



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Program ocenjevanja kakovosti zraka za obdobje 2022-2024

Program ocenjevanja kakovosti zraka

Ljubljana, februar 2022

Številka: 35924-1/2022

Izdajatelj: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana, Vojkova 1b

Odgovarja: mag. Jože Knez, generalni direktor

Avtorji: Mateja Gjerek, Tanja Koleša, Marijana Murovec, dr. Rahela Žabkar


Kartografija: Petra Krsnik

Datum: - 1. 03. 2022

Agencija RS za okolje
mag. Jože Knez
generalni direktor



Datum:

 Ministrstvo za okolje in prostor
mag. Andrej Vizjak
minister



A.	Program ocenjevanja kakovosti zraka	1
1.	Namen in cilji izvajanja programa ocenjevanja kakovosti zraka	1
2.	Ocenjevanje kakovosti zraka na stalnih vzorčevalnih mestih	1
a.)	Zahteve glede števila, namena in tipa vzorčevalnih mest v aglomeracijah in območjih v skladu s predpisom, ki ureja kakovost zraka, ter zahtevami Konvencije.....	1
b.)	Umestitev vzorčevalnih mest v aglomeracijah in na območjih, s kartografskim prikazom	2
c.)	Usmeritev in tip stalnih mest	2
d.)	Opis posameznega vzorčevalnega mesta: usmeritev, tip, koordinate, mikrolokacija, reprezentativnost, opis glavnih virov emisij v okolici in disperzijskih značilnosti mesta, nabor in vrsta meritev onesnaževal, nabor in vrsta meritev meteoroloških parametrov	2
e.)	Spremembe pri ocenjevanju kakovosti zraka na stalnih vzorčevalnih mestih glede na predhodni program ocenjevanja	4
f.)	Opis načrta zagotavljanja kakovosti meritev	4
g.)	Opis dokazovanja enakovrednosti z referenčnimi merilnimi metodami, kadar je to ustrezno ..	6
h.)	Opis informacijskega sistema s podatki o časovni resoluciji posameznih podatkov	6
i.)	Posredovanje in uvrstitev podatkov izvajanja ocenjevanja zraka lokalnih skupnosti ter obratovalnega monitoringa, ki vsebuje ocenjevanje kakovosti zraka v informacijski sistem okolja ..	7
j.)	Validiranje podatkov	10
3.	Meritve z mobilno postajo	10
a.)	Namen in cilji meritev	10
b.)	Opis postaje, nabora meritev in opreme	10
c.)	Načrt meritev z mobilno postajo	11
4.	Indikativne meritve	11
5.	Modeliranje kakovosti zraka	11
a.)	Namen in cilji modeliranja	11
b.)	Opis modelov	12
c.)	Priprava meteoroloških podatkov za modeliranje	13
d.)	Zagotovite vhodnih podatkov o izpustih	14
e.)	Načrt modeliranja	14
6.	Določanje preseganj mejnih vrednosti zaradi posipanja in soljenja cest	17
7.	Določanje preseganja mejnih vrednosti zaradi naravnih virov	17
8.	Določanje prispevkov posameznih virov k onesnaženosti zraka	18
9.	Raziskovalni projekti za podporo izboljšanja ocenjevanja kakovosti zraka in ukrepom za izboljševanje kakovosti zraka	19
B.	Program ocenjevanja kakovosti padavin	20
1.	Namen in cilji izvajanja programa ocenjevanja kakovosti	20
2.	Ocenjevanje kakovosti padavin na stalnih merilnih mestih	20
a.)	Zahteve glede števila, namena in tipa vzorčevalnih mest v aglomeracijah in območjih v skladu s predpisom, ki ureja kakovost padavin, ter zahtevami Konvencije	20
b.)	Umestitev vzorčevalnih mest v aglomeracijah in na območjih, s kartografskim prikazom	21

c.) Usmeritev in tip stalnih mest	22
d.) Opis posameznega vzorčevalnega mesta: usmeritev, tip, koordinate, mikrolokacija, reprezentativnost, opis glavnih virov emisij v okolici in disperzijskih značilnosti mesta, nabor in vrsta meritev onesnaževal, nabor in vrsta meritev meteoroloških parametrov	22
e.) Spremembe pri ocenjevanju kakovosti zraka na stalnih vzorčevalnih mestih glede na predhodni program ocenjevanja	24
f.) Opis načrta zagotavljanja kakovosti meritev	24
C. Potrebna finančna sredstva za izvajanje programa	26

A. Program ocenjevanja kakovosti zraka

1. Namen in cilji izvajanja programa ocenjevanja kakovosti zraka

Namen izvajanja programa je pridobiti zanesljive informacije za oceno kakovosti zunanjega zraka v Sloveniji. Ocenjevanje se izvaja v skladu z Uredbo o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18) in Pravilnikom o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17). Za spremljanje kakovosti zunanjega zraka v Republiki Sloveniji je v skladu z Zakonom o varstvu okolja zadolžena Agencija RS za okolje. Ker se v Sloveniji v zimskem obdobju soočamo s preseženimi dnevnimi mejnimi vrednostmi za delce PM₁₀, v poletnem obdobju pa s povišanimi vrednostmi ozona, je posebna pozornost namenjena tema dvema onesnaževaloma. Spremljanje delcev PM₁₀ se izvaja na več merilnih mestih, ker je poleg pereče problematike tudi večji vpliv lokalnih izpustov, ki so povezani predvsem z razširjeno uporabo lesne biomase v malih kurilnih napravah.

Rezultati meritev, ki jih Agencija RS za okolje pridobi z izvajanjem programa ocenjevanja kakovosti zraka, se uporabljajo za:

- ugotavljanje skladnosti z zakonsko predpisanimi vrednostmi,
- razvrstitev območij, aglomeracij in podobmočij glede onesnaženosti zraka,
- napovedovanje onesnaženosti zunanjega zraka z delci in ozonom,
- disperzijsko in receptorsko modeliranje,
- spremljanje učinkovitosti ukrepov na območjih s sprejetimi načrti.

Na Agenciji RS za okolje se je leta 2021 zaključil evropski kohezijski projekt Sinica – Nadgradnja sistema za spremljanje onesnaženosti zraka, ugotavljanje vzrokov čezmernih obremenitev in analizo učinkov ukrepov za izboljšanje. V okviru tega projekta smo nadgradili stara in vzpostavili nekatera nova stalna merilna mesta ter uvedli dodatne občasne meritve za izboljšanje informacije o prostorski porazdelitvi onesnaženosti. Poleg tega se je izdelala podrobna evidenca izpustov. Vpeljala so se tudi nova in nadgrajena orodja za disperzijsko in receptorsko modeliranje kakovosti zraka. V letu 2022 pričenjamo z novim evropskim kohezijskim projektom Lastovka - Sistem seznanjanja in opozarjanja državljanov o onesnaženosti zunanjega zraka. Projekt je zasnovan kot nadaljevanje projekta Sinica.

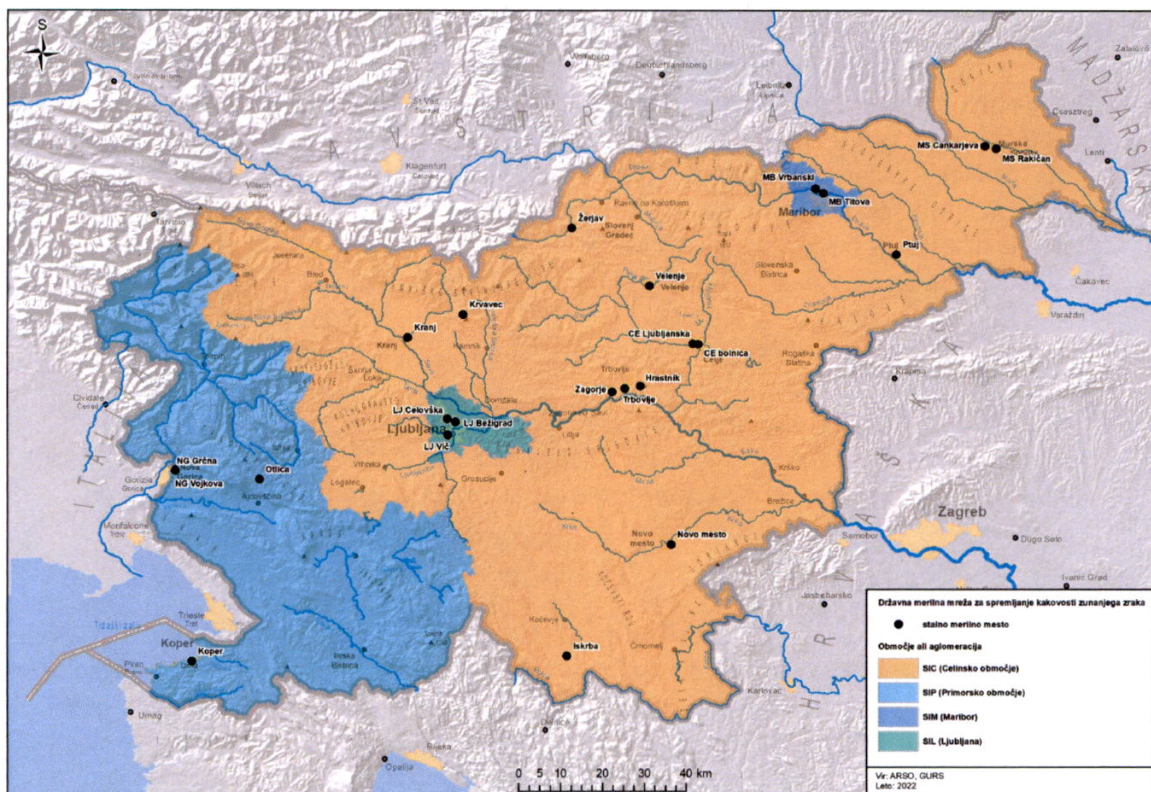
2. Ocenjevanje kakovosti zraka na stalnih vzorčevalnih mestih

a.) Zahteve glede števila, namena in tipa vzorčevalnih mest v aglomeracijah in območjih v skladu s predpisom, ki ureja kakovost zraka, ter zahtevami Konvencije

Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18) ter Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17) podrobno določata zahteve glede števila, namena in tipa vzorčevalnih mest v aglomeracijah in območjih. Na Agenciji RS za okolje izvajamo ocenjevanje kakovosti zraka na merilnih mestih, ki so postavljena v skladu s temi zahtevami.

b.) Umestitev vzorčevalnih mest v aglomeracijah in na območjih, s kartografskim prikazom

Slovenija je glede na Uredbo o kakovosti zunanjega zraka razdeljena za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka na dve aglomeraciji in dve območji, ki sta različni za težke kovine in za druga onesnaževala. Za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka glede ravni SO₂, NO₂, CO, O₃, benzena, PM₁₀, PM_{2,5} in benzo(a)pirena je Slovenija razdeljena na celinski (SIC) ter primorski (SIP) del. Na sliki 1 je kartografski prikaz merilnih mest po posameznih območjih. Za težke kovine je zaradi svoje specifičnosti iz območja celotne Slovenije izvzeta Zgornja Mežiška dolina, ki predstavlja svoje območje.



