



Ocena obremenitve zunanjega zraka z vonjem v Občini Vrhnika

Naročnik

Občina Vrhnika

Izvedba

Atmosferix d.o.o.

Datum

27. 11. 2025

ID Poročila

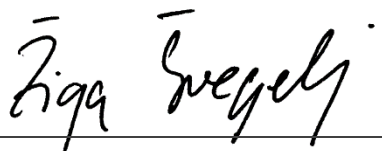
SOPO-271125



www.atmosferix.com

OSNOVNI PODATKI

Naročnik	OBČINA VRHNIKA Tržaška 1, 1360 Vrhnika
Odgovorna oseba	Daniel Cukjati, župan
Kontaktna oseba	Bernard Kogovšek, vodja oddelka za prostor
E-pošta	bernard.kogovsek@vrhnika.si
Št. pogodbe/naročila	3540-2/2024 z dne 17. 6. 2024
Projekt	Ocena obremenitve zunanjega zraka z vonjem v Občini Vrhnika
Datum poročila	27. 11. 2025
ID poročila	SOP0-271125
Izvajalec	ATMOSFERIX D.O.O. Celovška cesta 476, 1000 Ljubljana
Odgovorna oseba	Žiga Švegelj, univ. dipl. meteorol.
E-pošta	ziga.svegelj@atmosferix.com



(podpis)

IZJAVA

Poročila se brez pisnega dovoljenja izvajalcev ne sme reproducirati.

Verzije dokumenta

Datum	Verzija	Opis
20. 3. 2025	V1	Osnutek dokumenta
4 / 2025	V2	Analiza podatkov o vetru – meritve so potekale eno leto, od 20. 8. 2024 do 20. 8. 2025
5, 6, 7 / 2025	V3	Preliminarni izračuni z modelom širjenja
6 & 7 / 2025	V4	Analiza podatkov o vetru
8, 9, 10 / 2025	V5	Izračuni z modelom širjenja in analiza rezultatov
11. 11. 2025	SOPO-111125	Popravki
17. 11. 2025	SOPO-171125	Preliminarni dokument
27. 11. 2025	SOPO-271125	Končna verzija dokumenta

Poslano

Občina Vrhnika;
bernard.kogovsek@vrhnika.si

kopija dokumenta v elektronski obliki

Kazalo vsebine

POVZETEK	6
1 NAMEN	8
2 ZAKONODAJA IN POROČILA	8
3 LOKACIJA	9
3.1 NAPRAVE	9
3.2 VIRI IN EMISIJE VONJA V ZRAK	9
3.3 TOPOGRAFIJA IN RABA TAL	11
3.4 METEOROLOGIJA	11
3.5 KAKOVOST ZUNANJEGA ZRAKA	15
3.5.1 EVIDENTIRANJE VONJA S STRANI OBČANK IN OBČANOV	15
3.5.2 MERITVE VONJA NA IZBRANIH MERILNIH MESTIH NA VPLIVNEM OBMOČJU VIROV VONJA	17
4 OCENA OBREMENITVE ZUNANJEGA ZRAKA V OBČINI VRHNIKA	18
4.1 SPLOŠNO O MODELU ŠIRJENJA ONESNAŽENJA	18
4.2 TEREN IN NAMENSKA RABA TAL NA OBMOČJU VIROV	19
4.3 IZRAČUN METEOROLOŠKIH POLJ	19
4.4 EMISIJE VONJA	19
4.5 REZULTATI MODELSKIH IZRAČUNOV IN ANALIZA	21
4.5.1 SCENARIJ 1: REALEN EMISIJSKI SCENARIJ - PRESEGANJE MEJNE VREDNOSTI 500 OU _E /M ³	21
4.5.2 SCENARIJ 2: OBRATOVANJE NAPRAV SKLADNO Z MEJNO VREDNOSTJO 500 OU _E /M ³ – Z RAZPRŠENIMI EMISIJAMI	24
4.5.3 SCENARIJ 3: OBRATOVANJE NAPRAV SKLADNO Z MEJNO VREDNOSTJO 500 OU _E /M ³ – BREZ RAZPRŠENIH EMISIJ	26
5 PRILOGA 1 OSNOVNI PODATKI O MODELU ŠIRJENJA ONESNAŽEVAL V ZRAKU	28
6 VIRI	29
SLOVAR	30

Kazalo slik

Slika 1. Naprave v občini Vrhnika, merilno mesto za spremljanje vetra in temperature zraka ter lokacije za vzorčenje vonja.	11
Slika 2. Porazdelitev hitrosti vetra.	12
Slika 3. Roža vetra – celoten dan.	13
Slika 4. Roža vetra – dnevni čas.	13
Slika 5. Roža vetra – nočni čas.	14
Slika 6. Stabilnost ozračja v merilnem obdobju.	14
Slika 7. Število prijav neprijetnega vonja v letih od 2020 do 2025.	16
Slika 8. Porazdelitev prijav vonja po uri in vrsti vonja od 20. 8. 2024 do 5. 11. 2025.	17

Slika 9. Število prijav vonja po smereh vetra in vrsti vonja od 20. 8. 2024 do 5. 11. 2025.	17
Slika 10. Scenarij 1, polje koncentracij vonja pri 98. percentilu.	22
Slika 11. Scenarij 1, polje najvišjih koncentracij vonja.	22
Slika 12. Scenarij 1, prispevek posameznih virov vonja v odvisnosti od merilnega mesta.	23
Slika 13. Scenarij 2, polje koncentracij vonja pri 98. percentilu.	24
Slika 14. Scenarij 2, polje najvišjih koncentracij vonja.	25
Slika 15. Scenarij 3, polje koncentracij vonja pri 98. percentilu.	26
Slika 16. Scenarij 3, polje najvišjih koncentracij vonja.	27

Kazalo tabel

Tabela 1. Podatki izpustih iz naprave upravljavca Kemis.	10
Tabela 2. Podatki o izpustih iz naprave upravljavca Saubermacher.	10
Tabela 3. Podatki izpustih iz naprave upravljavca ROKS recikliranje.	10
Tabela 4. Rezultati meritev vonja na izbranih merilnih mestih.	18
Tabela 5. Povzetek scenarijev emisij vonja.	20
Tabela 6. Scenarij 1, najvišje izračunane in izmerjene koncentracije vonja ter koncentracija vonja pri 98. percentilu na merilnih mestih M1 do M8.	23
Tabela 7. Scenarij 2, najvišje izračunane in izmerjene koncentracije vonja ter koncentracija vonja pri 98. percentilu na merilnih mestih M1 do M8.	25
Tabela 8. Scenarij 3; najvišje izračunane in izmerjene koncentracije vonja ter koncentracija vonja pri 98. percentilu na merilnih mestih M1 do M8.	27

Povzetek

Poročilo obravnava oceno obremenjenosti zunanjega zraka z vonjem v Občini Vrhnika, kjer deluje več naprav, katerih dejavnosti povzročajo emisije vonja in vplivajo na kakovost zraka in posledično na kakovost bivanja občanov. V analizo kakovosti zraka so vključene naprave upravljalcev Kemis d.o.o., Saubermacher Slovenija d.o.o. in ROKS recikliranje d.o.o. Naštete naprave so bile opredeljene kot največji povzročitelji emisij vonja na podlagi vrste dejavnosti, ki jih opravljajo, ter na podlagi vrste vonja, ki so jih občani v letih od 2020 do 2025 zabeležili v aplikaciji Občinski NOS.

Na vplivnem območju se nahajajo tudi drugi viri vonja, kot so Čistilna naprava Vrhnika, ki jo upravlja JP Komunalno podjetje Vrhnika d.o.o., odlagališče komunalnih odpadkov, zaprto leta 2009 ter naprava upravljavca Siliko d.o.o. Občani so o neprijetnem vonju v bližini naprave Siliko poročali zelo redko. Zaprto odlagališče odpadkov in Čistilna naprava Vrhnika sicer predstavljata vir vonja, vendar njun prispevek k skupni obremenitvi zraka z vonjem ni bistven.

Za izdelavo ocene obremenjenosti zunanjega zraka z vonjem so bili uporabljeni podatki iz poročil o emisijah snovi, ki jih upravljavci naprav poročajo Agenciji RS za okolje, meteoroloških spremenljivkah, topografiji terena, rabi tal ter rezultati terenskih meritev in prijav občanov o pojavu neprijetnih vonjav, zbranih prek aplikacije Občinski NOS.

Meritve vetra so potekale eno leto (od 20. 8. 2024 do 20. 8. 2025) na merilnem mestu v Sinji Gorici, skladno z metodologijo Svetovne meteorološke organizacije. Hitrost vetra, smer vetra in parametri turbulence v treh dimenzijah so bili izmerjeni z ultrazvočnim anemometrom.

Primerjava prijav neprijetnega vonja v aplikaciji Občinski NOS in podatkov o vetru pokaže, da je bilo največ prijav zabeleženih v času severozahodnih vetrov, pri čemer so občani vonj najpogosteje opisali kot »vonj po gnilem«. V takšnih razmerah je bilo največ prijav iz naselij Vrtnarija in Zlatica, najverjetnejši vir vonja pa Kompostarna Rosa. Slednja je glede na merilno mesto za veter in navedeni naselji umeščena severozahodno, kar pomeni, da je veter pihal iz smeri kompostarne proti naseljem. Povečano število prijav je bilo zabeleženo tudi pri severovzhodnih vetrovih, predvsem na območju Stare Vrhlike in centra Vrhlike. Tudi v tem primeru je bila najverjetnejši vir vonja Kompostarna Rosa. V naseljih Zlatica, Vrtnarija in Sinja Gorica sta se pri vzhodnih in jugovzhodnih smereh vetra občasno pojavljala tako »vonj po gnilem/odpadkih« kot tudi »vonj po kemikalijah«. V teh smereh se nahajata Kemis in CRO Saubermacher, ki sta v takšnih razmerah najverjetnejša povzročitelja neprijetnega vonja.

Občasne meritve vonja so bile izvedene na sedmih merilnih mestih, izbranih na podlagi prijav neprijetnega vonja v aplikaciji Občinski NOS ter preliminarne izračune širjenja vonja na vplivnem območju.

Ker v Sloveniji mejna vrednost za vonj v zunanjem zraku ni predpisana, so za ocenjevanje obremenitve uporabljene referenčne mejne vrednosti iz drugih držav Evropske unije. V državah, kjer je področje urejeno, se vpliv vonjav običajno določa na podlagi deleža časa v letu, v katerem koncentracija vonja ne sme preseči izbrane mejne vrednosti.

V tem poročilu bomo obremenjenost zunanjega zraka z vonjem vrednotili glede na prag sprejemljivosti, določen pri 98. percentilu in koncentraciji vonja $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. To pomeni, da morajo biti koncentracije vonja 98 % časa v enem letu nižje od $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, medtem ko v preostalih 2 % časa to vrednost lahko presežejo. Koncentracije vonja so sicer izražene v enotah vonja v kubičnem metru zraka (ou_E/m^3 ; angl. European odour units per cubic meter); skladno s standardom SIST EN 13724:2022.

Za potrebe izvedbe ocene obremenitve zunanjega zraka z vonjem z uporabo modela širjenja onesnaženja (vonja) so bili oblikovani trije emisijski scenariji, ki predpostavljajo različne emisije vonja in posledično različne stopnje obremenjenosti zraka z vonjem:

1. **Scenarij 1** – Realen emisijski scenarij: Koncentracije vonja v odpadnih plinih presegajo predpisano mejno vrednost $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Modelski izračuni opisujejo dejansko stanje na vplivnem območju v Občini Vrhnika. Predpostavljene emisije povzročajo obremenitev zraka z vonjem, ki ustreza razmeram na terenu. To potrjujejo tako prijave občanov o neprijetnem vonju v aplikaciji Občinski NOS kot tudi izvedene terenske meritve vonja.

Rezultati izračunov z modelom širjenje onesnaževal kažejo, da obremenitev zunanjega zraka z vonjem presega prag sprejemljivosti pri $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ in 98. percentilu v večjem delu naselij Stara Vrhnika, Zlatica, Vrtnarija in Sinja Gorica.

Če bi bila v Sloveniji, podobno kot v nekaterih drugih državah EU, za bivalne površine predpisana mejna vrednost (prag sprejemljivosti) $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ pri 98. percentilu, bi bila v naštetih naseljih obremenitev z vonjem prekomerna.

Čeprav ima vsaka naprava svoje značilnosti, lahko ugotovimo, da k skupni obremenitvi zraka z vonjem največ prispevajo razpršene emisije, ki nastajajo pri pretovoru in skladiščenju odpadkov, ter ubežne emisije, do katerih pride, kadar sistemi za čiščenje odpadnih plinov ne delujejo učinkovito ali začasno odpovejo.

2. **Scenarij 2** – Obratovanje naprav skladno s predpisano mejno vrednostjo $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, pri čemer izračuni vključujejo nadzorovane in razpršene emisije.

Koncentracije vonja v odpadnih plinih so enake mejni vrednosti $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Pri takšnih koncentracijah vonja v odpadnih plinih je obremenitev zunanjega zraka z vonjem manjša kot je bila dejanska obremenitev zraka z vonjem v Občini Vrhnika v letu 2024.

Rezultati kažejo, da prag sprejemljivosti (98. percentil, $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) presegajo le deli naselij Zlatica, Vrtnarija, Sinja Gorica in Stara Vrhnika, ki so najbližje virom vonja.

Podobno kot pri realnem scenariju prispevajo k skupni obremenitvi največ razpršene emisije. Njihov vpliv je mogoče zmanjšati z doslednim izvajanjem ukrepov za omejevanje emisij vonja. V primeru ustreznih ukrepov se razpršene emisije zmanjšajo, saj se zmanjša površina, s katere te emisije uhajajo v zrak.

