



Predelava lesa in odpadnega lesa po R3 Nigrad Dogoše

Razpršene emisije

POVZETEK NALOGE

Branko Kosi, Maribor, 25.08.2025

Kazalo:

1	UVOD.....	2
1.1	LOKACIJA	2
1.2	ZAKONODAJA IN TEHNIČNE PODLAGE	2
1.3	PREDSTAVITEV NAROČNIKA IN NJEGOVE LOKACIJE OBRAVNAVANE DEJAVNOSTI	3
1.4	PREDELAVA LESA IN ODPADNEGA LESA.....	4
1.5	OMILITVENI UKREPI.....	4
2	RAZPRŠENE EMISIJE PRAHU	5
2.1	EMISIJE CELOTNEGA PRAHU	5
2.2	EMISIJE ZARADI TRANSPORTA	5
2.3	EMISIJE ZARADI ŠARŽNE MANIPULACIJE – SKLADIŠČENJA MATERIALA (ODPADKOV)	6
2.4	EMISIJE ZARADI EROZIJE VETRA	6
2.5	SKUPNE EMISIJE PRAHU	6
	2.5.1 Brez upoštevanja omilitvenih ukrepov	7
	2.5.2 Z upoštevanjem omilitvenih ukrepov.....	7
3	VPLIV RAZPRŠENIH EMISIJ PRAHU NA OKOLJE	7
3.1	KONTROLA SKUPNIH EMISIJ CELOTNEGA PRAHU BREZ UPOŠTEVANJA OMILITVENIH UKREPOV	7
3.2	KONTROLA SKUPNIH EMISIJ CELOTNEGA PRAHU Z UPOŠTEVANJEM OMILITVENIH UKREPOV	7

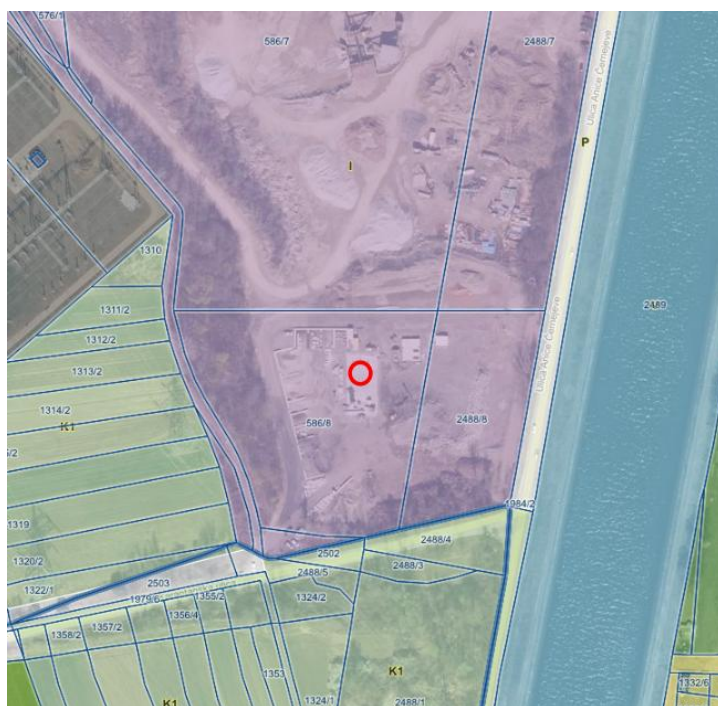
1 UVOD

Naročnik priprave podlag je:

Dolgo ime PRS	Javno podjetje Nigrad, komunalno podjetje, d. o. o.
Kratko ime PRS	Javno podjetje Nigrad d.o.o.
Naslov	Zagrebška cesta 30
Naselje	Maribor
Pošta	2000 Maribor
Občina	Maribor
Upravna enota	Maribor
Matična številka	5066310000
Davčna številka SI	71083715

1.1 LOKACIJA

Predelava lesa in odpadnega lesa Nigrad Dogoše se umesti na delu parcele št. 586/5-del, k.o. 683 Dogoše.