Slika 1: Merilna mreža kakovosti zunanjega zraka, območja in aglomeracije

c.) Usmeritev in tip stalnih mest

Državno merilno mrežo za spremljanje kakovosti zunanjega zraka trenutno sestavlja 23 merilnih mest. Od tega jih je 16 tipa ozadje, 6 prometno in eno industrijsko. V naslednjem poglavju so tabele z osnovnimi podatki o lokaciji merilnih mest in značilnostmi ter naborom onesnaževal, ki se jih meri na posameznem merilnem mestu.

d.) Opis posameznega vzorčevalnega mesta: usmeritev, tip, koordinate, mikrolokacija, reprezentativnost, opis glavnih virov emisij v okolici in disperzijskih značilnosti mesta, nabor in vrsta meritev onesnaževal, nabor in vrsta meritev meteoroloških parametrov

V tabeli 1 so predstavljena posamezna merilna mesta skupaj s koordinatami, tipom ter naborom merjenih onesnaževal.

Tabela 1: Območje, nadmorska višina (NV), koordinati (GKKy in GKKx), tip merilnega mesta, tip območja in značilnosti območja ter meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na stalnih merilnih mestih v letu 2022

Območje	Merilno mesto	NV	GKKy	GKKx	Tip mm	Tip območja	Značilnosti območja	SO ₂	O ₃	NO ₂ NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	Benzen	Težke kovine v PM ₁₀	PAH v PM ₁₀	EC/OC, ioni v PM _{2,5}	Hg	Meteorološki parametri
SIC (SITK*)	CE bolnica	240	520614	121189	B	U	R	+	+	+	+	+			+	+			+
SIC (SITK*)	CE Ljubljanska	240	519361	121312	T	U	R				+	+							+
SIC (SITK*)	Hrastnik	290	506805	111089	B	U	IR	+	+		+	+							+
SIC (SITK*)	Iskrba	540	489292	46323	B	R(REG)	N	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
SIP (SITK*)	Koper	56	399911	45107	B	U	R		+	+	+	+							+
SIC (SITK*)	Kranj	391	451356	122802	B	U	R				+	+							+
SIC (SITK*)	Krvavec	1740	464447	128293	B	R(REG)	N		+										+
SIL (SIL*)	LJ Bežigrad	299	462673	102490	B	U	RC	+	+	+	+	+	+	+	+	+			+
SIL (SIL*)	LJ Vič	293	460839	99383	B	U	RC				+	+							+
SIL (SIL*)	LJ Celovška	305	460697	103230	T	U	RC			+	+	+							+
SIM (SIM*)	MB Titova	270	550305	157414	T	U	RC			+	+	+		+	+	+			+
SIM (SIM*)	MB Vrbanski	280	548449	158498	B	U	R		+		+	+							+
SIC (SITK*)	MS Cankarjeva	189	588979	168768	T	U	R				+	+							+
SIC (SITK*)	MS Rakičan	188	591591	168196	B	R(NC)	A		+	+	+	+							+
SIP (SITK*)	NG Grčna	113	395909	91034	B	U	RC		+	+	+	+				+			+
SIP (SITK*)	NG Vojkova	104	395923	90794	T	U	R				+								
SIC (SITK*)	Novo mesto	214	514163	73066	B	U	R				+	+							+
SIP (SITK*)	Otlica	918	415980	88740	B	R(REG)	N		+										+
SIC (SITK*)	Ptuj	230	567737	142758	B	U	R				+	+							+
SIC (SITK*)	Trbovlje	250	503116	110533	B	S	RCI	+	+	+	+	+							+
SIC (SITK*)	Velenje	389	508928	135147	B	U	RCI				+								
SIC (SITK*)	Zagorje	241	500070	109663	T	U	RCI	+	+	+	+	+							+
SIC (SITK-ZMD*)	Žerjav	543	490348	149042	I	R	RA				+				+				

Območje: Območja in aglomeracije v Republiki Sloveniji glede na žveplov dioksid, dušikove dioksid, dušikove okside, delce PM₁₀ in PM_{2,5}, benzen, ogljikov monoksid in benzo(a)piren: SIL=aglomeracija Ljubljana, SIM=aglomeracija Maribor, SIC=celinsko območje, SIP=primorsko območje; * Območja in aglomeracije v Republiki Sloveniji glede na svinec, arzen, kadmij in nikelj: SIL=aglomeracija Ljubljana, SIM=aglomeracija Maribor, SITK=območje težke kovine, SITK-ZMD=območje Zgornje Mežiške doline; **Tip merilnega mesta:** B=ozadje (background), T=prometno (traffic), I=industrijsko; **Tip območja:** U=mestno (urban), S=predmestno (suburban), R=podeželsko (rural), NC=nacionalno, REG=regionalno; **Značilnosti območja:** R=stanovanjsko (residential), C=poslovno (commercial), I=industrijsko, A=kmetijsko (agricultural), N=naravno

e.) Spremembe pri ocenjevanju kakovosti zraka na stalnih vzorčevalnih mestih glede na predhodni program ocenjevanja

V predhodnem programu ocenjevanja kakovosti zraka niso bile zajete spremembe, ki so se zgodile v vmesnem času, v letih 2019 -2021. V nadaljevanju so opisane večje spremembe v merilni mreži na stalnih merilnih mestih.

2019

V Celju smo 8.11.2019 pričeli z meritvami PM_{2,5}. Konec leta 2019 smo pričeli z meritvami delcev PM₁₀ na merilnih mestih Ptuj in Maribor Vrbski plato. 1.10.2019 so bile začasno ukinjene vse meritve na merilnem mestu Hrastnik zaradi prenove merilnega mesta v projektu Sinica. V sredini decembra 2019 je pričela z obratovanjem merilna postaja v Novi Gorici Grčna. To je bila prva prenovljena postaja v okviru projekta Sinica.

2020

V letu 2020 so bile v projektu Sinica prenovljene naslednje postaje : CE Bolnica, Hrastnik, Zagorje, MB Vrbski, MS Rakičan, Krvavec, Otlica in MB Titova. Na novo so bile uvedene avtomatske meritve na merilnih mestih: Novo mesto in Ptuj. Merilno mesto Lj Celovška je nadomestilo meritve na merilnem mestu LJ Gospodarsko Razstavišče, ki je bilo v začetku leta ukinjeno.

2021

V letu 2021 so bile prenovljene še postaje: LJ Bežigrad, Iskrba, Trbovlje, Žerjav, NG Vojkova, Koper Nove avtomatske meritve delcev so bile uvedene na merilnih mestih: Kranj, MS Cankarjeva, CE Ljubljanska in LJ Vič. V letu 2021 smo zaključili s prenovo vseh merilnih mest v okviru projekta Sinica. V Desklah smo v letu 2021 izvajali meritve z mobilno postajo.

f.) Opis načrta zagotavljanja kakovosti meritev

Izvajanje spremljanja kakovosti zunanjega zraka opredeljuje Pravilnik o zagotavljanju kakovosti podatkov z merilnih mrež ARSO PKM-VSI-001 in navodilo Obvladovanje merilne opreme monitoringa kakovosti zraka PRO-KAZ-011. Periode kalibracij so opredeljene v navodilu Obvladovanje merilne opreme monitoringa kakovosti zraka PRO-KAZ-011 in Navodilu o obvladovanju avtomatskih postaj SOP-VSI-002.

Agencija RS za okolje je v skladu z omenjenim pravilnikom dolžna vzdrževati, servisirati in kalibrirati merilno opremo ter nadzorovati njeno delovanje. Obvladovanje merilne opreme je eden najpomembnejših stebrov zagotavljanja kakovosti podatkov monitoringa zraka. Agencija RS za okolje glede meritev zagotavlja:

- sledljivost vseh meritev skladu z zahtevami iz oddelka 5.6.2.2 SIST EN ISO/IEC 17025,
- vzdrževanje in nadzor sistema kakovosti,
- sodelovanje v sorodnih programih zagotavljanja kakovosti, poročanje podatkov,
- akreditacijo Umerjevalnega laboratorija in Kemijsko analitskega laboratorija v skladu s SIST EN ISO/IEC 17025,
- udeležbo obeh laboratorijev v primerjalnih meritvah.

Merilniki se preverjajo oziroma umerjajo na terenu in v laboratoriju Agencije RS za okolje. Umerjevalni laboratorij je akreditiran po standardu SIST EN ISO/IEC 17025 od leta 2005. Agencija RS za okolje ima tudi veljaven status referenčnega laboratorija za področje kakovosti zunanjega zraka (mednarodni nivo) in kot taka sodeluje v evropskem združenju AQUILA – mreže referenčnih laboratorijev za kakovost zraka.

Pri umerjanju in tudi pri spremljanju kakovosti zunanjega zraka se zagotavlja sledljivost meritev do nacionalne oziroma mednarodne ravni z nabavo referenčnih materialov, z umerjanjem plinskih mešanic v jeklenkah in analizatorjev v izbranem akreditiranem laboratoriju ter s sodelovanjem v mednarodnih medlaboratorijskih primerjalnih meritvah.

Tabela 2: Frekvenca kalibracije oz. preverjanja merilnikov

Onesnaževalo	Frekvenca kalibracije oz. preverjanja
SO ₂ , NO ₂ , NO _x , O ₃	vsake 3 mesece (2 točkovna) na terenu 1-krat letno (večtočkovna) v laboratoriju
benzen	vsake 3 mesece (1 točkovna) na terenu
delci PM ₁₀ oz. PM _{2,5}	nastavitev offseta ničelnega odziva vezja, preverjanje tesnosti merilne poti, nastavitev občutljivosti merilnega senzorja, preverjanje hitrosti delcev v merilni celici in preverjanje pretoka vzorca vsake 3 mesece pri merilnikih Horiba APDA 372 preverjanje pretoka, temperature in tlaka vsake 3 mesece pri gravimetričnih merilnikih

Kemijske analize delcev in padavin, z izjemo določanja živega srebra, izvaja Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje. Za meritve pH vrednosti, električne prevodnosti, anorganskih ionov, masnih koncentracij, težkih kovin in policikličnih organskih ogljikovodikov je laboratorij akreditiran v skladu s standardom SIST EN ISO/IEC 17025. Obseg akreditacije Kemijsko analitskega laboratorija je naveden na spletnem mestu Slovenske akreditacije.