3. **Scenarij 3** – Obratovanje naprav skladno s predpisano mejno vrednostjo $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, pri čemer izračuni vključujejo nadzorovane, razpršenih emisij pa ne.

V primeru, da upravljavci naprav omejijo oziroma preprečijo razpršene emisije vonja, obremenitve zunanjega zraka z vonjem – razen v neposredni bližini virov – ne presegajo praga sprejemljivosti, določenega pri 98. percentilu in vrednostjo $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Čeprav Scenarij 3 ne odraža dejanskih razmer, saj vse tri naprave dejansko imajo vire razpršenih emisij, lahko sklenemo, da bi upravljavci naprav z ustreznimi ukrepi za preprečevanje razpršenih emisij omejili vpliv vonjav ter s tem izboljšali kakovost zraka in bivalne pogoje v Občini Vrhnika.

1 Namen

Na območju Občine Vrhnika obratuje več naprav, ki so vir vonjav in pomembno vplivajo na kakovost zraka ter s tem na kakovost življenja občanov in občanov.

Podjetja, katerih dejavnosti lahko povzročajo onesnaženje zraka z vonjem, morajo v skladu z Uredbo o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Uradni list RS, št. 31/07 s spremembami in dopolnitvami) izvajati ukrepe za zmanjšanje emisij ter zagotoviti, da koncentracije vonja v odpadnih plinih iz naprav ne presegajo predpisanih mejnih vrednosti.

Število metod za merjenje koncentracij vonja in ocenjevanje obremenjenosti zunanjega zraka z vonjem je omejeno, saj koncentracij ni mogoče določiti zgolj z analitskimi postopki. Čeprav je mogoče občasno vzorčiti zrak na terenu in nato opraviti analizo vzorcev v laboratoriju skladno z metodo dinamične olfaktometrije po standardu EN13725:2022, to ne zadošča za celovito oceno obremenjenosti zraka z vonjem.

Za natančnejšo oceno je potrebno izvesti izračune širjenja vonja v zraku, ki omogočajo spremljanje prostorske porazdelitve koncentracij v okolici posameznega vira ali skupine virov. Ker se vonj širi v zraku, je za izračune širjenja vonja ključno dobro poznavanje meteoroloških razmer. V Sloveniji, kjer prevladuje razgiban relief in na redčenje onesnaževal s čistim zrakom pomembno vpliva lokalna cirkulacija zraka, je potrebno za natančen izračun izvajati meritve meteoroloških spremenljivk na reprezentativnem merilnem mestu v bližini vira ali virov vonja. V takšnih pogojih je priporočljivo izvajati meteorološke spremenljivke celo leto. Izračunane koncentracije vonja je potrebno v zadnjem koraku validirati z dejanskimi meritvami vonja.

Cilj projekta je izdelava ocene obremenjenosti zunanjega zraka z vonjem v Občini Vrhnika, ki bo služila kot strokovna podlaga za nadaljnje odločitve in ukrepe za izboljšanje bivalnega okolja.

2 Zakonodaja in poročila

Pri izvedbi ocene obremenitve zunanjega zraka z vonjem smo upoštevali predpise na ravni Republike Slovenije in dovoljenja podjetij Kemis d.o.o. (v nadaljevanju Kemis), Saubermacher Slovenija d.o.o. (v nadaljevanju Saubermacher) in ROKS recikliranje d.o.o. (v nadaljevanju Kompostarna Rosa):

- *Uredbo o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Uradni list RS, št. 31/07, 70/08, 61/09, 50/13, 44/22 – ZVO-2, 48/22 in 45/25) [1].*
- *Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje (Uradni list RS, št. 105/08 in 44/22 – ZVO-2) [2].*
- *Uredbo o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15, 66/18 in 44/22 – ZVO-2) [3].*
- *Direktivo 2008/50/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo (Uradni list RS št. 152 z dne 11. 6. 2008) [4].*
- *Smernico VDI:3880: Olfactometric Static Sampling (2011) [5].*
- *Izvedbeni sklep komisije EU 2018/1147 o določitvi zaključkov o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za obdelavo odpadkov v skladu z Direktivo 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta [6].*
- *Okoljevarstveno dovoljenje za obratovanje naprave upravljavca Kemis d.o.o. s št. 35407-62/2011-23 z dne 7. 6. 2013, spremenjeno z odločbami št. 35406-52/2015-1 z dne 15. 2. 2016, št. 35407-8/2015-8 z dne 27. 10. 2016 in št. 35406-46/2018-64 z dne 25. 11. 2021 [7].*
- *Okoljevarstveno dovoljenje za obratovanje naprave upravljavca Saubermacher Slovenija d.o.o. s št. 35472-5/2016-7 z dne 17. 3. 2017, spremenjeno z odločbo št. 35441-62/2021-ARSO-17 z dne 22. 7. 2022 [8].*
- *Okoljevarstveno dovoljenje za obratovanje naprave upravljavca ROKS recikliranje d.o.o. s št. 35472-70/2014-7 z dne 29. 8. 2014, spremenjeno z odločbo št. 35447-5/2021-2550-9 z dne 5. 9. 2023 [9].*
- *Ocene o letnih emisijah snovi v zrak za leto 2024, ki so jih ARSO predložili zgoraj naštetim upravljavcem naprav [10].*

3 Lokacija

3.1 Naprave

V analizo kakovosti zraka so vključene naprave upravljavcev Kemis d.o.o., Saubermacher Slovenija d.o.o. in ROKS recikliranje d.o.o. Naštete naprave so bile opredeljene kot največji povzročitelji emisij vonja na podlagi vrste dejavnosti, ki jih opravljajo, ter na podlagi vrste vonja, ki so jih občanke in občani Vrhnike zabeležili v aplikaciji Občinski NOS v obdobju od leta 2020 do 2025. Drugi možni povzročitelji vonja, ki so jih občani navajali zelo redko, niso bili vključeni v analizo.

Dejavnosti, ki se izvajajo v posameznih napravah:

- Kemis:
 - dejavnost predelave ali odstranjevanja odpadkov s proizvodno zmogljivostjo 541 ton na dan, od tega:
 - 0,84 ton na dan ročne razgradnje (0,8 ton nevarnih odpadkov na dan in 0,04 ton nenevarnih odpadkov na dan)
 - 540,2 ton na dan obdelave na tehnoloških enotah (358,38 ton nevarnih odpadkov na dan in 181,81 ton nenevarnih odpadkov na dan)
 - dejavnost predhodnega skladiščenja odpadkov s skupno zmogljivostjo 1.425 ton (od tega 960 ton nevarnih odpadkov in 465 ton nenevarnih odpadkov).
- Saubermacher: center za ravnanje z odpadki Vrhnika.
- ROKS recikliranje: Kompostarna Rosa, predelava biološko razgradljivih odpadkov, z zmogljivostjo predelave 20.000 ton odpadkov na leto.

3.2 Viri in emisije vonja v zrak

Ocene o letnih emisijah v zrak za leto 2024 za vsako od naprav navajajo naslednje izpuste:

- Kemis: emisije snovi iz vira Z1 (adsorbcija z uporabo aktivnega oglja) in razpršene emisije,
- Saubermacher: razpršene emisije snovi,
- Kompostarna Rosa: emisije snovi iz vira Z1 (biofilter) in razpršene emisije.

Podatki o virih so predstavljeni v tabelah 1, 2 in 3, lokacije virov pa so prikazane na sliki 1. V tabelah so za vsak vir posamezne naprave navedeni podatki o:

- oznaki izpusta,
- vrsti emisije,
- koordinatah izpusta v koordinatnem sistemu D96 (v tabeli označeno z X, Y),
- dimenzijah izpusta (v primeru volumskih virov dolžina × širina × višina, v primeru površinskih virov dolžina × širina, v primeru točkovnih virov višina odvodnika v),
- premeru točkovnega izpusta (2r) in prečni površini odvodnika (S),
- času obratovanja vira,
- maksimalnem pretoku odpadnega plina na izpustu.

Tabela 1. Podatki izpustih iz naprave upravljavca Kemis.

Poz.	Oznaka izpusta	Vrsta emisije	Y [m]	X [m]	Dim. [m]	2r [m]	S [m ²]	Čas obratovanja [ur/leto]	Maks. volumski pretok [m ³ /h]
1	Z1_Kemis ¹	Nadzorovana, točkovni vir	446729	92970	6 (višina odvodnika)	0,3	0,07	8740	855
2	R_Kemis ²	Razpršena	446768	92967	40×20×13	-	-	8740	-

¹ Izpust iz sistema za čiščenje odpadnih plinov z aktivnim ogljem iz tehnoloških enot N4, N5, N6, N7, N8 in N9.

² Razpršene emisije vonja v zrak iz skladišča odpadkov.

Tabela 2. Podatki o izpustih iz naprave upravljavca Saubermacher.

Poz.	Oznaka izpusta	Vrsta emisije	Y [m]	X [m]	Dim. [m]	2r [m]	S [m ²]	Čas obratovanja [h/leto]	Maks. volumski pretok [m ³ /h]
1	R_Saubermacher ¹	Nenadzorovana, volumski vir	446635	92964	25×35×12	-	-	8740	-

¹ Razpršene emisije vonja v zrak iz objekta za ravnanje z odpadki.

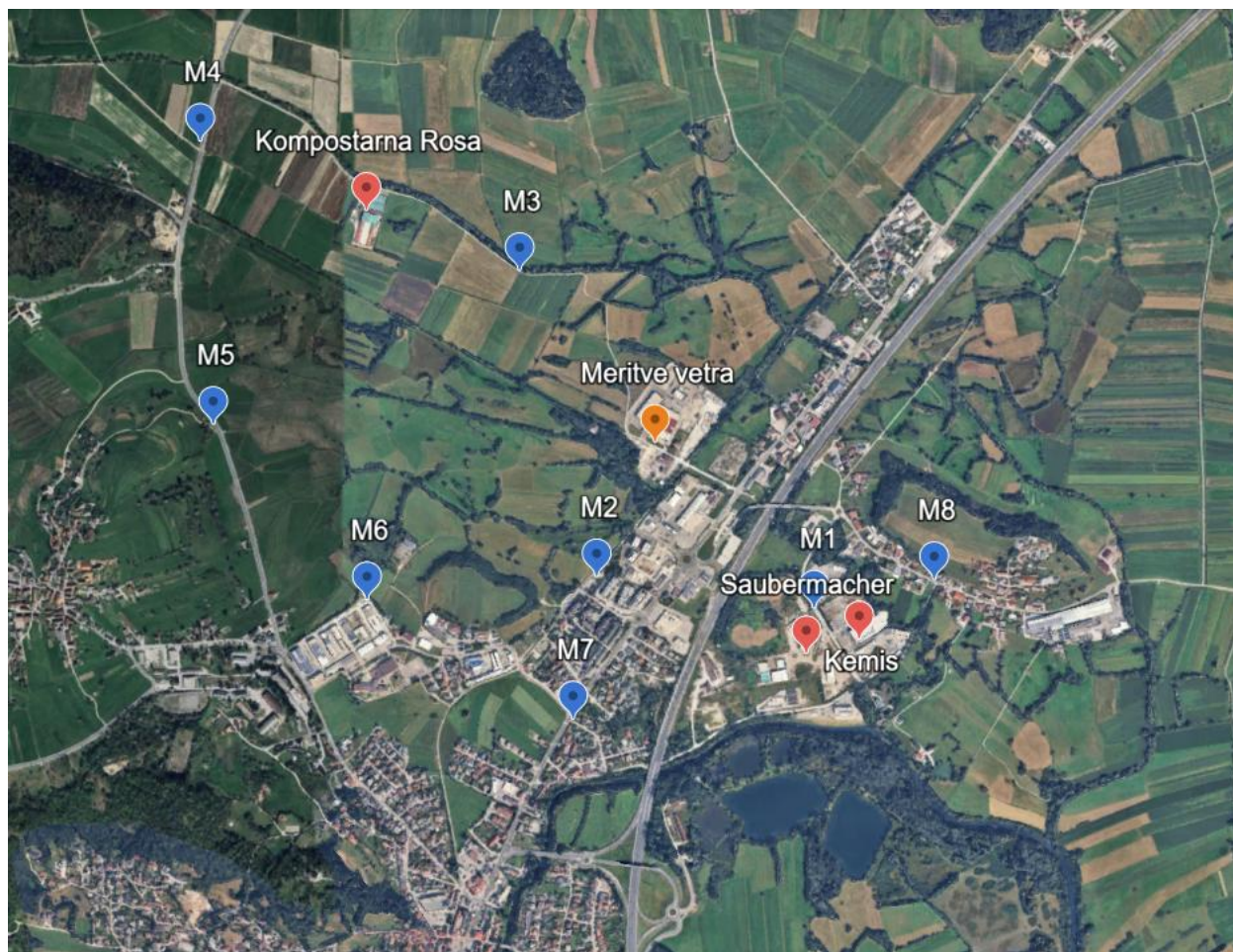
Tabela 3. Podatki izpustih iz naprave upravljavca ROKS recikliranje.

Poz.	Oznaka izpusta	Vrsta emisije	Y [m]	X [m]	Dim. [m]	2r [m]	S [m ²]	Čas obratovanja [h/leto]	Maks. volumski pretok [m ³ /h]
1	Z1_Kompostarna ¹	Nadzorovana, površinski vir	445373	94121	20×7×2	-	140	8740	20000
2	R_Kompostarna ²	Nenadzorovana, volumski vir	445384	94232	50×40×8	-	-	8740	-

¹ Izpust iz biofiltra, ki čisti odpadni plin iz hal kompostiranja 1, 2 in 3 ter hale za skladiščenje odpadkov pred obdelavo in komposta po stabilizaciji.

