi katerih lahko identificiramo posamezne vire delcev.



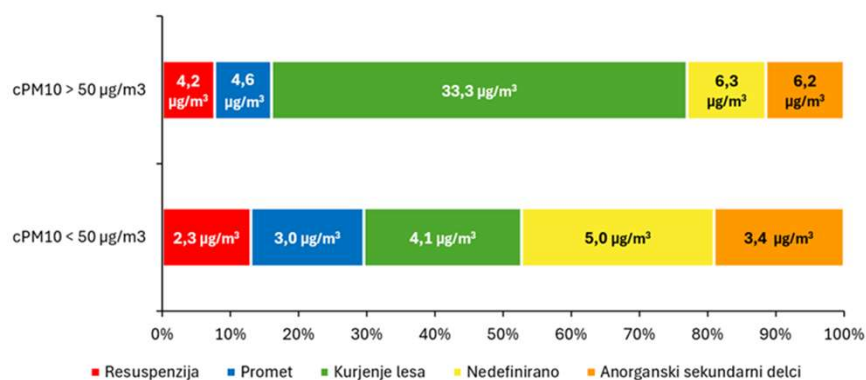
Vir onesnaženja	Značilni parametri
CESTNI PROMET	
Emisija izpusta	Br, Pb, Ba, EC, Mn, Cl, Zn, V, Ni, Se, Sb, As, PAH
Obraba pnevmatik	Zn, Cu, Sb, Co
Obraba zavor	Cu, Zn, Pb, Co, Mo
Prah na cesti zaradi prometa	EC, Al, Si, K, Ca, Ti, Fe, Zn
INDUSTRIJA	
Industrija železa in jekla	Pb
Rafinerija	V
Cementarna	Mg, Al, K, Ti, Mn, Fe
INDIVIDUALNA KURIŠČA	
Les	levoglukozan, PAH, EC, Ca, Na, K, Fe, Br, Cl, Cu, Rb
Premog	Se, As, OC, EC, Cr, Co, Cu, Al, S, P, Ga
Kurilno olje	EC, V, Ni
AEROSOLI IZ MORJA	
	Na, Cl, S, K
RESUSPENZIJA	
	Si, V, Cr, Ca, Ti, Sr, Al, Mn, Sc
MINERALNI PRAH	
	Si, Al, Ca, Mg
SEKUNDARNI DELCI	
Kmetijstvo	NH ₃
Premog, livarne	SO ₂
Izgorevanje	NO _x

Positive Matrix Factorization oz. PMF je statistični model, ki omogoča identifikacijo ter kvantifikacijo prispevkov posameznih emisijskih virov h ravnom delcev PM_{10} v zunanjem zraku.

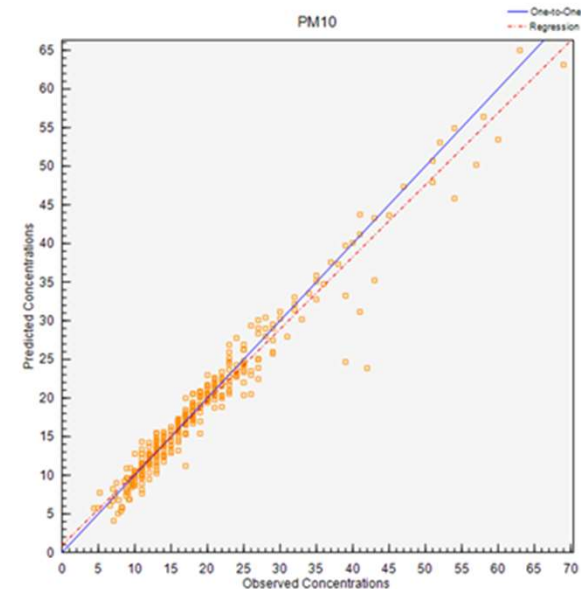
Prikaz porazdelitve posameznih virov emisij v odstotkih za delce PM_{10} za različna časovna obdobja za merilno mesto Ljubljana Vič v letu 2023.



V kurilni sezoni so gospodinjstva glavni vir izpustov delcev.