V nadaljevanju so predstavljene referenčne metode za ocenjevanje ravni posameznih onesnaževal. Agencija RS za okolje v državni merilni mreži uporablja merilnike, katerih metoda je v skladu s spodaj navedenimi standardi.

Referenčna metoda za merjenje žveplovega dioksida

Standard SIST EN 14212:2012 - Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določevanje koncentracije žveplovega dioksida z ultravijolično fluorescenco.

Referenčna metoda za merjenje dušikovega dioksida in dušikovih oksidov

Standard SIST EN 14211:2012 – Kakovost zunanjega zraka - Standardna metoda za določevanje koncentracije dušikovih oksidov - Kemoluminiscenčna metoda.

Referenčna metoda za merjenje ogljikovega monoksida

Standard SIST EN 14626:2012 - Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določevanje koncentracije ogljikovega monoksida z nedisperzivno infrardečo spektroskopijo.

Referenčna metoda za merjenje ozona

Standard SIST EN 14625:2012 - Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določevanje koncentracije ozona z ultravijolično fotometrijo.

Referenčna metoda za vzorčenje in merjenje benzena

Standard SIST EN 14662-3:2015 - Standardna metoda za določevanje koncentracije benzena - 3. del: Avtomatsko vzorčenje s črpanjem in določevanje s plinsko kromatografijo na kraju samem (in situ).

Referenčna metoda za vzorčenje in merjenje delcev PM₁₀ in PM_{2,5}

Standard SIST EN 12341:2014 - Zunanji zrak - Standardna gravimetrijska metoda za določevanje masne koncentracije frakcije lebdečih delcev PM₁₀ ali PM_{2,5}

Meritve delcev PM_{2,5} in PM₁₀ izvajamo z referenčnimi merilniki. Uporabljamo steklene ali kvarčne filtre. Časovna ločljivost je 24 ur. Menjava filtrov poteka avtomatsko, ob 00.00 uri po lokalnem času.

Referenčna metoda za vzorčenje in merjenje arzena, kadmija, niklja in svinca v delcih PM₁₀

Standard SIST EN 14902:2005 - Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določevanje Pb, Cd, As in Ni v frakciji PM₁₀ lebdečih delcev.

Metoda za vzorčenje in analizo policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) v PM₁₀

Standard SIST EN 15549:2008 – Kakovost zraka – Standardna metoda za določevanje koncentracije benzo(a)pirena (BaP) v zunanjem zraku. Tudi ostali policiklični aromatski ogljikovodiki se določajo s to metodo.

Vzorčenje in analiza ionov v delcih PM_{2,5} in PM₁₀

Standard SIST-TP CEN/TR 16269:2011 - Kakovost zunanjega zraka - Vodilo za merjenje anionov in kationov v frakciji PM_{2,5}.

Vzorčenje in analiza OC/EC v delcih PM_{2,5} in PM₁₀

Standard SIST-TP CEN/TR 16243:2011 – Kakovost zunanjega zraka - Vodilo za merjenje elementarnega ogljika (EC) in organskega ogljika (OC), zbranega na filtru.

Metoda za vzorčenje in analizo elementarnega živega srebra v zunanjem zraku

Referenčna metoda za merjenje elementarnega živega srebra v zunanjem zraku je avtomatizirana metoda, ki temelji na atomski absorpcijski spektrometriji ali atomski fluorescenčni spektrometriji.

g.) Opis dokazovanja enakovrednosti z referenčnimi merilnimi metodami, kadar je to ustrezno

Agencija RS za okolje za žveplov dioksid, dušikov dioksid in dušikove okside, PM₁₀, PM_{2,5}, svinec, benzen ter ogljikov monoksid uporablja izključno referenčne merilne metode, zato ni potrebe po dokazovanju enakovrednosti.

Meritve delcev PM₁₀ izvajamo z referenčno metodo, kjer dobimo dnevne podatke z nekajdnevnim zamikom in tudi z nereferenčno avtomatsko metodo, ki je sicer manj točna, vendar so podatki na voljo v realnem času. Te urne podatke uporabljamo za obveščanje javnosti, podatke s še krajšo časovno resolucijo pa za analizo obdobj s prekomerno onesnaženostjo, ne pa za določanje skladnosti z mejnimi vrednostmi.

h.) Opis informacijskega sistema s podatki o časovni resoluciji posameznih podatkov

V letu 2021 smo zaključili s prenovo vseh merilnih mest v okviru projekta Sinica. Razvita je bila popolnoma nova programska oprema za komunikacijo z merilniki in prenosom podatkov. Osnovni podatki z avtomatskih postaj so sedaj v 10 minutni resoluciji, prej 30 minutni. Hkrati pa lahko sedaj sproti spremljamo tudi vse spremljevalne parametre o delovanju merilnikov. V okviru te prenove je bila razvita aplikacija aqobervis za spremljanje vseh meritev na merilnih postajah.

V projektu Sinica, ki je bil zaključen v letu 2021, je bil razvit popolnoma nov informacijski sistem za spremljanje vseh meritev in spremljevalnih parametrov. V začetku leta 2022 sistem še ni funkcionalno

operativen. Prepisujejo se sprotni in stari podatki, izvajajo se kontrole podatkov, pripravljajo se potrebne aplikacije. Vsi podatki so shranjeni v relacijski bazi Oracle. V stari, še ne prenovljeni bazi so zbrani tudi ostali podatki, ki omogočajo spremljanje delovanja celotne merilne mreže: ISMM – informacijski sistem merilnih mrež.

V spodnji tabeli je navedena časovna enota podajanja vrednosti za posamezna onesnaževala, ki je zakonsko določena. Vzorčenje na postajah je sedaj 10s, podatki se nekaj časa shranjujejo na postaji. Osnovni zajem podatkov z avtomatskih merilnikov, ki se sedaj shranjuje v relacijski bazi na ARSO je 10 minutni. Iz osnovnih podatkov se izračunajo urne oziroma dnevne vrednosti, ki so podlaga za oceno kakovosti zraka.

Tabela 3: Časovna enota podajanja posameznih onesnaževal in enota podajanja vrednosti

Onesnaževalo	Enota	Časovna enota
SO ₂	µg/m ³	1 ura
NO ₂		
CO	mg/m ³	
O ₃	µg/m ³	
VOC		
Delci PM ₁ , PM _{2,5} , PM ₄ , PM ₁₀ z avtomatskega merilnika		
Delci PM ₁₀ in PM _{2,5} izmerjeni z gravimetrijo	µg/m ³	24 ur
Ioni v delcih PM _{2,5} in PM ₁₀		
EC/OC v delcih PM _{2,5}		
Kovine v delcih PM ₁₀	ng/m ³	
PAH v delcih PM ₁₀		
Levoglukoza v PM ₁₀		
Hg		

- i.) Posredovanje in uvrstitev podatkov izvajanja ocenjevanja zraka lokalnih skupnosti ter obratovalnega monitoringa, ki vsebuje ocenjevanje kakovosti zraka v informacijski sistem okolja

Poleg rezultatov meritev Državne merilne mreže za spremljanje kakovosti zunanjega zraka na Agencijo RS za okolje mesečno posredujejo rezultate meritev kakovosti zraka tudi iz drugih merilnih mrež. Te podatke mesečno objavljamo v biltenu Naše okolje in v letnem poročilu Kakovost zraka v Sloveniji, vendar jih ne posredujemo na Evropsko okoljsko agencijo. V tabeli 4 so navedene merilne mreže in institucija, ki posreduje podatke in je za njih tudi odgovorna. V tabeli 5 so predstavljena posamezna vzorčevalna mesta iz te dodatne merilne mreže skupaj s koordinatami, tipom ter naborom onesnaževal.

Tabela 4: Dopolnilna merilna mreža kakovosti zraka

Merilna mreža	Podatke posređoval in odgovarja za meritve
EIS TEŠ, EIS TEB, OMS Ljubljana, MO Celje, Občina Medvode	Elektroinštitut Milan Vidmar
MO Maribor, Občina Miklavž na Dravskem polju, Občina Ruše, MO Ptuj	Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano
EIS Anhovo	Služba za ekologijo podjetja Anhovo

LEGENDA:

EIS TEŠ	Ekološko informacijski sistem Termoelektrarne Šoštanj
EIS TEB	Ekološko informacijski sistem Termoelektrarne Brestanica
MO Maribor	Merilna mreža Mestne občine Maribor
EIS Anhovo	Ekološko informacijski sistem podjetja Anhovo
OMS Ljubljana	Okoljski merilni sistem Mestne občine Ljubljana
MO Celje	Merilna mreža Mestne občine Celje
MO Ptuj	Merilna mreža Mestne občine Ptuj

Tabela 5: Območje, nadmorska višina (NV), koordinati (GKKy in GKKx), tip merilnega mesta, tip območja in značilnosti območja ter meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na stalnih merilnih mestih v letu 2022

Območje	Merilna mreža	Merilno mesto	NV	GKKy	GKKx	Tip mm	Tip območja	Značilnosti območja	SO ₂	O ₃	NO ₂ NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	Benzen	Meteo. parametri
SIL	OMS Ljubljana	LJ Center	300	461919	101581	T	U	RC	+		+	+	+	+	+
SIC	Občina Medvode	Medvode	346	474584	100891	B	S	R				+		+	
SIM	MO Maribor	MB Tezno	268	552539	154068	B	U	R		+	+	+			+
SIM	MO Maribor	Pohorje	725	544682	148933	B	R	A		+					
SIC	Občina Miklavž na Dravskem polju	Miklavž na Dravskem polju	260	554400	151105	T	R	R				+			
SIC	Občina Ruše	Ruše	302	539870	155217	B	R	RC				+			
SIC	EIS TEŠ	Šoštanj	362	504504	137017	I	S	I	+		+	+	+		+
SIC	EIS TEŠ	Škale	423	507764	138457	B	S	IR	+		+	+	+		+
SIC	EIS TEŠ	Topolšica	399	501977	140003	B	S	IR	+						+
SIC	EIS TEŠ	Veliki Vrh	555	503542	134126	I	R(REG)	A	+						+
SIC	EIS TEŠ	Zavodnje	765	500244	142689	I	R(REG)	A	+	+	+				+
SIC	EIS TEŠ	Velenje	389	508928	135147	B	U	RCI	+	+					+
SIC	EIS TEŠ	Graška gora	774	509905	141184	I	R(REG)	A	+						+
SIC	EIS TEŠ	Pesje	391	506513	135806	B	S	IR	+			+	+		
SIC	EIS TEB	Sv.Mohor	390	537299	93935	B	R	A	+	+	+				+
SIC	MO Ptuj	Spuhlja	219	570182	141322	T	S	R				+			
SIC	MO Celje	AMP Gaji	240	522888	122129	B	U	IC	+		+	+			
SIP	Salonit	Morsko	130	394670	104013	B	R	AI				+			
SIP	Salonit	Gorenje Polje	120	393887	103094	B	R	AI				+			