² Razpršene emisije vonja v zrak iz zunanjega skladišča komposta.

Slika 1. Naprave v občini Vrhnika, merilno mesto za spremljanje vetra in temperature zraka ter lokacije za vzorčenje vonja.



3.3 Topografija in raba tal

Vse naprave se nahajajo na ravnini na nadmorski višini približno 290 metrov. Na širjenje vonja v zraku pomembno vpliva lokalna topografija. Zaradi zadrževanja hladnega zraka v konkavnih reliefnih oblikah so pogoste temperaturne inverzije. V obdobjih s šibkim vetrom in omejeno sposobnostjo atmosfere za razredčevanje vonjav je verjetnost pojava motečega vonja v zunanjem zraku povečana. Na lokalno cirkulacijo zraka vpliva tudi razgiban relief v zaledju Vrhnike, ki vpliva na smer vetra.

Z vidika hrapavosti tal – merila za vpliv površja na gibanje zračnih tokov in intenzivnost mešanja onesnaževal – na vplivnem območju ni zaznani večjih posebnosti.

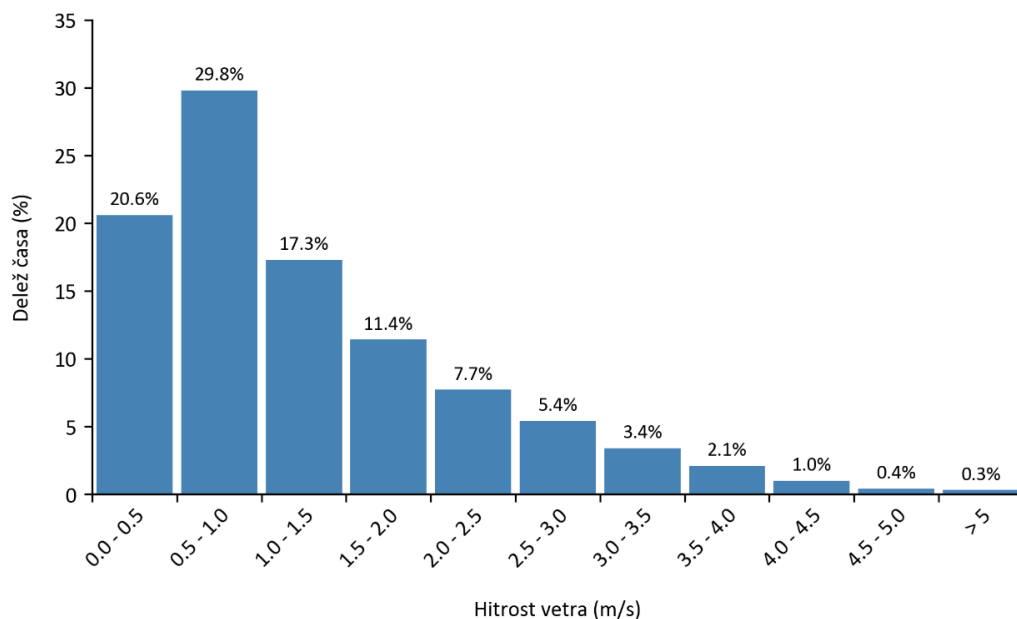
3.4 Meteorologija

Povišane ravni onesnaževal v zraku pogosto sovpadajo s šibkimi vetrovi, zato je izvajanje natančnih meteoroloških meritev in izračunov vetrovnih polj v treh dimenzijah ključno za razumevanje procesov v ozračju. Podatki o vetru so pomemben dejavnik pri modeliranju širjenja onesnaževal (vonja), saj se ta advektirajo stran od emisijskega vira z vetrom. Onesnaževala se v horizontalni smeri advektirajo v smeri vetra, v vertikalni smeri pa za širjenje oziroma disperzijo skrbi proces turbulence. Redčenje onesnaževal z okoliškim zrakom je v stabilnem ozračju slabo, v nestabilnem in turbulentnem ozračju pa intenzivno.

Analiza lokalnih meteoroloških razmer temelji na meritvah vetra, ki so potekale eno leto od 20. 8. 2024 do 20. 8. 2025. Merilno mesto, ki izpolnjuje vse pogoje Svetovne Meteorološke Organizacije za merilna mesta, se nahaja v Sinji Gorici (koordinate 45.979591, 14.305303). Lokacija merilnega mesta je prikazana na zemljevidu na sliki 1.

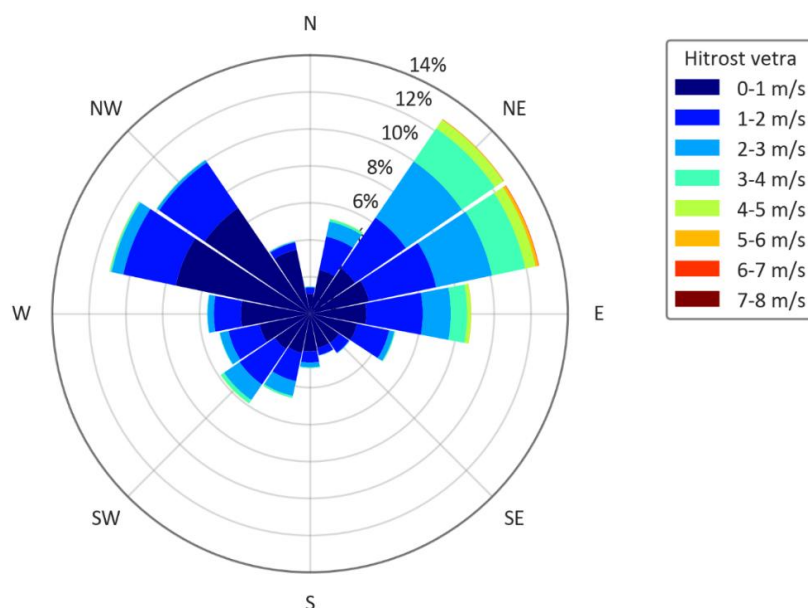
Statistična obdelava podatkov pokaže, da je znašala razpoložljivost meritev v obdobju merjenja 99,4 %. Povprečna hitrost vetra, izračunana na podlagi 10 minutnih povprečij, je znašala 1,3 m/s, medtem ko je bila maksimalna 10 minutna hitrost vetra 7,7 m/s, maksimalna 3 sekundna hitrost vetra (sunek) pa 8,8 m/s. Hitrost vetra je bila manjša od 1 m/s približno 51,1 % časa, kar pomeni, da prevladujejo šibki vetrovi. Porazdelitev hitrosti vetra je prikazana na sliki 2.

Slika 2. Porazdelitev hitrosti vetra.



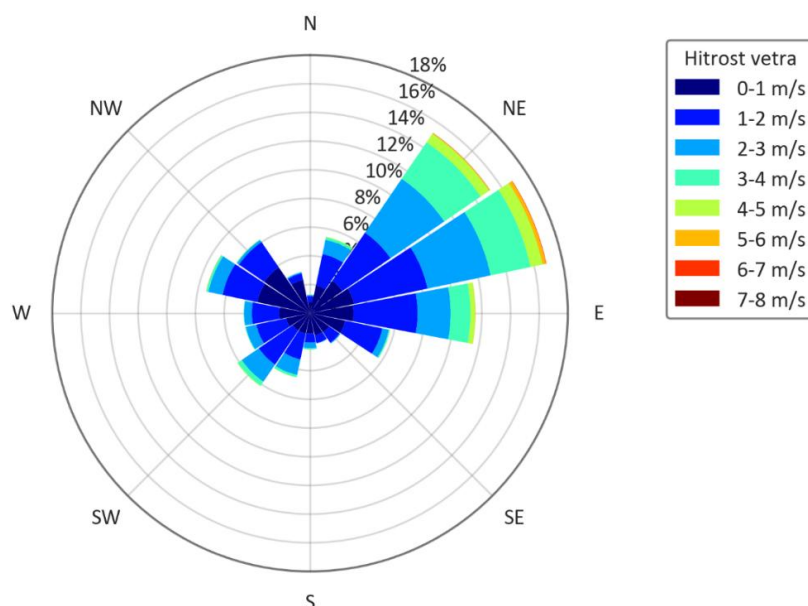
Na merilnem mestu prevladujejo vetrovi iz severovzhodne in severozahodne smeri. Na sliki 3, ki prikazuje rožo vetrov, sta omenjeni smeri vetra označeni z »NE« in »NW«. Najvišje hitrosti vetra so bile izmerjene, ko je pihal veter iz severovzhodnih smeri.

Slika 3. Roža vetra – celoten dan.

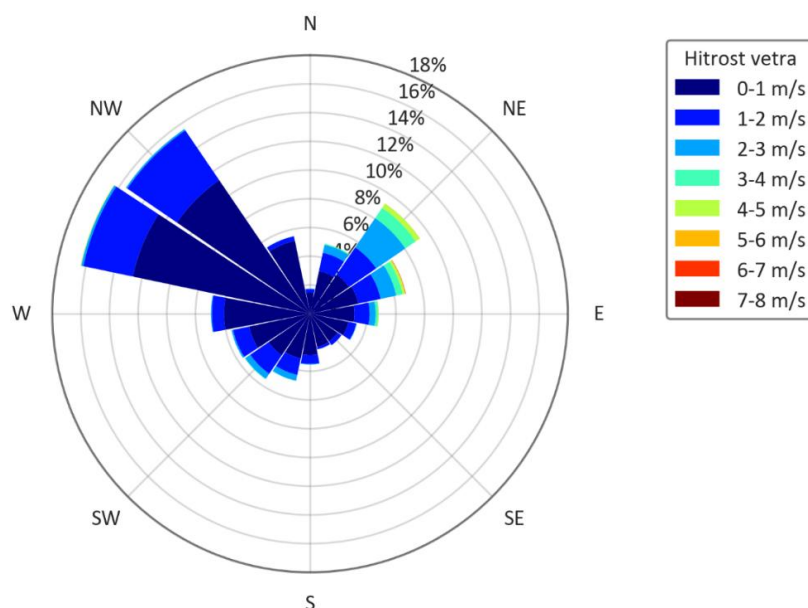


Vplivi lokalne cirkulacije zraka na smer vetra prikazujeta roži vetrov na slikah 4 in 5, pri čemer predstavlja prva slika rožo vetrov za dnevni čas med 6.00 zjutraj in 19.00 popoldan, druga pa za nočni čas od 19.00 do 6.00. V dnevnem času so izraziti vetrovi severovzhodnih smeri, ki so posledica splošnih vremenskih pojavov. Zvečer, ponoči in zgodaj zjutraj ima na gibanje zračnih mas večji vpliv lokalna cirkulacija zraka, saj pogosto piha šibek veter severozahodnih smeri. Večerni oziroma nočni obrat vetra v severozahodno smer se zgodi pogosto med 18.00 in 19.00 uro in je hiter.

Slika 4. Roža vetra – dnevni čas.



Slika 5. Roža vetra – nočni čas.



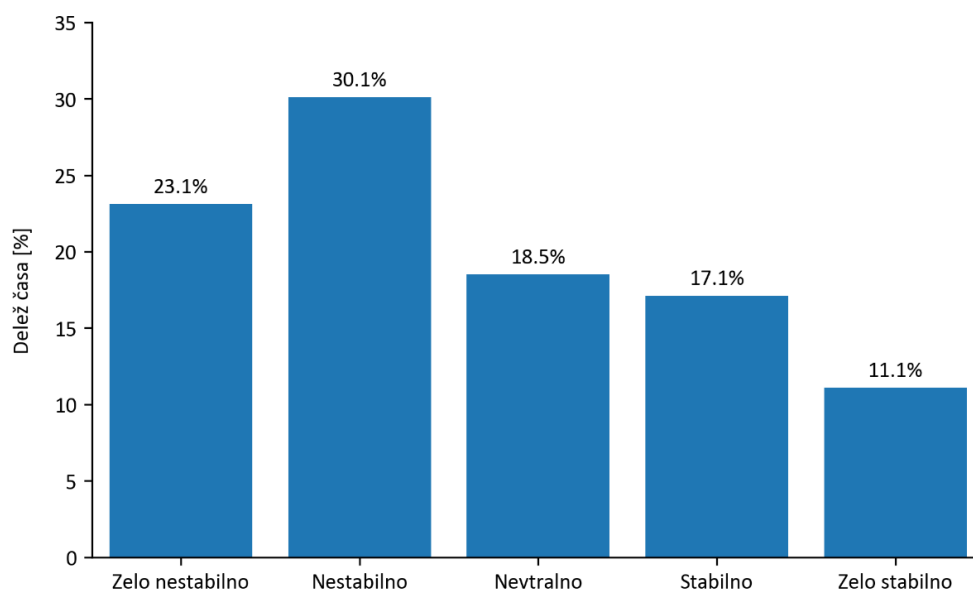
Izvedena je bila tudi analiza stabilnosti ozračja, ki je bila ocenjena na podlagi Monin-Obukhovove dolžine. Rezultati so bili razvrščeni v pet razredov stabilnosti: zelo nestabilno, nestabilno, nevtravno, stabilno in zelo stabilno ozračje.

Analiza je pokazala, da je bilo ozračje v več kot polovici opazovanega obdobja (skoraj 53 % časa) nestabilno ali zelo nestabilno. V teh razmerah prevladuje intenzivno turbulentno mešanje, ki omogoča učinkovito razredčevanje vonjav in drugih onesnaževal.

Stabilnost ozračja je bila nevtralna približno 19 % časa, kar je značilno za prehodne meteorološke razmere, na primer v oblačnih dneh ali dneh z višjimi hitrostmi vetra.

