



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
INŠTITUT ZA ELEKTROGOSPODARSTVO IN ELEKTROINDUSTRIJO

**OCENA DODATNE OBREMENITVE ZUNANJEGA ZRAKA ZA POTREBE SPREMEMBE
OKOLJEVARSTVENEGA DOVOLJENJA ZA PODJETJE LIVARNA KOVIS D.O.O.**

Številka: 2506

Ljubljana, marec 2021



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
INŠTITUT ZA ELEKTROGOSPODARSTVO IN ELEKTROINDUSTRIJO

Številka študije: 2506

**OCENA DODATNE OBREMENITVE ZUNANJEGA ZRAKA ZA POTREBE SPREMEMBE
OKOLJEVARSTVENEGA DOVOLJENJA ZA PODJETJE LIVARNA KOVIS D.O.O.**

Ljubljana, marec 2021



direktor:

dr. Boris ŽITNIK, univ. dipl. inž. el.

Besedilo je bilo ustvarjeno z:

- Microsoft Office Word 2016, Microsoft Corporation,
- Microsoft Office Excel 2016, Microsoft Corporation.
- Calpuff Modelling System, Atmospheric Studies Group at TRC Solutions,
- Python 2.7

© ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Vse materialne avtorske pravice in druge pravice avtorja, zlasti pa pravica reproduciranja, pravica distribuiranja, pravica javnega prikazovanja, pravica dajanja na voljo javnosti, pravica predelave, pravica uporabe, pravica dostopa in izročitve prenašajo izvajalci na naročnika.

Naročnik lahko materialne avtorske pravice ali druge avtorske pravice, prenese naprej na tretje osebe.

Moralne avtorske pravice ostanejo avtorjem skladno z *Zakonom o avtorskih in sorodnih pravicah*.



Elektroinštitut Milan Vidmar

Naročnik: KOVIS-LIVARNA d.o.o.
Železarska cesta 3, 3220 Štore, Slovenija

Projekt: Izvedba modelskih izračunov širjenja onesnaževanja in izdelava poročila

Naročilo: 202003203, 26. 11. 2020

Predstavnik naročnika: ga. Jerica VRANC

Izvajalec: ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
Hajdrihova 2, 1000 Ljubljana, SLOVENIJA

Delovni nalog: DN 220267

Aktivnost: 220267-RR

Naloga: 220267-RR-S

Naslov: Ocena dodatne obremenitve zunanjega zraka za potrebe spremembe okoljevarstvenega dovoljenja za podjetje livarna Kovis d.o.o.

Številka študije: 2506

Vodja projekta: Petra DOLŠAK LAVRIČ, mag. ekol.

Datum izdelave: marec 2021

Število izvodov: 1 x tiskana verzija, 3 x arhiv izdelovalcev, elektronska verzija

Avtorji:

Petra DOLŠAK LAVRIČ, mag. ekol.

Maja IVANOVSKI, mag. inž. kem. tehn.

mag. Rudi VONČINA, univ. dipl. inž. el.

Vodja oddelka:

mag. Rudi VONČINA, univ. dipl. inž. el.



Elektroinštitut Milan Vidmar



KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	KRATEK OPIS PODJETJA LIVARNA TITAN S STALIŠČA EMISIJ SNOVI V ZRAK	1
1.2	KRATEK OPIS MODELIRANJA	1
1.3	SPLOŠNO	1
2	PODLAGA ZA MODELIRANJE	3
2.1	ZAKONSKA DOLOČILA	3
2.2	ZAKONSKE ZAHTEVE ZA SKLADNOST OBRATOVANJA NAPRAVE	6
2.2.1	ZAHTEVE V ZVEZI S KAKOVOSTJO ZUNANJEGA ZRAKA NA PODLAGI KONCENTRACIJE SNOVI IN MERIL ZA VARSTVO EKOSISTEMOV	6
2.2.2	ANALIZA OBREMENITVE NA OBMOČJU VREDNOTENJA	7
2.3	TEORETIČNE OSNOVE MODELIRANJE	8
2.3.1	ANALIZA OBREMENITVE NA OBMOČJU VREDNOTENJA	9
2.3.2	NUMERIČNI MODEL	13
3	VHODNI PODATKI ZA PRIPRAVO OCENE DODATNE OBREMENITVE ZUNANJEGA ZRAKA	15
3.1	POSTAVITEV MODELA	15
3.2	VHODNI METEOROLOŠKI PODATKI	19
3.3	PODATKI O ODVODNIKIH IN EMISIJ SNOVI PRED SPREMEMBO	20
3.3.1	LOKACIJE IN DIMENZIJE ODVODNIKOV	20
3.3.2	VOLUMSKI IN MASNI PRETOKI	21
3.4	PODATKI O ODVODNIKIH IN EMISIJ SNOVI PO SPREMEMBI	23
4	REZULTATI MODELIRANJA ŠIRJENJA ONESNAŽENJA V ZUNANJEM ZRAKU	25
4.1	GRAFIČNI PRIKAZI	26
4.2	PRVI MODELSKI SCENARIJ: OCENA DODATNE OBREMENITVE PRED NAMERAVANO SPREMEMBO	27
4.3	DRUGI MODELSKI SCENARIJ: OCENA DODATNE OBREMENITVE PO NAMERAVANI SPREMEMBI	30
4.4	OCENA DODATNE OBREMENITVE PO IZVEDENI NAMERAVANI SPREMEMBI NA OBMOČJU VREDNOTENJA	33
5	OCENA CELOTNE OBREMENITVE ZUNANJEGA ZRAKA V OBČINI CELJE IN ŠTORE	35
5.1	ANALIZA EMISIJ V MESTNI OBČINI CELJE IN ŠTORE	37
6	ZAKLJUČEK	41
7	PRILOGA: OPIS MODELSKIH METOD	43
7.1	IME MODELA IN PREDPROCESORJEV:	43
7.2	IZRAČUN VETROVNEGA POLJA:	43
7.3	EMISIJSKI PODATKI:	43
7.4	NAČIN IZRAČUNA KONCENTRACIJ:	43
8	LITERATURA	45



Elektroinštitut Milan Vidmar



Elektroinštitut Milan Vidmar

KAZALO TABEL

Tabela 1: Mejne vrednosti onesnaževal zunanjega zraka za varovanje zdravja ljudi ter dovoljeno število preseganj mejne vrednosti.	4
Tabela 2: Kritične vrednosti za varstvo rastlin.	4
Tabela 3: Mejne vrednosti onesnaževal zunanjega zraka za varovanje zdravja ljudi ter dovoljeno število preseganj mejne vrednosti.	5
Tabela 4: Najmanjša vrednost urnega masnega pretoka snovi v odpadnih plinih.	6
Tabela 5: Delitev stabilnosti atmosfere v Pasquill – Turnerjeve razrede.	10
Tabela 6: Lokacija, dimenzije in obratovalne ure odvodnikov.	20
Tabela 7: Parametri odpadnih plinov.	21
Tabela 8: Masni pretoki onesnaževal pred spremembo.	22
Tabela 9: Lokacija in dimenzije odvodnikov.	23
Tabela 10: Parametri odpadnih plinov.	23
Tabela 11: Masni pretoki onesnaževal pred spremembo.	23
Tabela 12: Izračunane koncentracije onesnaževal.	29
Tabela 13: Izračunane koncentracije onesnaževal.	32
Tabela 14: Sprememba emisij PM ₁₀ in benzena zaradi izvedene spremembe.	33
Tabela 15: Stopnja onesnaženosti zraka na posameznem območju, aglomeraciji in podobmočju glede na mejne vrednosti.	36
Tabela 16: Stopnja onesnaženosti zraka na posameznem območju, aglomeraciji in podobmočju glede na ciljne vrednosti.	36
Tabela 17: Ravni onesnaževal v zunanjem zraku na posameznem območju in aglomeraciji glede na spodnji in zgornji ocenjevalni prag.	36
Tabela 18: Zavezanci za poročanje emisij prašnih delcev na območju mestne občine Celje in v okolici Štor [16].	37
Tabela 19: Opis merilnih mest na območju Celja.	38
Tabela 20: Prikaz meritev na merilnih mestih v Celju.	38
Tabela 21: Statistični podatki meritev PM ₁₀ na lokacijah Celje, Celje Mariborska in Celje Gaji [22].	39
Tabela 22: Primerjava PM vrednosti v letih 2018, 2019 in 2020 [23].	39



Elektroinštitut Milan Vidmar



Elektroinštitut Milan Vidmar

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer radio-sondažne meritve za dan 16. januar leta 2009 ob polnoči.	11
Slika 2: 3D teren v okolici naprave.	15
Slika 3: Modelsko območje in lokacija naprave.	16
Slika 4: Teren (levo) in zemljevidna podlaga (desno).	17
Slika 5: Raba tal na modelskem območju.	17
Slika 6: Ocenjevalne točke.	18
Slika 7: Modelsko območje mezo-skalnega meteorološkega modela ALADIN.	19
Slika 8: Točke ALADIN (rdeče) in modelsko območje (moder kvadrat).	20
Slika 9: Grafični prikaz lastnosti odvodnikov, kjer se odvajajo emisije PM ₁₀	21
Slika 10: Grafični prikaz lastnosti odvodnika Z14, kjer se odvajajo izpusti emisij benzena.	22
Slika 11: Povprečna letna koncentracija PM ₁₀	27
Slika 12: Najvišja dnevna koncentracija PM ₁₀	28
Slika 13: Povprečna letna koncentracija benzena.	28
Slika 14: Povprečna letna koncentracija PM ₁₀	30
Slika 15: Najvišja dnevna koncentracija PM ₁₀	31
Slika 16: Povprečna letna koncentracija benzena.	31
Slika 17: Prikaz območij in podobmočij kot jih določata Odredba [18] in Odlok [19].	35
Slika 18: Lokacije posameznih virov emisij celotnega prahu v Mestni občini Celje [19].	38
Slika 19: Delež virov emisij PM ₁₀ za zimsko obdobje glede na njihovo raven in pod 50 µg/m ³ [18].	40
Slika 20: Delež virov emisij PM ₁₀ za zimsko obdobje glede na njihovo raven – nad 50 µg/m ³ in pod 50 µg/m ³ [18].	40



Elektroinštitut Milan Vidmar



Elektroinštitut Milan Vidmar

1 UVOD

Poročilo je namenjeno oceni dodatne obremenitve, ki jo s svojimi izpusti lahko povzroča podjetje KOVIS-LIVARNA proizvodnja, trgovina in storitve d.o.o. (v nadaljevanju podjetje Kovic Livarna d.o.o.) ob sedanjem stanju izpustov in obsegu proizvodnje, ki jo bo podjetje povzročalo po izvedbi načrtovane spremembe. Namen poročila je ovrednotiti vpliv podjetja Kovic Livarna d.o.o. na kakovost zunanjega zraka in kako se bo ta vpliv spremenil z izvedbo spremembe naprave.

Sprememba naprave zajema povečanje proizvodnje taline z namenom razvoja proizvodnega procesa za izdelavo nove specializirane litine in povečanje proizvodne taline. V ta namen je potrebno posodobiti proizvodnjo v oddelku talilnice, ki zajema pripravo peska, avtomatsko formarsko linijo, električno talilno indukcijsko peč, nove filtrne enote, logistiko transportiranja vhodnih surovin za taljenje in transportiranje taline, novo jedrarno, barvanje in skladiščenje jeder ter logistiko transportiranja ulitkov.

Nosilec posega načrtuje posodobitev proizvodnje in povečanje proizvodnje taline iz obstoječe skupne bruto proizvodnje 18.400 ton na skupno bruto proizvodnjo 33.000 ton.

1.1 KRATEK OPIS PODJETJA LIVARNA TITAN S STALIŠČA EMISIJ SNOVI V ZRAK

Podjetje Kovic Livarna je podjetje z dolgo tradicijo na področju livarstva. Ukvarja se s proizvodnjo ulitkov iz sive in nodularne litine, ki jih združujejo s tradicijo in nenehnim razvojem. Strokovnost, izjemno široko znanje livarstva, dolgoletne izkušnje, inovativni pristop in uporaba sodobnih tehnologij jim omogočajo, da svojim naročnikom zagotovijo visoko zahtevne tehnološke rešitve in kakovostne ulitke po njihovih željah, ki se uporabljajo v različnih panogah po vsej Evropi. Njihove ulitke zagotavljajo kupcem iz različnih panog in sicer v proizvodnji železniških vozil, kmetijske mehanizacije, gradbene mehanizacije, strojogradnji, proizvodnji črpalk, armatur in ventilov, ulitkih za gradbeništvo, itd. [1].

Delovni procesi potekajo v zaprtih halah iz katerih se zrak v atmosfero odvaja skozi filtre za prašne delce. Nekateri odvodniki odvajajo odpadni zrak neposredno iz procesnih naprav (npr. talilne peči) in tudi ti so vsi opremljeni s filtri za čiščenje odpadnih plinov.

Predmet obravnave tega poročila je disperzija emisije PM_{10} in benzena.

1.2 KRATEK OPIS MODELIRANJA

Modeliranje je izvedeno ob upoštevanju meteoroloških pogojev v letu 2020. Polja meteoroloških spremenljivk so izračunana ob upoštevanju mezoskalne meteorološke napovedi ALADIN (Urad za meteorologijo na Agenciji Republike Slovenije za okolje). Tako vetrovno polje kot polja koncentracij onesnaževal so izračunani v $80 \times 80 \times 22$ celicah mreže za vsako uro v letu 2020.

Modeliranje je izvedeno z upoštevanjem mejnih masnih pretokov onesnaževal.

Modelirano je bilo razširjanje delcev PM_{10} in benzena.

1.3 SPLOŠNO

Doseganje ustrezne kakovosti zunanjega zraka je pomembno v vsakdanjem življenju, saj vpliva na njegovo kvaliteto. Onesnaženje zunanjega zraka je možno omejiti do določene meje. Zaradi tega mora vsaka



naprava za svoje obratovanje imeti dovoljenje, v katerem so predpisani pogoji obratovanja naprave. Izdano okoljevarstveno dovoljenje (v nadaljevanju OVD) določa pogoje obratovanja naprave in zagotavlja varovanje zdravja okoliškega prebivalstva. Dovoljenje predstavlja kompromis med sprejemljivo omejitvijo obratovanja naprave in sprejemljivim onesnaženjem zunanjega zraka, ki ga naprava povzroča. Pogoji in omejitve obratovanja naprave zagotavljajo, da ta naprava ne povzroča čezmernega onesnaženja v svoji okolici. Čezmerno onesnaženje se pojavi pri preseganju mejnih vrednosti, podanih v *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka* (Ur. l. RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18) (Uredba - kakovost) [2]. Določene mejne vrednosti so občasno lahko presežene, njihovo število je določeno v zgoraj navedeni uredbi. Zakonodajne mejne vrednosti sledijo smernicam, ki jih podaja Svetovna zdravstvena organizacija (»World Health Organization (WHO)«) [3] in so namenjene varovanju človekovega zdravja. Kljub temu pa mejne vrednosti, ki jih podaja WHO in tiste, ki jih podaja zakonodaja zaradi kompromisa med človeškimi dobrinami in zdravjem ljudi, še niso poenotene.

Ocenjevanje dodatne obremenitve zunanjega zraka, ki je posledica obratovanja posameznega vira emisij snovi v zrak, se izvaja z modelskimi izračuni. Pri pripravi modelskih izračunov je pomembno razumevanje fizikalnih meteoroloških zakonov, ki vladajo v ozračju in se jim podreja okolica. Rezultati izračunov lahko služijo več namenom. Z njimi je možno iskati reprezentativna mesta za izvajanje monitoringa kakovosti zunanjega zraka. Poleg tega se z njimi izvaja ocenjevanje dodatne obremenitve zunanjega zraka, s katero se določi, kolikšen je prispevek določene naprave k skupnemu onesnaženju zraka v okolici naprave. Modelski izračuni omogočijo določanje prostorske razporeditve onesnaženja. Meritve podajajo vrednosti na lokaciji merilnih mest, ne pa onesnaženja v bližnji okolici merilnih postaj. Neugodne vremenske situacije se ne pojavljajo enakomerno preko celega leta. Pri uporabi modelov širjenja onesnaženja v zunanjem zraku v kombinaciji z meteorološkimi napovedmi iz operativnih mezoskalnih napovedi je možno pripraviti tudi nekajdnevno napoved širjenja onesnaženja, s katero je mogoče predvideti, kdaj in kje se bodo pojavile povečane koncentracije onesnaževal v zunanjem zraku.

Modelske izračune širjenja onesnaženja v zunanjem zraku so bili v tem poročilu pripravljene z Lagrangeevim paketnim modelom CALPUFF [4], ki je namenjen modeliranju širjenja onesnaženja nad kompleksnim in razgibanim terenom. V poročilu je ocenjena emisija odpadnih snovi v zunanji zrak, ki lahko nastane med obratovanjem naprave. Meteorološka polja so pripravljena na podlagi rezultatov mezoskalnega meteorološkega modela ALADIN.