Območje: Območja in aglomeracije v Republiki Sloveniji glede na žveplov dioksid, dušikove dioksid, dušikove okside, delce PM₁₀ in PM_{2,5}, benzen, ogljikov monoksid in benzo(a)piren: SIL=aglomeracija Ljubljana, SIM=aglomeracija Maribor, SIC=celinsko območje, SIP=primorsko območje; **Tip merilnega mesta:** B=ozadje (background), T=prometno (traffic), I=industrijsko; **Tip območja:** U=mestno (urban), S=predmestno (suburban), R=podeželjsko (rural), NC=nacionalno, REG=regionalno; **Značilnosti območja:** R=stanovanjsko (residential), C=poslovno (commercial), I=industrijsko, A=kmetijsko (agricultural), N-naravno

j.) Validiranje podatkov

Nadzor nad stalnimi meritvami izvajamo s pomočjo nove programske opreme *Kontrola_AMP*, ki je nastala v okviru projekta Sinica oziroma se še nadgrajuje. Program omogoča redno spremljanje podatkov o kakovosti zraka z avtomatskih merilnih postaj. Za kontrolo podatkov o ravneh delcev in padavin se aplikaciji še razvijata. Za spremljanje delovanja merilnikov je bila v okviru projekta Sinica razvita programska oprema aqobervis, kjer je možen pregled delovanja postaje, delovanja merilnikov, hkrati pa je možen tudi pregled vseh meritev kakovosti zraka in meteoroloških meritev.

Splošni pregled delovanja avtomatske merilne opreme izvajamo večkrat dnevno. Pred objavo podatkov v mesečnem biltenu Naše okolje ponovno preverimo vse meritve za pretekli mesec in jih ponovno ovrednotimo. Sledi še letni pregled podatkov, ki podatkom dodeli status dokončen. Podatki, ki jih objavljamo na spletni strani ARSO, v mesečnem biltenu Naše okolje, na teletekstu RTV Slovenija in jih pošiljamo našim naročnikom in različnim institucijam imajo status začasnih podatkov. Z objavo podatkov v letnem poročilu le-ti pridobijo status dokončnih podatkov.

Nadzor nad delovanjem merilne opreme izvaja odgovorna oseba v Sektorju za kakovost zraka, ki je zadolžena za kontrolo podatkov in odgovorna oseba v Sektorju za vzdrževanje in razvoj merilnih mrež. Nadzor se izvaja vsakodnevno, v jutranjih urah in tekom dneva. V primeru izpadov podatkov in kakršnih koli nepravilnosti na merilnem mestu v najkrajšem možnem času skupaj z odgovorno osebo preverimo vzrok izpada oz. nepravilnosti in skušamo napako odpraviti sami. V primeru, da napake ne moremo odpraviti sami, se obvesti pooblaščenega serviserja. Nepravilnosti o delovanju postaj evidentiramo v obratovalnih dogodkih informacijskega sistema merilnih mrež.

3. Meritve z mobilno postajo

a.) Namen in cilji meritev

Namen občasnih meritev je pridobiti podatke o kakovosti zraka v krajih oziroma na območjih, ki niso zajeta v Državni merilni mreži za spremljanje kakovosti zunanjega zraka. Ker nas pri kakovosti zunanjega zraka zanima zlasti vpliv škodljivih snovi iz industrijskih objektov, prometa in razpršenih virov na zdravje ljudi, vegetacijo in materiale, občasne meritve izvajamo pretežno v naseljih, v bližini prometnih cest in v bližini večjih industrijskih virov onesnaženja.

b.) Opis postaje, nabora meritev in opreme

Poleg mobilne ekološke-meteorološke postaje smo v okviru projekta Sinica sprojektirali mini postaje, ki omogočajo meritve delcev, črnega ogljika in meteoroloških parametrov in se jih lahko po potrebi uporablja za občasne meritve.

Občasne meritve se izvaja na enem merilnem mestu toliko časa (najmanj 1 mesec), da dobimo reprezentativen niz podatkov, ki jih lahko upoštevamo pri izdelavi ocen stanja kakovosti zraka na izbranem območju. Zaradi primerjave z zakonsko predpisanimi standardi, je najbolje, če se občasne meritve izvajajo celotno koledarsko leto.

Na mobilni in mini postaji merimo iste veličine z enakimi merilnimi instrumenti kot na merilnih mestih stalne avtomatske merilne mreže. Nabor merjenih onesnaževal spreminjamo po potrebi. Hkrati z meritvami onesnaženosti zraka spremljamo tudi meteorološke meritve.

c.) Načrt meritev z mobilno postajo

Program meritev mobilne postaje in mini postaj na letni ravni uskladimo glede na potrebe in naloge sektorja.

4. Indikativne meritve

Indikativne meritve skladno z zakonodajo dopolnjujejo meritve na stalnih merilnih mestih, ki se izvajajo neprekinjeno ali z naključnim vzorčenjem, za določitev ravni v skladu s cilji kakovosti podatkov. Na Agenciji RS za okolje trenutne ne izvajamo in tudi ne planiramo izvajanja indikativnih meritev.

5. Modeliranje kakovosti zraka

Direktiva 2008/50/ES o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo oziroma Uredba o kakovosti zunanjega zraka in Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka vzpodbujajo uporabo modelov na področju kakovosti zunanjega zraka v naslednje namene:

- Modeliranje se lahko uporablja za potrebe ocenjevanja kakovosti zunanjega zraka. Za ravni onesnaženosti pod zgornjim ocenjevalnim pragom se modeliranje lahko uporabi v kombinaciji z meritvami, za ravni pod spodnjim ocenjevalnim pragom pa se lahko uporabijo tudi le tehnike modeliranja. Tako je s pomočjo uporabe ustreznega modeliranja možno zmanjšati število merilnih mest.
- Modelska orodja so lahko zelo koristna pri pripravi kratkoročnih in dolgoročnih načrtov za izboljšanje kakovosti zunanjega zraka. Uporaba modelov se vzpodbuja pri določanju virov onesnaženja, kot na primer za določanje čezmejnega transporta in prispevka naravnih virov k onesnaženosti zraka.
- Modeli so nepogrešljivi pri napovedovanju kakovosti zunanjega zraka. Napovedovanje kakovosti zraka se zahteva v primeru pričakovanih preseganj opozorilne oziroma mejne vrednosti.

Uporaba modelov zahteva strokovno implementacijo in interpretacijo dobljenih rezultatov, rezultati modeliranja pa morajo biti ustrezno preverjeni in njihova verodostojnost potrjena.

a.) Namen in cilji modeliranja

Namen in cilji uporabe modelskih orodij na Agenciji RS za okolje so naslednji:

- Priprava kart onesnaženosti zunanjega zraka na letni in mesečni ravni za onesnaževala PM₁₀, PM_{2,5}, O₃, NO₂ za celotno Slovenijo, torej ocena onesnaženosti tudi za območja, kjer se meritve ne izvajajo. Osnova za pripravo kart so modelski izračuni ALADIN/SI-CAMx, dopolnjeni s tehnikami združevanja podatkov (angl. data fusion), ki modelske rezultate združi z rezultati meritev.

- Priprava modelskih napovedi kakovosti zunanjega zraka za tekoči in naslednji dan za namen opozarjanja ranljivih skupin prebivalstva in vzpodbujanja kratkoročnih ukrepov za izboljšanje kakovosti zunanjega zraka. V primeru O₃ se modelska napoved neposredno izda javnosti, v primeru PM₁₀, je modelska napoved v pomoč pri pripravi uradne napovedi za javnost. Za ta namen se uporablja ALADIN/SI-CAMx modelski sistem, ki se stalno nadgrajuje in dopolnjuje. Vzpostavljen je tudi statističen model za napovedovanje na osnovi zgodovinskih podatkov o izmerjenih ravneh onesnaževal ob različnih meteoroloških pogojih.
- Izboljšanje razumevanja epizod onesnaženja in poznavanja razlogov zakaj do epizod pride s pomočjo modelskih izračunov meteorološkega modela ALADIN/SI in disperzijsko-fotokemijskega modela CAMx. Vzpostavili smo tudi prvo različico orodij SHERPA in RIAT+, ki omogočata analizo učinkovitosti ukrepov za zmanjšanje izpustov.
- Ocena dodatne obremenitve kakovosti zunanjega zraka v postopkih izdaje okoljevarstvenih dovoljenj. V ta namen imamo vzpostavljena modelska sistema CALMET/CALPUFF in GRAMM/GRAL, s katerim lahko ocenimo vpliv izpustov na kakovost zraka v neposredni okolici virov onesnaženja.

b.) Opis modelov

Modeli so matematična orodja s katerimi ocenjujemo ravni onesnaževal v zraku, ki so posledica izpustov iz različnih virov onesnaženja. Običajno temeljijo na opisu fizikalnih in kemijskih procesov v ozračju, lahko pa so modeli osnovani tudi na statističnih relacijah. V nadaljevanju so predstavljeni regionalni model ALADIN/SI-CAMx, statistični model za delce PM₁₀ in ozon ter modela lokalne skale CALMET/CALPUFF in GRAMM/GRAL.

ALADIN/SI-CAMx

Model CAMx (Copenhensive Air quality Model with extentions) je Agencija Združenih držav za varstvo okolja (US EPA) odobrila za modeliranje ozona in delcev v različnih časovnih in prostorskih ločljivostih. Gre za kompleksen Eulerski disperzijsko-fotokemijski model, ki s pomočjo reševanja enačb v mreži točk za vsako kemijsko spojino simulira disperzijo, kemijske pretvorbe in izpad onesnaževal iz troposfere preko suhe depozicije in izpiranja s padavinami. Kemijske pretvorbe so upošteevane z reševanjem sistema enačb kemijskih reakcij. Sedaj vzpostavljen modelski sistem uporablja SAPRC07TC kemijski mehanizem.