Slika 1: Skica lokacije zbirnega centra Nigrad Dogoše

1.2 ZAKONODAJA IN TEHNIČNE PODLAGE

Za oceno urne emisije celotnega prahu so bile v tem dokumentu uporabljene sledeče zakonodajne in strokovne podlage:

- Uredba 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 in 48/22)
- 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)

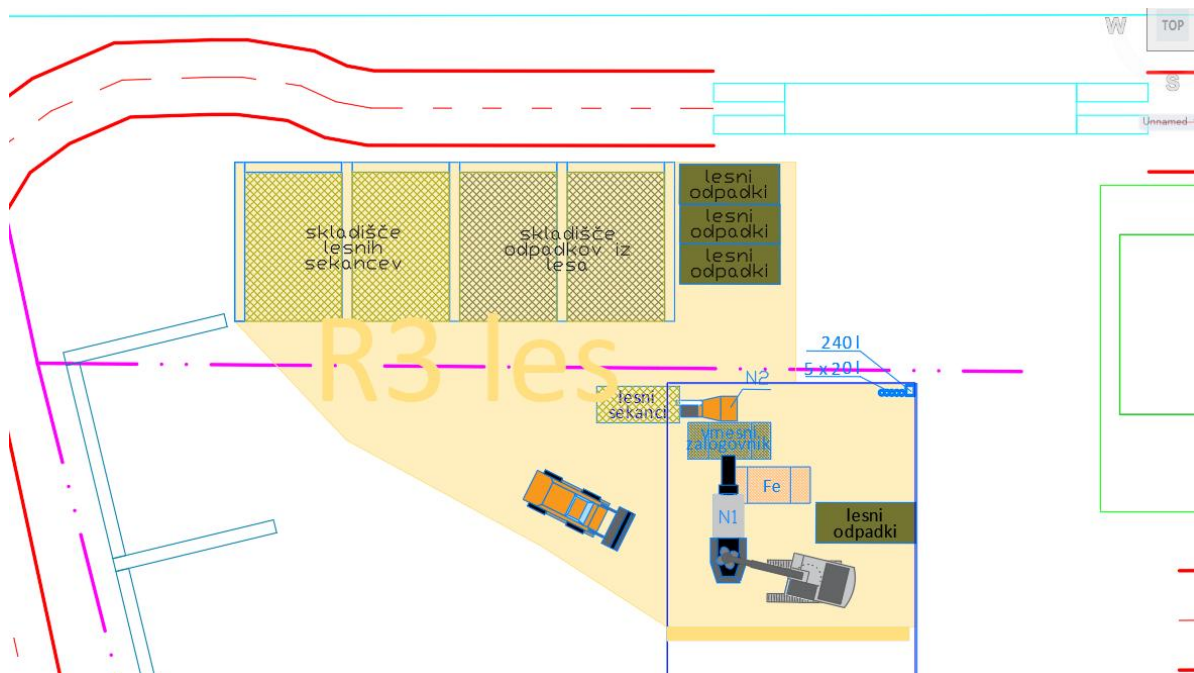
- V1: ameriška agencija za okolje EPA: AP-42: Compilation of Air Emissions Factors,
- V2: nemške smernic VDI 3790, zvezek 3, ki so ameriške podlage prevzele in jih prilagodile za metrični sistem in evropsko območje
- V3: Diffuse Staubemissionen – Tehnične podlage (Avstrija: vir: <https://www.bmaw.gv.at/>)

1.3 PREDSTAVITEV NAROČNIKA IN NJEGOVE LOKACIJE OBRAVNAVANE DEJAVNOSTI

Bodoči upravljavec Predelave lesa in odpadnega lesa Nigrad Dogoš (v nadaljevanju: predelava lesa) je podjetje Javno podjetje Nigrad d.o.o., ki je ustrezno registrirano za ravnanje z nenevarnih odpadkov in pridobivanjem sekundarnih surovin ter predelavo in dodelavo lesa.

V letu 2025 je bila v Mariboru postavljena nova naprava na lesno biomaso v upravljanju Energetike Maribor. Podjetje Nigrad ima primerno strojno opremo in prostor, kjer bo lahko pripravljala lesne sekance za omenjeno napravo in bo tako postal delni dobavitelj v sklopu zagotavljanja energetske samozadostnosti mesta s toplotno energijo. V ta namen bo drobil naravni les, kateremu bo dodajal delež odpadkov iz naravnega lesa, ki v mestu nastajajo.

Bodoči upravljavec je na lokaciji v Dogošah na parceli št. št. 586/5-del, k.o. 683 Dogoš uredil Predelavo lesa in odpadnega lesa Nigrad Dogoš z naslednjimi funkcionalnostmi:



- na vhodu na širše območje je že postavljena mostna tehnica,
- območje predelave se urejdi na delu prevzemnega platoja,
- na območju so urejeni pokriti boksi za skladiščenje,
- manipulativno območje ima dobro utrjeno valjano podlago,
- na JV delu območja ZC je prevzemni plato, ki je betoniran in z južne strani pregrajen z betonskim zidom,
- v severnem delu so postavljeni pokriti skladiščni boksi, ki so s treh strani omejeni z betonskim zidom, vmes so betonske stene, ki tvorijo razmejitve med različnimi skladiščenimi materiali,
- logistika skladiščenja se vrši od tehtanja na mostni tehnici do pretovarjanja na prevzemnem platoju (v primeru preverjenih pošilk odpadkov na izvoru se po tehtanju odpadki neposredno sipljejo v skladiščni boks ali do predelave počakajo v pokriti transportno-skladiščni embalaži - kontejnerjih),

