



iKOVA d.o.o.

Družba za izvajanje kompletnega varstva pri delu

Opekarniška cesta 15d, 3000 Celje, Tel: 03 428 23 10, fax: 03 428 23 21,

e-mail: info@kova.si

Datum: 15.4.2021

Številka: EK2021-2100096

OCENA RAZPRŠENE EMISIJE DELCEV PM₁₀ V ČASU GRADNJE HE MOKRICE

NAROČNIK:

**Hidroelektrarne na Spodnji Savi, d.o.o.
Cesta bratov Cerjakov 33a, 8250 Brežice**

OBJEKT:

HE MOKRICE

OCENO IZDELALA:

Dušan Kreshnik
Dušan Kreshnik, univ. dipl. biol.

Miha Kovacic
iz. prof. dr. Miha Kovacic, univ. dipl. inž.



iKOVA d.o.o.
Opekarniška 15d, 3000 Celje

DIREKTOR:

Milan Dobovišek
Milan Dobovišek, dipl. inž. el. teh.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	3
2. UPORABLJENA TEHNIČNA OPREMA	6
3. OCENA RAZPRŠENE EMISIJE DELCEV PM₁₀	6
3.1. GRADBIŠČA	6
3.2. ASFALTIRANE DOVOZNE CESTE	7
3.3. NEASFALTIRANE DOVOZNE CESTE	7
3.4. MODELNI IZRAČUN DELCEV PM ₁₀	9
3.4.1. Opis modelnega izračuna	9
3.4.2. Izračun vetrovnega polja	9
3.4.3. Način izračuna koncentracij	10
3.4.4. Lokacija ocenjevalnih mest delcev PM ₁₀	11
3.4.5. Rezultati modelnega izračuna delcev PM ₁₀	12
3.4.6. Omilitveni ukrepi	14
4. OCENA RAZPRŠENE EMISIJE DELCEV PM₁₀ Z UPOŠTEVANJEM OMILITVENIH UKREPOV	17
4.1. GRADBIŠČA	17
4.2. ASFALTIRANE DOVOZNE CESTE	18
4.3. NEASFALTIRANE DOVOZNE CESTE	18
5. ZAKLJUČEK	20
5.1. KRITERIJI	20
5.2. UGOTOVITVE	20

KAZALO TABEL

Tabela 1: Mejne vrednosti za delce PM ₁₀	20
---	----

KAZALO SLIK

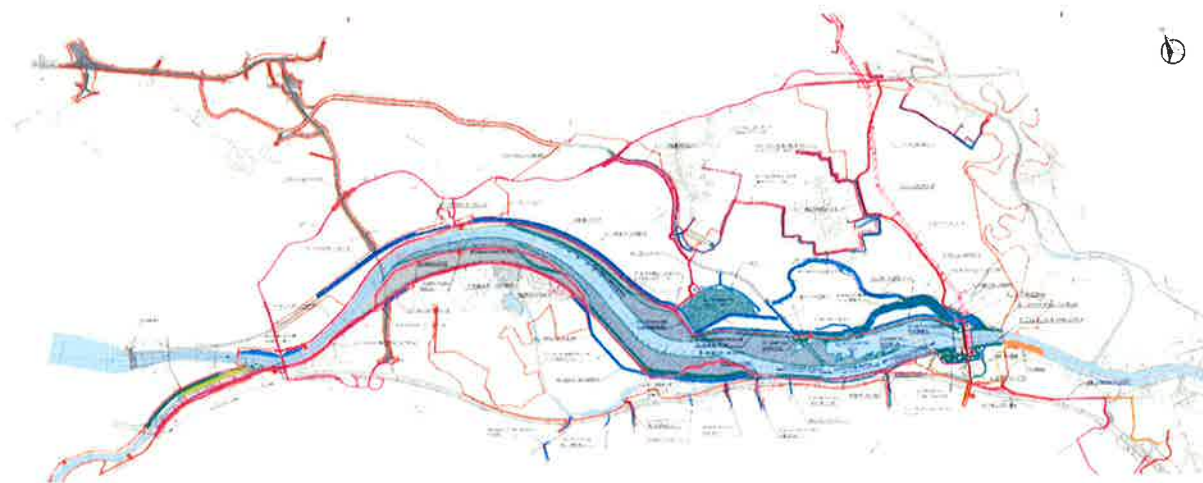
Slika 1: Lokacija HE Mokrice (vir: HSE Invest, 2021)	3
Slika 2: Vetrovna roža.....	10
Slika 3: Povprečne letne koncentracije delcev PM ₁₀ v času gradnje	12
Slika 4: Maksimalne dnevne koncentracije delcev PM ₁₀ v času gradnje.....	12



1. UVOD

Predmet in namen ocene, je določiti razpršeno emisijo delcev PM_{10} v času gradnje HE Mokrice.