Statistični model za delce PM₁₀ in ozon

Za potrebe napovedovanja najvišjih dnevni urnih ravni ozona in dnevni povprečij delcev PM₁₀ za tekoči in naslednji dan je vzpostavljen statistični model, ki v topli polovici leta (april-september) napoveduje najvišjo dnevno koncentracijo ozona za 12 krajev po Sloveniji, v hladni polovici leta (oktober-december ter januar-marec) pa napoveduje dnevno povprečje PM₁₀ za 11 krajev po Sloveniji. Statistično napovedovanje poteka preko regresijskih enačb ločeno po posameznih krajih. Regresijske enačbe raven onesnaženosti izračunavajo iz podatkov o izmerjeni kakovosti zraka v jutranjih urah in tekom preteklega dne, iz izmerjenih vrednosti meteoroloških spremenljivk na lokacijah merilnih mest, iz trajektorij zraka napovedanih z modelom ALADIN-SI in iz ECMWF napovedi meteoroloških spremenljivk v stolpcu zraka v izbrani točki v bližini merilnega mesta.

CALMET/CALPUFF

Modelska sistema CALMET/CALPUFF je sestavljen iz diagnostičnega vetrovnega modela CALMET in Lagrangevega paketnega modela za računanje disperzije onesnaževal CALPUFF. Opis pobočnih vetrov, kinematičnih učinkov in blokiranja vetrovnega toka zaradi topografije ter vgrajen mikro-meteorološki model za izračun višine prizemne plasti zraka (tudi nad vodnimi površinami) omogoča uporabo CALMET modela tudi nad kompleksnim terenom.

GRAMM/GRAL

Modelski sistem GRAMM/GRAL je sestavljen iz meteorološkega modula GRAMM in disperzijskega Lagrangevega modula GRAL. Omogočena je tako poenostavljena konfiguracija za izračune nad ravnim terenom kot konfiguracija v kompleksnem terenu z izračunom prostorsko in časovno spremenljivih vetrov visoke ločljivosti ob upoštevanju lokalne topografije in rabe tal. Predvidena je tudi možnost vključitve vpliva stavb na obtekanje vetra in disperzijo onesnaževal. Možen je tako zagon modela na podlagi klasifikacije vremenskih situacij kot kontinuiran zagon preko obravnavanega časovnega obdobja.

c.) Priprava meteoroloških podatkov za modeliranje

ALADIN/SI-CAMx

Model CAMx je sklopljen z operativnim meteorološkim modelom ALADIN/SI, ki zagotavlja najboljši razpoložljiv modelski opis meteoroloških pogojev na širšem območju Slovenije. Vhod v model CAMx so meteorološka polja naslednjih spremenljivk: zračni tlak, temperatura zraka, hitrost in smer vetra, specifična vlaga, oblačna in padavinska voda ter koeficient vertikalne turbulentne difuzivnosti. Časovna ločljivost meteoroloških polj je 1 h, krajevna ločljivost (4,4 km x 4,4 km) pa sovпада s krajevno ločljivostjo modelske mreže CAMx modela.

Statistični model za delce PM₁₀ in ozon

Statistični model pri napovedovanju kakovosti zraka za tekoči in naslednji dan upošteva izmerjene vrednosti meteoroloških spremenljivk (veter, temperatura, pritisk, relativna vlaga, sončno sevanje, padavine) na lokacijah merilnih mest v jutranjih urah tekočega dne in za pretekli dan. Upošteva tudi z modelom ALADIN-SI napovedane trajektorije na 925 hPa ali 850 hPa ploskvi za točko nad lokacijo posameznega merilnega mesta ter z ECMWF modelom napovedane vrednosti meteoroloških parametrov na različnih modelskih višinah nad tlemi v izbrani točki v bližini merilnega mesta.

CALMET/CALPUFF

Vetrovna polja, ki jih model CALPUFF potrebuje za izračun disperzije onesnaževal iz posameznih odvodnikov, se izračunajo s pomočjo modela CALMET. CALMET je poenostavljen diagnostičen meteorološki model, ki za izračun vetrovnega polja visoke krajevne ločljivost (nekaj 10 m) in časovne ločljivosti 1 h uporabi podatke o točkovnih meritvah vetra in temperaturi, v kolikor so ti podatki na območju modeliranja na voljo. Ne glede na to CALMET potrebuje tudi podatke o vertikalnem poteku temperature, vetra, relativne vlage in tlaka, ki jih dobi iz modela ALADIN/SI. Ker je običajno mreža modeliranja CALMET/CALPUFF modela bistveno gostejša od modela ALADIN/SI in območje modeliranja CALMET/CALPUFF majhno v primerjavi z ločljivostjo 4,4 km x 4,4 km modela ALADIN/SI, so v simulacijah upoštevani le vertikalni poteki spremenljivk v modelski točki, ki leži znotraj območja modeliranja CALMET/CALPUFF.

GRAMM/GRAL

Vhod v meteorološki model GRAMM predstavljajo vetrovna polja modela ALADIN/SI, katera modul GRAMM dinamično prilagodi na lokalno topografijo in rabo tal in s tem vnaprej pripravi vetrovno knjižnico izbrane ločljivosti (krajevna ločljivost nekaj 100 m, časovna ločljivost 1h) za izračune disperzije za izbrano območje in časovno obdobje. Dobljena vetrovna knjižnica predstavlja vhod v model GRAL, kjer se vetrovno polje dodatno prilagodi na še boljšo krajevno ločljivost (do 10 m), pri čemer se v izračunih poleg lokalne topografije in rabe tal lahko upoštevajo tudi dodatne meteorološke meritve (funkcija match-to-observaton).

d.) Zagotovite vhodnih podatkov o izpustih

ALADIN/SI-CAMx

Podatki o izpustih se v 1 h časovni skali s krajevno ločljivostjo mreže modeliranja (4,4 km x 4,4 km) pripravljajo ločeno za antropogene in biogene vire. Vse izpuste je potrebno pred vhomom v model pripraviti v obliki, ki jo zahteva izbran kemijski mehanizem. V primeru uporabe SAPRC07TC kemijskega mehanizma je potrebno po posameznih virih izpustov hlapnih organskih spojin in delcev razvrstiti v 124 podskupin hlapnih organskih spojin in 5 podskupin delcev, modelirajo se tudi težke kovine.

Antropogeni izpusti NO_x, CO, nemetanskih hlapnih organskih spojin, NH₃, SO₂, CH₄, PM₁₀ in PM_{2,5} se pripravljajo ločeno za območje Slovenije in za območja drugih držav znotraj območja modeliranja. Za Slovenijo se izpusti ocenjujejo iz podrobne zbirke podatkov o izpustih za leto 2016 oziroma 2018. Antropogeni izpusti na območjih izven Slovenije se ocenjujejo s pomočjo CAMS podatkov o izpustih, izpusti na območju Padske nižine so pridobljeni v okviru projekta LIFE IP PREPAIR

Za oceno biogenih izpustov so v teku priprave na vključitev modela MEGAN (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature), ki za oceno biogenih izpustov potrebuje meteorološka polja in ga je potrebno sklopiti z modelom z ALADIN/SI.

Statistični model za delce PM₁₀ in ozon

Podatki o izpustih se v statističnem modelu ne upoštevajo.

CALMET/CALPUFF

Model CALPUFF pri izračunih upošteva podatke o izpustih obravnavanih onesnaževal po posameznih odvodnikih, vključno s podatki o karakteristikah odvodnika, kot so višina in premer odvodnika, izstopna hitrost, volumski pretok in temperatura odpadnih plinov.

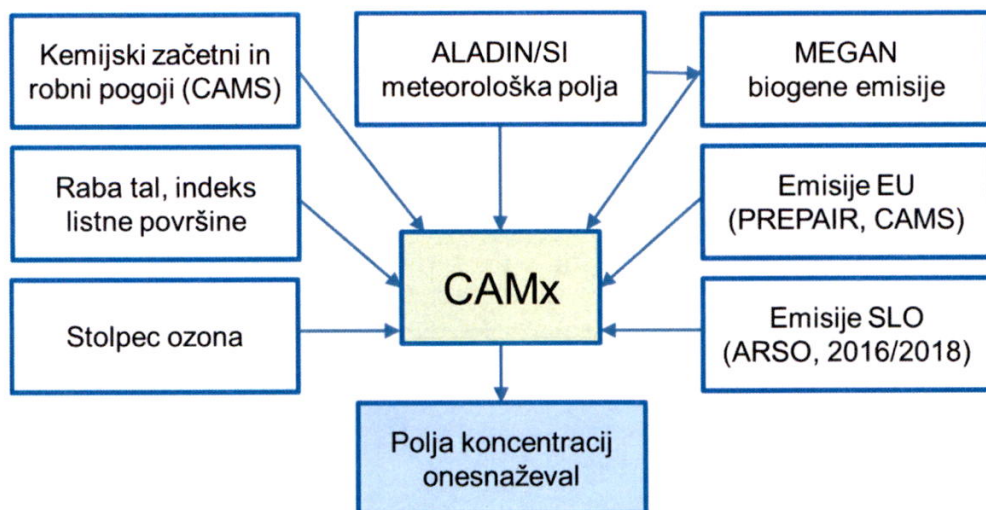
GRAMM/GRAL

Model GRAL pri izračunih upošteva podatke o izpustih obravnavanih onesnaževal po posameznih odvodnikih, vključno s podatki o karakteristikah odvodnika, kot so višina in premer odvodnika, izstopna hitrost, volumski pretok in temperatura odpadnih plinov.

e.) Načrt modeliranja

ALADIN/SI-CAMx

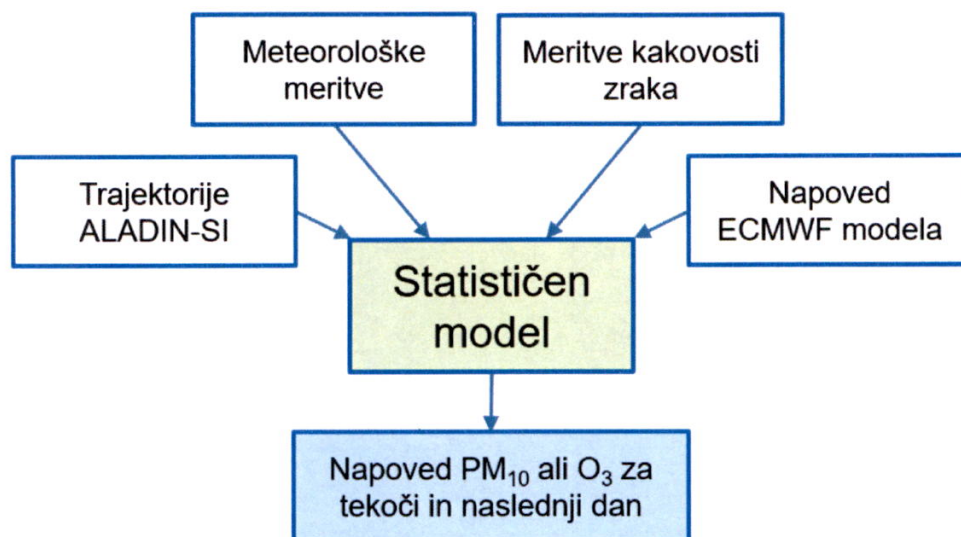
Poleg meteoroloških polj modela ALADIN/SI in podrobnih podatkov o izpustih na celotnem območju modeliranja potrebuje model CAMx še nekatera druga vhodna polja, kot so geografske spremenljivke (raba tal, indeks listne površine), stolpec ozona v ozračju iz satelitskih meritev, začetno polje koncentracij vseh onesnaževal na območju modeliranja (vhod iz predhodnih simulacij) in koncentracije onesnaževal na robovih modelskega območja (vhod iz globalnega modelskega sistema CAMS). Izhod so polja koncentracij in depozicij posameznih onesnaževal, med drugim tudi NO, NO₂, SO₂, CO, O₃, PM_{2,5} in PM₁₀.