Ozračje je bilo stabilno ali zelo stabilno približno 28 % časa. Takšne razmere so pogoste predvsem ponoči ali v jutranjih urah ob jasnem vremenu, ko se tla hitro ohladijo in je vertikalno mešanje omejeno, ali pa v obdobjih s temperaturno inverzijo. V takšnih razmerah je verjetnost kopičenja onesnaževal (vonja) v prizemnih plasteh ozračja večja, kar lahko vodi v poslabšanje kakovosti zraka. Porazdelitev stabilnosti ozračja je prikazana na sliki 6.

Slika 6. Stabilnost ozračja v merilnem obdobju.



3.5 Kakovost zunanjega zraka

Zakonodaja v Sloveniji ne predpisuje mejnih vrednosti za koncentracije vonja v zunanjem zraku. Izpostavljenost nekaterih primerov obremenjenosti zunanjega zraka z vonjem v javnosti je v preteklosti privedla do poskusov sistemske ureditve področja, vendar neuspešno. Izdanih je bilo več dokumentov, kot so osnutek uredbe, ki bi urejala dotično področje, strokovne podlage ipd. Rezultat najnovejših Strokovnih podlag za vzpostavitev sistema za obvladovanje obremenjenosti zunanjega zraka z neprijetnim vonjem (Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo Republike Slovenije) [11], je predlog mejnih vrednosti, ki temeljil na:

- preizkusu mednarodno priznanih metodologij v praksi,
- rezultatih anket in meritev vonja na terenu,
- meritev emisij vonja,
- modeliranju širjenja vonja,
- predpisih v državah, ki imajo področje obremenjenosti zunanjega zraka z vonjem delno ali v celoti urejeno.

Pričujoče poročilo se delno opira tudi na izsledke omenjenih strokovnih podlag.

3.5.1 Evidentiranje vonja s strani občank in občanov

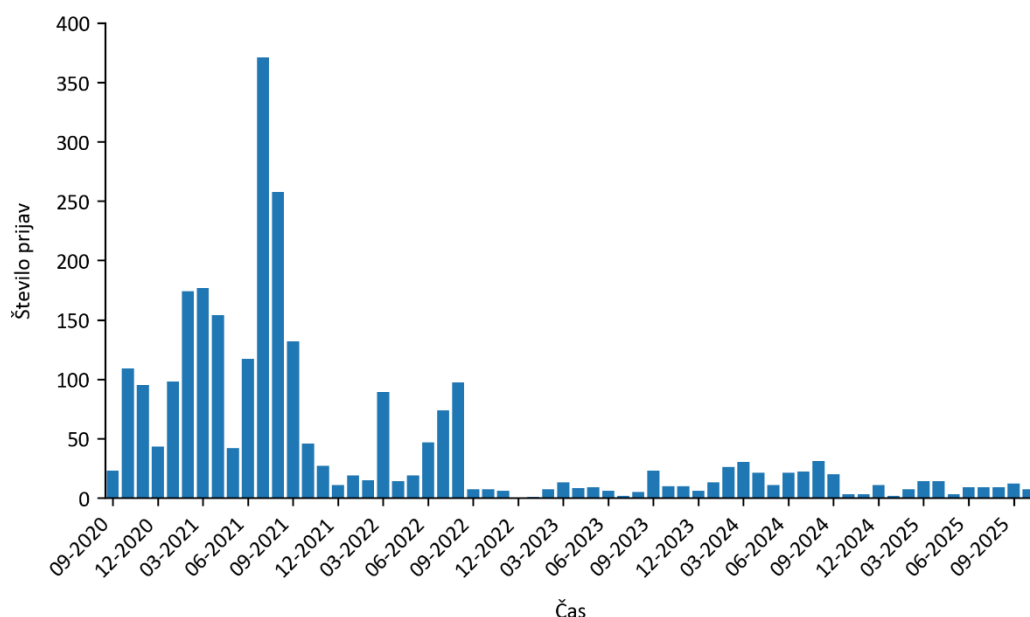
Občina Vrhnika je za potrebe sistematičnega evidentiranja neprijetnih vonjav leta 2020 vzpostavila aplikacijo Občinski NOS. Uporabniki ob zaznavi vonja vnesejo čas in lokacijo dogodka, ocenijo intenziteto na ustrezni lestvici ter po potrebi dodajo komentar. Podatki omogočajo vpogled v prostorsko in časovno porazdelitev obremenjenosti z vonjavami in služijo kot podlaga za ukrepanje občine. Čeprav je zaznavanje vonja subjektivno, predstavljajo pridobljeni podatki podporo za sistematično spremljanje obremenjenosti zraka z vonjem ter za učinkovitejše ukrepanje v primeru pogostejše povečane obremenjenosti zraka z vonjem. Prijave občanov so bile v preteklosti že uporabljene v upravnih postopkih.

Od začetka spremljanja je bilo v aplikaciji zabeleženih že preko 2669 prijav. Število prijav na mesec od začetka evidentiranja septembra 2020 do novembra 2025 je prikazano na sliki 7. Največ prijav je bilo zabeleženih v letu 2021 in 2022, leta 2023 je bilo število prijav najmanj, v zadnjih dveh letih pa jih je ponovno nekoliko več. Vzrokov za manjše število prijav v zadnjih letih je lahko več. Predvidevamo, da sta najverjetnejša povezana z manjšimi emisijami vonja in dejstvom, da ljudje vonja ne prijavijo tako pogosto kot prvih leti po začetku delovanja aplikacije Občinski NOS.

Najbolj obremenjeni sta stanovanjski soseski Zlatica in Vrtnarija, kjer so občanke in občani največkrat prijavili pojav neprijetnega vonja (1727 prijav). Številčno sledijo prijave iz Vrhlike (584 prijav), naselij Sinja Gorica (157 prijav), Stara Vrhnika (148 prijav), Verd (41) in Mirke (12). Občanke in občani so najpogosteje ocenili, da je vonj intenziven oziroma izredno intenziven, pri čemer se intenziven vonj pojavlja neodvisno od oddaljenosti od virov vonja. Število prijav z oddaljenostjo od virov vonja pričakovano pada.

Občina je pričela izvajati meritve vetra avgusta 2024, zato v nadaljevanju analiziramo prijave vonja v obdobju od 20. 8. 2024 do 15. 9. 2025. V tem obdobju je bilo zabeleženih 145 prijav vonja. Občani so najpogosteje zaznali vonj povezan z razkrojem organskih snovi (»vonj po gnilem«), občasno pa tudi vonj značilen za kemično industrijo (»vonj po kemikalijah«).

Slika 7. Število prijav neprijetnega vonja v letih od 2020 do 2025.

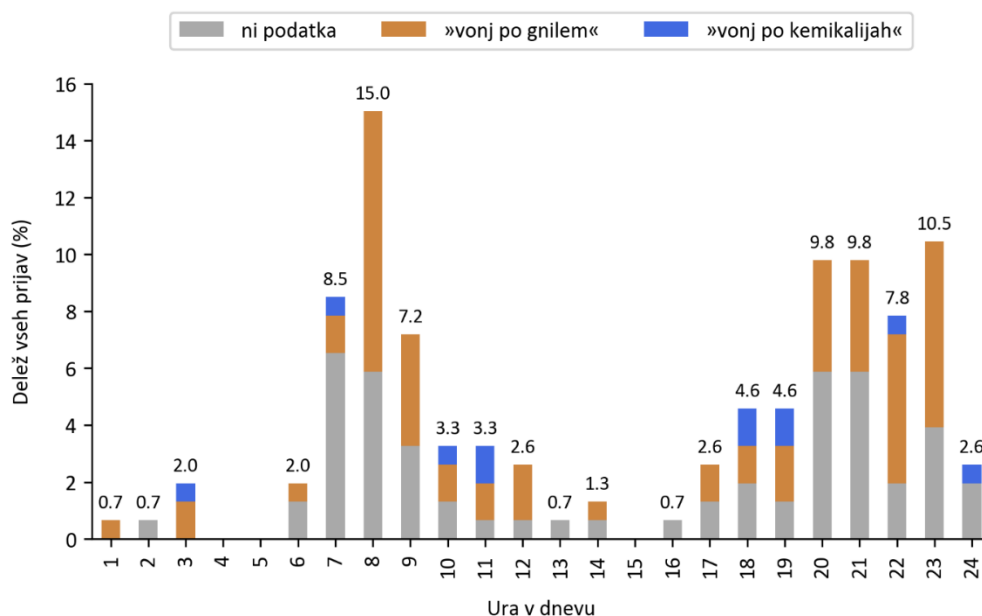


Analiza časa (datum, ura) prijav pokaže, da je bilo največ prijav oddanih v jutranjem času med 6. in 10. uro ter v večernem času med 18. in 23. uro (Slika 8). V jutranjem času je bila evidentirana približno tretjina vseh prijav, v večernem pa polovica vseh prijav. V dnevnem času so meteorološki pogoji za razredčevanje vonja praviloma ugodnejši kot v jutranjem in večernem času, zato je bilo število prijav pričakovano manjše. Tudi ponoči je bilo prijav relativno malo; te so najverjetneje povezane z zračenjem bivalnih prostorov v nočeh z visoko temperaturo zunanega zraka.

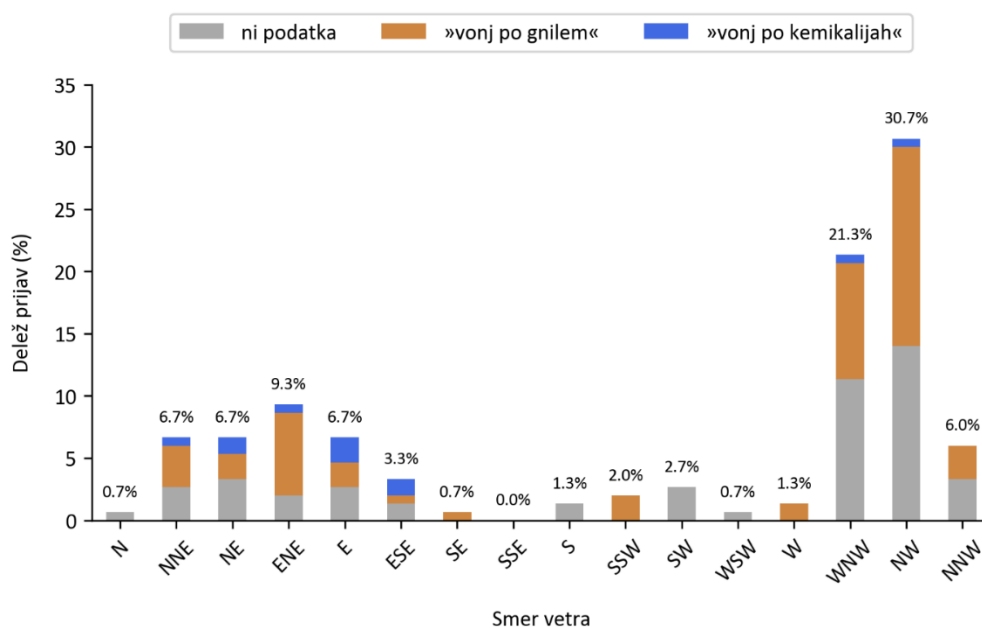
V aplikaciji Občinski NOS lahko uporabniki ocenijo intenzivnost vonja na lestvici od 1 do 5, medtem ko neposredna opredelitev vrste vonja ni omogočena, saj aplikacija tega vprašanja ne vsebuje. Ker komentar ni obvezen, prijave podatka o vrsti vonja pogosto ne vključujejo; na grafu na sliki 8 so takšni primeri prikazani kot »ni podatka«. V jutranjem in večernem obdobju so prijavitelji najpogosteje opredelili vrsto vonja »vonj po gnilem«, manjši delež pa so predstavljale prijave »vonja po kemikalijah«.

Primerjava prijav vonja in smeri vetra pokaže, da je bilo največ prijav zabeleženih v času severozahodnih vetrov (na sliki 8 označeno s kratici SZ), pri čemer so občani največkrat vonj opredelili kot »vonj po gnilem«. V takih razmerah je bilo največ prijav iz naselij Vrtnarija in Zlatica, najverjetnejši vir pa je bila Kompostarna Rosa – naprava se nahaja severozahodno glede na merilno mesto. Povečano število prijav je bilo evidentirano tudi pri severovzhodnih smereh vetrov, zlasti iz področja Stare Vrhnike in centra Vrhnike. Tudi v tem primeru je bila najverjetnejši vir vonja Kompostarna Rosa. »Vonj po kemikalijah« se je pojavljal pri vetrovih vzhodnih smeri, pri čemer so bile prijave oddane v bližini obrata Kemis. Prijave, ki niso vsebovale komentarja, so na grafih na slikah 8 in 9 obravnavane kot »ni podatka«, pri čemer lahko iz smeri vetra v času prijave sklepamo, da gre v večini primerov za »vonj po gnilem«. Manjše število prijav »vonja po gnilem« je bilo zabeleženih v času vzhodnih vetrov tudi v naseljih Zlatica in Vrtnarija. V tej smeri se nahaja center za ravnanje z odpadki Saubermacher.

Slika 8. Porazdelitev prijav vonja po uri in vrsti vonja od 20. 8. 2024 do 5. 11. 2025.



Slika 9. Število prijav vonja po smereh vetra in vrsti vonja od 20. 8. 2024 do 5. 11. 2025.



3.5.2 Meritve vonja na izbranih merilnih mestih na vplivnem območju virov vonja

Na podlagi prijav, zbranih v aplikaciji Občinski NOS, ter preliminarinih izračunov z modelom širjenja vonja je bilo določenih sedem merilnih mest za odvzem vzorcev zraka. Skupno je bilo izvedenih 12 serij meritev, v okviru katerih so bili na vsakem merilnem mestu odvzeti vzorci zraka in analizirani v laboratoriju za olfaktometrijo. Koncentracije vonja so bile določene z olfaktometrom TO9evo (proizvajalec Olfasense) ter dodatno tudi s prenosnim olfaktometrom SM200i (proizvajalec Scentroid).