Lokacija HE Mokrice je definirana z Uredbo o DPN za območje HE Mokrice (Ur. list RS, št. 69/2013) in je prikazana na spodnji sliki.



Slika 1: Lokacija HE Mokrice (vir: HSE Invest, 2021)

Posegi, ki so definirani z Uredbo o DPN za območje HE Mokrice (Ur. list RS, št. 69/2013), so prikazani v spodnji tabeli.



Tabela 1: Struktura posegov (vir: HSE Invest, 2021)

A	Jezovna zgradba
A.1.	Jezovna zgradba z vsemi pripadajočimi konstrukcijskimi in tehnično-tehnološkimi elementi (strojnica & prelivna polja), ter izvedba premostitve - most čez prelivna polja
A.1.1.	Prehod za vodne organizme in izvedba atrakcije s postavitvijo male hidroelektrarne (MHE)
B	Akumulacijski bazen
B.1.	Visokovodni energetski nasipi (z akumulacijskim bazenom)
B.2.	Drenažni kanali ob visokovodnih energetskih nasipih
B.3.	Prelivni objekt s hidromehansko regulacijo (VVR - visokovodni razbremenilnik)
B.4.	Rezerviran prostor za sedimente (D1, D2, D3)
B.5.	Izvedba poglobitev v akumulacijskem bazenu (dolvodno od HE BR) in dolvodno od jezovne zgradbe HE Mokrice do meje DPN
B.6.	Ravnanje z rodovitnim delom tal
C	Pripadajoče ureditve sklopa A
C.1.	110 kV daljnovod za priključitev hidroelektrarne na omrežje
C.2.	Izvedba 20 kV srednje-napetostnega priključka za potrebe gradbišča, TK priključek, vodovodni priključek
C.3.	Dovozni cesti do elektrarne
D	Pripadajoče ureditve sklopa B
D.1.	Ureditve za zagotavljanje poplavne varnosti objektov in naselij
D.1.1.	Visokovodni nasip Mihalovec
D.1.2.	Visokovodni nasip Loče
D.1.3.	Visokovodni nasip Rigonce
D.2.	Ureditve izlivnega dela Krke v dolžini 2 km
D.3.	Ružitve in sanacije objektov
D.4.	Vzpostavitev nadomestnih habitatov NH 1, NH 2
D.5.	Ureditve mirnih območij M1 - M6 ter prodišče-drstišče pod jezovno zgradbo



D.6.	Ureditev izlivnih delov pritokov Save:
D.6.1.	Prilipski potok
D.6.2.	Potok Mali in Veliki Drnovec
D.6.3.	Potok Orehovec
D.6.4.	Grajski potok
D.6.5.	Potok 7.5.1 & 7.7.1
D.6.6.	Potok Drašček
D.7.	Izvedba renaturacije potoka Gabernice
E	Posegi, ki niso investicija nosilca vloge, so pa predvideni po Uredbi o DPN za HE Mokrice
E.1.	Vzhodna obvoznica Brežice*
E.2.	ŠRC Mostec
E.3.	ŠRC Grič
E.4.	Ureditev rečnega pristanišča in splavnice ob jezovni zgradbi*
E.5.	Izvedba večnamenskih, kolesarskih in drugih poti
E.6.	Ureditev Term Čatež*
E.7.	Črpališča za namakanje kmetijskih površin
E.8.	Renaturacija reke Sotle (zunaj območja DPN HE Mokrice)

OPOMBA: Z (*) so označeni posegi sklopa E, kateri se najverjetneje ne bodo gradili istočasno z izgradnjo sklopov A,B,C,D.



2. UPORABLJENA TEHNIČNA OPREMA

AUSTAL View, verzija 6.0.0. proizvajalca Lakes Environmental, Waterloo, Ontario, Canada

3. OCENA RAZPRŠENE EMISIJE DELCEV PM_{10}

3.1. GRADBIŠČA

(Ubežne) Emitirane količine delcev PM_{10} smo izračunali v skladu z »AP-42: Compilation of Air Emissions Factors« (Tabela 11.9-1):

$$EM_{PM_{10}} = 0,75 \cdot \frac{0,45 \cdot s^{1,5}}{M^{1,4}} \text{ (za primer »bulldozing«, »overburden«),}$$

kjer so:

$EM_{PM_{10}}$ ubežna emitirana količina delcev PM_{10} [kg/h],
 s vsebnost melja v prsti [%] ter
 M vlažnost materiala (angl. material moisture content) [%].