Slika 2: Shema modelskega sistema ALADIN/SI-CAMx.

Statistični model za PM₁₀ in ozon

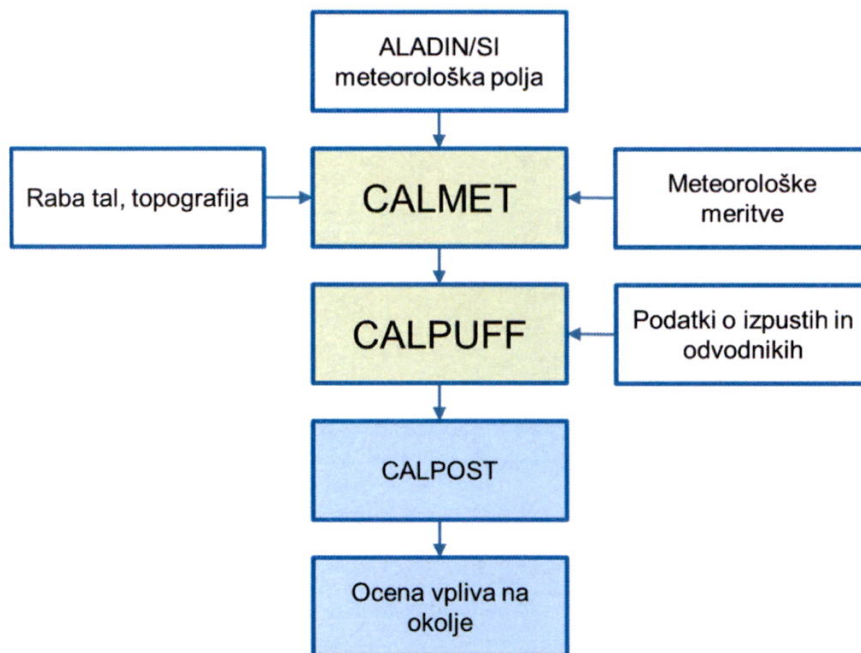
Statističen model na podlagi meteoroloških meritev, meritev kakovosti zraka današnjega in včerajšnjega dne, napovedi trajektorij modela ALADIN/SI in točkovnih meteoroloških napovedi modela ECMWF, napove povprečne dnevne ravni PM₁₀ in najvišje dnevne urne ravni O₃ za današnji in naslednji dan za izbrana merilna mesta.



Slika 3: Shema statističnega modela za PM₁₀ in O₃.

CALMET/CALPUFF

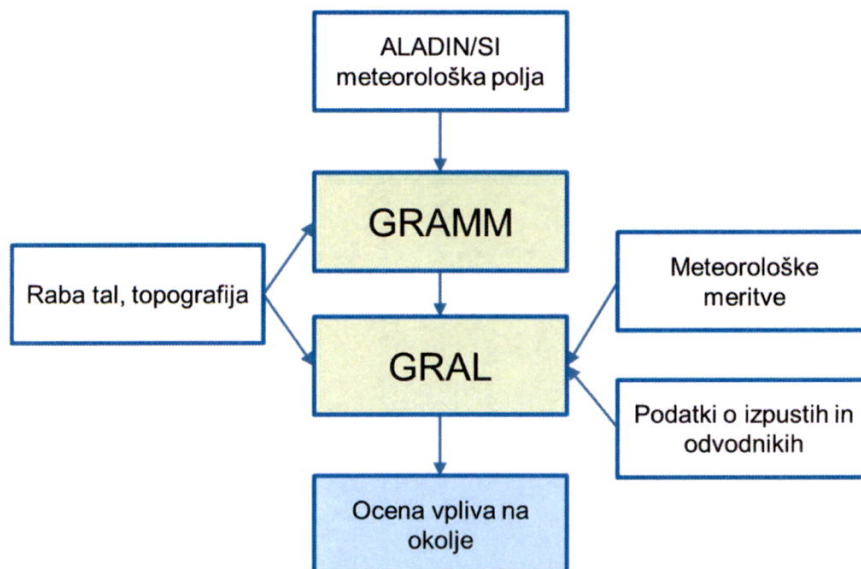
Modelski sistem je sestavljen iz treh glavnih modulov, meteorološki diagnostični model CALMET, Lagrangev paketni disperzijski model CALPUFF in model CALPOST, ki poskrbi za dokončno obdelavo rezultatov.



Slika 4: Shema modelskega sistema CALMET/CALPUFF.

GRAMM/GRAL

Modelski sistem je sestavljen iz dveh modulov, GRAMM in GRAL. GRAMM pripravi vetrovno knjižnico na podlagi meteoroloških polj modela ALADIN/SI. GRAL nato ob uporabi lokalnih meritev izračuna vetrovna polja v še večji ločljivosti ter disperzijo onesnaževal na podlagi podatkov o odvodnikih in njihovih izpustih.



Slika 5: Shema modelskega sistema GRAMM/GRAL.

6. Določanje preseganj mejnih vrednosti zaradi posipanja in soljenja cest

Glede na Uredbo o kakovosti zunanjega zraka se preseganja mejne vrednosti delcev PM₁₀ v zraku, ki so posledica resuspenzije delcev po zimskem posipavanju ali soljenju cest, ne štejejo za preseganje mejnih vrednosti. Preseganja mejnih vrednosti za delce PM₁₀, pripisana zimskemu posipanju ali soljenju cest, se pri ocenjevanju skladnosti z mejnimi vrednostmi za kakovost zraka odštejejo, če so bili sprejeti ustrezni ukrepi za znižanje ravni PM₁₀. Pri obveščanju Evropske Komisije v skladu s členom 14, države članice predložijo potrebna dokazila, ki izkazujejo, da so vsa preseganja posledica takšne resuspenzije delcev in da so se sprejeli ustrezni ukrepi za znižanje ravni.

Leta 2011 smo na Agenciji določili prispevek zimskega soljenja na podlagi navodil s strani Evropske Komisije »Guidance on assessing the contribution of winter sanding and - salting under the EU Air Quality Directive«.

Prispevek soljenja k povišanim ravnam PM₁₀ je pozimi prav gotovo prisoten. Pogosto se pojavi 2 do 3 dni po soljenju. Glavni meteorološki pogoji, ki povečujejo ravni PM₁₀ in klorida v zraku so: suho vreme, nizka relativna vlažnost zraka in nizka hitrost vetra.

Za vpliv soljenja je značilno:

- običajno višje ravni PM₁₀,
- višje koncentracije Na⁺ in Cl⁻,
- razmerja med Na⁺ in Cl⁻, ki je med 1:1 in 1:3,3,
- najvišje izmerjena koncentracija Cl⁻ je znašala 6,9 µg/m³.

Iz rezultatov analiz smo izračunali, da je prispevek soljenja cest k celotni vrednosti delcev PM₁₀ le 2 µg/m³. Število preseganj je na letni ravni ostalo enako. Celotno poročilo z izračuni je dosegljivo na spletni strani

ARSO:

<http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/PrispevekSoljenjaPM10.pdf>

Ker je delež klorida v delcih PM₁₀ zaradi soljenja cest prenizek in se s tem število preseganj delcev PM₁₀ ne zmanjša v takšni meri, da bi zadostili zahtevam 14. člena Uredbe o kakovosti zunanjega zraka smo se odločili, da prispevka posipanja in soljenja cest v PM₁₀ ne bomo določali vsako leto.

7. Določanje preseganja mejnih vrednosti zaradi naravnih virov

Uredba o kakovosti zunanjega zraka določa, da lahko za namen ugotavljanja skladnosti z mejnimi vrednostmi, dnevne ravni delcev PM₁₀ v zunanjem zraku zmanjšamo za ustrezno razliko, če se ugotovi, da je povišanje ravni delcev PM₁₀ v zunanjem zraku povzročil naravni vir. Med naravne vire se šteje: vulkanski prah, saharski prah, gozdne požare ali aerosole iz morja.

Vulkanskega prahu in večjega gozdnega požara, ki bi vplival na ravni delcev nad Slovenijo še nismo zaznali. V primeru, da bi obstajala možnost pojava teh dveh naravnih virov v Sloveniji, bi sledili predpisanemu navodilu. Večji delež aerosolov iz morja v delcih PM₁₀ je v Sloveniji pričakovati le v Primorski regiji, kjer pa ni težav s prekomerno onesnaženostjo zraka z delci PM₁₀.

V Sloveniji večkrat zaznamo prehode saharskega prahu, zato na Agenciji RS za okolje redno spremljamo modelske izračune ravni saharskega prahu nad Evropo, ki jih računa globalni fotokemični

model Evropskega centra za srednjeročne vremenske napovedi. V primeru ugotovljenega prehoda saharskega prahu nad našimi kraji sledimo navodilom Evropske komisije »Guidance on the quantification of the contribution of natural sources under the EU Air Quality Directive 2008/50/EC«. Navodilo pravi, da je v primeru ugotovitve prisotnosti saharskega prahu, potrebno na merilnem mestu, ki je tipa regionalno ozadje, določiti prispevek saharskega prahu. Ta prispevek se nato na postaji, kjer je bila izmerjena presežena mejna dnevna vrednost $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, odšteje od izmerjene ravni PM_{10} ter se nato določi ali gre še vedno za preseganje mejne dnevne vrednosti. Vsako leto pripravimo povzetek z izračuni deleža saharskega prahu, ki ga objavimo v letnem poročilu Kakovost zraka v Sloveniji, hkrati pa tudi na Evropsko okoljsko agencijo poročamo število preseganj mejne dnevne vrednosti $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ posameznem letu, ki so nastali zaradi saharskega prahu.