Zavedati se moramo, da vsaka ocena kakovosti zunanjega zraka pridobljena na osnovi meritev ali modelskih izračunov lahko odstopa od realnega stanja. Meritve kakovosti zunanjega zraka so obremenjene z merilno negotovostjo in podajajo rezultate samo v nekaj točkah prostora. Modelski izračuni dopolnijo oceno kakovosti zunanjega zraka s prostorsko razporeditvijo onesnaženja, ki omogoča boljši vpogled v okoljske posledice onesnaževanje iz določene naprave in opredeljuje področja v okolici naprave, ki so najbolj obremenjena. Pri vrednotenju modelskih rezultatov je nujno potrebno zavedanje, da modelski izračuni ne morejo biti popolni.



2 PODLAGA ZA MODELIRANJE

2.1 ZAKONSKA DOLOČILA

Na podlagi *Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja* (Ur. l. RS, št. 31/07, 70/08, 61/09 in 50/13) [5] je potrebno za obstoječe in načrtovane naprave ocenjevati kakovost zunanjega zraka¹ in izvesti ocenjevanje obstoječe obremenitve zunanjega zraka².

Ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka, ki v primeru pridobivanja okoljevarstvenega dovoljenja vključuje ocenjevanje obstoječe in dodatne obremenitve ter v primeru podaljševanja okoljevarstvenega dovoljenja ocenjevanje celotne in dodatne obremenitve, se izvaja v primerih, ko največji masni pretok posamezne snovi iz naprave presega najmanjšo vrednost urnega masnega pretoka snovi v odpadnih plinih. Za žveplov dioksid (SO₂) je to 20 kg/h, dušikove okside (NO_x) 20 kg/h in celotni prah 1 kg/h³. Ob tem ocenjena vrednost masnega pretoka razpršene emisije snovi iz naprave za posamezno snov ne presega 10 odstotkov najmanjše vrednosti urnega masnega pretoka te snovi v odpadnih plinih. Celotni prah sestavljajo delci s premerom manjšim od 10 µm – frakcija PM₁₀ in delci z večjim premerom. Torej delci PM₁₀ predstavljajo le del celotnega prahu.

Upravljavalec naprave ni dolžan ocenjevati obstoječe obremenitve, v kolikor so za snovi, za katere je določena mejna letna koncentracija ali ciljna letna vrednost v zunanjem zraku, na podlagi podatkov predhodnih ocenjevanj kakovosti zunanjega zraka za največjo obstoječo obremenitev zaradi te snovi na območju vrednotenja izpolnjeni pogoji iz *Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja* (Ur. l. RS, št. 31/07, 70/08, 61/09 in 50/13) (Uredba - nepremični) [5]⁴, in sicer, da:

1. je letna vrednost v zunanjem zraku manjša od 75% ciljne letne vrednosti v zunanjem zraku, določene za to snov v skladu z *Uredbo o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku* (Ur. l. RS, št. 56/06) [6];
2. je letna koncentracija manjša od 75% mejne letne koncentracije snovi v zunanjem zraku, določene za to snov v skladu z *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka* (Ur. l. RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18) [2];
3. je največja 24-urna koncentracija snovi iz *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka* (Ur. l. RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18) [2] manjša od 95% mejne dnevne koncentracije snovi v zunanjem zraku [2], razen za delce PM₁₀;
4. je največja urna koncentracija snovi iz *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka* (Ur. l. RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18) [2] manjša od 95% mejne urne koncentracije snovi v zunanjem zraku;
5. 24-urna koncentracija v zadnjih treh letih ni presegla mejne 24 urne koncentracije več kot 15 krat letno, če gre za delce PM₁₀.

Z meritvami kakovosti zunanjega zraka se ocenjuje obstoječo⁵ ali celotno⁶ obremenitev, ki zajema vse vire emisije odpadnih snovi v zrak v okolici⁷. Dodatno obremenitev se ocenjuje preko modelskih izračunov

¹ 11. člen [5]

² 12. člen [5]

³ Priloga 5 [5]

⁴ 3. odstavek 12. člen [5]

⁵ 13. člen [5]

⁶ 18. člen [5]

⁷ 13. člen [5]



širjenja onesnaženja v zunanjem zraku⁸. Pomembne so prostorska razporeditev onesnaženja in vrednosti koncentracij na lokacijah merilnih mest.

Pri ocenjevanju obstoječe, dodatne in celotne obremenitve zunanjega zraka je potrebno upoštevati mejne vrednosti za varovanje zdravja ljudi in kritične vrednosti za varstvo rastlin, ki jih predpisuje *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18)* [2]. Meje vrednosti za varovanje zdravja ljudi so zbrane v tabeli 1., kritične vrednosti za varstvo rastlin pa v tabeli 2.

Tabela 1: Meje vrednosti onesnaževal zunanjega zraka za varovanje zdravja ljudi ter dovoljeno število preseganj mejne vrednosti.

Vrsta mejne vrednosti	Mejna vrednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]					Dovoljeno število preseganj		
	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	benzen	svinec	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀
Mejna urna vrednost	350	200	-	-	-	24	18	-
Mejna dnevna vrednost	125	-	50	-	-	3	-	35
Letna povprečna vrednost	-	40	40	5	0,5	-	0	0

Tabela 2: Kritične vrednosti za varstvo rastlin.

Vrsta kritične vrednosti	Kritična vrednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	SO ₂	NO ₂
Letna povprečna vrednost	20	30
Zimska povprečna vrednost (od 1. oktobra do 31. marca)	20	-

V Direktivi 2008/50ES evropskega parlamenta in sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo [7] (Direktiva-zrak) in Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17) [8] so definirani ocenjevalni pragovi, ki so navedeni v tabeli 3. V skladu z *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18)* [2] se na podlagi vsaj pet let trajajočih stalnih meritev območja, le-ta razdeli glede na ocenjevalne pragove^{9,10}. Za območja, ki so obremenjena nad zgornjim ocenjevalnim pragom, se za ocenjevanje kakovosti zraka uporabijo meritve na stalnem merilnem mestu, ki se jih dopolni z modelskimi izračuni¹¹. Za območja, ki so obremenjena med zgornjim in spodnjim ocenjevalnim pragom, za ocenjevanje kvalitete zraka zadošča kombinacija meritev na stalnem merilnem mestu in modelske ocene ali indikativnih meritev ali obeh hkrati¹². Za območja, ki so obremenjena pod spodnjim ocenjevalnim pragom, zadošča ocena preko modelskih izračunov¹³. Delitev RS

⁸ 16. člen [5]

⁹ 3. do 6. člen [2]

¹⁰ Priloga 2 [7]

¹¹ 3. alineja 5. člena [7]

¹² 24. alineja 2. člena [2]

¹³ 25. alineja 2. člena [2]



Elektroinštitut Milan Vidmar

v območja glede na ocenjevalne pragove je določena s Prilogo 1 *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka* (Ur. l. RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18) [2] in *Odredbo o določitvi območja in razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka* (Ur. l. RS, št. 38/17, 3/20 in 152/20) [9].

Tabela 3: Mejne vrednosti onesnaževal zunanjega zraka za varovanje zdravja ljudi ter dovoljeno število preseganih mejnih vrednosti.

	PM ₁₀		NO ₂		SO ₂		NO _x	CO
	Letno povprečje	Dnevna vrednost	Letno povprečje	Dnevna vrednost	Letno povprečje	Dnevna vrednost	Letno povprečje	Osemurno povprečje
SOP [µg/m ³]	20	25	26	100	8	50	19,5	7000
ZOP [µg/m ³]	28	35	32	140	12	75	24	5000

SOP – spodnji ocenjevalni prag

ZOP – zgornji ocenjevalni prag

Ocena dodatne obremenitve zunanjega zraka spada v sklop obratovalnega monitoringa emisij snovi¹⁴ naprave, in sicer za naprave katerih emisija odpadnih snovi v zrak presega najmanjše vrednosti urnega masnega pretoka, določenega v Prilogi 5 *Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja* (Ur. l. RS, št. 31/07, 70/08, 61/09 in 50/13) [5] Monitoring je podrobneje definiran v *Pravilniku o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje* (Ur. l. RS, št. 105/08) [10] (Pravilnik-monitoring emisij).

Obstoječa obremenitev in ocenjena velikost dodatne obremenitve predstavljata kriterija za izdajo okoljevarstvenega dovoljenja. Vloga za njegovo izdajo se zavrne, če ocenjena obstoječa obremenitev ali vsota obstoječe in dodatne obremenitve razvidno kažeta, da je na kateremkoli merilnem mestu na območju vrednotenja presežena mejna letna koncentracija ali ciljna letna vrednost snovi v zunanjem zraku iz predpisa, ki ureja koncentracijo te snovi v zunanjem zraku¹⁵.

Podane so tudi zahteve glede vrednosti obstoječe obremenitve ali vsote obstoječe in dodatne obremenitve, ki se nanašajo na varovanje ekosistemov, in sicer za območja, ki se varujejo v skladu s predpis, ki urejajo ohranjanje narave¹⁶.

V primerih, ko je na območju vrednotenja presežena mejna letna koncentracija ali ciljna letna vrednost v zunanjem zraku in je za to območje sprejet načrt za kakovost zraka, ki upravljavcem posameznih naprav nalaga obveznosti za zmanjševanje emisij iz teh naprav v celotni obremenitvi na območju vrednotenja, se okoljevarstveno dovoljenje izda v skladu s temi obveznostmi¹⁷.

¹⁴ 1. odstavek 37. člena [5]

¹⁵ 1. odstavek 9. člena [5]

¹⁶ 1. odstavek 10. člena [5]

¹⁷ 6. odstavek 9. člena [5]



Tabela 4: Najmanjša vrednost urnega masnega pretoka snovi v odpadnih plinih.

	NO ₂	SO ₂	Celotni prah	Benzen
Pretok snovi [kg/h]	20	20	1	0.05

2.2 ZAKONSKE ZAHTEVE ZA SKLADNOST OBRATOVANJA NAPRAVE

2.2.1 ZAHTEVE V ZVEZI S KAKOVOSTJO ZUNANJEGA ZRAKA NA PODLAGI KONCENTRACIJE SNOVI IN MERIL ZA VARSTVO EKOSISTEMOV

Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur. l. RS, št. 31/07, 70/08, 61/09 in 50/13) [5] predpisuje v 9. in 10. členu pogoje zavrnitve vloge za izdajo okoljevarstvenega dovoljenja in pogoje izdaje okoljevarstvenega dovoljenja, ki temeljijo na zahtevah v zvezi s kakovostjo zunanjega zraka. V 9. členu so podani pogoji za izdajo okoljevarstvenega dovoljenja na podlagi kakovosti ocenjene na podlagi koncentracije snovi:

- Vloga za izdajo okoljevarstvenega dovoljenja se zavrne, če ocenjena obstoječa obremenitev oziroma celotna obremenitev ali vsota obstoječe in dodatne obremenitve razvidno kaže, da je na katerem koli merilnem mestu na območju vrednotenja presežena mejna letna koncentracija ali ciljna letna vrednost snovi v zunanjem zraku iz predpisa, ki ureja koncentracijo te snovi v zunanjem zraku¹⁸.
- Ne glede na določbe gornje alineje se okoljevarstveno dovoljenje za naprave, za katere je treba zagotoviti ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka, na območjih vrednotenja, na katerih je presežena mejna letna koncentracija ali ciljna letna vrednost v zunanjem zraku in je za to območje sprejet načrt za kakovost zraka, ki upravljavcem posameznih naprav nalaga obveznosti za zmanjševanje emisij iz teh naprav v celotni obremenitvi na območju vrednotenja, izda v skladu z obveznostmi iz načrta za kakovost zraka¹⁹.

Za posebne primere so predvideni še dodatni omilitveni pogoji pri pridobivanju okoljevarstvenega dovoljenja.

V 10. členu so podani pogoji za izdajo okoljevarstvenega dovoljenja na podlagi kakovosti, ocenjene na podlagi meril za varstvo ekosistemov:

- Vloga za izdajo okoljevarstvenega dovoljenja se zavrne, če je na katerem koli merilnem mestu na območju vrednotenja, določenega za to napravo, iz ocenjene vrednosti obstoječe obremenitve oziroma celotne obremenitve ali vsote obstoječe in dodatne obremenitve razvidno, da je zunanji zrak na tem območju v skladu s predpisom, ki ureja žveplove okside, dušikove okside, delce in svinec v zunanjem zraku, čezmerno onesnažen zaradi preseganja:
 1. mejne letne koncentracije za žveplove okside, določene za varstvo ekosistemov, če je območje vrednotenja ali njegov del na varovanem območju v skladu s predpisi, ki urejajo ohranjanje narave, ali
 2. mejne letne koncentracije za dušikove okside ali mejne zimske koncentracije dušikovih oksidov za obdobje od 1. oktobra do 31. marca, ki sta določeni za varstvo ekosistemov, če je

¹⁸ 1. odstavek 9. člena [5]

¹⁹ 6. odstavek 9. člena [5]



Elektroinštitut Milan Vidmar

območje vrednotenja ali njegov del na varovanem območju v skladu s predpisi, ki urejajo ohranjanje narave²⁰.

Za posebne primere so predvideni še dodatni omilitveni pogoji pri pridobivanju okoljevarstvenega dovoljenja.

V 10.a členu so podani postopki zmanjševanja emisij v zvezi s kakovostjo zunanjega zraka.

2.2.2 ANALIZA OBREMENITVE NA OBMOČJU VREDNOTENJA

Analiza obremenitev zunanjega zraka na območju vrednotenja se izvede v skladu z določili 17. člena Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur. l. RS, št. 31/07, 70/08, 61/09 in 50/13) [5] in sicer velja:

- mejna letna koncentracija posamezne snovi v zunanjem zraku na območju vrednotenja ni presežena, če je na vseh merilnih mestih²¹:
 - vsota letne vrednosti obstoječe obremenitve in letne vrednosti dodatne obremenitve manjša od mejne letne vrednosti:
 - $\text{SO}_2^{22} - 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kritična vrednost za varstvo rastlin),
 - $\text{NO}_2 - 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - $\text{NO}_x^{22} - 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kritična vrednost za varstvo rastlin),
 - $\text{PM}_{10} - 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- mejna dnevna koncentracija posamezne snovi v zunanjem zraku na območju vrednotenja ni presežena, če na vseh merilnih mestih²³:
 - letna vrednost obstoječe obremenitve ne presega 90% mejne letne koncentracije v zunanjem zraku,
 - $\text{SO}_2^{22} - 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - $\text{NO}_2 - 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - $\text{NO}_x^{22} - 27 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - $\text{PM}_{10} - 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
 - število preseganj dnevne vrednosti obstoječe obremenitve ne presega 80% dovoljenih preseganj mejne dnevne koncentracije v zunanjem zraku:
 - $\text{SO}_2^{22} - 2$,
 - $\text{NO}_2 - /^{24}$,
 - $\text{NO}_x - /^{24}$,
 - $\text{PM}_{10} - 28$;
 - nobena dnevna vrednost dodatne obremenitve ni večja od razlike med mejno dnevno koncentracijo in mejno letno koncentracijo v zunanjem zraku:
 - $\text{SO}_2^{23} - 105 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - $\text{NO}_2 - /^{24}$,
 - $\text{NO}_x^{22} - /^{24}$,
 - $\text{PM}_{10} - 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

²⁰ 1. odstavek 10. člena [5]

²¹ 2. odstavek 17. člena [5]

²² Ni predpisane letne vrednosti ampak kritična vrednost za varstvo rastlin.

²³ 3. odstavek 17. člena [5]

²⁴ Ni mejne vrednosti



Elektroinštitut Milan Vidmar

- mejna urna koncentracija posamezne snovi v zunanjem zraku na območju vrednotenja ni presežena, če na vseh merilnih mestih²⁵:
 - letna vrednost obstoječe obremenitve ne presega 90 odstotkov mejne letne koncentracije v zunanjem zraku:
 - $\text{SO}_2^{22} - 18 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - $\text{NO}_2 - 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - $\text{NO}_x^{22} - 27 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - $\text{PM}_{10} - /$;
 - urna vrednost obstoječe obremenitve ne presega mejne urne koncentracije večkrat, kakor je 80 odstotkov števila dovoljenih preseganj mejne urne koncentracije v zunanjem zraku:
 - $\text{SO}_2 - 19$,
 - $\text{NO}_2 - 14$,
 - $\text{NO}_x - /^{24}$,
 - $\text{PM}_{10} - /^{25}$;
 - nobena urna vrednost dodatne obremenitve ni večja od razlike med mejno urno koncentracijo in mejno letno koncentracijo v zunanjem zraku:
 - $\text{SO}_2^{22} - 330 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
 - $\text{NO}_2 - 160 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - $\text{NO}_x - /^{24}$
 - $\text{PM}_{10} - /^{24}$.