Vsebnost melja (ang. silt content) v prsti smo dobili iz baz podatkov ARSO, Kakovost tal (<https://gis.arso.gov.si/portal/apps/webappviewer/index.html?id=eccbd348603f494a81c4ce38c9f8b109>). Izbrana lokacija ROTS je 14311 (GK 549000, 84000). Vsebnost melja je 53,8 %. Vlažnost materiala smo dobili iz baze »Surface Soil Moisture« Copernicus Global Land Service (<https://land.copernicus.vgt.vito.be/PDF/portal/Application.html#Home>). Izbrali smo lokacijo GK 556393, 77538 ter izbrali povprečne vrednosti za vlažnost materiala v najbolj suhem mesecu 2020 – avgustu (ARSO, podatki samodejnih postaj, Cerklje - Letališče). Podatki, ki so bili na voljo so zbrani v naslednji tabeli. Izbrali smo povprečno vrednost 76,7 %.

Tabela 2: Vlažnost materiala

Datum	Vlažnost materiala [%]
2.8.2020	50
7.8.2020	93,5
13.8.2020	92,5
18.8.2020	95,6
24.8.2020	70
25.8.2020	63
30.8.2020	67
31.8.2020	82

Emitirane količine delcev PM_{10} za posamičen točkovni vir (npr. buldožer) so tako (za primer »bulldozing«, »overburden«):

$$EM_{PM_{10}} = 0,75 \cdot \frac{0,45 \cdot s^{1,5}}{M^{1,4}} = 0,75 \cdot \frac{0,45 \cdot 53,8^{1,5}}{76,7^{1,4}} = 0,306 \text{ kg/h.}$$



Poseg bo trajal predvidoma 960 dni (23040 ur), kar pomeni 7050,4 kg emitiranih delcev PM_{10} . Omeniti je potrebno, da točkovni vir koplje na določenem mestu samo enkrat. Tako je skupna emitirana količina odvisna samo od dolžine izkopa.

Model smo zaradi lažje obdelave poenostavili. Izkopi so predstavljeni kot linijski viri. Skupna dolžina izkopov (linijskih virov) poenostavljenega modela znaša 20459 m. Dejansko je skupna dolžina izkopov 23727 m. Poudariti je potrebno, da razlika v dolžinah izkopov ne vpliva na skupno količino emitiranih PM_{10} delcev [kg] v modelu.

Predpostavili smo, da v času posega vsi izkopi (linijski viri) emitirajo enakomerno – vzdolž linije in časovno. Na podlagi podatkov lahko izračunamo specifično emisijo na uro in na meter izkopa (linijskega vira). Le ta znaša 0,000014957 kg/m/h.

3.2. ASFALTIRANE DOVOZNE CESTE

Kot osnovo za izračun emisij smo uporabili enačbo iz »Emission Factor Documentation for AP-42, Section 13.2.1, Paved Roads«:

$$E_{PM_{10}} = 4,6 \cdot \left(\frac{sL}{2}\right)^{0,65} \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^{1,5} \text{ [g/vozilo/km]},$$

kjer sta:

sL gostota melja na površino [g/m²] ter

W povprečna masa vozila, ki vozi po vozišču [t].

Predvidoma je gostota melja na površino sL 0,5 g/m² ter povprečna masa vozila, ki vozi po vozišču W 15 ton. Tako znaša emisija 0,02089 kg/vozilo/km.

3.3. NEASFALTIRANE DOVOZNE CESTE

Kot osnovo za izračun emisij smo uporabili »Emission Factor Documentation for AP-42, Section 13.2.2, Unpaved Roads«.

$$E_{PM_{10}} = \frac{0,2819 \cdot 2,6 \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^{0,8} \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^{0,4}}{\left(\frac{M}{0,2}\right)^{0,3}} \text{ [kg/vozilo/km]},$$

kjer sta:

s delež melja na površini [%],

W povprečna masa vozila, ki vozi po vozišču [t] ter

M vlažnost vozišča [%].

Vsebnost melja v prsti s smo dobili iz baz podatkov ARSO, Kakovost tal (<https://gis.arso.gov.si/portal/apps/webappviewer/index.html?id=eccbd348603f494a81c4ce38c9f8b109>). Izbrana lokacija ROTS je 14311 (GK 549000, 84000). Vsebnost melja je 53,8 %. Predvidoma je povprečna masa vozila, ki vozi po vozišču W 15 ton.



Vlažnost vozišča *M* smo dobili iz baze »Surface Soil Moisture« Copernicus Global Land Service (<https://land.copernicus.vgt.vito.be/PDF/portal/Application.html#Home>). Izbrali smo lokacijo GK 556393, 77538 ter izbrali povprečne vrednosti za vlažnost materiala v najbolj suhem mesecu 2020 – avgustu (ARSO, podatki samodejnih postaj, Cerklje - Letališče). Izbrali smo najnižjo (najneugodnejšo) vrednost 50 % (2.8.2020). Tako znaša emisija 0,8842 kg/vozilo/km.

Povprečno število vozil na uro v obdobju posega 32 mesecev ter emisije za posamično asfaltirano in neasfaltirano dovozno pot, so prikazane v naslednji tabeli.