- posode za zbiranje odpadkov, ki nastanejo v fazi pred-obdelave na prevzemnem platuju ter zaradi delovanja naprave, se nahajajo ob SV vogalu prevzemnega platoja,
- manipulacijo materialov na območju predelave lesa izvaja čelni nakladalec in/ali bager,
- meteorna voda se zbira v podzemnih zbiralnikih (2 x 8.000 l) in služi za škropljenje proti prašenju ter kot požarna voda v primeru požara,
- širše območje je ograjeno in pod video-nadzorom,
- na zahodni strani območja so parkirna mesta za osebna vozila;

1.4 PREDELAVA LESA IN ODPADNEGA LESA

Jedro naprave za predelavo odpadkov sestavljata dve zaporedno povezani tehnološki enoti:

- N1: grobo pred-drobljenje: drobilec Komplet KROKODILE ter
- N2: sekanje pred-drobljenega lesa na sekance: sekalec Gandini Meccanica MTS 150;

Tehnološki postopek predelave lesa in odpadkov iz lesa v lesne sekance

Imetniki naravnega lesa ter odpadnega lesa iz točke 1 tega dokumenta skladno z dnevnim načrtom predelave in poprejšnjim dogovorom s predelovalcem pripeljejo svoj les oz. lesne odpadke na območje predelave. Odpadki se na vhodu na območje stehtajo na mostni tehtnici. Upravljavec naprave preveri ustreznost vira, predvsem ustreznost odpadnega lesa s pomočjo tehtnega lista in evidenčnega lista. Pri prevzemu odpadne embalaže iz lesa v proces predelave se dodatno izvede tehtanje s tehtalno napravo na nakladalnem stroju. Čelni nakladalec z ustreznim orodjem z vgrajenim tehtalnim sistemom zajame na lokacijo predelave pripeljan les, pri čemer ga stehta ter nalaga v dozirno korito zalogovnika pred-droblilnega stroja N1. Pri tem dodaja ustrezne odpadke iz lesa. Pri vsakokratni menjavi vrste vhodnega materiala v proces drobljenja v tehtalni sistem nakladalnega stroja vpiše šifro materiala/odpadka, s čemer zagotavlja sledljivost procesa. Iz dozirnega korita se les gravitacijsko pomika proti drobilni enoti. Drobilno enoto tvorita dva nasproti se vrteča drobilna valja z drobilnimi elementi, ki tvorijo stiskanje lesa in s tem strukturno drobljenje. Na izhodu iz drobilca se izločijo železni vključki (kot na primer žebliji, kadar se v predelavo dodajajo palete ali leseni zaboji za sadje ipd.), ki so v procesu drobljenja s stiskanjem dobro ločeni od lesa. Tako grobo zdrobljen les brez železnih vključkov je lahko daljših dimenzij, zato se zaradi zahtev standarda preko vmesnega zalogovnika vodi še v sekalnik N2, ki pred-drobljeni les nareže na majhne kose – sekance. Zaradi boljšega obvladovanja procesa predelave se med tehnološkima enotama N1 in N2 postavi keson, ki služi kot vmesni zalogovnik grobo mletega lesa pred nadaljnjim sekanjem v tehnološki enoti N2. Iz vmesnega zalogovnika se grobo mleti les z ročnim orodjem nalaga v dozirno korito sekalnega stroja N2. Zaradi tehnologije drobljenja s stiskanjem v drobilni enoti N1 ima les, ki je pri tem strukturno zdrobljen, veliko površino. To je ključno za kvaliteto lesnih sekancev in posledično popolnejše zgorevanje. Prečiščeni lesni sekanci preko zračnega transporta sekalnega stroja padajo v zaprt keson. Ti proizvodi se do prodaje uporabnikom skladiščijo v boksu, pokriti s ponjavo, ali pa se neposredno odvažajo k uporabnikom.

Predelava lesa in odpadnega lesa v lesne sekance se vrši skladno s standardom SIST EN ISO 17225-4.

Organizacija in kontrola izvajanja tehnološkega procesa je podvržena Poslovniku predelave lesa in odpadnega lesa družbe Nigrad.