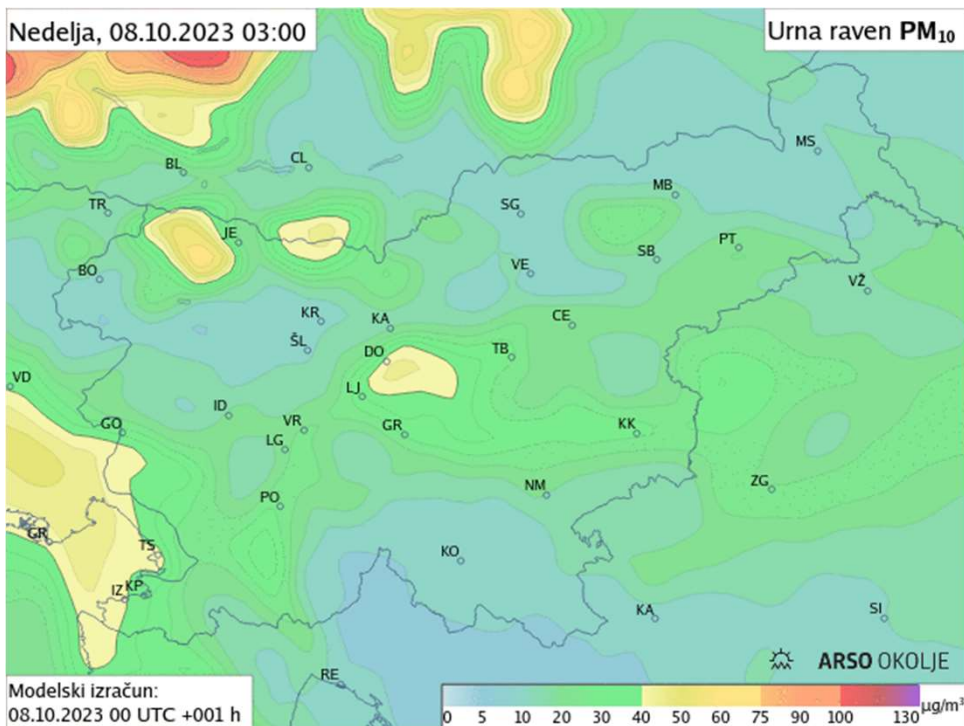


Prikaz porazdelitve virov delcev PM_{10} glede na njihovo raven nad in pod $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za merilno mesto Ljubljana Vič v letu 2023.



Ujemanje izmerjenih dnevni ravni delcev PM_{10} z izračunanim s statističnim modelom PMF, $r^2=0,95$

MODELIRANJE



REGIONALNI MODEL: ALADIN/SI-CAMx (disperzijsko fotokemijski model)

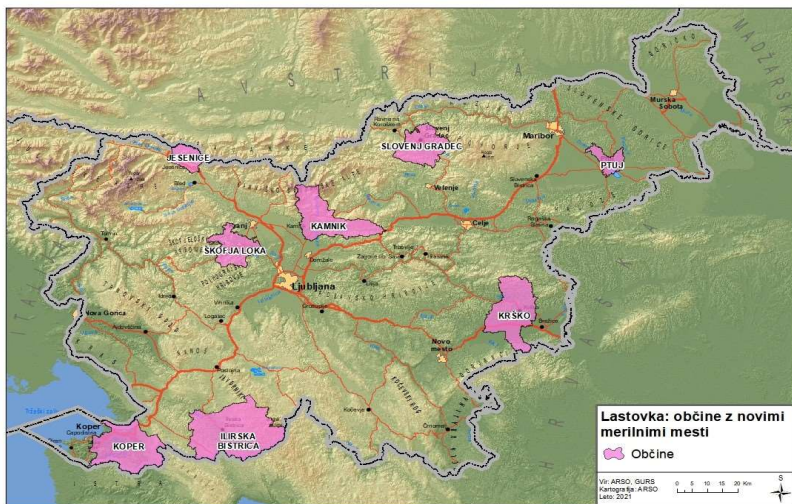
LOKALNI MODEL: GRAMM/GRAL

Napovedovanje in ocenjevanje kakovosti zunanega zraka, analiza epizod onesnaženja.

Kohezijski projekt LASTOVKA



3,6 mio EUR



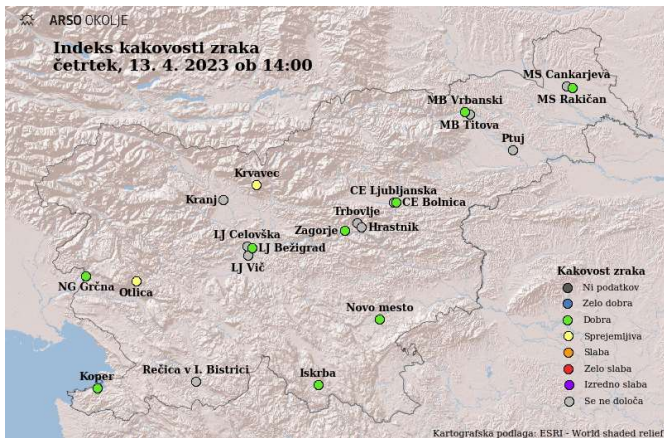
Zagotavljanje celovitega spremljanja stanja onesnaženosti zraka, priprava strokovnih podlag odločevalcem za načrtovanje in spremljanje izvajanja politik in ukrepov za izboljšanje kakovosti zraka in EU, opozarjanje državljanov glede onesnaženosti zunanega zraka ter seznanjanje s kakovostjo padavin.