Tabela 3: Emisija po transportnih poteh

Cesta	Povprečno število vozil na uro v obdobju posega 32 mesecev [vozil/h]	Površina ceste	Najvišja dovoljena hitrost [km]	Emisija PM_{10} [kg/km/h]
1	1,589231374	asfalt	50	0,0331941
2	1,992592857	asfalt	50	0,0416191
3	0,931490385	makadam	10	0,8236328
1.1	0,027201788	asfalt	50	0,0005682
1.2	1,259537313	asfalt	50	0,0263078
1.3	0,611448866	asfalt	50	0,0127713
1.5	1,287200068	asfalt	10	0,0268856
1.6	0,071754808	asfalt	50	0,0014987
2.1	0,975753545	makadam	10	0,8627707
3.1	0,303534942	asfalt	50	0,0063399
1.1.1	0,027201788	makadam	10	0,0240521
1.1.2	0,472966843	asfalt	10	0,0098788
1.2.1	0,648088447	asfalt	50	0,0135366
1.5.2	0,051461831	makadam	10	0,0455030
2.1.1	0,155911932	makadam	10	0,1378588
2.1.2	0,023079928	asfalt	50	0,0004821
1.2.1.2	0,360049845	makadam	10	0,3183595

Skupna dolžina linijskih virov je 33884 m. Skupna emisija je 6,322 kg/h.



3.4. MODELNI IZRAČUN DELCEV PM₁₀

3.4.1. Opis modelnega izračuna

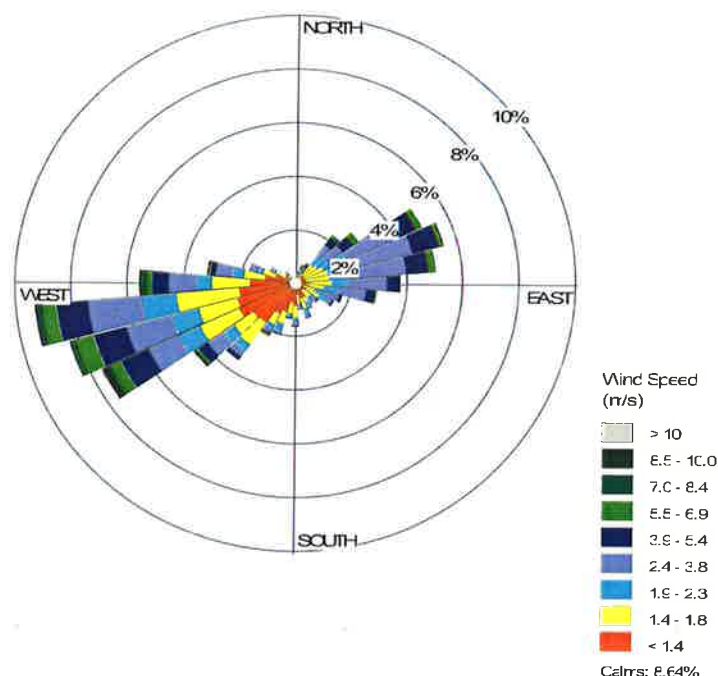
- model: AUSTAL View TG 6.0.0 (austal2000 (3.11.2008))
- predprocesor meteorologija: TALdia (3.11.2008)
- predprocesor emisija: austal2000 (3.11.2008)
- izdelovalec modela: Lakes Environmental (Janicke Consulting)
- organizacija, ki je odobrila oz. priporočila model (EPA, UBA...): German Federal Environmental Agency (UBA, UFOPLAN project 200 43 256), TA Luft (Technical Instruction on Air Quality Control)
- tip modela: Lagrange
- izvajalec izračunov z modelom: izr. prof. Miha Kovačič, univ. dipl. inž. stroj.

3.4.2. Izračun vetrovnega polja

- lastnosti procesorja: izračun 3-dimenzionalnega vetrovnega in turbulentnega polja na podlagi časovnih vetrovnih podatkov, topografiji in ovir.
- upoštevano obdobje meritev: 1.1.2020-31.12.2020
- vir meteoroloških podatkov: ARSO, podatki samodejnih postaj (Cerklje - Letališče)
- položaj anemometra pri izračunu (GK): 544461, 78840
- višina anemometra pri izračunu: 12 m
- frekvenca izračunanih polj vetra (za vsako uro posebej, izbrane tipične situacije, metoda izbire situacij, njihovo število): vsako uro v obdobju 1.1.2020-31.12.2020

Vetrovna roža za obdobje 1.1.2020-31.12.2020 je prikazana na naslednji sliki.