Lokacije merilnih mest so prikazane na sliki 1, rezultati analiz pa so povzeti v tabeli 5, ki za vsako merilno mesto navaja datum in uro vzorčenja, najvišjo izmerjeno koncentracijo vonja, smer vetra v času vzorčenja in vrsto vonja. Vzorčenje je

potekalo na merilnih mestih od M1 do M7, na merilnem mestu M8 pa ne. Slednje je bilo vzpostavljeno za analizo modelskih izračunov širjenja vonja.

Merilno mesto M1 se nahaja v neposredni bližini naprav Kemis in Saubermacher, na katerem je bila v času vzhodnih vetrov izmerjena najvišja koncentracija vonja $11 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Primerljive oziroma nekoliko višje koncentracije vonja so bile izmerjene na merilnih mestih M2, M3 in M4, pri čemer je bila najvišja $15 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ izmerjena na merilnem mestu M3. Ker je na teh merilnih v času vzorčenja prevladoval severozahodni veter, ocenjujemo, da je bila vir vonja Kompostarna Rosa. Na merilnih mestih M5, M6 in M7 najvišje koncentracije vonja niso presegle $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Na vseh merilnih mestih, razen na merilnem mestu M1, kjer sta se izmenjavala vonj po kemikalijah in vonj po razkroju organskih snovi, je prevladoval vonj po razkroju organskih snovi.

Tabela 4. Rezultati meritev vonja na izbranih merilnih mestih.

Merilno mesto	Datum in ura	Najvišja koncentracija vonja (ou_E/m^3)	Smer vetra na merilnem mestu (°)	Vrsta vonja
M1	21. 12. 2024, 9.30	11	99	vonj po kemikalijah / vonj po razkroju organskih snovi
M2	3. 4. 2025, 20.10	11	321	vonj po razkroju organskih snovi
M3	3. 4. 2025, 20.00	15	285	vonj po razkroju organskih snovi
M4	3. 4. 2025, 18.40	7	99	vonj po razkroju organskih snovi
M5	8. 4. 2025, 8.20	5	28	vonj po razkroju organskih snovi
M6	5. 1. 2025, 23.00	3	70	vonj po razkroju organskih snovi
M7	20. 2. 2025, 10.20	3	51	vonj po razkroju organskih snovi

4 Ocena obremenitve zunanjega zraka v Občini Vrhnika

Cilj izračunov širjenja vonja je oceniti celotno obremenitev zunanjega zraka z vonjem na območju Občine Vrhnika ter ovrednotiti prispevek posameznih virov k celotni obremenitvi zraka.

Koncentracije vonja izražene v enotah vonja v kubičnem metru zraka (ou_E/m^3 ; angl. European odour units per cubic meter); skladno s standardom SIST EN 13724:2022.

Ena enota vonja ($1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) ustreza točno določeni količini referenčnega materiala (plina) n-butanol, ki izhlapi v 1 m^3 zraka brez vonja, pri čemer vonj zazna 50 % preizkuševalcev.

Ker v Sloveniji mejna vrednost za vonj v zunanjem zraku ni predpisana, so za ocenjevanje obremenitve uporabljene referenčne mejne vrednosti iz drugih držav Evropske unije. V državah, kjer je področje urejeno, se vpliv vonjav običajno določa na podlagi deleža časa v letu, v katerem koncentracija vonja ne sme preseči izbrane mejne vrednosti [12].

V tem poročilu bomo obremenjenost zunanjega zraka z vonjem vrednotili glede na prag sprejemljivosti, določen pri 98. percentilu in koncentraciji vonja $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. To pomeni, da morajo biti koncentracije vonja 98 % časa v enem letu nižje od $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, medtem ko v preostalih 2 % časa to vrednost lahko presežejo.

4.1 Splošno o modelu širjenja onesnaženja

Pri širjenju onesnaževal v zunanjem zraku sta pomembna predvsem dva fizikalna pojava: advekcija onesnaževal v smeri vetra in disperzija onesnaževal prečno na smer vetra. Za pravilen opis advekcije so nujno potrebna polja vetra v treh dimenzijah, s katerimi opišemo smer poti onesnaževala v zraku. Širjenje onesnaževal je povezano s stabilnostjo ozračja. V stabilnem ozračju je širjenje onesnaževal prečno na smer vetra oteženo, zato onesnaževala potujejo v snopu in se slabo mešajo z zunanjim zrakom. V nestabilnem ozračju pa je mešanje onesnaževal v okolico zelo intenzivno in se onesnaževala redčijo s čistim zrakom učinkovito. Stabilnost ozračja najlažje opišemo z vertikalnim potekom temperature zraka; ko temperatura zraka v odvisnosti od višine narašča, je ozračje zelo stabilno, ko temperatura v odvisnosti od višine pada, pa je ozračje nestabilno.

Modelske izračune širjenja onesnaževal v zunanjem zraku smo izvedli z modelskim sistemom CALPUFF. Modelski sistem CALPUFF [13] je primeren za izdelavo modelskih izračunov širjenja snovi v zunanjem zraku nad kompleksnim terenom, na lokalni prostorski skali, kot tudi za pripravo izračunov na daljših razdaljah. Primeren je torej povsod, kjer je v izračunih potrebno upoštevati nehomogena vetrovna polja.

Sistem sestoji iz diagnostičnega vetrovnega modela CALMET in iz Lagrangeevega paketnega modela CALPUFF. Z modelom CALMET je mogoče pripraviti vetrovna polja na lokalni prostorski skali, kjer na gibanje zračnih mas pomembno vpliva potek dolin ter ovir v terenu. Za izračun vetrovnih polj so nujno potrebne meritve temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, zračnega pritiska ter smeri in hitrosti vetra na vsaj eni talni meteorološki postaji (model omogoča tudi uporabo podatkov iz več postaj). Poleg tega je za izračun nujen tudi vertikalni profil meteoroloških podatkov, ki ga lahko pridobimo iz radio-sondažnih meritev ali iz napovedi mezoskalnih meteoroloških modelov. Z implementacijo podatkov o vertikalnem profilu meteoroloških spremenljivk v modelske izračune na lokalni prostorski skali prenesemo informacije o vertikalnem poteku temperature, morebitnem pojavu temperaturne inverzije ter informacije o vetrovnih strženih, ki opisujejo spreminjanje smeri in hitrost vetra v odvisnosti od višine. Model je zato primeren za simuliranje širjenja onesnaževal v zunanjem zraku nad razgibanim in kompleksnim terenom ter tudi v situacijah z nizkimi hitrostmi vetra in temperaturnimi inverzijami.

Osnovni podatki o modelu širjenja onesnaževal v zraku CALPUFF in opis nabora vhodnih podatkov za izvedbo izračunov koncentracij onesnaževal na območju vrednotenja so zbrani v Prilogi 1.

4.2 Teren in namenska raba tal na območju virov

Podatke o terenu smo pridobili iz baze SRTM 1, ki jih zagotavlja agencija USGS [14]. Ločljivost podatkov je 30 m. Eden od vhodnih podatkov za izračune širjenja onesnaženja z modelom je tudi raba tal. Podatke o rabi tal smo pridobili iz podatkovne baze CORINE Land Cover, ki jo zagotavlja Evropska okoljska agencija (ang. European Environment Agency - EEA) [15].

4.3 Izračun meteoroloških polj

Ker je širjenje onesnaževal v zunanjem zraku odvisno predvsem od meteorološki razmer, morajo biti meritve meteoroloških spremenljivk izvedene z ustrezno umerjeno merilno opremo. Vetrovna polja v treh dimenzijah so bila izračunana z uporabo diagnostičnega modela CALMET. V postopku je bil uporabljen enoletni niz podatkov o vetru izmerjen z ultrazvočnim anemometrom na merilnem mestu v Občini Vrhnika. Dodatno so bila uporabljena tudi polja vetra v treh dimenzijah, ki jih zagotavlja ARSO v okviru numerične napovedi vremena z modelom ALADIN. Vetrovna polja so bila izračunana v dveh ločljivostih, in sicer 40 m in 4,4 km. Večjo ločljivost določa modelska mreža modela ALADIN, manjšo pa model CALMET.

4.4 Emisije vonja

Za potrebe izračunov širjenja vonjav na širšem območju občine Vrhnika so bili oblikovani trije emisijski scenariji, ki temeljijo na različnih predpostavkah o koncentracijah vonja v odpadnih plinih ter različnih obremenitvah zunanjega zraka.

Prvi scenarij opisuje dejansko stanje na terenu. Upošteva rezultate izvedenih meritev koncentracij vonja na izbranih merilnih mestih (M1–M7) ter analizo prijav neprijetnih vonjav, ki so jih občani posredovali preko aplikacije Občinski NOS. Na podlagi izmerjenih koncentracij vonja ter pogostosti prijav vonja v aplikaciji Občinski NOS lahko sklepamo, da koncentracije vonja v emisijah odpadnih plinov presegajo mejno vrednost $500 \text{ ou}_\epsilon/\text{m}^3$. K skupni obremenitvi zunanjega zraka z vonjem največ prispevajo razpršene emisije, ki niso zajete v sisteme za čiščenje odpadnih plinov in so zato nenadzorovane.

Drugi scenarij predpostavlja, da naprave obratujejo skladno z veljavnimi predpisi, kar pomeni, da koncentracije vonja na izpustih ne presegajo $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$; koncentracija vonja na izpustih Z1_Kemis in Z1_Kompostarna je enaka $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. V izračune so vključene tudi razpršene emisije vonja, pri čemer je koncentracija vonja enaka $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Tretji scenarij prav tako predpostavlja obratovanje naprav skladno z mejno vrednostjo $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, vendar v izračunih razpršene emisije niso vključene.

Scenarij 1: Realne emisije - preseganje mejne vrednosti $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$

- Kemis: Koncentracija vonja v očiščenem odpadnem plinu na izpustu »Z1_Kemis« in v razpršenih emisijah »R_Kemis« znaša $750 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.
- Saubermacher: koncentracija vonja v razpršenih emisijah »R_Saubermacher« znaša $750 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.
- Kompostarna Rosa: Koncentracija vonja v očiščenem odpadnem plinu na izpustu »Z1_biofilter« znaša $1500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, v razpršenih emisijah »R_Kompostarna« pa $1000 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Scenarij 2: Obratovanje naprav skladno z mejno vrednostjo $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ – z razpršenimi emisijami

Predpostavimo, da so koncentracije vonja v odpadnih plinih enake mejni vrednosti $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Razpršene emisije so v izračun vključene.

- Kemis: Koncentracija vonja v očiščenih odpadnih plinih na izpustu »Z1_Kemis« in v razpršenih emisijah znaša $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.
- Saubermacher: koncentracija vonja v razpršenih emisijah (»R_Saubermacher«) znaša $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.
- Kompostarna Rosa: skladno s Prilogo 10 Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja za naprave z zmogljivostjo 10.000 ton biološko razgradljivih odpadkov na leto ali več mejna koncentracija vonja v očiščenih odpadnih plinih ne sme presegati $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Koncentracija vonja na izpustu »Z1_biofilter« znaša $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. Enako velja za koncentracijo vonja v razpršenih emisijah (»R_Kompostarna«).

Scenarij 3: Obratovanje naprav skladno z mejno vrednostjo $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ – brez razpršenih emisij

- Kemis: Koncentracija vonja v očiščenih odpadnih plinih na izpustu »Z1_Kemis«.
- Kompostarna Rosa: Koncentracija vonja v očiščenem odpadnem plinu na izpustu »Z1_biofilter« znaša $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$.

Tabela 5. Povzetek scenarijev emisij vonja.

Scenarij	Vir emisij / Koncentracija vonja [ou_E/m^3]				
	Z1_Kemis	R_Kemis	R_Saubermacher	Z1_Kompostarna_Rosa	R_Kompostarna_Rosa
Scenarij 1: Realne emisije – preseganje mejne vrednosti $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$	750	750	750	1500	1000
Scenarij 2: Delovanje skladno z mejno vrednostjo $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$; z razpršenimi emisijami	500	500	500	500	500
Scenarij 3: Delovanje skladno z mejno vrednostjo $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$; brez razpršenih emisij	500	-	-	500	-

4.5 Rezultati modelskih izračunov in analiza

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati izračunov obremenjenosti zunanjega zraka z vonjem na območju vrednotenja v Občini Vrhnika. Izračuni so bili izvedeni za enoletno obdobje od 20. 8. 2024 do 20. 8. 2025.

Za lažjo prostorsko interpretacijo so izračunane koncentracije vonja prikazane grafično v orodju Google Earth, kar omogoča boljši pregled prostorske porazdelitve koncentracij vonja.

Vpliv na kakovost zunanjega zraka je bil ovrednoten v točkah v prostoru (merilna mesta M1 do M7), kjer so občanke in občani najpogosteje poročali o neprijetnem vonju.

Pri interpretaciji rezultatov je potrebno upoštevati negotovost modelskih izračunov, ki izhaja iz fizikalnih in numeričnih omejitev modela širjenja snovi v zraku ter vhodnih podatkov, zlasti tistih, pridobljenih z občasnimi emisijskimi meritvami.

4.5.1 Scenarij 1: Realen emisijski scenarij - preseganje mejne vrednosti 500 ou_E/m³

Modelski izračuni opisujejo dejansko stanje na vplivnem območju. Uporabljene emisije povzročajo obremenitev zraka z vonjem, ki ustreza razmeram na terenu, kar potrjujejo tako prijave občanov o neprijetnem vonju v aplikaciji Občinski NOS kot tudi izvedene terenske meritve vonja.