Razširitev merilne mreže stalnih merilnih mest za kakovost zunanega zraka.

Mobilna postaja.

Prenova merilne mreže za spremljanje kakovosti padavin.

Vzpostavljeno opozarjanje državljanov glede onesnaženosti zunanega zraka na mobilnih napravah.



ARSO – osrednja institucija v Sloveniji za izvajanje pridobivanja in analiziranja podatkov s področja kakovosti zunanjega zraka ter obveščanja in opozarjanja javnosti.

Spletna stran Agencije, teletekst.

UPORABA PODATKOV

Mesečni bilten Naše okolje in Letno poročilo o kakovosti zunanjega zraka.

Poročanja na EEA, EMEP, GAW.



Onesnaženost zraka

Petek, 19. januarja 2024, med 12:00 in 13:00

Povprečne urne ravni onesnaževal

Merilno mesto	PM10	PM2.5	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO	NO _x	benzen
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Ljubljana	28	12	24	24	1	0,2	0,2	
Lj. Vič	28	12	24	24	1	0,2	0,2	
Novo mesto	28	12	24	24	1	0,2	0,2	
Rečica v I. Bistrici	28	12	24	24	1	0,2	0,2	
Iskrba	28	12	24	24	1	0,2	0,2	

Četrtek, 18. januarja 2024

Dnevne ravni onesnaževal

Merilno mesto	PM10	PM2.5	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO	NO _x	benzen
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
Ljubljana	28	12	24	24	1	0,2	0,2	
Lj. Vič	28	12	24	24	1	0,2	0,2	
Novo mesto	28	12	24	24	1	0,2	0,2	
Rečica v I. Bistrici	28	12	24	24	1	0,2	0,2	
Iskrba	28	12	24	24	1	0,2	0,2	

Zadnja posodobitev pred parimi minutami

ONESNAŽENOST ZRAKA

POVPREČNE KONCENTRACIJE (ZADNJIH 7 UR)

19. 01. 2024 13:42

	07h	08h	09h	10h	11h	12h	13h
LJ BEŽIGRAD							
SO ₂	-	-	-	-	-	-	-
NO ₂	16	28	19	14	12	12	15
CO	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	-	0,2
O ₃	31	20	36	-	53	58	59
PM ₁₀	<2	<2	4	<2	<2	<2	<2
LJ CELOVŠKA							
SO ₂	-	-	-	-	-	-	-
NO ₂	24	50	48	30	25	24	31
CO	-	-	-	-	-	-	-
O ₃	-	-	-	-	-	-	-
PM ₁₀	<2	<2	4	<2	<2	<2	2

Mejne vrednosti:
SO₂: 350µg/m³; O₃: 180µg/m³; NO₂: 200µg/m³

Vir: ARSO, avtomatski prenos

KLJUČNE AKTIVNOSTI ZA BOLJŠI ZRAK

Zmanjšanje ravni delcev (ukrepi sprejeti za izboljšanje kakovosti zraka obsegajo: spodbujanje učinkovite rabe energije in obnovljivih virov energije, spodbujanje trajnostne mobilnosti in prehod vanj ter druga področja, kot so trajnostna potrošnja in proizvodnja,..).

Zmanjšanje izpustov onesnaževal v zrak (sprejet Operativni program nadzora nad onesnaževanjem zraka).

Evropski zeleni dogovor (pravičen prehod v nizkoogljično gospodarstvo, pri čemer je raba naravnih virov ločena od gospodarske rasti).

Trend onesnaženosti zraka v zadnjih letih kaže na znižanje ravni onesnaževal.

Epizode z čezmerno onesnaženostjo z delci se pojavijo vsako kurilno sezono.

Lokalni izpusti kljub navideznemu izboljšanju kakovosti zraka še vedno ostajajo na visoki ravni.

Z majhnimi spremembami lahko vsak prispeva k boljši kakovosti zraka.

SKLEPI IN PRIPOROČILA

HVALA