Slika 2: Vetrovna roža

3.4.3. Način izračuna koncentracij

- obdobje izračuna: 1.1.2020-31.12.2020
- izračun na podlagi urnih koncentracij (da/ne): da
- izračun na podlagi pogostosti situacij glede na stabilnost, smer in hitrost vetra (da/ne): da
- dimenzije območja izračuna v metrih: 10000×7500
- Koordinate levega spodnjega kota območja izračuna (GK ali geografske): 544461, 78840
- število točk v smeri x: 200
- število točk v smeri y: 150
- razdalja med točkami v horizontalni smeri: 50 m
- število točk v vertikalni smeri: 22
- višine računskih ploskev: 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 25, 40, 65, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1500
- sledenje ploskev reliefu: da
- raba tal: ceste, železnice, zelena urbana območja, vinogradi, kmetijske površine, močvirje, resava, skalovje (Atlas okolja, gis.arso.gov.si/atlasokolja, 1.4.2021)
- hrapavost tal (z0): 0,2 m
- Uporabljen je digitalni model višin Slovenije z ločljivostjo 25 m.
- Uporabljeni so ortofoto posnetki (Atlas okolja, gis.arso.gov.si/atlasokolja, 1.4.2021) in podatki iz dokumentacije, ki je bila na voljo.



3.4.4. Lokacija ocenjevalnih mest delcev PM₁₀

V spodnji tabeli, so prikazane lokacije ocenjevalnih mest delcev PM₁₀

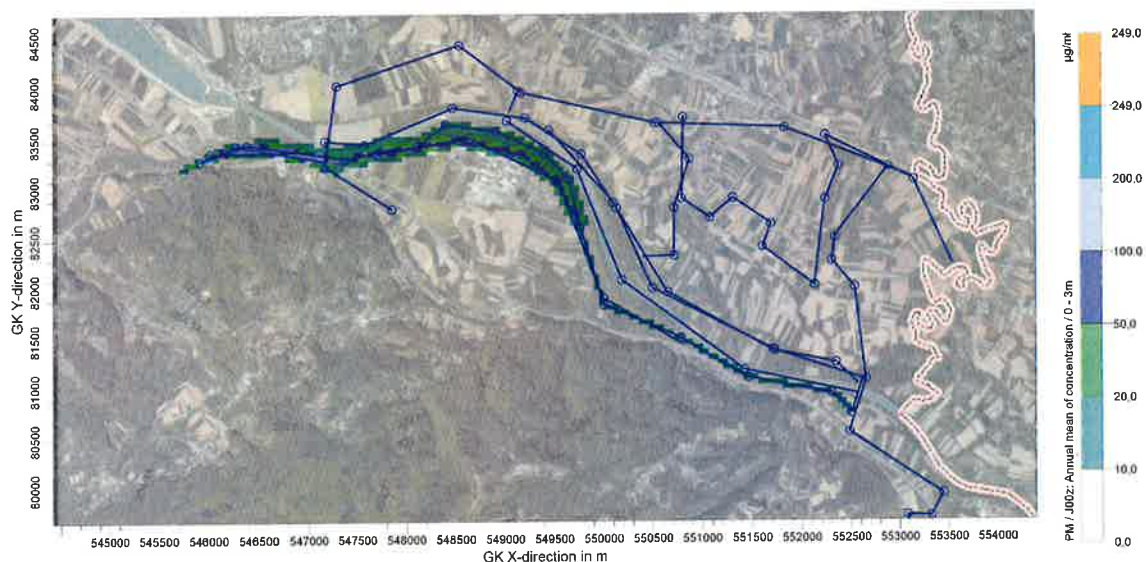
Tabela 4: Ocenjevalna mesta

Oznaka	Opis mesta	GK koordinate	
		GKY	GKX
OM1	Loče 53	551686	82617
OM2	Loče 6	552135	82698
OM3	Mihalovec 42	550892	83247
OM4	Mostec 50	549047	83824
OM5	Podgračeno 3	551004	81261
OM6	Podgračeno 7	550737	81390
OM7	Podgračeno 6	550862	81307
OM8	Podgračeno 5	550899	81277
OM9	Podgračeno 9	550725	81392
OM10	Ribnica 14	552088	80894
OM11	Ribnica 14a	552081	80932
OM12	Ribnica 15	552078	80941
OM13	Ribnica 16	552038	80922
OM14	Ribnica 17	551987	80982
OM15	Ribnica 2	552549	80337
OM16	Ribnica 4A	552442	80434
OM17	Ribnica 6	552415	80424
OM18	Rigonce 1	552904	83451
OM19	Rigonce 21	553118	83153
OM20	Rigonce 24	553186	83026
OM21	Rigonce 37	553345	82607
OM22	Rigonce 22	553121	83112
OM23	Savska pot 30	547743	83383
OM24	Terme Čatež 1. vrsta	549063	83399
OM25	Topliška cesta 35	548626	83448
OM26	Topliška cesta 36	548975	83339
OM27	Topliška cesta 69k	549358	83225
OM28	Topliška cesta 73	549419	83055
OM29	Topliška cesta 9	547464	83309
OM30	Zagrebska cesta 11	547112	83355
OM31	Zagrebska cesta 9	547127	83350
OM32	Zagrebska cesta 2	546431	83415
OM33	Velike Malence 1	545908	83299
OM34	Krška vas 78	544932	83455