Rezultati modelskih izračunov širjenja vonja so grafično prikazani na slikah 10 in 11, ki prikazujeta polje najvišjih koncentracij vonja ter polje koncentracij vonja pri 98. percentilu. Izračunane in izmerjene koncentracije vonja na merilnih mestih M1 – M7 so povzete v tabeli 6.

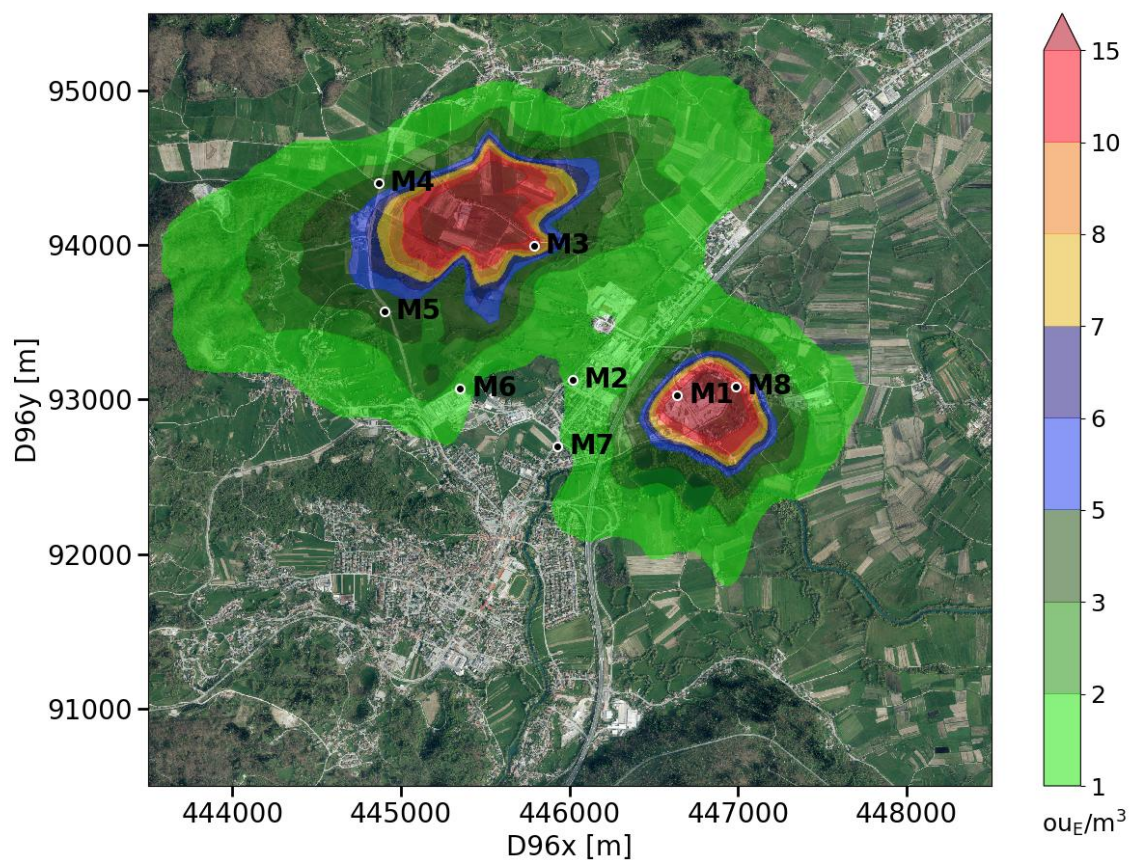
Iz slike 10 je razvidno, da je prag sprejemljivosti 1 ou_E/m³ pri 98. percentilu presežen na vseh merilnih mestih, razen na merilnem mestu M7. To pomeni, da je obremenitev z vonjem prekomerna v večjem delu naselij Stara Vrhnika, Zlatica, Vrtnarija in Sinja Gorica.

Najvišje izračunane koncentracije vonja so na vseh merilnih mestih višje od izmerjenih (tabela 6). To je pričakovano, saj izračuni temeljijo na vseh meteoroloških stanjih v celotnem enoletnem obdobju, medtem ko so meritve vonja na terenu odvisne od meteoroloških razmer v času vzorčenja, ki pogosto ne sovpadajo z najmanj ugodnimi razmerami za širjenje vonja in posledično najvišjimi koncentracijami vonja. Verjetnost, da je vzorec odvzet prav v času, ko se pojavijo najvišje obremenitve, je majhna.

Prispevek posameznih emisijskih virov k skupni obremenitvi zraka z vonjem je prikazan na sliki 16. Na merilnem mestu M1 k skupni obremenitvi prispevata predvsem Kemis in Saubermacher (59 % in 36 %), saj se nahaja merilno mesto v neposredni bližini virov. Na merilnih mestih M2 – M6 prevladuje vpliv Kompostarne Rosa (M2: 25 % Kemis, 70 % Kompostarna Rosa, M3: 97 % Kompostarna Rosa, M4: 98 % Kompostarna Rosa, M5: Kompostarna Rosa, M6: 14 % Kemis, 83 % Kompostarna Rosa), medtem ko na merilnem mestu M7 prevladujeta vpliva Kompostarne Rosa in Kemisa (46 % in 42 %). Merilno mesto M8 se nahaja severno od naprave Kemis v oddaljenosti 100 metrov, zato je vpliv slednje pričakovano največji.

Od vseh virov vonja imajo največji vpliv na kakovost zraka razpršene emisije vonja, saj je pri teh izhodna hitrost odpadnih plinov veliko nižja (pogosto je izhodna hitrost malo večja ali enaka 0 m/s) kot pri nadzorovanih emisijah iz sistemov za čiščenje odpadnih plinov. V primeru, da bi upravljavci naprav dosledno izvajali ukrepe za omejevanje razpršenih emisij ter naprave nadgradili z dodatnimi sistemi za zajem in čiščenje odpadnih plinov, bi bil njihov vpliv na kakovost zraka manjši. To potrjujejo rezultati modelskih izračunov za scenarija 2 in 3, ki predpostavljata delovanje naprav skladno z mejno koncentracijo vonja v odpadnem plinu oziroma obratovanje naprav skladno z mejno koncentracijo, pri čemer razpršenih emisij v izračunih ne upoštevamo.

Slika 10. Scenarij 1, polje koncentracij vonja pri 98. percentilu.



Slika 11. Scenarij 1, polje najvišjih koncentracij vonja.

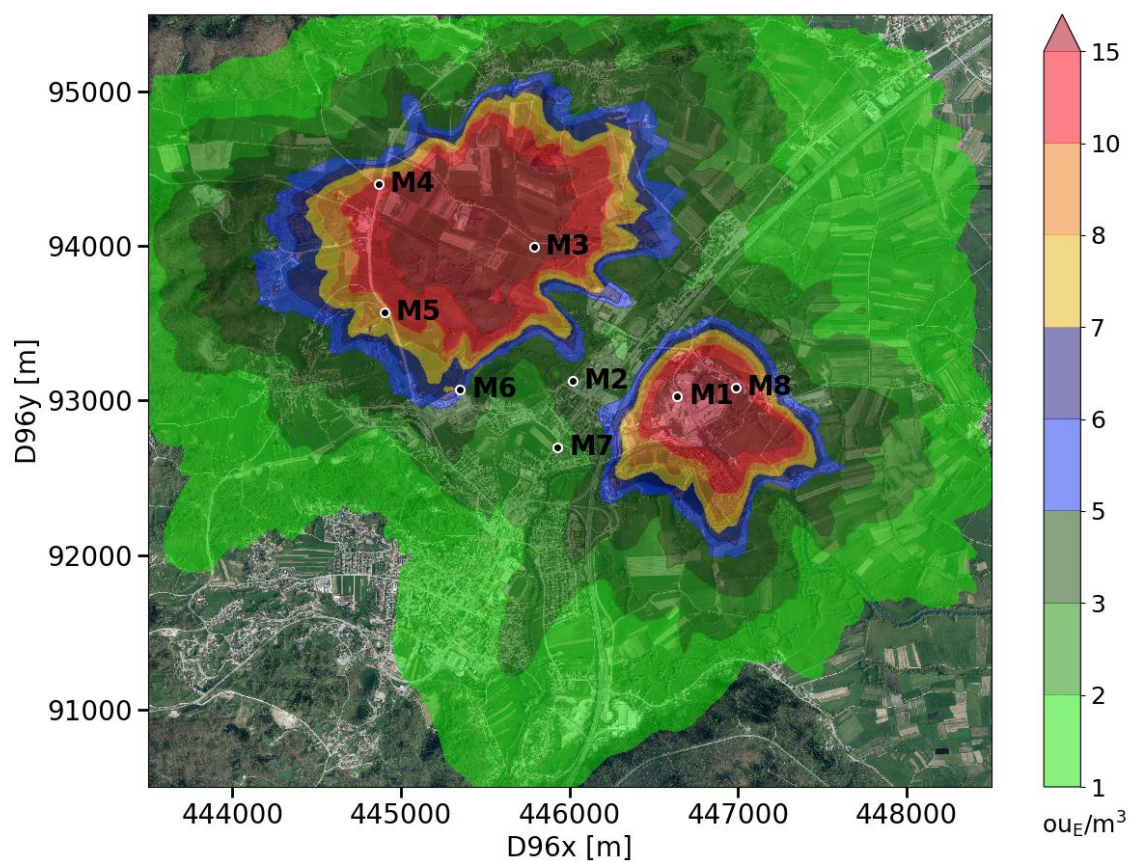
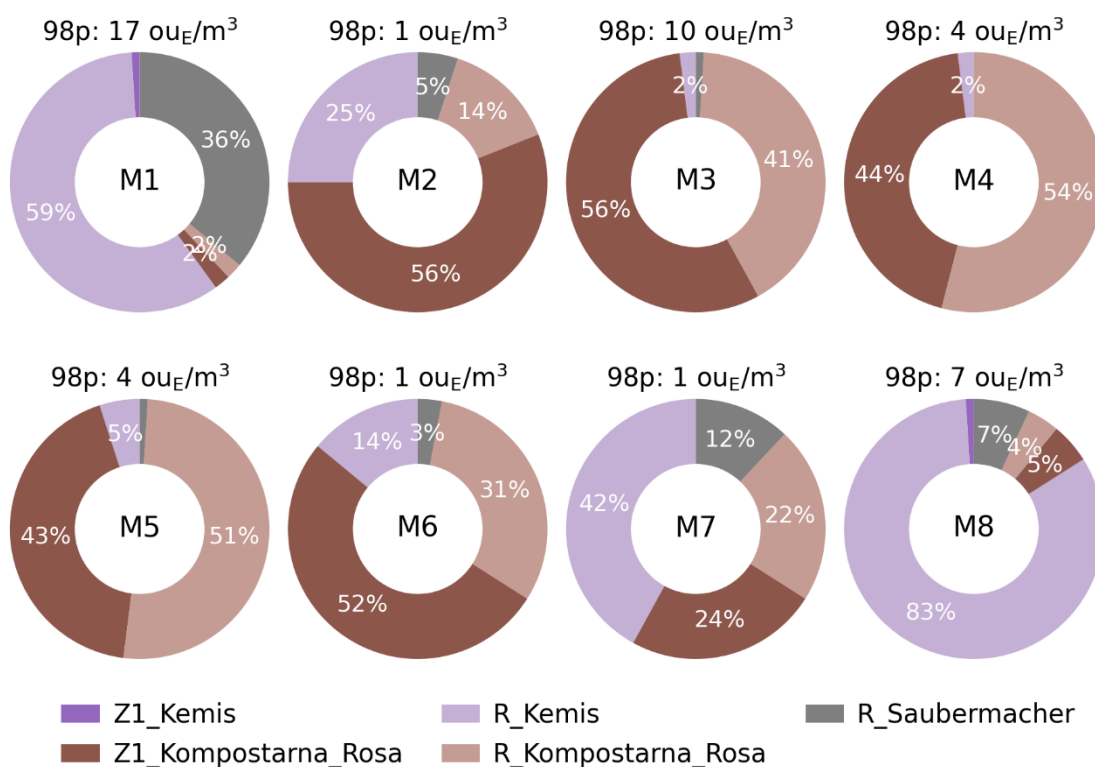


Tabela 6. Scenarij 1, najvišje izračunane in izmerjene koncentracije vonja ter koncentracija vonja pri 98. percentilu na merilnih mestih M1 do M8.

Merilno mesto	Najvišja izmerjena koncentracija vonja [ou_E/m^3]	Najvišja izračunana koncentracija vonja [ou_E/m^3]	Koncentracija vonja pri 98. percentilu [ou_E/m^3]
M1	11	42	17
M2	11	8	1
M3	15	37	10
M4	7	19	4
M5	5	13	4
M6	3	8	2
M7	3	3	1
M8	-	17	7

Slika 12. Scenarij 1, prispevek posameznih virov vonja v odvisnosti od merilnega mesta.



4.5.2 Scenarij 2: Obratovanje naprav skladno z mejno vrednostjo $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ – z razpršenimi emisijami

Koncentracije vonja v odpadnih plinih iz točkovnih in površinski emisijskih virov in razpršenih emisijskih virov so enake mejni vrednosti $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$. V takšnih razmerah je obremenitev zunanjega zraka z vonjem pričakovano manjša kot pri realnem emisijskem scenariju (Scenarij 1).