8. Določanje prispevkov posameznih virov k onesnaženosti zraka

Delci PM_{10} so škodljivi za zdravje, zato bi jih bilo potrebno predvsem v zimskih mesecih, ko je njihova raven v zraku največja, znižati. Za učinkovito zmanjšanje ravni delcev je najprej potrebno poznati njihov izvor.

Na Agenciji RS za okolje že več let na različnih merilnih mestih po Sloveniji izvajamo analizo virov delcev. Delce eno leto vzorčimo na filtre z visokovolumskim vzorčevalnikom ter jih nato kemijsko analiziramo na kovine, policiklične aromatske ogljikovodike, katione in anione, elementarni in organski ogljik ter levoglukozan. Rezultate kemijske analize vnesemo v statistični model EPA-PMF5, ki določi število virov delcev. V posameznem viru izpostavi najbolj zastopane parametre, ki jih imenujemo indikatorji. Iz različne strokovne literature in člankov povzamemo, kateri indikatorji so značilni za posamezen vir onesnaženja. Do sedaj smo vseh merilnih mestih dobili zelo podobne vire delcev. K ravnam delcev precej enakomerno prispevajo kurjenje lesa, promet, resuspenzija in sekundarni delci. Kurjenje lesa in promet predstavljajo delce, ki so posledica neposrednih izpustov v zrak. Večina delcev, ki nastane pri kurjenju lesa, je posledica uporabe zastarelih kurilnih naprav gospodinjstev. S prometom povezujemo delce, ki so posledica izpuha pri izgorevanju goriva. K prometu največ prispeva cestni promet, zlasti vozila na dizelsko gorivo. Resuspenzijo predstavljajo delci, ki so se že odložili na tla in se nato ponovno dvignejo v zrak. V resuspenziji je veliko cestnega prahu, ki je posledica obrabe pnevmatik in zavor v prometu. V večini se pojavlja v toplejših mesecih, ko so ceste suhe. Sekundarni delci nastanejo kot posledica kemijskih reakcij amonijaka (kmetijstvo), dušikovih oksidov (visoko temperaturni procesi izgorevanja) ter žveplovega dioksida (premog).

Vzorčenje ter nato analiza virov delcev se vsako koledarsko leto izvaja na dveh merilnih Državne mreže za spremljanje kakovosti zunanjega zraka. V letnih poročilih Kakovost zraka v Sloveniji je letno prikazana razporeditev virov delcev PM_{10} skupaj z deleži na merilnih mestih. Poleg objave v letnem poročilu poročamo te podatke tudi na Evropsko okoljsko agencijo.

9. Raziskovalni projekti za podporo izboljšanja ocenjevanja kakovosti zraka in ukrepom za izboljševanje kakovosti zraka

LASTOVKA

Na področju spremljanja kakovosti zraka je skladno s pravnim redom Republike Slovenije osrednja inštitucija Agencija republike Slovenije za okolje, ki se zaveda, da je opozarjanje državljanov o trenutnem onesnaženju zunanjega zraka ključnega pomena. S tem namenom je bil oblikovan projekt »Sistem seznanjanja in opozarjanja državljanov o onesnaženosti zunanjega zraka – Lastovka«, s katerim se bo dodalo nova merilna mesta, vzpostavilo merilno mesto s kontinuirnim spremljanjem živega srebra (Hg), nagradilo meritve organskega/elementarnega ogljika v zunanjem zraku, z novimi vzorčevalniki prenovilo merilna mesta za spremljanje kakovosti padavin, vzpostavilo novo mobilno postajo ter razvilo aplikacijo za mobilne naprave za opozarjanje javnosti. Preko te aplikacije bodo v slovenskem in angleškem jeziku javnosti na voljo vsi podatki o onesnaženosti zraka ter priporočila zdravstvene stroke glede aktivnosti v povezavi s koncentracijami zunanjega zraka, kot tudi napovedi delcev za naslednji dan.

LIFE-IP PREPAIR

Zavedamo se, da zrak ne pozna meja in da v sodelovanju s sosednjimi državami lahko poiščemo še bolj uspešne rešitve k izboljšanju kakovosti zraka. To še posebej velja za obmejna območja in za sekundarna onesnaževala kot je ozon, ki se ob ugodnih vremenskih pogojih tvorijo v potujočih zračnih masah. V okviru sodelovanja v projektu LIFE-IP PREPAIR na Agenciji RS za okolje ocenjujemo vpliv izpustov onesnaževal Padske nižine na kakovost zraka v Sloveniji ter vpliv tam izvedenih ukrepov na izboljšanje kakovosti zraka pri nas. Med drugim smo v sodelovanju z italijanskimi partnerji vzpostavili sistem za medsebojno izmenjavo podatkov o izpustih in kakovosti zunanjega zraka na območju Padske nižine in Slovenije ter modelska orodja za celostno oceno učinkovitosti različnih ukrepov.

V okviru projekta LIFE-IP PREPAIR se na ARSO redno nadgrajuje modelski sistem ALADIN/SI-CAMx, namenjen za operativno napovedovanje in ocenjevanje kakovosti zraka nad celotnim območjem Slovenije in Padske nižine. Izdelani so bili postopki združevanja modelskih rezultatov in podatkov o meritvah (angl. data fusion), s katerimi pripravljamo periodične ocene letnih oziroma mesečnih ravni onesnaževal za območje Slovenije in Padske nižine. Vzpostavili smo modela SHERPA in RIAT+, ki na podlagi izračunov modela ALADIN/SI-CAMx omogočata oceno vpliva različnih dejavnosti in ukrepov k onesnaženosti zraka po posameznih regijah Slovenije.

B. Program ocenjevanja kakovosti padavin

1. Namen in cilji izvajanja programa ocenjevanja kakovosti

Namen spremljanja kakovosti padavin je pridobiti informacijo o atmosferskih usedanjih (depozicijah). Glede na način vzorčenja padavin lahko ugotavljamo mokro ali pa celotno (mokro in suho) usedanje posameznih onesnaževal. Meritve mokrih usedlin zagotavljajo informacije o izmenjavi kemijskih komponent med ozračjem in zemljišči/oceani in s tem tudi pomembno prispevajo k razumevanju kemijskih ciklov snovi, kot so žveplo, dušik in elementi v sledovih. Spremembe v teh ciklih neposredno vplivajo tako na regionalno kakovost zraka kot tudi na podnebje. Prve meritve fizikalno kemijskih parametrov padavin so v svetovnem merilu izvajali že pred več kot sto leti, v zadnjih letih pa zaradi pojava transporta kislih, hranilnih in toksičnih snovi na velike razdalje preko meja narašča zanimanje tudi za celotno usedanje.

2. Ocenjevanje kakovosti padavin na stalnih merilnih mestih

a.) Zahteve glede števila, namena in tipa vzorčevalnih mest v aglomeracijah in območjih v skladu s predpisom, ki ureja kakovost padavin, ter zahtevami Konvencije

Agencija RS za okolje je v skladu z Zakonom o varstvu okolja odgovorna za spremljanje kakovosti padavin v Sloveniji. Osnova za izvajanje spremljanja kakovosti padavin v Sloveniji so trije predpisi in konvencija:

- Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Uradni list RS, št. 56/06),
- Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17),
- Direktiva 2001/81/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2001 o nacionalnih zgornjih mejah emisij za nekatera onesnaževala zraka (tako imenovana NEC direktiva)
- Konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja (CLRTAP, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution), protokol EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme), podpisana v Ženevi, 13.11.1979.

Državna merilna mreža za spremljanje kakovosti padavin zajema pet merilnih mestih v Sloveniji. Zahteve za merilna mesta skupaj s postopki za vzorčenje, ravnanje z vzorci, dokumentiranjem, kemijsko analizo padavin in upravljanjem s podatki ter zagotavljanjem kakovosti le-teh so podrobneje podane v dokumentih:

- EMEP Manual for Sampling and Chemical Analysis (v nadaljevanju Poslovnik EMEP),
- WMO – GAW dokumentu Global Atmosphere watch measurements Guide No. 143,

- WMO – GAW dokumentu Manual for the GAW precipitation chemistry No. 160
- Criteria for EUROAIRNET: The EEA Air Quality Monitoring and Information Network (European Environment Agency).

Osnovna merila, ki jih upoštevamo pri izbiri merilnih mest na makro nivoju, so naslednja:

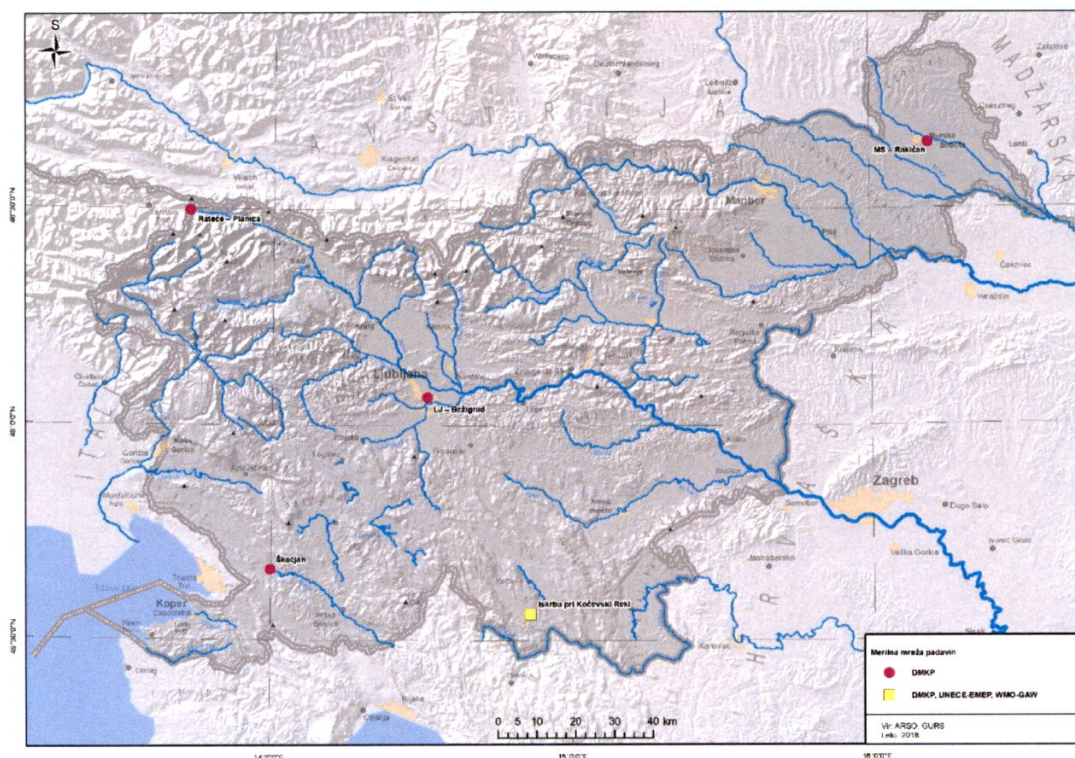
- namen meritev,
- površinska reprezentativnost,
- razdalja od naravnih in antropogenih virov emisij,
- lokacija v območju glede na klimatsko-ekološko regijo,
- dostopnost podatkov o meritvah količine padavin z meteorološkim dežemerom oziroma z avtomatskim ombrometrom ter ostalih meteoroloških podatkov, ki so zaželeni za lažjo interpretacijo podatkov o kakovosti padavin.