V primeru dnevnih koncentracij alternativno velja, da mejna dnevna koncentracija posamezne snovi v zunanjem zraku na območju vrednotenja ni presežena, če je na vsakem merilnem mestu²⁶:

- vsota letne vrednosti dodatne obremenitve in dnevne vrednosti obstoječe obremenitve manjša od mejne 24-urne koncentracije, pri čemer pa dnevna vrednost obstoječe obremenitve ne sme presežati mejne dnevne koncentracije večkrat od števila dovoljenih preseganj mejne dnevne koncentracije v zunanjem zraku.

Za mejne urne koncentracije pa alternativno velja, da mejna urna koncentracija posamezne snovi v zunanjem zraku na območju vrednotenja ni presežena, če je na vseh merilnih mestih²⁷:

- vsota letna vrednosti dodatne obremenitve in urna vrednosti obstoječe obremenitve manjša od mejne urne koncentracije, pri čemer urna vrednost obstoječe obremenitve ne sme presežati mejne urne koncentracije večkrat, kot je število dovoljenih preseganj mejne urne koncentracije v zunanjem zraku.

2.3 TEORETIČNE OSNOVE MODELIRANJE

Dodatna obremenitev zunanjega zraka se ocenjuje z modelskimi izračuni razširjanja onesnaževal v zraku. Metoda izračuna disperzije onesnaževal zunanjega zraka mora ustrezati predpisom, ki so navedeni v Prilogi 6 Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur. l. RS, št. 31/07, 70/08, 61/09

²⁵ 5. odstavek 17. člena [5]

²⁶ 4. odstavek 17. člena [5]

²⁷ 6. odstavek 17. člena [5]



Elektroinštitut Milan Vidmar

in 50/13)²⁸ [5]. V izračunih je potrebno upoštevati letni časovni niz vrednosti meteoroloških spremenljivk, ki reprezentativno opišejo stanje atmosfere v okolici naprave. Poleg tega morajo biti v modelu vključene geografske značilnosti okolice, kot sta relief in raba tal. Pri modeliranju širjenja onesnaženja v zunanjem zraku nad enostavnim in ravnim terenom zadostujejo meteorološki podatki iz ene talne meteorološke postaje. Ob večji kompleksnosti situacije in večji razgibanosti terena v okolici vira pa je potrebno vključiti podatke iz več meteoroloških postaj.

Modeliranje razširjanja onesnaženja v zunanjem zraku ni popoln proces in je obremenjen z napako. V Direktivi-zrak [7] je predpisana zanesljivost, ki jo mora model dosegati. Predvideno je, da mora model pri izračunu letnih povprečnih vrednosti dosegati negotovost manjšo od 30%, pri izračunu urnih vrednosti in dnevnih povprečij pa mora model dosegati 50% negotovost.

2.3.1 ANALIZA OBREMENTITVE NA OBMOČJU VREDNOTENJA

Disperzija onesnaževal v zraku poteka predvsem v spodnji, prizemni plasti ozračja. Za to plast so značilna turbulentna gibanja zračnih mas. Glavna lastnost spodnje plasti ozračja je, da je v stiku s tlemi, zato je opis fizikalnih procesov v prizemni plasti zelo zapleten. Na gibanje zračnih mas močno vpliva trenje zraka ob tla, kar povzroča odklanjanje vetra v primerjavi s smerjo vetra v zgornjih plasteh ozračja.

Pri disperziji onesnaževal zunanjega zraka so bistveni predvsem trije procesi:

- advekcija dimnih plinov iz odvodnika odpadnih plinov v smeri, kamor piha veter;
- razširjanje dimnih plinov prečno na smer vetra;
- dimni dvig.

Prvi je povezan s tri-dimenzionalnim vetrovnim poljem, drugi s stabilnostjo atmosfere, tretji pa s temperaturo dimnih plinov in z izhodno hitrostjo dimnih plinov iz odvodnika.

Tri-dimenzionalno vetrovno polje mora biti kvalitetno in mora čim bolj opisati premikanje zračnih mas nad določenim območjem. Dobro vetrovno polje mora znati opisati kanaliziranje toka po dolinah ter pobočne vetrove. Pri izdelavi vetrovnega polja nad kompleksnim terenom je potrebno upoštevati podatke iz več talnih meritev vetra.

Zavedati se je potrebno tudi, da imamo vedno opravka z vetrovnim strženom. To pomeni, da se smer in hitrost vetra spreminjata v odvisnosti od višine nad tlemi. Zato je potrebno v izračun vključiti tudi meritve vertikalnega profila meteoroloških podatkov oziroma pridobiti ustrezne profile iz mezoskalnih meteoroloških modelov.

Stabilnost atmosfere

Proces širjenja onesnaženja prečno na smer vetra je povezan s stabilnostjo atmosfere. Stabilnost ozračja je lastnost, ki pove, koliko je ozračje dovzetno za vertikalna gibanja. Povezana je z vertikalnim gradientom temperature v okolici in jo lahko razdelimo v več razredov. Najbolj je znana delitev v Pasquill – Turnerjeve razrede. Način delitve najdemo v tabeli 5, uporabna pa je tudi delitev na podlagi SRDT (Solar Radiation Delta-T) metode, ki poleg vertikalnega gradienta temperature upošteva še sončno obsevanje.

²⁸ 1. odstavek 16. člena [5]

Tabela 5: Delitev stabilnosti atmosfere v Pasquill – Turnerjeve razrede.

Opis	∇T_z [K/km]	Razred
Zelo nestabilno	$-\infty - 19$	A
Nestabilno	$-19 - 17$	B
Rahlo nestabilno	$-17 - 15$	C
Nevtralno	$-15 - 5$	D
Rahlo stabilno	$-5 - 15$	E
Stabilno	$15 - \infty$	F

Za opis nevtralne atmosfere uporabimo predpostavko, da v njej temperatura zraka pada z višino s takšnim vertikalnim temperaturnim gradientom, kot da bi se suh zrak adiabatno razpenjal med dviganjem. Privzame se homogeno in stacionarno atmosfero. V takšni atmosferi temperatura zraka z višino pada za $10\text{ }^{\circ}\text{C/km}$.

Za stabilno atmosfero je značilno, da duši vertikalno gibanje zračnih mas in vrača delce zraka nazaj v ravnovesno lego. Dimni plini iz odvodnika se v takšni atmosferi slabo mešajo v okolico in potujejo skozi ozračje v ozkem snopu. Stabilna atmosfera se večinoma pojavlja v mirnih in brezvetrnih nočeh. Zanj je značilen pozitiven vertikalni gradient temperature.

Za nestabilno atmosfero je značilno ravno obratno. Spodnje plasti atmosfere niso v termodinamskem ravnovesju, zato so prisotna intenzivna gibanja zraka. Dimni plini se v takšni atmosferi močno razpršujejo. Nestabilna atmosfera nastane poleti ob konvektivnih situacijah, za katere je značilno močno pregretje tal.

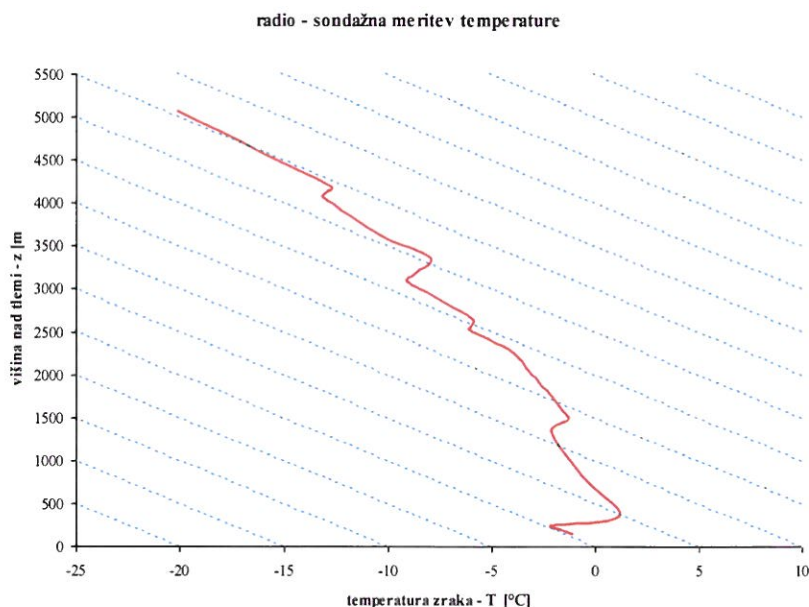
Temperaturna inverzija

Kot je bilo že omenjeno, je značilno, da temperatura zraka v odvisnosti od višine pada. Bolj realen model (ISA – International Standard Atmosphere), ki upošteva razslojenost atmosfere in temperaturni gradient v 11 km debeli plasti ozračja nad zemeljskim površjem ocenjuje, da temperatura zraka pada $6,5\text{ }^{\circ}\text{C/km}$. Vendar je to le povprečna ocena, realno stanje v atmosferi je dosti bolj razgibano, saj se znotraj plasti pojavljajo plasti ozračja z različnim vertikalnim gradientom. Pojavu, ko temperatura zraka z višino narašča, pravimo temperaturna inverzija.

Temperaturna inverzija nastane v primeru, ko imamo pri tleh hladen zrak, nad njim pa se pojavi toplejši zrak. Vzrok za kopičenje hladnega zraka pri tleh je dolgovalovno sevanje tal. Tla se ponoči, ko ni sončnega obsevanja, z dolgovalovnim sevanjem ohlajajo. Najpogosteje se inverzija pojavlja v zimskih dneh, ko je nad nami območje visokega zračnega pritiska – anticiklon. Takrat lahko inverzija traja več dni neprekinjeno. Temperaturna inverzija je večinoma povezana tudi s pojavom nižinske megle.

Temperaturna inverzija je zelo stabilna plast ozračja in deluje kot pokrov nad nižjimi predeli ozračja. Vertikalno gibanje skozi plast inverzije je skoraj nemogoče. Zaradi inverzije dimni plini ne morejo preiti v višje plasti ozračja in se začnejo kopičiti pod omenjeno plastjo, kar pa ima za posledico povišane koncentracije onesnaževal zunanjega zraka. Zato je zelo pomembno, da informacije o temperaturni inverziji vključimo v model širjenja onesnaženja v zunanjem zraku.

Za oceno višine temperaturne inverzije in njeno intenzivnost je zelo uporaben vertikalni profil temperature. Takšen profil izkazujejo radio – sondažne meritve, primer je prikazan na sliki 1, ali podatki meteorološke napovedi.



Slika 1: Primer radio-sondažne meritve za dan 16. januar leta 2009 ob polnoči.

Slika 1 prikazuje strukturo ozračja na dan 16. januar 2009. Vidni sta dve močni inverzni plasti na višinah 200 m in 3.000 m ter še tri šibke temperaturne inverzije na višini 1.500 m, 2.500 m in 4.000 m.

Na podlagi slike 1 in tabele 5 je mogoče ugotoviti stabilnost posamezne vertikalne plasti ozračja. Na višini 200 m ter med višinama 3.000 m in 3.500 m je stabilna plast ozračja, med višinama 200 m in 2.300 m je rahlo stabilna plast ozračja, med višinama 2.300 m in 3.000 m ter nad višino 3.500 m pa je atmosfera nevtralna.

Dimni dvig

Dimni dvig je višina, do katere se dimni plini dvignejo nad odvodnik odpadnih dimnih plinov. Višina dimnega dviga je povezana s stanjem okolice in lastnostmi dimnih plinov.

Vzrok za dimni dvig je vzgonska sila, ki deluje na odpadne dimne pline. Vzgonska sila v zraku je posledica razlike temperature in gostote med zunanjim zrakom in dimnimi plini. Topel plin je ob konstantnem tlaku vedno redkejši od hladnega, kar opisuje plinska enačba:

$$p = \rho * R * T \quad (1)$$

p: zračni tlak, ρ : gostota zraka, R: plinska konstanta, T: temperatura zraka oziroma plina.

K dimnemu dvigu prispeva tudi kemična sestava dimnih plinov. Tako se bodo dimni plini z nižjo specifično gostoto dvignili višje kot gostejši. Dodatno pa k dimnemu dvigu pripomore še izhodna hitrost dimnih plinov.

Vzgon dimnih plinov se z višino zmanjšuje. Dimni plin se meša z okolico zaradi trenja na stiku z okoliškim zrakom, tako se njegova gostota in temperatura izenačujeta z gostoto in temperaturo okoliškega zraka. K nižanju temperature pripomore tudi razpenjanje plina ob dviganju. Ko je gostota dimnih plinov enaka



gostoti okoliškega zraka in so dimni plini v termodinamičnem ravnovesju z okoliškim zrakom, se dimni dvig ustavi.

Na splošno velja, da bosta višja izhodna temperatura in višja izhodna hitrost dimnih plinov povzročili višji dimni dvig. Obratno pa bo višja temperatura zunanjega zraka povzročila nižji dimni dvig, saj bo v tem primeru temperaturna razlika nižja in posledično bo manjši tudi vzgon.

Na dimni dvig ima bistven vpliv stabilnost atmosfere. Nestabilna atmosfera omogoča intenzivna vertikalna dviganja. Dimni dvigi v takšni atmosferi lahko dosežejo višine tudi do nekaj kilometrov. V stabilni atmosferi je vsako vertikalno gibanje ovirano in dimni dvigi so tu majhni.

Na dimni dvig vpliva tudi hitrost vetra v okolici. Kadar je v okolici brezvetrje, dimni plini potujejo naravnost navzgor in dosegajo višje višine. Ko v okolici odvodnika piha močan veter, dimni plini ne potujejo naravnost navzgor, ampak se gibljejo tudi v horizontalni smeri. To pomeni, da je njihova pot do določene višine daljša, na tej poti pa vseskozi deluje turbulentno trenje. Zato je, kadar v okolici piha veter, višina dimnega dviga nižja.

Najbolj neugodne situacije, to je najmanjši dimni dvig, nastanejo, ob stabilni atmosferi, visoki temperaturi okolice in veliki hitrosti vetra v okolici. Na srečo pa ni možen najhujši scenarij, saj so omenjene lastnosti atmosfere med seboj povezane. Za stabilno atmosfero so značilne nižje temperature okolice pri tleh, ravno tako pa v stabilni atmosferi ne moremo pričakovati zelo visokih hitrosti vetra.

Višine dimnega dviga se lahko oceni preko Briggsove enačbe[11], ki ima v primeru stabilne atmosfere obliko:

$$\Delta h = 2,4 \left(\frac{F}{u_h^2 S} \right)^{1/3} \quad (2)$$

Δh : višina dimnega dviga, F : vzgonski parameter, u_h : hitrost vetra na višini odvodnika, S : stabilnostni parameter.

Na višino dimnega dviga vpliva tudi temperaturna inverzija, saj zaradi onemogočenega vertikalnega gibanja skozi inverzno plast odpadni dimni plini v večini primerov ostanejo pod to plastjo. Kadar se temperaturna inverzija nahaja pod višino dimnega dviga, je dimni dvig zaradi temperaturne inverzije nižji.



2.3.2 NUMERIČNI MODEL

Predstavljene so osnove numeričnih modelov in bolj podrobneje opisan, v poročilu uporabljen numerični model, CALPUFF [4].

Lagrangeev model disperzije

Pri modeliranju disperzije in na splošno v meteorologiji se uporabljata dve definiciji koordinatnega sistema. Prvi sistem je Eulerjev koordinatni sistem, drugi pa je Lagrangeev sistem. V Eulerjevem sistemu vsi izračuni potekajo samo v točkah postavljene mreže. Vmesno dogajanje med točkami mreže je v model vneseno s pomočjo parametrizacije podmrežnih procesov. Izračun v Lagrangeevem koordinatnem sistemu je neodvisen od izbire računske mreže. V takšnem koordinatnem sistemu izračuni potekajo po celotnem prostoru. Mreža se uporabi le za vrednotenje rezultatov. Za oba koordinatna sistema je značilno, da sta primerna za modeliranje disperzije onesnaževal v zunanjem zraku nad kompleksnim in razgibanim terenom.

Lagrangeev model disperzije uporablja Lagrangeev koordinatni sistem. Lagrangeevi modeli temeljijo na simuliranju gibanja paketkov zraka v prostoru ob upoštevanju fizikalnih zakonitosti. Paketki se vedno gibljejo v smeri vetra na njihovi trenutni lokaciji. Intenzivnost premikanja paketkov prečno na smer vetra, je odvisno od stabilnosti atmosfere. Stabilna atmosfera duši vertikalno gibanje, zato so v takšnih razmerah premiki paketkov prečno na smer vetra majhni. V nestabilni atmosferi pa so ti premiki veliki, saj je omogočeno vertikalno gibanje in intenzivno razširjanje paketkov v okoliški zrak.