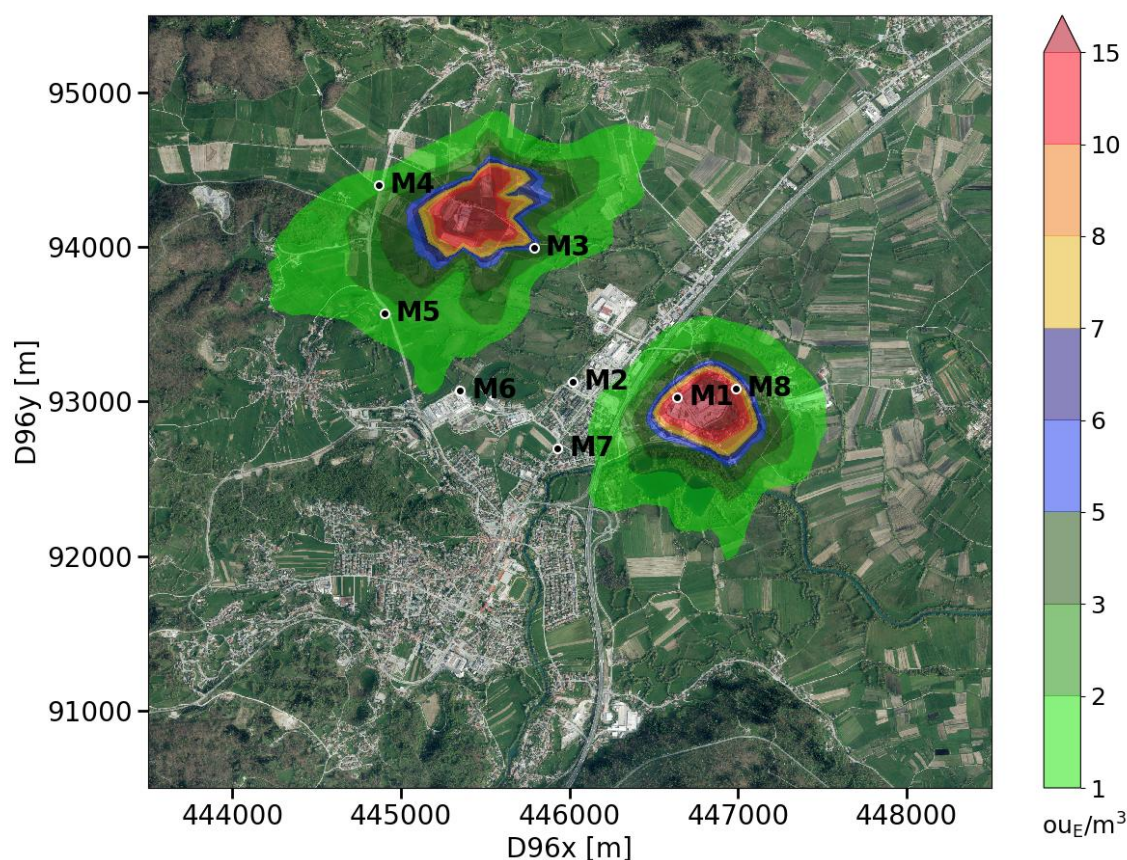
Rezultati modelskih izračunov širjenja vonja v zraku so grafično prikazani na slikah 13 in 14, ki predstavljata polje najvišjih koncentracij vonja in polje koncentracij vonja pri 98. percentilu.

Izračunane koncentracije vonja na merilnih mestih M1 do M7, kjer so potekale meritve koncentracij vonja v zunanjem zraku, so povzete v tabeli 7.

Rezultati kažejo, da obremenitev zunanjega zraka z vonjem pri 98. percentilu, kljub obratovanju naprav skladno z mejno vrednostjo $500 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, presega prag sprejemljivosti tudi na nekoliko večji oddaljenosti od virov in ne le v njihovi neposredni bližini. Prag sprejemljivosti (98. percentil, $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$) je presežen v delih naselij Zlatica, Vrtnarija, Sinja Gorica in Stara Vrhnika, ki so najbližje virom vonja.

Čeprav ima vsaka naprava svoje značilnosti, lahko ugotovimo, da k skupni obremenitvi zraka z vonjem največ prispevajo razpršene emisije, ki nastajajo pri pretovoru in skladiščenju odpadkov, ter ubežne emisije, ki se pojavijo, kadar sistemi za čiščenje odpadnih plinov ne delujejo učinkovito ali začasno odpovejo. Z ustreznimi ukrepi je mogoče zmanjšati površino, iz katere vonjave uhajajo v zrak, na ta način omejiti emisije ter posledično zmanjšati njihov vpliv na kakovost zraka.

Slika 13. Scenarij 2, polje koncentracij vonja pri 98. percentilu.



Slika 14. Scenarij 2, polje najvišjih koncentracij vonja.

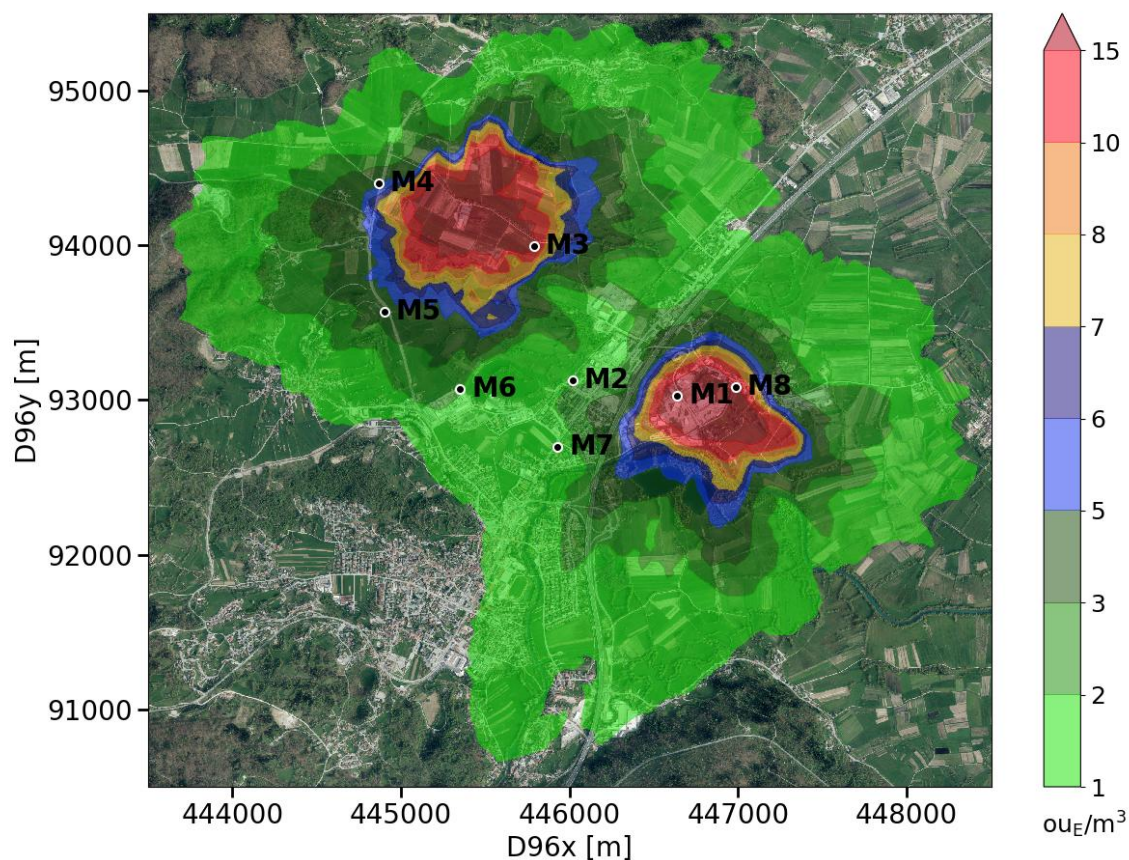


Tabela 7. Scenarij 2, najvišje izračunane in izmerjene koncentracije vonja ter koncentracija vonja pri 98. percentilu na merilnih mestih M1 do M8.

Merilno mesto	Najvišja izračunana koncentracija vonja [ouE/m ³]	Koncentracija vonja pri 98. percentilu [ouE/m ³]
M1	31	14
M2	3	1
M3	14	4
M4	9	2
M5	6	2
M6	3	< 1
M7	2	< 1
M8	11	4

4.5.3 Scenarij 3: Obratovanje naprav skladno z mejno vrednostjo 500 ou_E/m^3 – brez razpršenih emisij

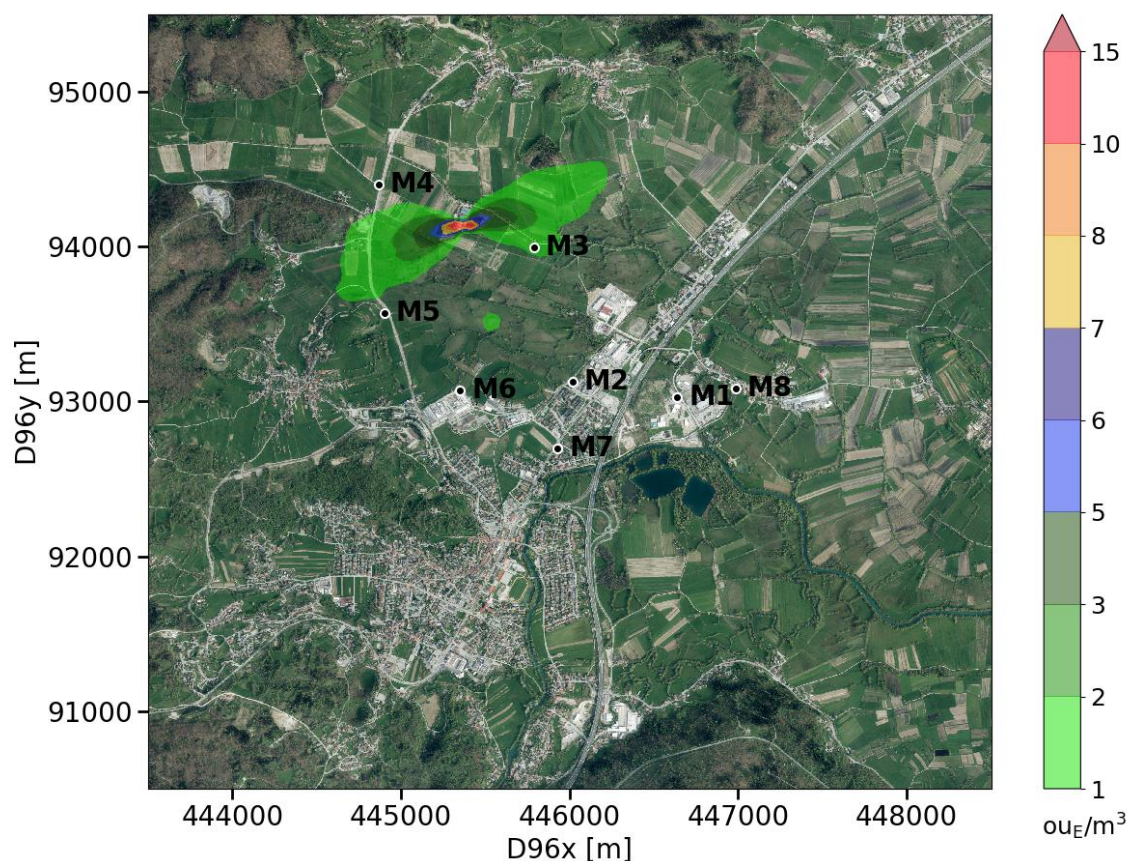
Koncentracije vonja v odpadnih plinih iz točkovnih in površinski emisijskih virov so enake mejni vrednosti 500 ou_E/m^3 . Za potrebe prikaza vpliva razpršenih emisijskih virov na obremenitev zraka z vonjem razpršeni emisijski viri v izračune niso vključeni.

Rezultati modelskih izračunov širjenja vonja v zraku so grafično prikazani na slikah 15 in 16, ki prikazujeta polje najvišjih koncentracij vonja ter polje koncentracij vonja pri 98. percentilu. Izračunane koncentracije na merilnih mestih M1 do M8, kjer so potekale meritve vonja v zunanjem zraku, so povzete v tabeli 8.

Razen pri dveh stanovanjskih objektih v Stari Vrhniki prag sprejemljivosti pri 98. percentilu in 1 ou_E/m^3 ni presežen na nobenem drugem bivalnem območju. Vpliv emisijskega vira Z1_Kemis je zaradi majhnega masnega pretoka in ustrezne hitrosti odpadnih plinov na kakovost zraka majhen, medtem ko vpliv vira Z1_Kompostarna ni zanemarljiv, saj lahko občasno povzroča neprijeten vonj na večjih oddaljenostih od vira.

Čeprav Scenarij 3 ne odraža dejanskih razmer, saj imajo vse tri naprave tudi razpršene emisije, lahko sklenemo, da bi upravljavci naprav z doslednim izvajanjem in dodatnimi ukrepi za preprečevanje razpršenih emisij ter rednim vzdrževanjem sistemov za čiščenje odpadnih plinov omejili vpliv vonjav ter s tem izboljšali kakovost zraka in bivalne pogoje v Občini Vrhnika.

Slika 15. Scenarij 3, polje koncentracij vonja pri 98. percentilu.



Slika 16. Scenarij 3, polje najvišjih koncentracij vonja.