Merila za umestitev vzorčevalnika na mikro nivoju pa so:

- razdalja med večjo oviro in vzorčevalnikom je najmanj dvakratna višina ovire ali kot med vzorčevalnikom in vrhom ovire ni manjši od 30° nad horizontom,
- razdalja med sosednjimi vzorčevalniki ali med vzorčevalnikom in avtomatskim ombrometrom oziroma klasičnim dežemerom je večja od dveh metrov.

b.) Umestitev vzorčevalnih mest v aglomeracijah in na območjih, s kartografskim prikazom

Umestitev merilnih mest v okviru Državne mreže za spremljanje kakovosti padavin je podana na sliki 6. Merilna mesta v okviru DMKP, koordinate in nadmorska višina so podane v tabeli 6.



Slika 6: Merilna mesta v okviru Državne mreže za spremljanje kakovosti padavin

Tabela 6: Nadmorska višina in Gauss-Kruegerjeve koordinate za posamezna merilna mesta v okviru Državne mreže za spremljanje kakovosti padavin.

Vzorčevalno mesto	Nadmorska višina (m)	GKKy	GKKx
Iskrba pri Kočevski Reki	540	489292	46323
LJ - Bežigrad	299	462673	102490
MS - Rakičan	188	591591	168196
Rateče – Planica	864	401574	151142
Škocjan	420	421892	58228

c.) Usmeritev in tip stalnih mest

Državno merilno mrežo za spremljanje kakovosti padavin trenutno sestavlja 5 merilnih mest in vsa so tipa ozadje. V naslednjem poglavju so tabele z osnovnimi podatki o lokacijah merilnih mest ter značilnostmi in naborom onesnaževal, ki jih merimo na posameznem merilnem mestu.

d.) Opis posameznega vzorčevalnega mesta: usmeritev, tip, koordinate, mikrolokacija, reprezentativnost, opis glavnih virov emisij v okolici in disperzijskih značilnosti mesta, nabor in vrsta meritev onesnaževal, nabor in vrsta meritev meteoroloških parametrov

Program spremljanja kakovosti padavin je na vseh merilnih mestih usmerjen k spremljanju osnovnih fizikalno kemijskih parametrov (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , H^+ (pH), Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , NH_4^+ in K^+ ter električna prevodnost). Na merilnem mestu Iskrba, ki se nahaja daleč od neposrednih virov onesnaženja, poleg osnovnih fizikalno kemijskih parametrov v padavinah spremljamo še težke kovine (TK), živo srebro (Hg) in policiklične aromatske ogljikovodike (PAH). Vrsta vzorčevalnikov, način in frekvence vzorčenja, merilne metode ter nabor parametrov, ki jih merimo v padavinah so podani v tabeli 7.

Tabela 7: Vrsta vzorčevalnikov, način in frekvenca vzorčenja, merilne metode ter nabor parametrov.

Vzorčevalno mesto	Vzorčevalnik Eigenbrodt	Način vzorčenja	Frekvenca vzorčenja	Merilna metoda	Nabor parametrov
Iskrba pri Kočevski Reki	NSA 181/S	le mokro	dnevno	IC	osnovni parametri
	NSA 181/S*	celotno	tedensko	ICP-MS	TK
	UNS 130/E*	celotno	tedensko	GC-MS	PAH
	NSA 181/S	le mokro	mesečno	ASF HP	celotno Hg
LJ - Bežigrad	NSA 181/S	le mokro	dnevno	IC	osnovni parametri
MS - Rakičan	NSA 181/S	le mokro	tedensko	IC	osnovni parametri
Rateče – Planica	NSA 181/S	le mokro	tedensko	IC	osnovni parametri
Škocjan	NSA 181/S	le mokro	tedensko	IC	osnovni parametri

* - vzorčevalnik prirejen za celotno vzorčenje

Tabela 8: Klasifikacija merilnih mest za meritve kakovosti padavin v okviru Državne merilne mreže za spremljanje kakovosti padavin.

Merilno mesto	Tip območja	Tip merilnega mesta	Značilnost območja	Geografski opis
Iskrba pri Kočevski Reki	podeželsko(R) / regionalno (REG)	ozadje (B)	naravno (N)	razgiban teren (32)
LJ - Bežigrad	mestno (U)	ozadje (B)	stanovanjsko/poslovno (RC)	ravnina (16)
MS-Rakičan	podeželsko (R) / obmestno (NC)	ozadje (B)	kmetijsko (A)	ravnina (16)
Rateče - Planica	podeželsko (R) / obmestno (NC)	ozadje (B)	stanovanjsko (R)	dolina (2)
Škocjan	podeželsko (R) / regionalno (REG)	ozadje (B)	naravno (N)	razgiban teren (32)

Vir: merilna mesta so klasificirana na osnovi navodil Criteria for EUROAIRNET: The EEA Air Quality Monitoring and Information Network (European Environment Agency)

e.) Spremembe pri ocenjevanju kakovosti zraka na stalnih vzorčevalnih mestih glede na predhodni program ocenjevanja

Glede na predhodni program ocenjevanja ni sprememb.

f.) Opis načrta zagotavljanja kakovosti meritev

Spremljanje kakovosti padavin je razdeljeno na tri faze in sicer zbiranje vzorcev, laboratorijske analize in obdelavo podatkov.

Zbiranje vzorcev na merilnih mestih poteka v skladu z navodili za vzorčenje v dnevni, tedenski oziroma mesečni intervalih. Izvajajo pa ga ustrezno usposobljeni opazovalci v okviru Državne merilne mreže kakovosti padavin.

Fizikalno kemijske analize razen analize celotnega Hg v padavinah izvaja Kemijsko analitski laboratorij Agencije RS za okolje, ki je za večino merjenih parametrov (anioni, kationi in nekatere težke kovine) akreditiran in izvaja postopke za zagotavljanje kakovosti podatkov. Za večino parametrov postopki zagotavljanja kakovosti vključujejo meritve internih standardov, certificiranih referenčnih materialov in medlaboratorijske primerjave. Analizo celotnega Hg v padavinah pogodbeno izvaja Odsek za znanost o okolju na Institutu Jožef Stefan v Ljubljani, ki pri svojem delu za zagotavljanje kakovosti meritev uporablja interne standarde in certificirane referenčne materiale.

Obdelavo podatkov in izračun usedanj za posamezna onesnaževala izvaja oseba odgovorna za monitoring kakovosti padavin v SKZ. Ta pregleda analizne podatke iz laboratorija in podatke z merilnih mest, pri čemer posebno pozornost posveti izstopajočim podatkom. Vse podatke ustrezno označi in jih s pomočjo posebne aplikacije arhivira v bazo podatkov.

V tabelah od 9 do 12 so predstavljeni parametri, enote merjenja, merilni principi, referenčne metode ter akreditacija za določanje količine padavin ter koncentracij posameznih onesnaževal v padavinah.

Tabela 9: Osnovni parametri (vrsta, enota, merilni princip, referenčna metoda)

Parameter	Enota	Merilni princip	Referenčna metoda
Količina padavin	g	GRAV	interna
pH		EL	SIST ISO 10523: 2010
el. prevodnost pri 25°C	μS/cm	EL	SIST EN 27888: 1998
Anioni (NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻)	mg / L	IC	ISO 10304-1: 2007
Kationi (Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺)	mg / L	IC	SIST EN ISO 14911: 2000

Tabela 10: Težke kovine (vrsta, enota, merilni princip, referenčna metoda in akreditirano)

Parameter	Enota	Merilni princip	Referenčna metoda
Količina padavin	g	GRAV	interna
Količina 1% HNO ₃ s suhimi usedlinami	g	GRAV	interna
Količina slepega vzorca	g	GRAV	interna
Težke kovine v padavinah	μg / L	ICP-MS	ISO 17294-2: 2016
Težke kovine v suhih usedlinah	μg / L	ICP-MS	ISO 17294-2: 2016

Tabela 11: Živo srebro (vrsta, enota, merilni princip in referenčna metoda)

Parameter	Enota	Merilni princip	Referenčna metoda
Količina padavin	g	gravimetrija	Interna metoda
Koncentracija celotnega Hg	ng/L	koncentriranje na zlati pasti in nato detekcija hladnih par z AAS	Interna metoda, povzeta po US EPA 1631, 20021 in EMEP Manualu

Tabela 12: Policiklični aromatski ogljikovodiki (vrsta, enota, merilni princip in referenčna metoda)

Parameter	Enota	Merilni princip	Metoda
Količina padavin	g	gravimetrija	INTERNA METODA
PAH* v padavinah s suhimi usedlinami	ng analita / vzorec	GC/MS	SIST EN 15980:2011, modificirana

* PAH = (benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(b,j,k)fluoranteni, indeno(1,2,3-cd)piren in dibenzo(a,h)antracen)

Podatke o kakovosti padavin vključujemo/poročamo v/na:

- letna poročila Kakovost zraka v Sloveniji
- spletne objave,
- UNECE-EMEP,
- poročila na EEA in
- na zahtevo posredujemo zainteresiranim (znanstvene inštitucije, študentje, ...)

C.Potrebna finančna sredstva za izvajanje programa

Za izvajanje predlaganega programa so v letu 2022 predvidena finančna sredstva na postavkah Kakovost zraka - monitoring (153292), Investicije in investicijsko vzdrževanje državnih organov (153289) in Saniranje neurejenih odlagališč (153246). Na postavki Kakovost zraka - monitoring je predvidenih 170.000,00 EUR. Predvidena sredstva na postavki Saniranje neurejenih zemljišč obsegajo 20.000,00 EUR in so namenjena izvajanju meritev v Zgornji Mežiški dolini v okviru Odloka o območjih največje obremenjenosti okolja in o programu ukrepov za izboljšanje kakovosti okolja v Zgornji Mežiški dolini (Uradni list RS, št. 119/07). Naložbo v projekt Lastovka sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Kohezijskega sklada. Projekt je vreden 3,06 milijonov evrov, v višini 62,5 % upravičenih stroškov pa ga sofinancira Evropska Unija.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