Opis uporabljenega modela

Obstaja veliko modelov, ki so namenjeni modeliranju širjenja onesnaženja v zunanjem zraku. Med njimi obstajajo velike razlike v principu delovanja in kakovosti. Za modeliranje z namenom upravnih postopkov so primerni le zelo dobro preizkušeni in validirani modeli. EPA priporoča uporabo modelskih sistemov CALPUFF in AERMOD. CALPUFF je nestacionarni paketni model, ki lahko upošteva urne spremembe v meteoroloških pogojih. AERMOD je stacionarni paketni model. Izbiro ustreznega modela smo izvedli s pomočjo validacije rezultatov različnih disperzijskih modelov.

Izbran je bil model CALPUFF [4], ki je Lagrangeev paketni disperzijski model. Namenjen je modeliranju širjenja onesnaženja zunanjega zraka v situacijah, ko je potrebno upoštevati nehomogena vetrovna polja, torej nad kompleksnim in razgibanim terenom ter pri modeliranju širjenja onesnaženja na večjih razdaljah. Model je nestacionaren, kar pomeni, da pozna svojo zgodovino. Z njim lahko modeliramo kontinuirane izpuste, ki trajajo daljše časovno obdobje, kot je na primer modeliranje odpadnih dimnih plinov iz odvodnika.

Pomembna lastnost modela je, da v njegov izračun lahko vključimo časovno spremenljivo emisijo. Tako model pravilno obravnava situacije, ko emisija onesnaževal zunanjega zraka ni vseskozi enaka. S tem lahko na realen način vključimo dnevne cikle obratovanja naprav, dneve, ko naprave sploh ne obratuje, ravno tako pa ekstremne dogodke, ko naprave delujejo s povišano močjo in spuščajo v okolje večje emisije od pričakovanih. V izračunih z modelom CALPUFF lahko tudi modeliramo disperzijo onesnaževal zunanjega zraka pod temperaturno inverzijo.

Pomemben del uporabljenega modela je vetrovni model CALMET, ki je diagnostičen vetrovni model in je sposoben ustvariti kvalitetno tri-dimenzionalno vetrno polje nad razgibanim terenom, kar pa je tudi osnovni pogoj za modeliranje širjenja onesnaženja nad kompleksnim terenom. Takšno vetrovno polje je brezdivergentno, kar pomeni, da nikjer v vetrovnem polju ni izvorov oziroma ponorov toka zraka. To je hkrati pomembna lastnost atmosfere.

Vetrovni model CALMET pri generiranju vetrovnega polja upošteva dvo-dimenzionalno sliko rabe tal in tri-dimenzionalni Potek terena na obravnavanem območju. V izračun tri-dimenzionalnih vetrovnih polj



Elektroinštitut Milan Vidmar

lahko vključimo podatke iz ene ali več talnih meteoroloških postaj. Uporabijo se podatki o smeri in hitrosti vetra, temperaturi zunanjega zraka, relativni zračni vlagi in zračnem tlaku.

Poleg tega CALMET za svoj izračun nujno zahteva vsaj en vertikalni profil meteoroloških podatkov - podatke meteorološke napovedi. Iz vertikalnih meteoroloških podatkov model oceni višino in intenziteto morebitne temperaturne inverzije v danem časovnem intervalu. Ravno tako model upošteva vertikalno striženje vetra na različnih višinah nad tlemi.

CALMET uporabi podatke o temperaturi na tleh in na različnih vertikalnih nivojih za izračun dvo-dimenzionalnega polja stabilnosti ozračja. Prednost modela CALMET je, da v njegov izračun lahko vpeljemo podatke iz mezoskalnega meteorološkega modela, kar omogoči modeliranje koncentracij onesnaževal zunanjega zraka na območju, kjer ni na voljo ustreznih meritev meteoroloških spremenljivk. V sodelovanju s Fakulteto za matematiko in fiziko in Agencijo republike Slovenije za okolje je bila pripravljena študija občutljivosti modela CALMET pri uporabi različnih tipov vhodnih podatkov z naslovom *Influence of three different wind field initializations in CALMET model on dispersion modelling in complex terrain*. Ugotovljeno je bilo, da je na področju Slovenije najboljši način za uporabo modela CALMET inicializacija vetrovnega polja s podatki mezoskalnega prognostičnega modela in v drugem koraku vpeljava izmerjenih vrednosti na mestih talnih meteoroloških postaj.

Programski paket CALPUFF omogoča izračun povprečne letne, maksimalne urne in dnevne vrednosti ter preseganja mejnih vrednosti, ki so pomembne za varovanje okolja in za zdravje ljudi. Poleg tega program omogoča izpis vsake posamezne urne situacije, kar omogoča študijo posameznih primerov znotraj enega leta. Ravno tako lahko s tem programom pripravimo sliko preseganj določene mejne vrednosti za izbrana onesnaževala zunanjega zraka.

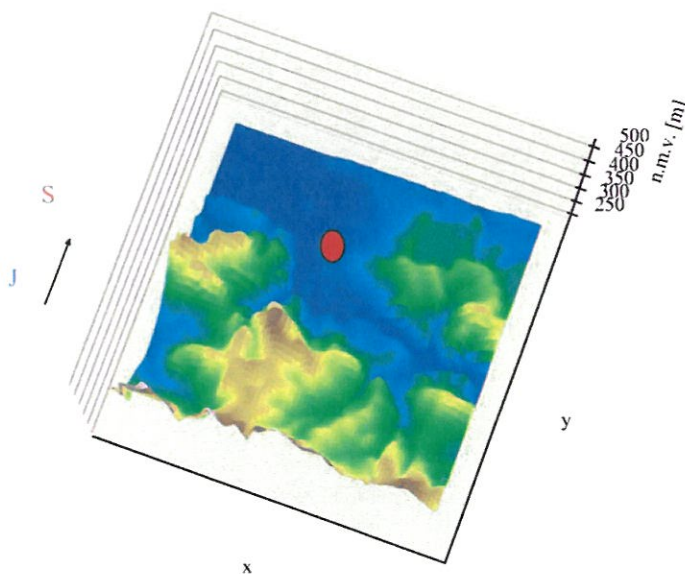
3 VHODNI PODATKI ZA PRIPRAVO OCENE DODATNE OBREMENITVE ZUNANJEGA ZRAKA

3.1 POSTAVITEV MODELA

Lokacija podjetja je na severo-zahodni strani občine Štore, v bližini Mestne občine Celje na nadmorski višini cca. 244 m.

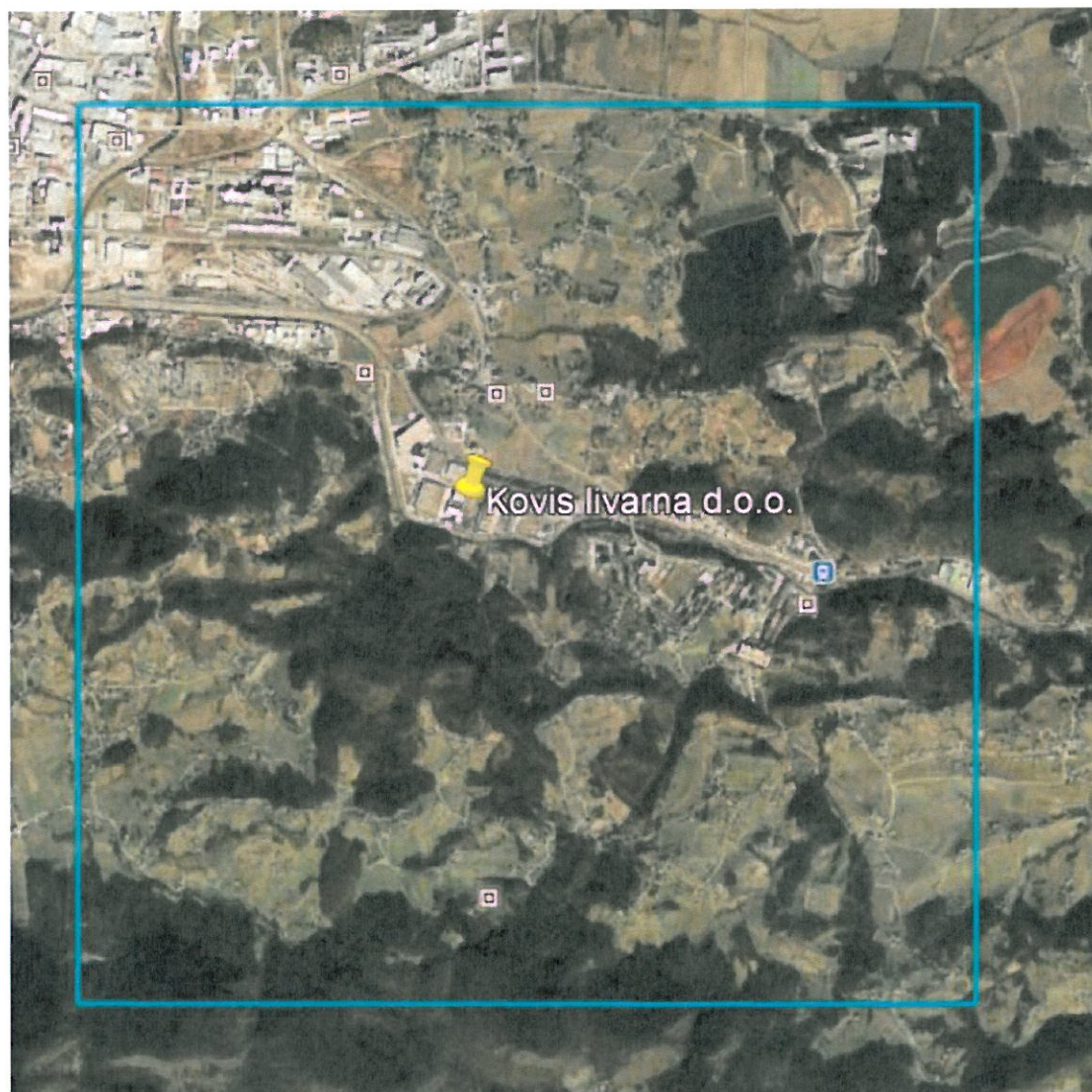
Območje Mestne občine Celje je s *Odlokom o določitvi podobmočij zaradi upravljanja s kakovostjo zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 67/18, 2/20 in 160/20)* [12] opredeljeno kot podobmočje SIC_CE v območju SIC (celinsko območje). Zaradi preseganja mejnih vrednosti za delce PM_{10} je območje občine uvrščeno v I. stopnjo onesnaženosti zraka oziroma v razred največje obremenjenosti.

Tri dimenzionalni prikaz terena, kot je uporabljen v modelu, je prikazan na sliki 2. Rdeča pika označuje približno lokacijo naprave. Modelsko območje meri 4000 m x 4000 m in je prikazano na sliki 3.



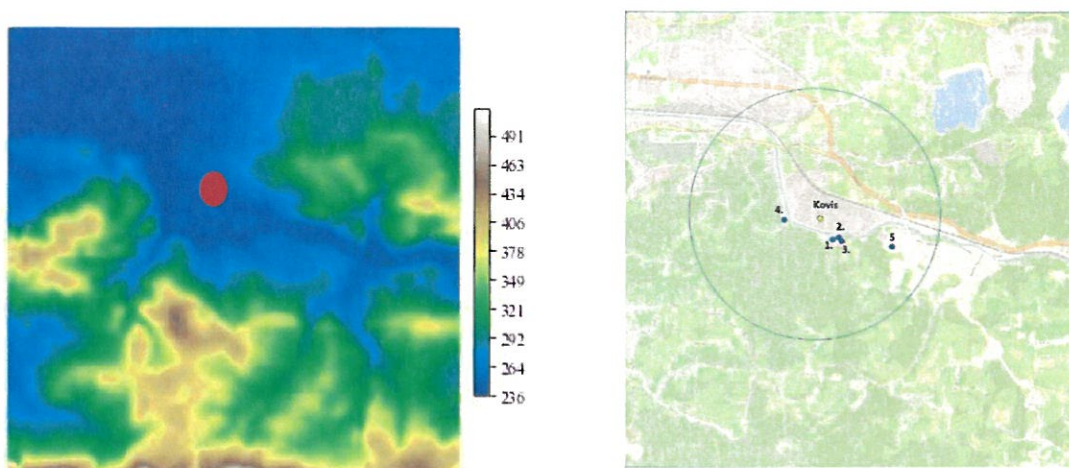
Slika 2: 3D teren v okolici naprave.

Modelski izračuni so pripravljeni na območju z velikostjo 4000 m x 4000 m z jugozahodnim robom v točki (GKy, GKx) 521886, 117842 in na mreži z naslednjim številom celic: 80 x 80 x 22 (slika 3). Horizontalne stranice kvadratov ene ploskve, ki se nahajajo na 22 vertikalnih nivojih, merijo 50 m. Nivoji, ki sledijo terenu, pokrivajo območje do višine 2500 m nad terenom. Koncentracije se računajo na naslednjih višinah nad terenom: 0, 20, 40, 60, 80, 120, 180, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1500, 2000 in 2500 metrov.

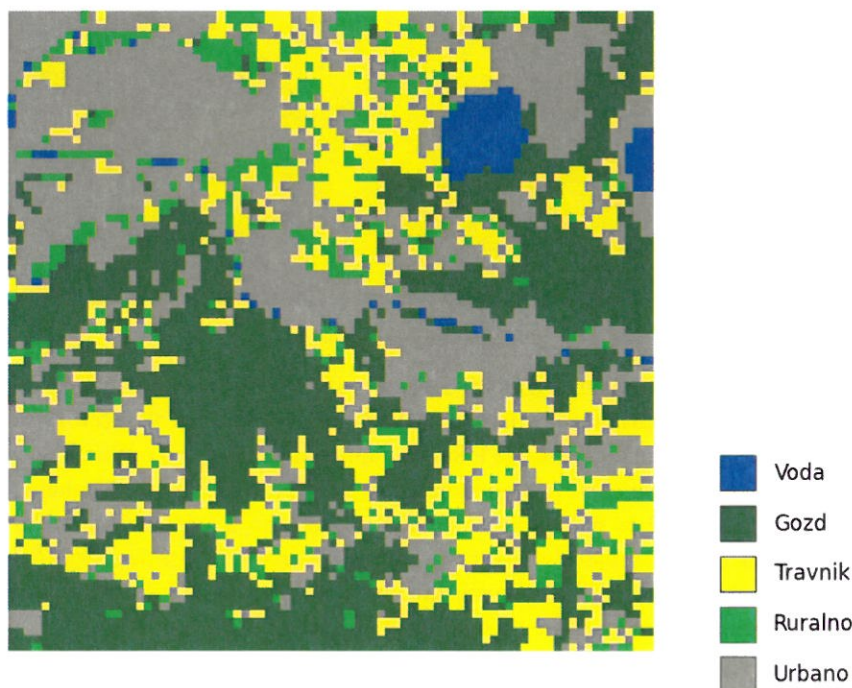


Slika 3: Modelsko območje in lokacija naprave.

Moder kvadrat označuje modelsko območje in zeleni znaki odvodnike. Slika je pridobljena z Google Earth [13].



Slika 4: Teren (levo) in zemljevidna podlaga (desno).



Slika 5: Raba tal na modelskem območju.

Model pri izračunih upošteva 3D Potek terena in 2D prostorsko sliko rabe tal. Potek terena je pomemben, ker lokalni potek površja pomembno vpliva na razvoj lokalnih vetrov. Potek terena je prikazan na levem delu slike 4, za prikaz modelskih rezultatov pa je v nadaljevanju uporabljena podlaga, dobljena iz Googlovih zemljevidov [13] (desni del slike 4). Iz 2D slike rabe tal (slika 5) model pripravi 2D polje hrapavosti površja (z_0), ki pomembno vpliva na izračun vertikalnega profila vetra.

Največji delež modelskega območja prekriva gozd, nato urbana in ruralna območja ter travniki. Vodnih površin je zelo malo.

Vir podatkov o rabi tal je zbirka MKGP [14] z 1 m dolgo stranico osnovne prostorske celice.

Vir podatkov o terenu je zbirka LIDAR, ki je dostopna na Ministrstvu za okolje in prostor [15] z osnovno prostorsko ločljivostjo boljšo od enega metra.