Skupna kapaciteta predelave odpadkov je do cca. 11.200 ton na leto.

1.5 OMILITVENI UKREPI

Bodoči upravljavec je pred izvedbo izračuna razpršenih emisij predvidel določene omilitvene ukrepe:

- omejena hitrost vožnje po območju: 10 km/h
- redno vlaženje in pometanje transportnih poti,
- vodni pršilni top za prašenje proti prašenju (uporaba po potrebi),
- ob suhem vremenu škropljenje transportnih poti ter skladiščenih odpadkov proti prašenju,

- sprotno zapiranje vrat,
- izsipavanje iz nizkih višin,
- vozila, ki se ne premikajo oz. upravljajo funkcij, imajo ugasnjene motorje,
- dovoz in odvoz materiala (odpadkov) se vrši s tovornimi vozili s pokritim tovorom (zahteva do prevoznikov odpadkov).

V izračunih v nadaljevanju ti ukrepi niso bili upoštevani.

2 RAZPRŠENE EMISIJE PRAHU

Za izvajanje procesov skladiščenja se uporablja transportna oprema z lastnim pogonom z motorji z notranjim zgorevanjem, pregledana skladno z zahtevami področne zakonodaje in v tem elaboratu ni dodatno obravnavana.

Predmet tega elaborata so razpršene emisije prahu.

Pri izračunavanju razpršenih emisij prahu smo upoštevali:

- emisije pri manipulaciji skladiščenega materiala (odpadkov) v zbirnem centru,
- dovoze in odvoze skladiščenega materiala;

2.1 EMISIJE CELOTNEGA PRAHU

Osnovna enačba, po kateri smo ocenjevali razpršene emisije, je:

$$E = A \times E_f \times \left(1 - \frac{E_r}{100}\right)$$

kjer je:

E – emisija razpršenih emisij celotnega prahu (kg/h)

A – stopnja aktivnosti (npr. prevoženi km, odloženi odpadki...),

E_f – emisijski faktor (g/prevožen km, g/t odloženih odpadkov ipd.),

E_r – zmanjšanje (redukcija) emisije zaradi ukrepov, naravnih dejavnikov...

Uvodoma smo emisije izračunali brez upoštevanja omilitvenih ukrepov po enačbi:

$$E = A \cdot E_f \text{ [kg/h]}$$

Pri čemer je:

E – emisija razpršenih emisij celotnega prahu [kg/h]

A – obseg aktivnosti (v masi prahu na aktivnost in čas [g/(aktivnost·t)])

Emisijske faktorje smo izračunali za aktivnosti, ki se izvajajo na območju zbirnega centra:

- emisije zaradi skladiščenja materialov (odpadkov) ter
- emisije zaradi transporta do in od zbirnega centra;

2.2 EMISIJE ZARADI TRANSPORTA

Zaradi vožnje po območju, kjer je na transportnih poteh določena količina prahu, ki se pri prevozih dviguje ter dodatno zaradi abrazije zavornih oblog ter obrabe avtomobilskih gum je izračunana po enačbi:

$$E = k_{NB,PM} \cdot SL^{0,91} \cdot (1,1 \cdot W)^{1,02} \cdot \left(1 - \frac{P_{Tag}}{3 \cdot N_{Tag}}\right)$$

Pri čemer pomeni:

E – emisijski faktor prometa [g/km]

$k_{NB,PM}$ – faktor velikosti prahu (3,23 za celoten prah P-30)

sL – obremenjenost transportnih poti s prahom [g/m²]

W – povprečna teža vseh vozil [t]

P_{Tag} – število dežnih dni z vsaj 0,1 mm dežja (125 dni, vir: Atlas okolja, dostop maj 2025)

N_{Tag} – število vseh dni v letu (365)

Ta enačba je povzeta po V2 in V3, kjer je temeljna enačba po V1 prenesena v metrični sistem. Dodatno je v enačbi še upoštevana prilagoditev statističnih podatkov dežnih dni (v ES v 0,1 mm, v USA 0,254 mm)

Ker je celotna površina zbirnega centra asfaltirana ali betonirana, je za izračun bila upoštevana enačba za tlakovane poti.

V enačbi smo upoštevali, da zbirni center deluje 260 dni v letu ter da se vsi odpadki zamenjajo povprečno na pol leta (2 zamenjav v letu), zaradi česar se do in od zbirnega centra letno pripelje/odpelje 42.000 ton materiala (odpadkov).

Prevoženi kilometri so bili opredeljeni na podlagi vzorca povprečne poti transportnih vozil po območju zbirnega centra.