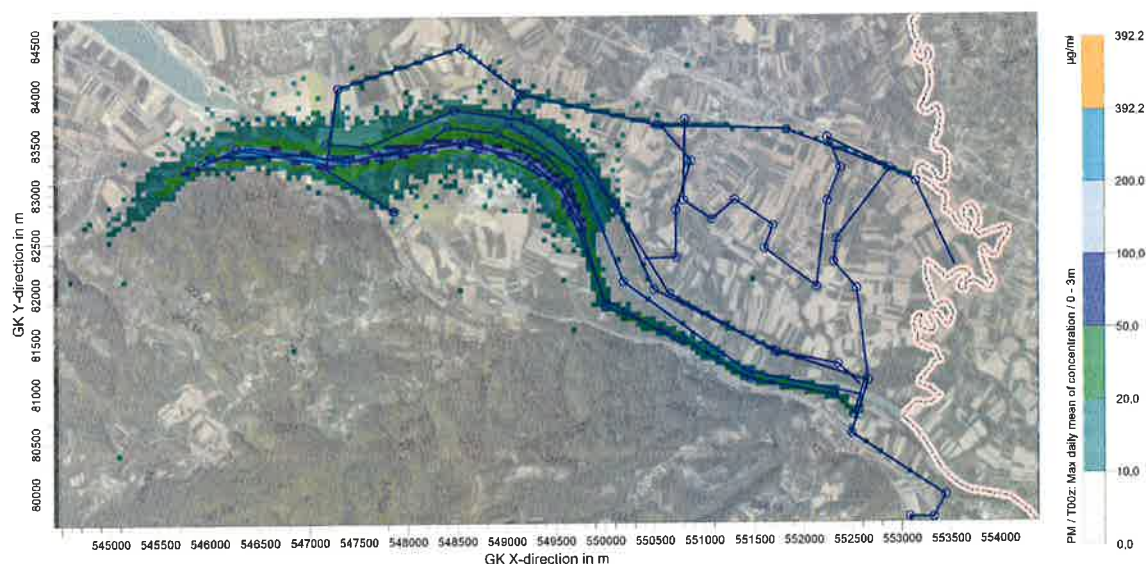


3.4.5. Rezultati modelnega izračuna delcev PM_{10}

Kot vhodne podatke za modelni izračun smo uporabili ocenjene vrednosti emitiranih količin za delce PM_{10} , ki so navedene v poglavju 3.1., 3.2. in 3.3. Na spodnjih slikah in tabeli so prikazani rezultati modelnega izračuna delcev PM_{10} .



Slika 3: Povprečne letne koncentracije delcev PM_{10} v času gradnje



Slika 4: Maksimalne dnevne koncentracije delcev PM_{10} v času gradnje



Tabela 5: Izračunane povprečne letne in maksimalne dnevne koncentracije delcev PM₁₀ v času gradnje

Oznaka	Opis mesta	GK koordinate		Ocenjene vrednosti	
		GKY	GKX	Povprečna letna koncentracija $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimalna dnevna koncentracija $\mu\text{g}/\text{m}^3$
OM1	Loče 53	551686	82617	1,7	7,5
OM2	Loče 6	552135	82698	0,4	3,6
OM3	Mihalovec 42	550892	83247	1,6	5,2
OM4	Mostec 50	549047	83824	4,7	11,7
OM5	Podgračeno 3	551004	81261	0,7	4,5
OM6	Podgračeno 7	550737	81390	0,8	4,5
OM7	Podgračeno 6	550862	81307	0,6	3,5
OM8	Podgračeno 5	550899	81277	0,4	3,3
OM9	Podgračeno 9	550725	81392	0,8	4,5
OM10	Ribnica 14	552088	80894	1,2	6,3
OM11	Ribnica 14a	552081	80932	1,2	6,3
OM12	Ribnica 15	552078	80941	8,3	26,6
OM13	Ribnica 16	552038	80922	0,8	5,2
OM14	Ribnica 17	551987	80982	1,6	6,4
OM15	Ribnica 2	552549	80337	0,1	1,5
OM16	Ribnica 4A	552442	80434	0,1	2,0
OM17	Ribnica 6	552415	80424	0,1	2,0
OM18	Rigonce 1	552904	83451	0,4	3,2
OM19	Rigonce 21	553118	83153	1,6	5,2
OM20	Rigonce 24	553186	83026	1,7	5,0
OM21	Rigonce 37	553345	82607	0,5	2,2
OM22	Rigonce 22	553121	83112	2,5	8,5
OM23	Savska pot 30	547743	83383	128	227
OM24	Terme Čatež 1. vrsta	549063	83399	38,0	80,8
OM25	Topliška cesta 35	548626	83448	81,4	176,8
OM26	Topliška cesta 36	548975	83339	7,9	27,7
OM27	Topliška cesta 69k	549358	83225	65,4	133,9
OM28	Topliška cesta 73	549419	83055	9,5	35,0
OM29	Topliška cesta 9	547464	83309	70,9	140,0
OM30	Zagrebška cesta 11	547112	83355	105,5	180,4
OM31	Zagrebška cesta 9	547127	83350	105,0	180,0
OM32	Zagrebška cesta 2	546431	83415	130,6	234,1
OM33	Velike Malence 1	545908	83299	27,6	103,7
OM34	Krška vas 78	544932	83455	0,3	3,8