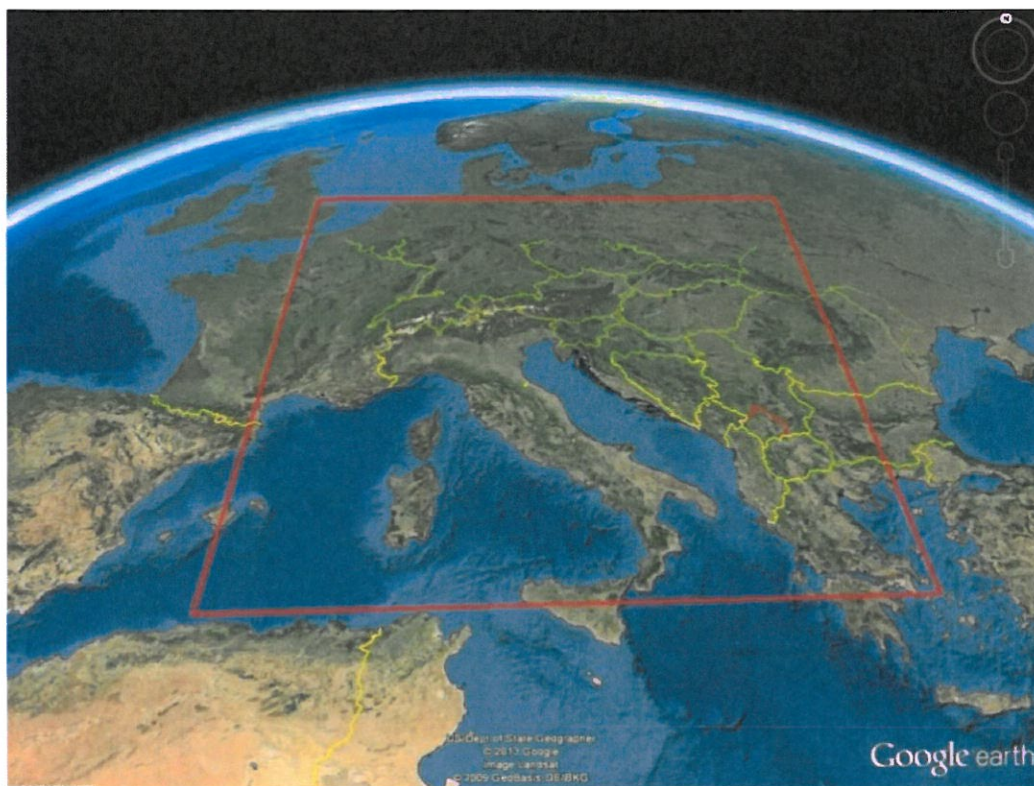


Slika 6: Ocenjevalne točke.

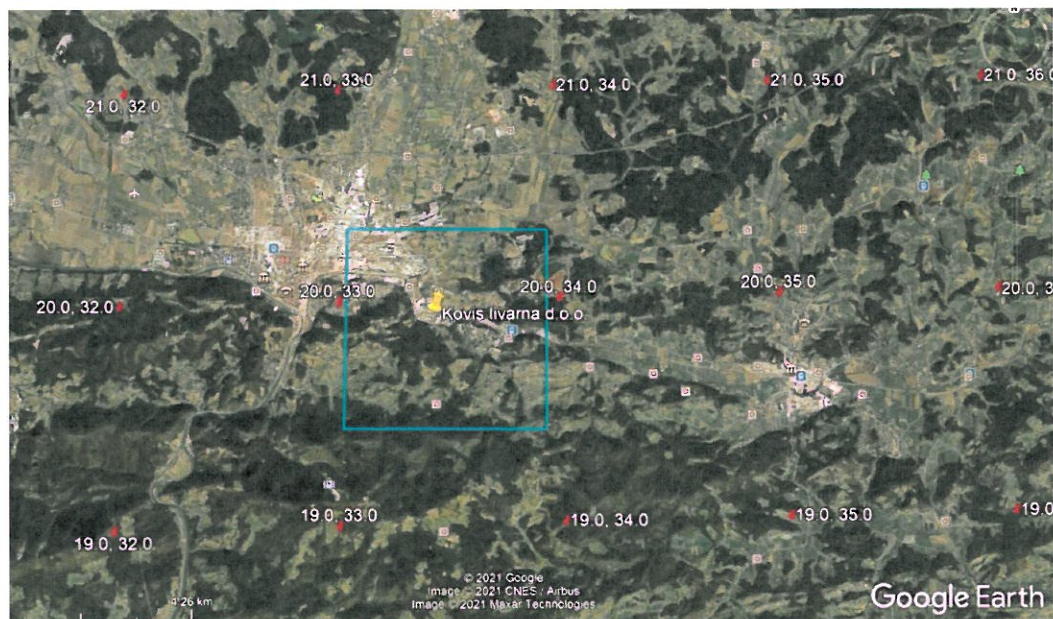
Okrog območja naprave smo v modelu postavili 5 ocenjevalnih točk. Na ocenjevalnih točkah se beležijo izračunane koncentracije, ki so prikazane v tabelah v poglavjih rezultati in zaključek. Postavitev prikazuje slika 6 na kateri je z rumeno oznako označena lokacija naprave in z modrimi oznakami ocenjevalne točke. Ocenjevalna točka 1 se nahaja na naslovu Nad stolarno 1, ocenjevalna točka 2 se nahaja na naslovu Nad Stolarno 2, ocenjevalna točka 3 se nahaja na naslovu Nad Stolarno 3, ocenjevalna točka 4 se nahaja na naslovu Teharska cesta 117 in ocenjevalna točka 5 se nahaja na naslovu Osnovna šola Štore. Ocenjevalne točke se nahajajo na najbližjih lokacijah stanovanjskih objektov in osnovne šole kot so navedeni v *Poročilu o vplivih na okolje za povečanje proizvodnje taline – Kovis livarna d.o.o.* [16].

3.2 VHODNI METEOROLOŠKI PODATKI

Meteorološki podatki za modeliranje širjenja onesnaženja na lokalni skali so v poročilu pripravljeni na podlagi meteoroloških izračunov kombinacije modelov ALADIN in CALMET. ALADIN je prognostičen, mezo-skalni meteorološki model, s katerim se v Sloveniji pripravljajo operativne meteorološke napovedi. Z modelom upravlja Urad za meteorologijo na ARSO. Modelski izračuni z modelom ALADIN se pripravljajo na prostorski resoluciji 4,4 km x 4,4 km. Modelsko območje ALADIN - a se razteza čez celotno srednjo Evropo (slika 7 [13]). Robne pogoje model ALADIN dobiva na podlagi gnezdenja v globalni model ARPEGE. Na ta način se pomembne meteorološke informacije prenašajo iz globalnih modelov preko pojavov, značilnih za mezo-skalo, na lokalno prostorsko skalo. Izračuni potrebnih meteoroloških spremenljivk na lokalni skali so pripravljeni z modelom CALMET, ki je diagnostičen vetrovni model. Rezultati modela ALADIN predstavljajo začetno vetrovno polje za izračun z modelom CALMET (ang. "First guess"). V drugem koraku modelskega izračuna se upoštevajo še meritve meteoroloških spremenljivk s talnih meteoroloških postaj. Ob upoštevanju kanaliziranja vetra po dolinah in ob upoštevanju pobočnih vetrov je mogoče pripraviti kvalitetna vetrovna polja na lokalni skali, ki so v nadaljevanju pomembna za pripravo modelskih izračunov širjenja onesnaženja.



Slika 7: Modelsko območje mezo-skalnega meteorološkega modela ALADIN.



Slika 8: Točke ALADIN (rdeče) in modelsko območje (moder kvadrat).

3.3 PODATKI O ODVODNIKIH IN EMISIJ SNOVI PRED SPREMEMBO

Navedeni so podatki o odvodnikih odpadnih plinov. Podatki o lokacijah in dimenzijah odvodnikov, temperaturi in volumskem pretoku odpadnih plinov so bili posredovani iz strani podjetja E-NET okolje d.o.o., Linhartova cesta 13, 1000 Ljubljana, ki so za podjetje Livarna Koviš d.o.o. pripravili **Poročilo o vplivih na okolje za povečanje proizvodnje taline – Koviš livarna d.o.o., št.: 100918-dn (19.10.2020)** [16]. Podatki pa so bili pripravljeni na podlagi dokumenta *Poročilo o vplivih na okolje za povečanje proizvodnje taline – Koviš livarna d.o.o.* [16] in *Poročilo o občasnih meritvah emisij snovi v zrak v podjetju Koviš livarna d.o.o.* [17].

V tabelah in na grafičnih prikazih so vsebovani le odvodniki skozi katere se odvajajo emisije prašnih delcev ali benzena.

3.3.1 LOKACIJE IN DIMENZIJE ODVODNIKOV

Navedeni so podatki o lokacijah in dimenzijah odvodnikov.

Tabela 6: Lokacija, dimenzije in obratovalne ure odvodnikov.

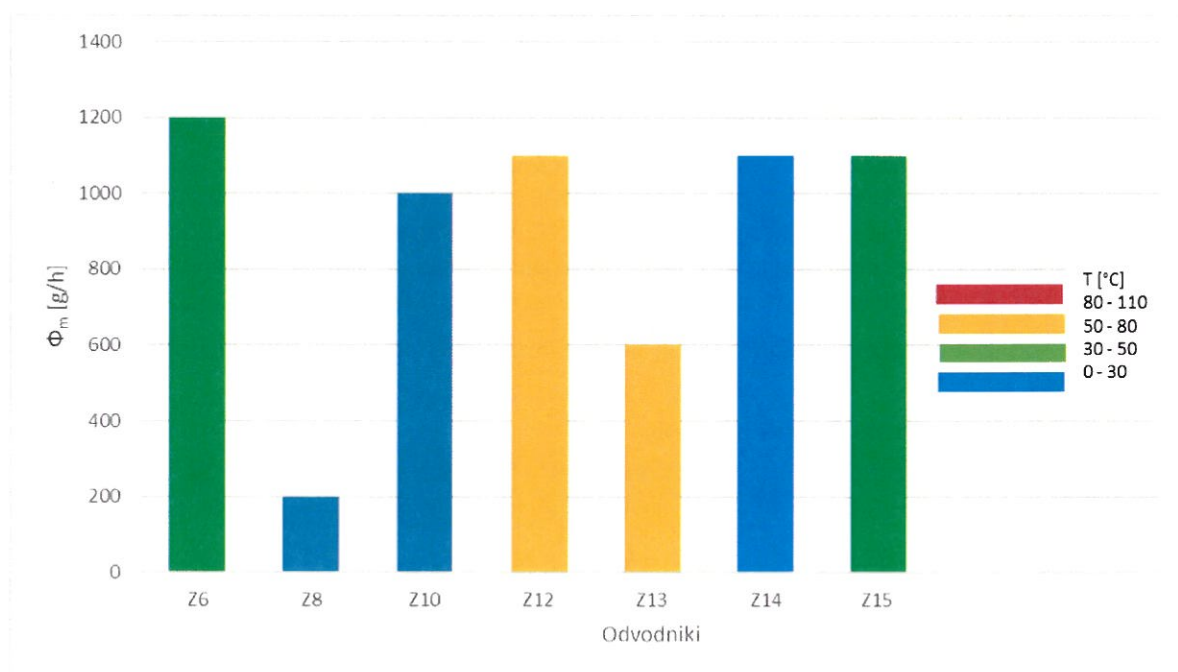
Oznaka	GKy [m]	GKx [m]	n. m. v. [m]	h [m]	d [m]	Obratovalne ure v letu 2017
Z6	120037	523578	244	12	1,1	4.246
Z8	119977	523563	244	20	0,6	3.167
Z10	120032	523588	244	17,5	0,5	7.506
Z12	120002	523576	244	20	0,9	4.246
Z13	119954	523563	244	19	0,7	4.751
Z14	119981	523568	244	20	0,4	4.246
Z15	119973	523608	244	19,5	0,7	3.890

3.3.2 VOLUMSKI IN MASNI PRETOKI

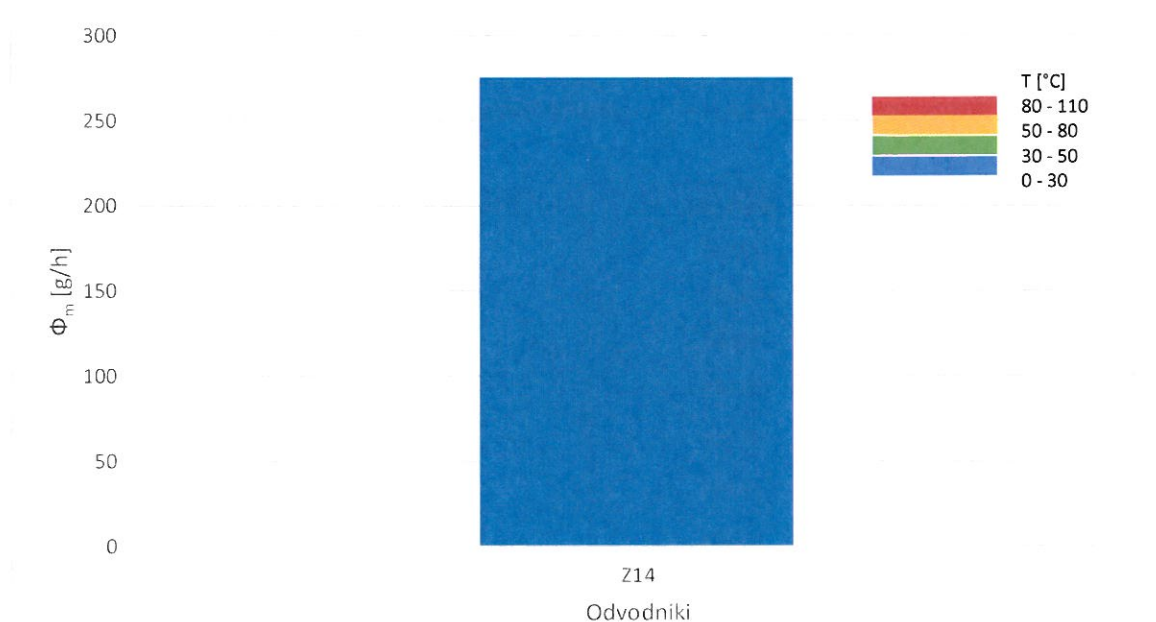
Navedeni so največji volumski pretoki odpadnih plinov ter njihova izhodna temperatura in hitrost. Temperatura in hitrost sta povzeti kot največje vrednosti zadnjih meritev.

Tabela 7: Parametri odpadnih plinov.

Oznaka	$\Phi_v [m^3/h]$	T [°C]	v [m/s]
Z6	60.000	43	17,5
Z8	10.000	36	13
Z10	50.000	29	7
Z12	55.000	66	18,5
Z13	30.000	66	18,5
Z14	55.000	25,3	13,4
Z15	55.000	30	20



Slika 9: Grafični prikaz lastnosti odvodnikov, kjer se odvajajo emisije PM₁₀.



Slika 10: Grafični prikaz lastnosti odvodnika Z14, kjer se odvajajo izpusti emisij benzena.

Sliki 9 in 10 za vse odvodnike pred spremembo prikazujeta masni pretok PM_{10} in benzena ter izhodno temperaturo odpadnih plinov. Masnemu pretoku ustreza višina stolpca. Barva stolpcev prikazuje izhodno temperaturo odpadnih plinov, kot prikazuje legenda. Z modro so označeni odvodniki, na katerih je temperatura nižja od 30 °C, z zeleno s temperaturo med 30 in 50 °C, z rumeno s temperaturo med 50 in 80 °C in z rdečo odvodnika s temperaturo med 80 in 110 °C. Večja kot je temperatura odpadnega dimnega plina večji je dimni dvig, posledično pa je večja disperzija v prostoru. Manjša temperatura odpadnega dimnega plina pa povzroča manjši dimni dvig in posledično manjšo disperzijo dimnega dviga v okolju.

Navedene so mejne vrednosti emisije PM_{10} in benzen in iz njih izračunani najvišji masni pretoki obeh onesnaževal.

Tabela 8: Masni pretoki onesnaževal pred spremembo.

Oznaka	MEV PM_{10} [mg/m ³]	$\Phi_m PM_{10}$ [kg/h]	MEV benzen [mg/m ³]	Φ_m benzen [kg/h]
Z6	20	1,2	-	-
Z8	20	0,2	-	-
Z10	20	1	-	-
Z12	20	1,1	-	-
Z13	20	0,6	-	-
Z14	20	1,1	5	0,275
Z15	20	1,1	-	-
Skupaj	-	6,3	-	0,3

Ob številu obratovalnih ur podanih v tabeli 6 z masnimi pretoki PM_{10} , kot so navedeni v tabeli 8, bi bila skupna letna emisija PM_{10} naprave Livarna Kovis d.o.o. v letu 2017 enaka 29.705 kg in emisij benzena enaka 4.670 kg.