Rezultat: Emisije prahu zaradi transporta: $E_v = E = 0,0276 \text{ kg/h}$

2.3 EMISIJE ZARADI ŠARŽNE MANIPULACIJE – SKLADIŠČENJA MATERIALA (ODPADKOV)

Za izračun razpršenih emisij zaradi manipulacije odpadkov pri skladiščenju je bila uporabljena enačba (vir 3):

$$Q_{U,dk,PM} = \frac{a \cdot 1,5 \cdot H_{Fdk} \cdot \rho \cdot M \cdot k_{U,PM}}{\sqrt{M_{dk}}} \left[\frac{g}{Zeit} \right]$$

Pri čemer je:

$Q_{U,dk,PM}$ – emisije prahu v časovni enoti [g/h]

a – nagnjenost k prašenju (1 – relativno vlažen les: V3)

H_{Fdk} – srednja višina sipanja (1 m: ocenjeno za pretovarjanje s čelnim nakladalcem oz. bagrom)

ρ – povprečna gostota materialov (odpadkov) (0,25 t/m³ – izkustveno)

M – količina manipulacije materiala (odpadka) v časovni enoti [t/h]

$k_{U,PM}$ – delež velikosti delcev glede na skupni prah (1 (max) za PM30; V3)

M_{dk} – količina manipulativnega materiala na premik čelnega nakladalca [t/premik]

Rezultat: Emisije celotnega prahu zaradi manipulacij – skladiščenja: $Q_{U,dk,PM} = 0,0028 \text{ g/h}$

2.4 EMISIJE ZARADI EROZIJE VETRA

Povprečne hitrosti vetra na obravnavanem območju na višini 10 m so 1-2 m/s in manjše od 3 m/s, zato se emisije zaradi erozije vetra lahko zanemarijo in v tem dokumentu niso upoštevane.

$$E_E = 0,0000 \text{ g/h}$$

2.5 SKUPNE EMISIJE PRAHU

Skupne emisije smo izračunali za dva primera in sicer za:

- običajno vzdrževanje območja ter
- upoštevanje omilitvenih ukrepov – škropljenje proti prašenju.

2.5.1 Brez upoštevanja omilitvenih ukrepov

V tem primeru je bilo upoštevano običajno vzdrževanje območja zbirnega centra brez pršenja z vodo proti prašenju:

$$E = Q_{U,dk,PM} + E_{V,h} + E_E = \mathbf{0,0304 \text{ kg/h}}$$

2.5.2 Z upoštevanjem omilitvenih ukrepov

V primeru, ko se upoštevajo omilitveni ukrepi, torej se transportne poti škropijo z vodo proti prašenju, se na podlagi V1 in V3 upošteva omilitveni faktor 90%. Pri tem smo uporabili enačbo:

$$E = A \times E_f \times \left(1 - \frac{E_r}{100}\right) = \mathbf{0,00304 \text{ g/h}}$$

3 VPLIV RAZPRŠENIH EMISIJ PRAHU NA OKOLJE

Razpršene emisije prahu, izračunane v prejšnji točki, ne presegajo največjih dovoljenih količin celotnega prahu, ki je opredeljen v prilogi 5 Uredbe 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 in 48/22) $q_{hdop} = 0,1 \text{ kg/h}$, kar predstavlja 10% mejne vrednosti, pod to vrednostjo ni potrebno predvideti ocenjevanja kakovosti obremenitve zunanjega zraka.

3.1 KONTROLA SKUPNIH EMISIJ CELOTNEGA PRAHU BREZ UPOŠTEVANJA OMILITVENIH UKREPOV

V tem primeru posebnih omilitvenih ukrepov ne upoštevamo. V tem primeru je razmerje glede na 10% mejne vrednosti celotnega prahu sledeče:

$$q_h \leq 10\% q_{hdop} \rightarrow 0,0304 \frac{\text{kg}}{\text{h}} < 0,1 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Glede na rezultat načeloma dodatni ukrepi niso potrebni. Kljub temu se priporoča, da se v izjemnih primerih zagotovijo možnosti prašenja proti prašenju na območju.

3.2 KONTROLA SKUPNIH EMISIJ CELOTNEGA PRAHU Z UPOŠTEVANJEM OMILITVENIH UKREPOV

V kolikor upoštevamo omilitvene ukrepe, predvsem škropljenje proti prašenju, se emisije prahu zelo zmanjšajo in so skupne emisije celotnega prahu pod 10% mejnih vrednosti:

$$q_h \leq 10\% q_{hdop} \rightarrow 0,00304 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \ll 0,1 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Glede na izračunane vrednosti razpršenih emisij prahu v zrak dodatni omilitveni ukrepi niso potrebni.