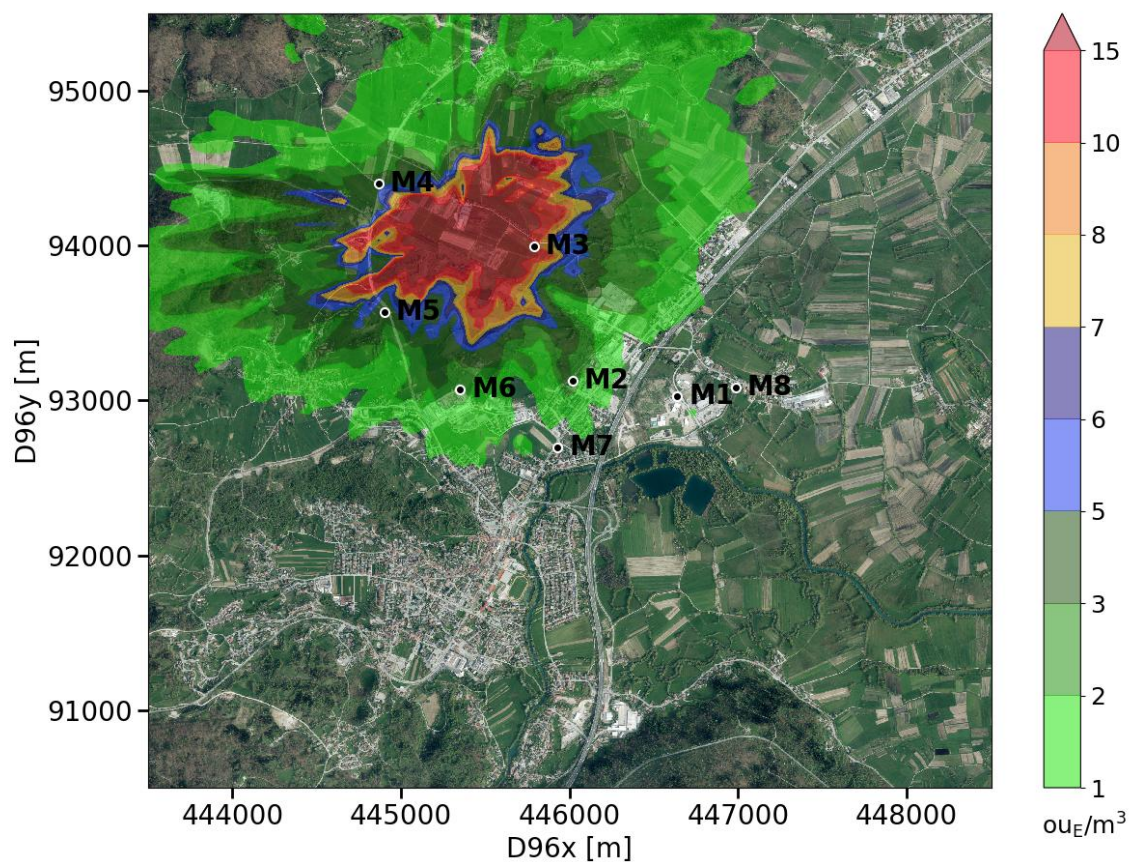


Tabela 8. Scenarij 3; najvišje izračunane in izmerjene koncentracije vonja ter koncentracija vonja pri 98. percentilu na merilnih mestih M1 do M8.

Merilno mesto	Najvišja izračunana koncentracija vonja [ouE/m³]	Koncentracija vonja pri 98. percentilu [ouE/m³]
M1	< 1	< 1
M2	3	< 1
M3	10	1
M4	5	< 1
M5	4	< 1
M6	3	< 1
M7	< 1	< 1
M8	< 1	< 1

5 Priloga 1 Osnovni podatki o modelu širjenja onesnaževal v zraku

Osnovni podatki o modelu širjenja onesnaževal v zraku in nabor vhodnih podatkov:

Osnovni podatki o modelu	Opis
Model širjenja snovi v zraku	CALPUFF
Tip modela	Lagrangeev paketni model
Razvoj modela	TRC Solutions Inc.
Meteorološki model	CALMET
Tip modela	diagnostični meteorološki model
Vhodni in ostali podatki	Opis
Računsko obdobje	20. 8. 2024 – 20. 8. 2025
Računska domena [km]	5 × 5
D96 koordinate leve spodnje točke domene [m]	443499.2, 90499.2
Število računskih točk v x in y smeri	100
Ločljivost računske mreže [m]	50
Število računskih ploskev v vertikalni smeri	22
Višine vertikalnih ploskev [m]	0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1500, 2500
Računski interval (časovni) [h]	1
Uporaba metode peak-to-mean	da
Upoštevanje reliefa, rabe tal in hrapavosti tal (da/ne)	da, da, da
Meteorološke spremenljivke	
Veter	merilna postaja na merilnem mestu v Občini Vrhnika (koordinate merilnega mesta 45.979591, 14.305303)
Veter, Temperatura, Pritisk, Relativna vlažnost zraka	meteorološka polja iz modela ALADIN (ARSO)
Emisije	
Vrsta emisij	nadzorovane, razpršene
Število virov	5
Vrsta emisijskih virov (odvodniki)	točkovni, površinski
Vir podatkov o emisijah	občasne meritve (Ocena o letnih emisijah snovi za leto 2024), OVD, oblikovanje emisijskih scenarijev
Obravnavana onesnaževala	vonj
Negotovost modeliranja	
vonj	< 50% (letno povprečje)

6 Viri

- [1] *Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaženja*, Uradni list RS, št. 31/07, 70/08, 61/09, 50/13, 44/22 – ZVO-2 in 48/22.
- [2] *Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje*, Uradni list RS, št. 105/08 in 44/22 – ZVO-2.
- [3] *Uredba o kakovosti zunanjega zraka*, Uradni list RS, št. 9/11, 8/15, 66/18 in 44/22 – ZVO-2.
- [4] *Direktiva 2008/50/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo*, Uradni list št. 152 z dne 11. 6. 2008.
- [5] VDI, *VDI 3880: Olfactometry Static Sampling*, Duesseldorf, Nemčija, 2011.
- [6] Evropska komisija, „EUR-Lex,“ 17 8 2018. [Elektronski]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX%3A32018D1147>.
- [7] Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, *Okoljevarstveno dovoljenje za obratovanje naprave upravljavca Kemis d.o.o. s št. 35407-62/2011-23 z dne 7. 6. 2013, spremenjeno z odločbami št. 35406-52/2015-1 z dne 15. 2. 2016, št. 35407-8/2015-8 z dne 27. 10. 2016 in št. 35406-46/2018-64 z dne 25. 11.*
- [8] Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, *Okoljevarstveno dovoljenje za obratovanje naprave upravljavca Saubermacher Slovenija d.o.o. s št. 35472-5/2016-7 z dne 17. 3. 2017, spremenjeno z odločbo št. 35441-62/2021-ARSO-17 z dne 22. 7. 2022.*
- [9] Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, *Okoljevarstveno dovoljenje za obratovanje naprave upravljavca ROKS recikliranje d.o.o. s št. 35472-70/2014-7 z dne 29. 8. 2014, spremenjeno z odločbo št. 35447-5/2021-2550-9 z dne 5. 9. 2023.*
- [10] ARSO, *Ocene o letnih emisijah snovi v zrak za leto 2024.*
- [11] Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo Republike Slovenije, *Strokovne podlage za vzpostavitev sistema za obvladovanje obremenjenosti zunanjega zraka z neprijetnim vonjem*, 2019.
- [12] M. Brancher, „A review of odour impact criteria in selected countries around the,“ *Elsevier*, 2016.
- [13] J. S. D. Y. R. Scire, *A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model: Version 5*, Concord, MA: Earth Tech, Inc., 2000.
- [14] USGS, „USGS science for changing world,“ [Elektronski]. Available: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-digital-elevation-shuttle-radar-topography-mission-srtm-1>.
- [15] Evropska okoljska agencija, [Elektronski]. Available: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>.

Slovar

Pomen uporabljenih pojmov in kratic.

Izraz	Opis
Advekcija	Širjenje onesnaževal v smeri vetra.
Asimilacija podatkov	Vključitev meritev v referenčne izračune meteoroloških modelov.
BAT	Najboljše razpoložljive tehnike (<u>B</u> est <u>A</u> vailable <u>T</u> echniques)
Brezvetrje	Obdobja, ko hitrosti vetra ne presežejo 0,5 m/s.
Celotna obremenitev zunanjega zraka	Celotna obremenitev zunanjega zraka je obremenitev zunanjega zraka, izračunana kot vsota obstoječe in dodatne obremenitve
Diagnostični vetrovni model	Vetrovni model, ki prilagaja meritve vetra terenu.
Difuzija	Proces mešanja onesnaženega zraka s čistim zrakom zaradi gibanja molekul in turbulence v ozračju.
Dimni dvig	Višina v ozračju do katere se zaradi temperature in hitrosti dvignejo odpadni plini.
Disperzija	Širjenje in redčenje onesnaževal v ozračju zaradi advekcije in difuzije.
Disperzijski model	Model širjenja onesnaženja v zunanjem zraku.
Dodatna obremenitev zunanjega zraka	Dodatna obremenitev zunanjega zraka je onesnaženost zunanjega zraka na območju vrednotenja obremenitve zunanjega zraka, ki je posledica samo emisije snovi v zrak iz naprave.
Emisija snovi	Emisija snovi je izpuščanje ali oddajanje snovi iz naprave v zrak in se izraža kot: koncentracija snovi v odpadnih plinih, masni pretok snovi v odpadnih plinih, količina vlaken v odpadnih plinih, emisijski delež, emisijski faktor ali število enot vonja zaradi emisije snovi, ki povzroča vonjave.
IPPC	Celovito preprečevanje in nadzor onesnaževanja (Integrated Pollution Prevention and Control)
Kakovost zunanjega zraka	Kakovost zunanjega zraka je koncentracija snovi v zunanjem zraku, ki je nastala zaradi emisije snovi v zrak in se izraža kot koncentracija snovi, ki je izračunana iz mase snovi v prostornini zunanjega zraka pri 293,15 K in 101,3 kPa, ali kot masna usedlina snovi, ki se v predpisanem času usede na enoto površine
Konvekcija	Vertikalno gibanje zraka zaradi segrevanja površja.
Mejna vrednost emisije snovi - MEV	Mejna vrednost emisije snovi je vrednost, na podlagi katere se določa čezmerna obremenitev pri oddajanju snovi v zrak iz naprave in se izraža kot: mejna koncentracija snovi, mejna količina vlaken ali mejno število enot vonja, pri čemer se mejne vrednosti emisije snovi izražajo kot polurna povprečna vrednost ali dnevna povprečna vrednost, mejni masni pretok snovi, pri čemer se mejna vrednost emisije snovi izraža kot masni pretok snovi v eni uri obratovanja naprave,

Izraz	Opis
Mezoskalni meteorološki modeli	mejni emisijski faktor, pri čemer se mejna vrednost emisije snovi izraža kot dnevna povprečna vrednost emisijskega faktorja, mejni emisijski delež, pri čemer se mejna vrednost emisije snovi izraža kot dnevna povprečna vrednost emisijskega deleža, mejna stopnja zmanjšanja emisije snovi, pri čemer se mejna vrednost emisije snovi izraža kot dnevna povprečna vrednost stopnje zmanjšanja emisije snovi. Modeli, ki izvajajo izračune meteoroloških spremenljivk na skali 2,5 do 100 kilometrov.
Območje vrednotenja	Območje vrednotenja obremenitve zunanjega zraka je območje v okolici naprave, opredeljeno z zunanjo mejo in s prostorsko opredeljenimi merilnimi mesti, na katerih se ugotavlja celotna obremenitev. Na območju vrednotenja so določena tudi merilna mesta, na katerih se ugotavljajo vrednosti dodatne obremenitve.
Obstoječa obremenitev zunanjega zraka	Obstoječa obremenitev zunanjega zraka je onesnaženost zunanjega zraka na območju vrednotenja obremenitve zunanjega zraka brez vpliva emisije snovi v zrak iz naprave.
Ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka	Ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka je ocenjevanje kakovosti zraka v skladu s predpisom, ki ureja ohranjanje in izboljšanje kakovosti zunanjega zraka.
Odpadni plini	Odpadni plini so plini, ki se izpuščajo iz naprave in so onesnaženi s snovmi v trdnem, tekočem ali plinastem stanju. Prostorninski pretok odpadnih plinov je izražen v kubičnih metrih na uro (m^3/h) pri normni temperaturi 273 K in tlaku 101,3 kPa ter po korekciji zaradi vsebnosti vodnih hlapov v dimnih plinih (t.j. pri normnih pogojih)
Onesnaževanje zunanjega zraka	Onesnaževanje zunanjega zraka je vnos snovi ali energije posredno ali neposredno v zrak, ki ga povzroči človek in katerega škodljivi učinki so take narave, da ogrožajo zdravje ljudi, poškodujejo žive naravne vire in ekosisteme, materialna sredstva in poslabšajo ali motijo druge rabe okolja.
Parameter hrapavosti površja	Parameter hrapavosti površja je merilo vpliva površja na gibanje zračnih tokov in intenzitete mešanja onesnaževal v višje plasti ozračja.
Prognostični meteorološki model	Prognostični meteorološki model izračuna vetrovna polja in polja ostalih meteoroloških spremenljivk z reševanjem sistema diferencialnih enačb. S časovnim integriranjem enačb je mogoče s prognostičnim modelom napovedati stanje atmosfere v prihodnje.
Radiosondažne meritve	Vrsta meritev meteoroloških spremenljivk atmosfere v vertikalni smeri glede na površje.
Stabilnost ozračja	Lastnost ozračja, ki definira sposobnost gibanja zraka v vertikalni smeri glede na površje.
Temperaturna inverzija	Plast zraka v kateri temperatura zraka z višino narašča.
Validacija modelov	Proces potrjevanja pravilnosti modelskih rezultatov.
Vetrovno polje	Prostorsko in časovno odvisni podatki o smeri in hitrosti vetra na računskem območju.
Višina mešanja	Višina v ozračju do katere se mešajo onesnaževala emitirana na površju.