3.4 PODATKI O ODVODNIKIH IN EMISIJI SNOVI PO SPREMEMBI

Po uvedbi nameravane posodobitve proizvodnje v podjetju Livarna Kavis d.o.o. bodo od obstoječih izpustov emisije snovi v zrak, ostali aktivni štirje odvodniki in sicer:

- cold box jedrarna (pralnik Arasin) – odvodnik odpadnih plinov z oznako Z11;
- predgretje AKZ (kurilna naprava 70 kW) – odvodnik odpadnih plinov z oznako Z16;
- komora AKZ (kurilna naprava 100 kW) – odvodnik odpadnih plinov z oznako Z17;
- sušenje AKZ (kurilna naprava 160 kW) – odvodnik odpadnih plinov z oznako Z18.

Izpusti odpadnih plinov iz preostalih obstoječih in novih tehnoloških enot v sklopu proizvodnje bodo združeni v centralno odsesovanje proizvodnje, ki se bo zaključilo z dvema novima izpustoma emisije snovi v zrak:

- centralno odsesovanje proizvodnje – odvodnik odpadnih plinov z oznako Z19;
- centralno odsesovanje proizvodnje – odvodnik odpadnih plinov z oznako Z20.

Emisije prašnih delcev in benzena se bodo odvajale zgolj iz novih odvodnikov Z19 in Z20, posledično so v nadaljevanju navedene lokacije in dimenzije odvodnikov Z19 in Z20.

Tabela 9: Lokacija in dimenzije odvodnikov.

Oznaka	GKy [m]	GKx [m]	n. m. v. [m]	h [m]	d [m]
Z19	120076	523557	244	22	2,6
Z20	120071	523554	244	22	2,6

Tabela 10: Parametri odpadnih plinov.

Oznaka	Φ_v [m ³ /h]	T [°C]	v [m/s]
Z19	275.000	25	14,4
Z20	275.000	23	14,4

Navedene so mejne vrednosti emisije PM₁₀ in benzen in iz njih izračunani najvišji masni pretoki obeh onesnaževal.

Tabela 11: Masni pretoki onesnaževal pred spremembo.

Oznaka	MEV PM ₁₀ [mg/m ³]	Φ_m PM ₁₀ [kg/h]	MEV benzen [mg/m ³]	Φ_m benzen [kg/h]
Z19	10	2,75	2	0,55
Z20	10	2,75	2	0,55
Skupaj	-	5,5	-	1,1

Po posodobitvi proizvodnje bo delo potekalo v štirih izmenah od ponedeljka do petka. Torej bo naprava delovala 6.360 ur na leto. Ob neprekinjenem delovanju z masnimi pretoki PM₁₀ in benzena, kot so navedeni v tabeli 10, bo po nameravani spremembi naprave Livarna Kavis d.o.o. v obdobju enega leta količina izpustov emisij PM₁₀ 34.980 kg in 6.996 kg emisij benzena.

V modelu se upošteva, da naprava obratuje skozi celo leto enakomerno. V izračunih je upoštevan masni pretok onesnaževal kot je prikazan v tabeli 11 in 8. Po spremembi se bo količina masnega pretoka prašnih delcev velikosti PM₁₀ in benzena povečala za 0,8 kg/h. Znatna sprememba pa je opazna pri količini



Elektroinštitut Milan Vidmar

volumenskega pretoka, ki bo po spremembi $275.000 \text{ m}^3/\text{h}$, medtem ko je bil le-ta pred spremembo najvišji $60.000 \text{ m}^3/\text{h}$.



4 REZULTATI MODELIRANJA ŠIRJENJA ONESNAŽENJA V ZUNANJEM ZRAKU

Modelski izračuni so bili pripravljeni za enoletno obdobje od 1. 1. 2020 do 1. 1. 2021. Namen modeliranja je izračun prostorske razporeditve dodatne obremenitve z namenom določitve lokacij referenčnih merilnih mest.

Za vsako snov se navajajo do trije rezultati v točki z najvišjo vrednostjo in na mestih ocenjevalnih točk:

- **povprečna letna koncentracija** – za vsako točko v modelskem območju je izračunana kot vsota urnih vrednosti v točki deljena s številom ur v letu. Povprečna letna koncentracija v neki točki je odvisna od virov emisij in meteoroloških razmer. Meteorološke razmere na letnem nivoju se spreminjajo počasi, zato bosta ob enakih virih emisij povprečni letni koncentraciji v dveh različnih letih približno enaki. Povprečna letna koncentracija v neki točki pove kolikšni obremenitvi bi bil v povprečju izpostavljen objekt, ki bi bil eno leto stalno na tej točki. Povprečna letna koncentracija je najpomembnejši kazalec o obremenitvi zunanjega zraka, ki jo povzročajo neki viri. Pove kako se v povprečju širijo onesnaževala in kakšne obremenitve v povprečju povzročajo.
- **najvišja dnevna koncentracija** – za vsako točko v modelskem območju je za vsak dan posebej izračunana povprečna dnevna koncentracija kot vsota urnih vrednosti deljena s 24. Izmed teh 365 ali 366 povprečnih dnevnih koncentracij se kot najvišjo dnevno koncentracijo izbere tisto povprečno dnevno koncentracijo v kateri je (povprečna dnevna) vrednost v neki točki najvišja izmed vseh povprečnih dnevnih vrednostih v vseh točkah. Tudi najvišja dnevna koncentracija je odvisna od virov emisij in meteoroloških razmer. Med različnimi dnevi se lahko meteorološke razmere bistveno spremenijo in tudi znotraj nekega leta so lahko nekateri dnevi bistveno manj ugodni za razširjanje onesnaženja kot drugi, zato je tudi ob enakih emisijah najvišja dnevna koncentracija v nekem letu lahko znatno drugačna od najvišje dnevne koncentracije v nekem drugem letu. Za razširjanje in mešanje ter odvajanje onesnaževal so najbolj neugodna več dni trajajoča obdobja temperaturne inverzije, za katero je značilna tudi nizka hitrost vetra. V takih obdobjih se onesnaževala slabo mešajo z okoliškim zrakom in z vetrom le počasi potujejo stran od mesta nastanka. Ker je v primeru temperaturne inverzije spodnja plast ozračja zelo stabilna in ločena od višjih plasti ozračja, iz višjih plasti ne doteka svež zrak, ki bi znižal koncentracije onesnaževal. Zato je najvišja dnevna koncentracija večinoma izračunana ob koncu enega takih obdobj. Najvišja dnevna koncentracija predstavlja dan z izračunano najvišjo vrednostjo dodatne obremenitve. V vseh ostalih dneh so povprečne dnevne koncentracije nižje od dneva z najvišjo dnevno koncentracijo.

Koncentracije snovi so na slikah označene z zelenimi, modrimi, rumenimi in rdečimi barvami. Zelene barve ustrezajo koncentracijam nižjim od spodnjega ocenjevalnega praga. Modre barve ustrezajo koncentracijam med spodnjim in zgornjim ocenjevalnim pragom. Rumene barve koncentracijam med mejno zgornjim ocenjevalnim pragom in mejno vrednostjo in rdeče koncentracijam nad mejno vrednostjo.

Na vsaki sliki z rezultati modeliranja dodatne obremenitve je s krožnico označeno območje vrednotenja naprave, ki je krog s polmerom enakim $22 \times 50 \text{ m} = 1200 \text{ m}$. Rumen krog označuje lokacijo naprave Livarne Kovis d.o.o., modra oznaka pa predstavlja lokacijo merilnih mest.



Elektroinštitut Milan Vidmar

Prvi modelski scenarij prikazuje izračunane koncentracije PM_{10} in benzena **pred nameravano spremembo**. Predpostavljeno je neprekinjeno delovanje naprave 24 ur na dan vsak dan v letu. Upoštevani so masni pretoki snovi ter temperatura in hitrost odpadnih plinov, kot so navedeni v poglavju 3 (tabele 6, 7 in 8).

Drugi modelski scenarij prikazuje izračunane koncentracije PM_{10} in benzena **po nameravani spremembi**. Predpostavljeno je neprekinjeno delovanje naprave 24 ur na dan vsak dan v letu. Upoštevani so masni pretoki snovi ter temperatura in hitrost odpadnih plinov, kot so navedeni v poglavju 3 (tabele 9, 10 in 11).

Za oba modelska scenarija je s slikami prikazana prostorska razporeditev koncentracij delcev snovi v zunanjem zraku, in sicer:

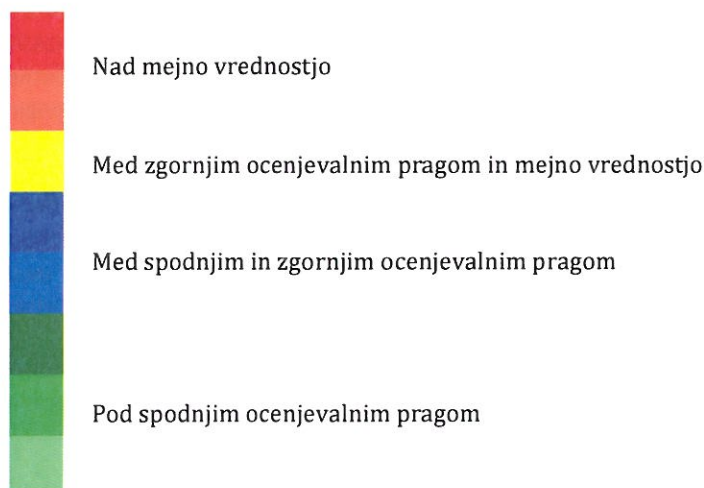
- letno povprečje (PM_{10} in benzen),
- najvišja dnevna vrednost (dan z najvišjo povprečno dnevno vrednostjo PM_{10}),

v posameznih osnovnih celicah spodnjega nivoja mreže modelskega območja.

Na vseh slikah in v vseh tabelah so koncentracije onesnaževal v zunanjem zraku navedene v enotah $\mu g/m^3$.

4.1 GRAFIČNI PRIKAZI

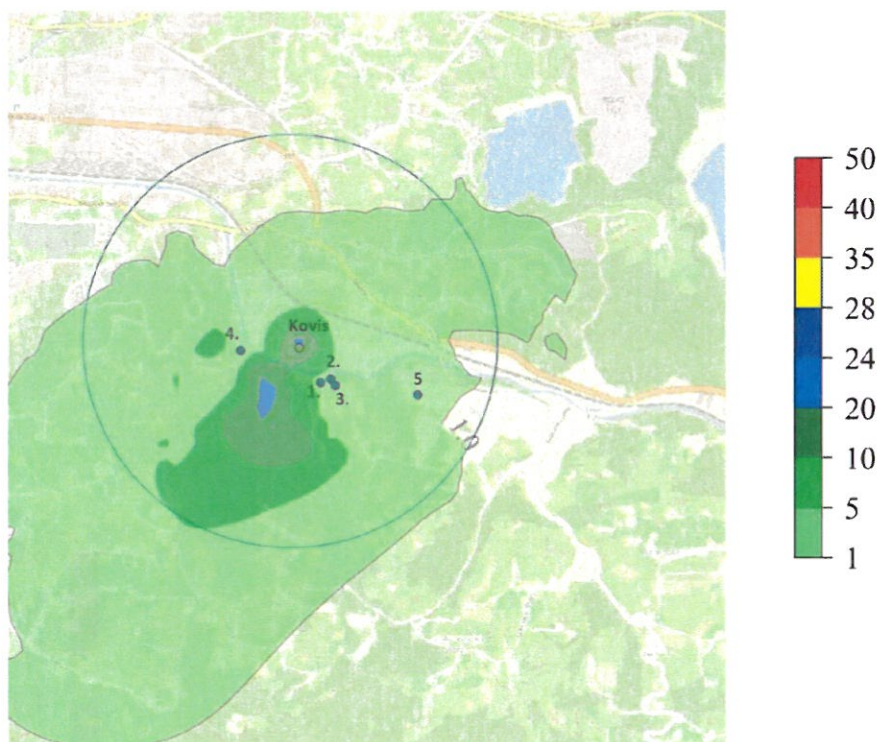
Polja koncentracij so prikazana na grafičnih podlagah z barvami, ki ustrezajo nekemu razponu koncentracij. Na desni strani vsake slike so v legendi navedene vrednosti, ki jih posamezna barva označuje. V splošnem so barvne lestvice razdeljene na 4 območja. Zeleni odtenki označujejo koncentracije pod spodnjim ocenjevalnim pragom, modri odtenki med spodnjim in zgornjim ocenjevalnim pragom. Območje med zgornjim ocenjevalnim pragom in mejno vrednostjo je razdeljeno približno na polovico in koncentracije nad zgornjim ocenjevalnim pragom in pod mejno vrednostjo so označene z rumeno barvo. Svetlo rdeča barva označuje koncentracije nad mejno vrednostjo. Intenzivna temno rdeča barva označuje koncentracije močno nad mejno vrednostjo – koncentracije, ki so višje od zgornje številke v legendi.



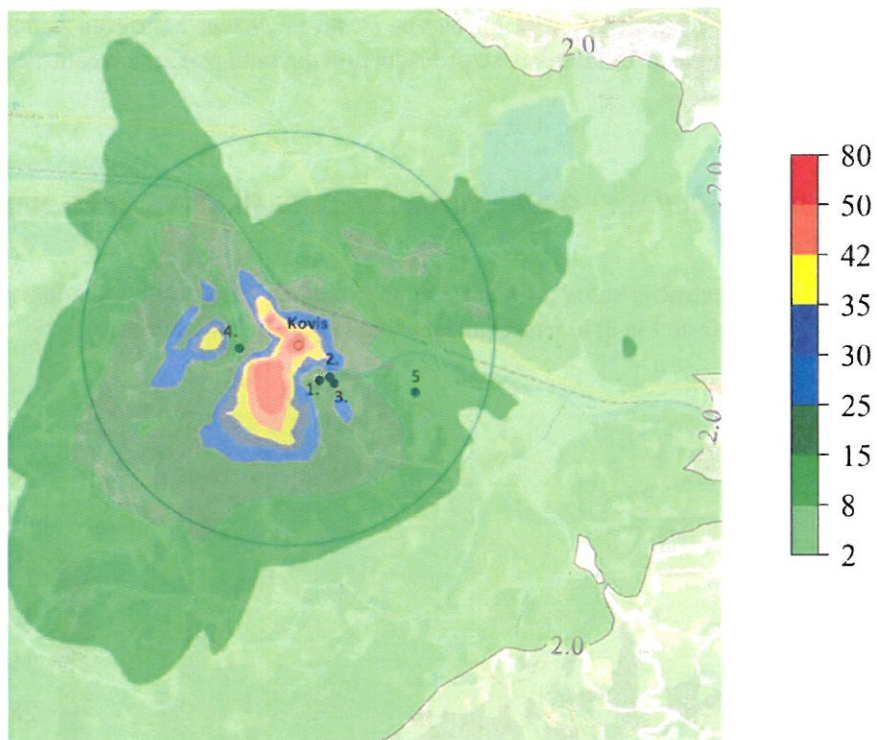
Ker so koncentracije snovi prikazane kot prosojne barvne ploskve naložene na barven zemljevid, se barve na prikazu in v legendi ne ujemajo. Dokumentu so priloženi tudi digitalni prikazi koncentracij, ki jih je moč pogledati na poljubni podlagi.

4.2 PRVI MODELSKI SCENARIJ: OCENA DODATNE OBREMENTITVE PRED NAMERAVANO SPREMEMBO

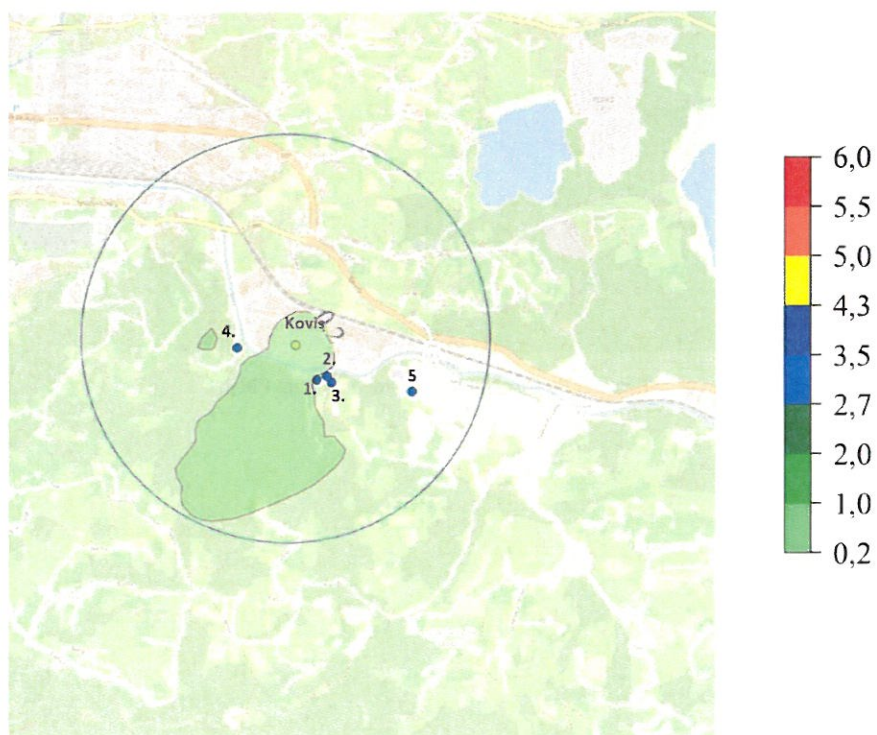
Prikazuje izračunane koncentracije snovi na višini 2 m nad tlemi ob parametrih odpadnih plinov, kot so navedeni v poglavju 3 (tabele 6, 7 in 8) in neprekinjenem delovanju vseh odvodnikov.