Zaradi povišanih koncentracij delcev PM₁₀, smo predvideli omilitvene ukrepe, ki so navedeni v naslednjem poglavju.



3.4.6. Omilitveni ukrepi

Omilitveni ukrepi, ki izhajajo iz Uredbe o državnem prostorskem načrtu za območje HE Mokrice (Ur. list RS, št. 69/2013):

1. Pri izvajanju del, pri katerih nastaja izrazita emisija delcev, se morajo uporabljati naslednji ukrepi za preprečevanje in zmanjševanje emisije delcev (6. člen Zahteve za postopke mehanske obdelave na gradbišču):
 - prepovedano je prašno usedlino odstranjevati s pihanjem, prašne površine čistiti s stisnjenim zrakom ali čistiti na območju gradbišča s suhim pometanjem,
 - prašne usedline je treba odstranjevati z vlažnim ali mokrim postopkom glede na stanje tehnike ali s sesalnim postopkom z uporabo primernega sesalnika za prah ali prašne usedline,
 - prah je treba vezati na površinah materialov z vzdrževanjem vlažnosti materiala, na primer z avtomatsko vodenim ali ročnim vodnim škropljenjem,
 - pri premeščanju in pretovarjanju je treba gradbene odpadke odmetavati z višine, ki ni večja od višine posod ali zabojnikov za zbiranje in prevažanje gradbenih odpadkov,
 - uporabljati majhne izstopne hitrosti transportnih sistemov,
 - gradbene odpadke pa je treba zbirati in prevažati v zaprtih ali pokritih posodah ali zabojnikih,
 - pri rušenju objektov je prepovedano odmetavati tramove, gradbeno pohištvo in lahke gradbene elemente ter jih odlagati ali premeščati ročno ali z gradbenimi dvigali,
 - rušenje ali razgradnjo objektov je treba izvesti, če je tehnično možno, v velikih kosih, prah pa je treba vezati na gradbeni material z omočenjem,
 - na gradbišču je prepovedano gradbene odpadke z drugih gradbišč obdelovati s postopki drobljenja, lomljenja ali mletja, vključno z obdelavo gradbenih odpadkov v premičnih napravah,
 - pri odstranitvi objekta je treba zaradi zmanjševanja prašenja uporabljati pokrove in zaporne stene za preprečevanje širjenja prahu,
 - transportni trakovi morajo biti popolnoma pokriti ali zaprti,
 - pri odstranitvi objekta z velikimi površinami in razstreljevanju večjega objekta, pri katerem ni mogoče izdelati pokrovov in zapornih sten, je treba predvideti primerno alternativno vezavo prahu, kot je na primer močno omočenje ali vodna zavesa.
2. Med gradnjo se onesnaženje zraka zmanjša z ustreznim vzdrževanjem in upravljanjem delovnih strojev in prometnih vozil ter uporabo tehnično brezhibnih gradbenih strojev in prevoznih sredstev. Zagotovi se vlaženje sipkega materiala, nezaščitenih površin, prometnih površin na javnih cestah in gradbišču, prepreči pa se tudi raznašanje materiala z gradbišča. (53. člen Varstvo zraka)
3. Skladišča ali začasna odlagališča razsutega gradbenega materiala se uredijo čim bližje gradbišču in v čim večji oddaljenosti od naselij. (53. člen Varstvo zraka)



Vpliv na kakovost zraka pri najbližjih stavbah med gradnjo bo največji v sušnih obdobjih in pri močnih vetrovih. V skladu z Zakonom o varstvu okolja mora izvajalec del zagotoviti, da med gradnjo pri najbližjih stavbah ne bodo presežene mejne koncentracije onesnaževal (predvsem prašnih delcev) v zunanjem zraku. Vsi ukrepi izhajajo iz zakonodaje.