Slika 11: Povprečna letna koncentracija PM₁₀.



Slika 12: Najvišja dnevna koncentracija PM₁₀.



Slika 13: Povprečna letna koncentracija benzena.



Elektroinštitut Milan Vidmar

Tabela 12: Izračunane koncentracije onesnaževal.

Parameter	Najvišja vrednost	OT 1	OT 2	OT 3	OT 4	OT 5	MV
PM ₁₀ - letno povprečje [µg/m ³]	22,89	3,91	3,72	3,43	3,65	1,42	40 µg/m ³
PM ₁₀ - najvišja dnevna vrednost [µg/m ³]	72,8	15,4	16,1	17,3	19,58	11,67	50 µg/m ³
Število preseganj dnevne mejne vrednosti	30	/	/	/	/	/	35 dni
benzen - letno povprečje [µg/m ³]	0,86	0,17	0,17	0,14	0,12	0,06	5 µg/m ³

Analiza rezultatov prvega modelskega scenarija, ki ugotavlja kolikšna je največja dodatna obremenitev naprave Livarna Kavis d.o.o. v mestu Štore pred spremembo na odvodnikih, je numerično prikazana v tabeli 12. Kaže, da je dodatna obremenitev z delci PM₁₀ na vseh mestih nizka z izjemo točke z najvišjo vrednostjo. Na tej točki je mogoče opaziti tudi, da so vrednosti preseglo, dovoljeno najvišjo dnevno vrednost, a ne večkrat kot je le-ta dovoljena.

Na letnem nivoju je najvišja koncentracije na ocenjevalni točki 1, kjer znaša 10 % letne mejne vrednosti. Na dnevnem nivoju je najvišja koncentracije na ocenjevalni točki 4, kjer znaša 40 % najvišje dnevne mejne vrednosti. Koncentracije benzena so v vseh točkah nižje od mejne vrednosti.

4.3 DRUGI MODELSKI SCENARIJ: OCENA DODATNE OBREMENITVE PO NAMERAVANI SPREMEMBI

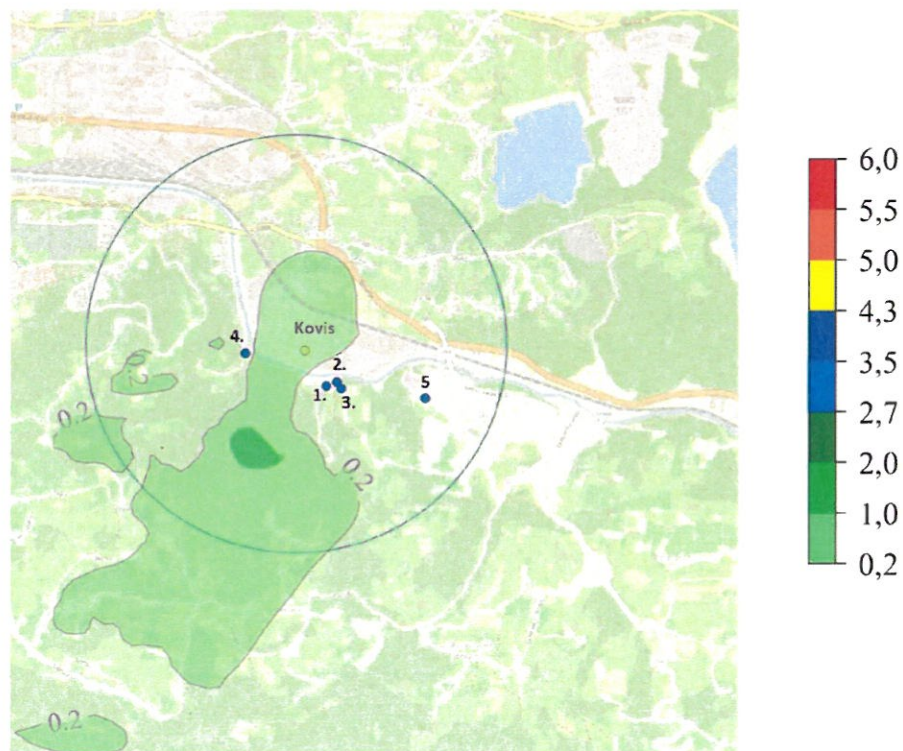
Prikazuje izračunane koncentracije snovi na višini 2 m nad tlemi ob parametrih odpadnih plinov, kot so navedeni v poglavju 3 (tabele 9, 10 in 11) in neprekinjenem delovanju vseh odvodnikov.



Slika 14: Povprečna letna koncentracija PM₁₀.



Slika 15: Najvišja dnevna koncentracija PM₁₀.



Slika 16: Povprečna letna koncentracija benzena.



Elektroinštitut Milan Vidmar

Tabela 13: Izračunane koncentracije onesnaževal.

Parameter	Najvišja vrednost	OT 1	OT 2	OT 3	OT 4	OT 5	MV
PM ₁₀ - letno povprečje [µg/m ³]	6,1	0,6	0,6	0,5	0,9	0,3	40 µg/m ³
PM ₁₀ - najvišja dnevna vrednost [µg/m ³]	22,4	3,6	3,5	3,1	5,8	2,4	50 µg/m ³
Število preseganj dnevne mejne vrednosti	0	0	0	0	0	0	35 dni
benzen - letno povprečje [µg/m ³]	1,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	5 µg/m ³

Analiza rezultatov drugega modelskega scenarija, ki ugotavlja kolikšna je največja dodatna obremenitev naprave Livarne Kovis d.o.o. v naselju Štore po spremembi na odvodnikih, je numerično prikazana v tabeli 13. Kaže, da je dodatna obremenitev z delci PM₁₀ na vseh mestih nizka. Točka z najvišjo vrednostjo pa se nahaja na območju naprave.

Na letnem nivoju je najvišja vrednost na ocenjevalni točki 4. Na dnevnem nivoju se na ocenjevalnih točkah ne približa dnevni mejni vrednosti.

Koncentracije benzena so v vseh točkah precej nizke, na točki z najvišjo vrednostjo je le-ta 1,2 µg/m³.

4.4 OCENA DODATNE OBREMENITVE PO IZVEDENI NAMERAVANI SPREMEMBI NA OBMOČJU VREDNOTENJA

Dodatna obremenitev prikazuje razliko med koncentracijami izračunanimi v drugem in prvem modelskem scenariju in je navedena v tabeli 14.

Tabela 14: Sprememba emisij PM₁₀ in benzena zaradi izvedene spremembe.

Parameter	Najvišja vrednost	OT 1	OT 2	OT 3	OT 4	OT 5	MV
PM ₁₀ - letno povprečje [µg/m ³]	-16,79	-3,3	-3,14	-2,91	-2,8	-1,17	40 µg/m ³
PM ₁₀ - najvišja dnevna vrednost [µg/m ³]	-11,4	-11,78	-12,57	-14,22	-13,76	-9,28	50 µg/m ³
Število preseganj dnevne mejne vrednosti	-36	/	/	/	/	/	35 dni
benzen - letno povprečje [µg/m ³]	0,34	-0,05	-0,05	-0,04	0,05	-0,01	5 µg/m ³

Vrednotenje dodatne obremenitve pokaže, da se bo ob načrtovani spremembi na odvodnikih celotna obremenitev z delci PM₁₀ zmanjšala, največ v točki z najvišjo vrednostjo, kjer se bo na letnem nivoju koncentracija zmanjšala za 17 µg/m³. V primeru najvišje dnevne vrednosti pa se bo le-ta zmanjšala za 11 µg/m³. Prav tako ne bo več prihajalo do prekoračenja mejne dnevne vrednosti. Največje zmanjšanje letnega povprečja pa je opazno tudi na OT1, dnevnega maksimuma pa na točki OT3.

V primeru benzena se bo zgolj na najvišji vrednosti koncentracija na letnem nivoju povečala za 0,34 µg/m³, medtem ko se bo na točkah lokacij stavb le-ta zmanjšala.

Ob precej enakovrednem masnem pretoku v primeru delovanja naprave pred spremembo in po spremembi je opaziti precej veliko zmanjšanje emisij, kar je posledica precej večjega volumenskega pretoka snovi. Volumenski pretok po spremembi bo na obeh odvodnikih 275.000 m³/h, medtem ko je bila le-ta pred spremembo največji 60.000 m³/h. Pretok se bo torej povečal za 4,5-krat.

Za potrebe modeliranja je bil upoštevan preračunan masni pretok PM₁₀ glede na mejne vrednosti. Prav tako se je upoštevalo, da je naprava obratovala ves čas v letu 2020. Emitirana količina prašnih delcev je bila 48.180 kg in benzena 9.636 kg.

Podjetje naprave Livarne Koviš je zavezan poročanju letnih emitiranih emisij, v letu 2018 je bilo na podlagi meritev poročana emitirana količina PM₁₀ 2.595 kg in benzena 106 kg. Opaziti je mogoče, da se je pri modelski oceni upošteval 18-kratnik poročane vrednosti za PM₁₀ ter za benzena 90-kratnik poročane vrednosti.

Glede na to, da se sprememba naprave nanaša na posodobitev naprave z ukinitvijo starih naprav in namestitvijo novih odvodnikov Z19 in Z20 bodo emisije po narejeni spremembi manjše kot so le-te sedaj, kot to prikazujejo rezultati modelske ocene.

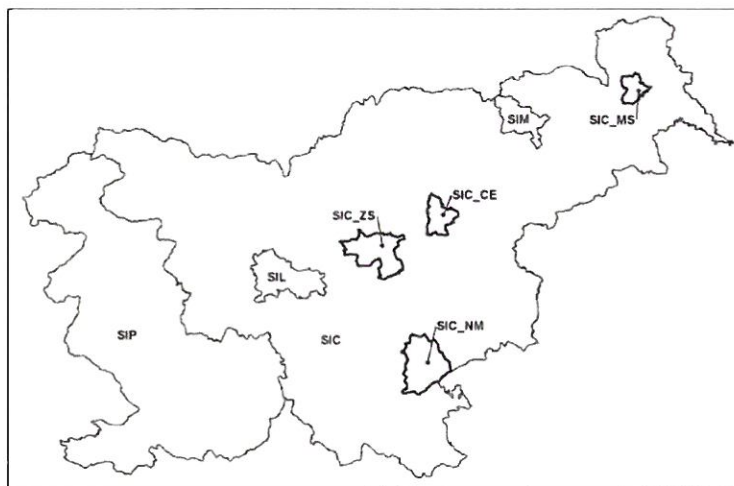


Elektroinštitut Milan Vidmar

5 OCENA CELOTNE OBREMENITVE ZUNANJEGA ZRAKA V OBČINI CELJE IN ŠTORE

Republika Slovenija je po *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka* (Ur. l. RS, št. 9/11, 8/15 in 66/18) [2] za ocenjevanje kakovosti zraka razdeljena na dve območji in dve aglomeraciji, ki sta različni za težke kovine in za druga onesnaževala. Za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka glede na ravni SO_2 , NO_2 , CO , O_3 , C_6H_6 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ in BaP je razdeljena na celinski del (SIC) ter primorski (SIP) del. Za težke kovine je zaradi svoje specifičnosti iz območja celotne Slovenije izvzeta Zgornja Mežiška dolina, ki se obravnava ločeno, ostali deli Slovenije pa se nahajajo v območju SITK (območje težke kovine).

Mestna občina Celje po določilih *Odredbo o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka* (Ur. l. RS, št. 38/2017, 3/2020) [18] sodi glede na prej omenjene ravni spojin v celinsko območje z oznako SIC_CE. Omenjeno območje zajema na sliki 17 prikazane statistične regije, brez Mestne občine Maribor in Mestne občine Ljubljana.



Slika 17: Prikaz območij in podobmočij kot jih določata Odredba [18] in Odlok [19].

V skladu z *Odredbo o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka* (Ur. l. RS, št. 38/2017, 3/2020) [18] se območje podjetja Livarna Koviš d.o.o. uvršča v območje SIC_CE. Omenjena *Odredba* določa stopnjo onesnaženosti zraka zaradi SO_2 , NO_2/NO_x , PM_{10} , PB , C_6H_6 , CO , O_3 , Ar , Cd , Hg , Ni in PAH v zunanjem zraku.

V nadaljevanju so podane stopnje onesnaženosti zraka v območju SITK in SIC ter podobmočju SIC_CE glede na mejne in ciljne vrednosti ter ravni onesnaževal v zunanjem zraku glede na spodnji in zgornji ocenjevalni prag. Za območje SIC je stopnja onesnaženosti zraka za SO_2 , NO_2/NO_x , $\text{PM}_{2,5}$, CO , benzena in Benzo(a)piren pod mejno vrednostjo, za ozon je nad mejno vrednostjo, medtem ko za vse ostale parametre pa stopnja onesnaženosti ni relevantna.

Tabela 15: Stopnja onesnaženosti zraka na posameznem območju, aglomeraciji in podobmočju glede na mejne vrednosti.

Oznaka območja, aglomeracije, cone ali podobmočja	SO ₂	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	Pb	CO	C ₆ H ₆
SIC	II	II	II	/	II	/	II	II
SIC_CE	/	/	/	I	/	/	/	/
SITK	/	/	/	/	/	II	/	/

Legenda	Raven onesnaževala
II	Pod mejno vrednostjo
I	Nad mejno vrednostjo
/	Ni relevantno

Tabela 16: Stopnja onesnaženosti zraka na posameznem območju, aglomeraciji in podobmočju glede na ciljne vrednosti.

Oznaka območja, aglomeracije, cone ali podobmočja	O ₃	Ar	Cd	Ni	B(a)P
SIC	I	/	/	/	II
SIC_CE	/	/	/	/	/
SITK	/	II	II	II	/

Legenda	Raven onesnaževala
II	Pod ciljno vrednostjo
I	Nad ciljno vrednostjo
/	Ni relevantno

Na območju SIC so nad zgornjim ocenjevalnim pragom parametri prašnih delcev, medtem ko so med zgornjim in spodnjim NO₂/NO_x, parametri SO₂, CO in benzen pa se nahajajo pod spodnjim ocenjevalnim pragom

Tabela 17: Ravni onesnaževal v zunanjem zraku na posameznem območju in aglomeraciji glede na spodnji in zgornji ocenjevalni prag.

Oznaka območja, aglomeracije, cone ali podobmočja	SO ₂	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	svinec	CO	C ₆ H ₆	Ar	Cd	Ni	B(a)P
SIC	1	2	2	3	3	/	1	1	/	/	/	3
SITK	/	/	/	/	/	1	/	/	1	1	1	/

Legenda	Raven koncentracije
1	Pod spodnjim ocenjevalnim pragom
2	Med spodnjim in zgornjim ocenjevalnim pragom
3	Nad zgornjim ocenjevalnim pragom
/	Ni relevantno

Območje Mestne občine Celje se nahaja v kotlini, ki je slabo prevetrena, v hladni polovici leta pa pogosto nastajajo temperaturne inverzije, ki razmere še poslabšajo. Območje občine oz. podobmočje SIC_CE je zaradi preseganja mejnih vrednosti za delce PM₁₀ uvrščeno v I. stopnjo onesnaženosti oz. v razred največje obremenjenosti. Za zmanjšanje onesnaženosti zraka z delci PM₁₀, s ciljem zmanjšati škodljive vplive na okolje in zdravje ljudi in okolje, je bil sprejet načrt za kakovost zraka (*Odlok o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Celje; Ur. l. RS, št. 57/17, 160/20 in 161/20-popr.*) [19], ki je usmerjen predvsem v zmanjševanje izpustov zaradi ogrevanja stavb in izpustov cestnega motornega prometa.



5.1 ANALIZA EMISIJ V MESTNI OBČINI CELJE IN ŠTORE

V skladu s *Pravilnikom o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje* (Ur. l. RS, št. 105/08) [10], morajo vsi zavezanci za izvedbo emisijskega monitoringa snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja poslati ministrstvu oceno o letnih emisijah snovi v zrak. Na osnovi poslanih ocen o letnih emisijah snovi za leto 2018 v zrak Agenciji RS za okolje zbere podatke o letnih količinah izpuščenih snovi v zrak iz izpustov naprav in oceno razpršene emisije in jih vsako leto objavi na njihovi spletni strani [20].

Emisije prasnih delcev, poleg naprave Livarna Kovis d.o.o., nastajajo tudi iz drugih virov v Mestni občini Celje, kot na primer emisije snovi v zrak zaradi industrije, prometa, gospodinjstev in drugih dejavnosti. V spodnji tabeli (tabela 18) so navedene ocene emisij nekaterih onesnaževal in njihovih virov, ki potrjujejo majhen prispevek k onesnaženosti zunanjega zraka, tabela 19 pa prikazuje letne količine izpuščenih snovi v zrak iz drugih naprav v neposredni okolici livarne Kovis d.o.o. in ki so tudi zavezanci za emisijski monitoring snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja.

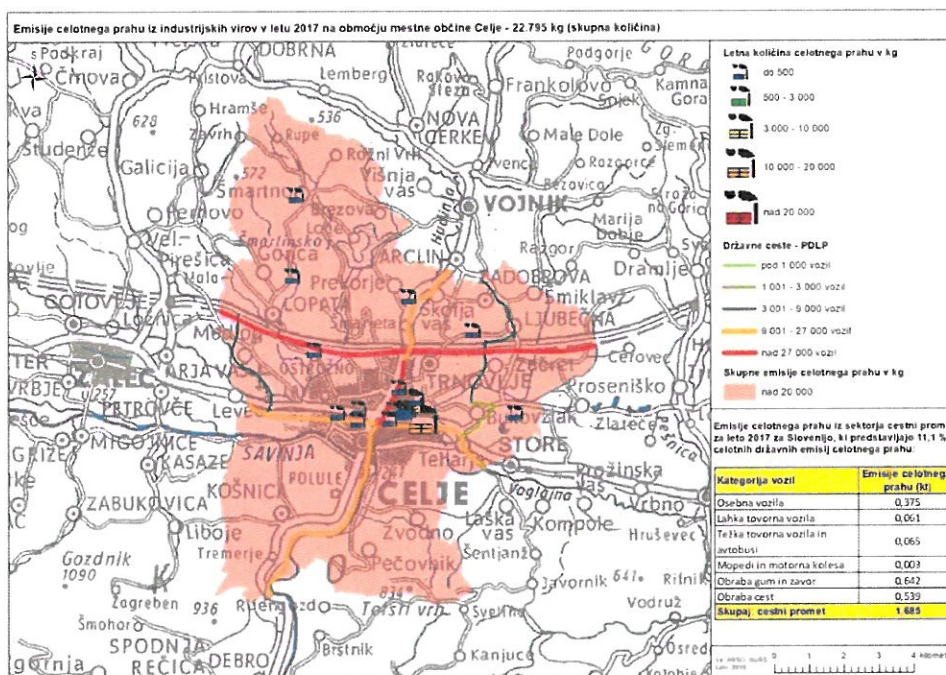
Tabela 18: Zavezanci za poročanje emisij prasnih delcev na območju mestne občine Celje in v okolici Štor [16].

Naziv obrata	Emisije celotnega prahu [kg/leto]	Delež [%]	Benzen [kg/leto]
MERKSCHA FURNIRNICA, d.o.o.	16.259,00	46,3	*
CINKARNA CELJE, D.D.	11.431,00	32,6	101,73**
Štore Steel, d.o.o., Štore ²⁹	3.436,00	9,8	6.151,87**
KOVIS-LIVARNA proizvodnja, trgovina in storitve d.o.o.	1.613,00	4,6	106,54
Valji, d.o.o., Štore ²⁹	904,00	2,6	*
CONTAINER D.O.O.	490,00	1,4	*
CETIS CELJE	137,00	< 1	619,64**
EMO NOVUM PROIZVODNJA EMALIRANE POSODE D.O.O.	126,00	< 1	*
ENERGETIKA CELJE, JAVNO PODJETJE D.O.O.	124,00	< 1	94,76**
EMO FRITE D.O.O.	104,00	< 1	*
POCINKOVALNICA, D.O.O.	96,00	< 1	*
AVTOTEHNIKA Celje d.o.o.	32,00	< 1	406,44**
NOMAGO D.O.O.	29,00	< 1	*
Avtoličarstvo Guček Benjamin s.p.	22,00	< 1	*
MI-TAP d.o.o.	19,00	< 1	*
KLIMA CELJE d.d.	16,00	< 1	*
Center ISI d.o.o., Štore	8,77	< 1	*
Drugi	240	< 1	1
SKUPAJ	35.086,77	100	100

* ni dostopnih podatkov

** organske spojine, izražene kot skupni organski ogljik (TOC)

²⁹ IED naprava



Slika 18: Lokacije posameznih virov emisij celotnega prahu v Mestni občini Celje [19].

V Sloveniji je analiza prašnih delcev pokazala, da je najpogostejši vir PM_{10} v prometno bolj obremenjenih urbanih središčih (npr. Ljubljanska in Celjska kotlina) promet, v nekaterih predelih pa so poleg prometa pomemben vir PM_{10} tudi izpusti iz kurilnih naprav in industrija [21]. Agencija Republike Slovenije za okolje je v letu 2011 na podlagi meritev in nadaljnje laboratorijske analize vzorcev ter s pomočjo statističnega modela (PCA), določila vire emisij v Mestni občini Celje. Konec leta 2016 je bilo vzpostavljeno še eno dodatno merilno mesto (Celje Mariborska), poleg dveh stalnih merilnih mest (Celje in Celje Gaji). Tabela 21 prikazuje tip merilnega mesta, tip območja v Mestni občini Celje in statistične podatke meritev PM_{10} . Merilni mesti Celje in Celje Mariborska sta v lasti državne merilne mreže (DKMZ), medtem ko je merilno mesto Gaji v lasti občine z njim pa upravlja osebje Elektroinštituta Milan Vidmar v skladu s standardiziranimi postopki.

Tabela 19: Opis merilnih mest na območju Celja.

Merilno mesto	GKx	GKy	n.m.v	Tip merilnega mesta	Tip območja	Izvajalec meritev
Celje Gaji	522888	122129	240	ozadje	mestni	EIMV
Celje	520614	121189	212	ozadje	Mestni	DHMZ
Celje Mariborska	521412	121576	240	prometni	mestni	DHMZ

Namen merilnega mesta Celje Mariborska je spremljanje koncentracij PM_{10} iz prometa, medtem ko se na ostalih merilnih mestih spremljajo parametri SO_2 , NO_2/NO_x , PM_{10} in meteorologija. Na merilnem mestu Celje se spremljajo še meritve ozona in analiza težkih kovin v segmentu PM_{10} , na merilnem mestu Gaji pa se spremljajo še dodatno emisije NH_3 .

Tabela 20: Prikaz meritev na merilnih mestih v Celju.

Merilno mesto	SO_2	NO_2/NO_x	NH_3	O_3	PM_{10}	Težke kovine v PM_{10}	Meteorologija
Celje Gaji	+	+	+		+		+
Celje	+	+		+	+	+	+
Celje Mariborska					+		



Elektroinštitut Milan Vidmar

Tabela 21: Statistični podatki meritev PM₁₀ na lokacijah Celje, Celje Mariborska in Celje Gaji [22].

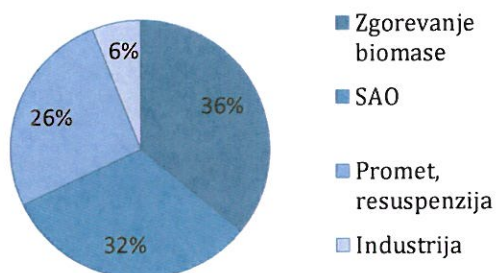
Merilno mesto	Povprečna letna vrednost	Maksimalna dnevna vrednost	Število preseganj dnevne mejne vrednosti
Celje Gaji	24	107	25
Celje	26	86	23
Celje Mariborska	29	109	43

Tabela 22: Primerjava PM vrednosti v letih 2018, 2019 in 2020 [23].

Merilno mesto		Celje Gaji	Celje	Celje Mariborska
2017	Povprečna letna vrednost	25	30	33
	Maksimalna dnevna vrednost	131	146	150
	Število preseganj dnevne mejne vrednosti	39	49	57
2018	Povprečna letna vrednost	29	28	31
	Maksimalna dnevna vrednost	102	98	104
	Število preseganj dnevne mejne vrednosti	43	35	45
2019	Povprečna letna vrednost	24	26	29
	Maksimalna dnevna vrednost	107	86	109
	Število preseganj dnevne mejne vrednosti	25	23	43

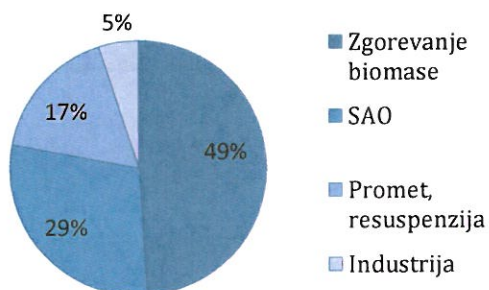
Iz spodnjih dveh grafov je razvidno povečanje onesnaženja PM₁₀ iz biomase za 13% v zimskem obdobju, kar je posledica ogrevanja sanitarne vode in individualnih hiš z lesno biomaso v hladnejšem obdobju leta. V kategorijo promet in resuspenzija so vključeni delci PM₁₀, ki so posledica izpustov iz motorjev in obrabe cestišča, zavor in pnevmatik ter se v zimskem času v primerjavi. Promet prav tako predstavlja vir emisij, ki je tesno povezan z gostoto prometa in predstavlja kar tretjinski delež vseh emisij PM₁₀. Delež industrije pa ostaja približno enak. Sekundarni anorganski delci imajo bolj regionalen značaj, saj nanje vpliva predvsem transport zračnih mas in se skozi leto spreminjajo [18].

Zimsko obdobje



Slika 19: Delež virov emisij PM₁₀ za zimsko obdobje glede na njihovo raven in pod 50 µg/m³ [18].

Zimsko obdobje



Slika 20: Delež virov emisij PM₁₀ za zimsko obdobje glede na njihovo raven – nad 50 µg/m³ in pod 50 µg/m³ [18].



Elektroinštitut Milan Vidmar

6 ZAKLJUČEK

Z modelskimi izračuni je bila ocenjena obremenitev zunanjega zraka z delci PM_{10} in benzena, ki je posledica delovanja naprave livarne Kovis d.o.o. v naselju Štore. Izračunana je bila obremenitev ob trenutnem stanju odvodnikov in v stanju po spremembi z upoštevanjem obratovanja naprave tekom celega leta 2020 in mejnih vrednostih.

Modeliranje razširjanja onesnaževal je bilo izvedeno na 22 nivojih mreže s 80×80 točk za vsako uro v letu 2020. Horizontalna stranica celice je 50 m.

Modelirane koncentracije so bile beležene v 5 točkah. Najvišje so bile izračunane v točki z najvišjo vrednostjo, ki leži na območju podjetja Livarne Kovis. Izven območja naprave so najvišje koncentracije na letnem nivoju izračunane na ocenjevalni točki 4, ki leži zahodno od naprave.

Glede na modelske rezultate lahko zaključimo, da bo imela sprememba naprave pozitivne učinke na zmanjšanje koncentracije PM_{10} in benzena, ki so posledica delovanja naprave livarne Kovis d.o.o. in posredno tudi na skupno količino PM_{10} in benzena v mestu Štore in Celje.

Analiza virov emisij v Mestni občini Celje in v bližini livarne Kovis je pokazala, da imajo na skupne količine koncentracij PM_{10} v zunanjem zraku največji vpliv mala kurišča, ki pa v samem mestu Celje niso prisotna v večini, saj je na območju locirano omrežje zemeljskega plina. Prav tako so emisije prašnih delcev iz malih kurišč prisotne predvsem v hladni polovici leta. V 30% deležu pa so prepoznane sekundarne emisije prašnih delcev. Ostali emisije se pripisuje emisijam iz prometa, industrije in drugih antropogenih aktivnosti.



Elektroinštitut Milan Vidmar



Elektroinštitut Milan Vidmar

7 PRILOGA: OPIS MODELSKIH METOD

7.1 IME MODELA IN PREDPROCESORJEV:

model:	CALPUFF
predprocesor meteorologija:	CALMET
predprocesor emisija:	/
ostalo:	/
izdelovalec modela:	TRC
organizacija, ki je odobrila oziroma priporočila model:	EPA
tip modela:	Lagrangeev paketni model
izvajalec izračunov z modelom:	EIMV
način določanja stabilnosti atmosfere:	vertikalni profil temperature
vir podatkov za določanje stabilnosti:	meteorološka polja modela ALADIN

7.2 IZRAČUN VETROVNEGA POLJA:

lastnosti procesorja:	diagnostičen vetrovni model (možna je kombinacija z rezultati prognozičnih meteoroloških modelov)
število upoštevanih merilnih mest:	0
upoštevano obdobje modelskih izračunov:	1. 1. 2020 – 1. 1. 2021
vir meteoroloških podatkov:	meteorološka polja modela ALADIN

7.3 EMISIJSKI PODATKI:

število odvodnikov:	7, 2
tipi virov:	točkovni
vir emisijskih podatkov:	emisijske meritve in predpisi
upoštevanje razpršenih emisij:	Ne, zanemarljive

7.4 NAČIN IZRAČUNA KONCENTRACIJ:

obdobje izračuna:	1. 1. 2020 – 1. 1. 2021
izračun na podlagi urnih koncentracij:	da
izračun na podlagi pogostosti situacij glede na stabilnost, smer in hitrost vetra:	ne
drugo:	
dimenzije območja izračuna v metrih:	4000 m x 4000 m
koordinate levega spodnjega kota območja izračuna (GK)	521886, 117842
število točk v smeri x:	80
število točk v smeri y:	80
razdalja med točkami v horizontalni smeri:	50 m
število točk v vertikalni smeri:	22
višine računskih ploskev:	0, 20, 40, 60, 80, 120, 180, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1500, 2000 in 2500 metrov
sledenje ploskev reliefu:	Da



Elektroinštitut Milan Vidmar

raba tal:

da (2D polje)

hrapavost tal (z0):

da (2D polje)



8 LITERATURA

- 1 Spletna stran podjetja Kavis Livarna d.o.o.; <https://www.kavis-group.com/kl/o-podjetju/>, dostopno februar 2021
- 2 Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 9/2011, 8/2015 in 66/2018),
- 3 Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, Summary of risk assessment, WHO, 2006,
- 4 Exponent, Engineering and Scientific Consulting, The CALPUFF Modeling System, USA, 2021
- 5 Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur. l. RS, št. 31/2007, 70/2008, 61/2009, 50/2013),
- 6 Uredbo o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur. l. RS, št. 56/06);
- 7 Direktiva 2008/50ES evropskega parlamenta in sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo
- 8 Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17)
- 9 Odredbo o določitvi območja in razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 38/17, 3/20 in 152/20)
- 10 Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur. l. RS, št. 105/08),
- 11 Briggs, G.A.: Plume Rise, U.S. Atomic Energy Commission, TID-25075. Oak Ridge, TN, 1969,
- 12 Odlok o določitvi podobmočij zaradi upravljanja s kakovostjo zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 67/18, 2/20 in 160/20)
- 13 Google Earth, 25. 5. 2020,
- 14 Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (Oktober, 2020),
- 15 <http://www.evode.gov.si/podatki/lidar-podatki/navodila-za-prenos-podatkov-lidar/>,
- 16 E-NET okolje d.o.o., Linhartova cesta 13, 1000 Ljubljana, Poročilo o vplivih na okolje za povečanje proizvodnje taline – Kavis livarna d.o.o., Št.: 100918-dn (19.10.2020)
- 17 Kova d.o.o., Družba za izvajanje kompletnega varstva pri delu, Poročilo o občasnih meritvah emisij snovi v zrak v podjetju Kavis livarna d.o.o., EK2018-180441 (januar 2019)
- 18 Odredba o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 38/17, 3/20 in 152/20)
- 19 Odlok o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Celje (Uradni list RS, št. 57/17, 160/20 in 161/20 – popr.)
- 20 ARSO, "Emisije snovi v zrak iz industrijskih obratov za leto 2019," 2019. [Online]. Available: http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_zraka/devices#Naprave (splošno). (11.03.2021).
- 21 Ocena vpliva onesnaženosti zraka z delci (PM) na umrljivost v slovenskih krajih, NIJZ, 2015.
- 22 Poročilo o kakovosti zunanjega zraka za leto 2019. (11.03.2021). https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/porocilo_2019_zsplet.pdf
- 23 Poročilo o kakovosti zunanjega zraka za leto 2019. (11.03.2021). http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Letno_porocilo_2017_kakovost_zraka_fin.pdf
http://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Letno_Porocilo_2018.pdf
https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/porocilo_2019_zsplet.pdf