Za zmanjševanje emisije prašnih delcev, ki nastajajo pri gradbenih in drugih delih v gradbeništvu, določa Operativni program varstva zunanjega zraka pred onesnaževanjem s PM₁₀ (OP PM₁₀), Vlada RS, 2009, naslednje omilitvene ukrepe:

1. prepoved uporabe necestnih premičnih strojev, ki se uporabljajo v gradbeništvu, brez filtrov za delce, se uvede najkasneje v obdobju dveh let po začetku izvajanja ukrepov za zmanjševanje emisije PM₁₀,
2. na celotnem območju gradnje je treba zagotoviti obvezno izvajanje ukrepov za zmanjševanje emisije prahu pri gradbenih delih.

Posredno je zmanjševanje vpliva prometa na onesnaževanje zraka, ki velja tudi za gradbišča, urejeno tudi v Zakonu o pravilih cestnega prometa (ZPrCP, Uradni list RS, št. 109/2010):

3. z uporabo vozila se ne sme onesnažiti okolja,
4. tovor in naprave, ki so namenjeni za prevoz, nalaganje, razlaganje ali pritrditev tovara, morajo biti na in v vozilu naložene, pritrjene in razložene tako, da ne onesnažujejo okolja,
5. ob ustavljanju vozil, prevoznih sredstev in delovnih naprav za več kot tri minute ali pri parkiranju, mora voznik takoj ugasniti motor.

V nadaljevanju so navedene zahteve za zmanjšanje emisije kot jih določa Uredba o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč (Ur. list RS, št. 21/2011).

Ukrepi za preprečevanje in zmanjševanje emisije delcev iz gradbišč:

- izvajalec zagotovi, da se sipki gradbeni material, gradbeni odpadki in drug gradbeni material, ki povzroča prašenje, dovaža na gradbišče ali odvaža z gradbišča v transportnih sredstvih, na način, ki onemogoča prašenje.
- investitor zagotovi izdelavo elaborata preprečevanja in zmanjševanja emisij delcev iz gradbišča ter ga priložiti projektu za izvedbo. Investitor pred začetkom gradnje zagotovi, da je izvajalec seznanjen z vsebino elaborata. Zavezanec za izvajanje z elaboratom predpisanih ukrepov je izvajalec gradbenih del. Izvajalec zagotavlja izvajanje ukrepov in podatke dnevno zapisuje v gradbeni dnevnik, nadzor nad izvajanjem spremlja gradbeni nadzornik.
- izven območja gradbišča so prepovedane stalne aličasne deponije sipkega materiala; dokončana območja na območju posega je treba sproti rekultivirati.
- v primeru ekstremnih vetrovnih razmer (hitrost vetra nad 5 m/s) se mora prekiniti izvajanje del z materiali, ki se prašijo.
- upoštevajo se emisijske norme v skladu s predpisi, ki urejajo področje emisij pri začasnih gradbenih objektih, uporabljeni gradbeni mehanizaciji in transportnih



sredstvih. Ukrep zahteva uporabo tehnično brezhibne gradbene mehanizacije in transportnih sredstev ter njihovo redno vzdrževanje.

- redna uporaba, vzdrževanje in čiščenje prašnih filtrov na začasnih gradbenih napravah za izdelavo betona.
- obsega pretovora, presipavanja in skladiščenja sipkega materiala na območju gradbišč se zmanjša na najmanjšo možno mero.
- omeji se intenzivnost odlaganja rodovitne zemljine v obdobjih izrazito neugodnih vremenskih razmer (izkopni material z nizko vlažnostjo, daljše obdobje brez padavin, visok hitrosti vetrov).

Skladno z 8. členom Uredbe o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč (Ur. list RS, št. 21/2011) je potrebno upoštevati naslednje zahteve za organizacijske ukrepe na gradbišču:

- zmanjševati je treba količino skladiščenega gradbenega materiala in gradbenih odpadkov;
- skladiščeni gradbeni material je treba zaradi zmanjšanja prašenja prekrivati, vlažiti ali zaslanjati pred vplivi vetra;
- na izvozih z gradbiščnih cest oziroma izvozih z gradbišč na ceste za javni cestni promet je treba zagotoviti pranje koles in podvozja vozil;
- gradbiščne ceste, ki se bodo uporabljale več kakor 12 mesecev, morajo biti prevlečene z nosilno asfaltno podlago ali neprekinjeno omočene s tekočinami, ki vežejo prah na površini cestišča;
- potrebno je redno čistiti transportne poti, ki potekajo po lokalnih in državnih cestah, z učinkovitimi pometalnimi stroji, ki ne povzročajo prašenja, ali z mokrim čiščenjem;
- na gradbišču je treba, zaradi preprečitev prašenja (makadam), zmanjševanja hrupa in zmanjševanja nevarnosti prometnih nesreč, omejiti hitrost vozil na največ 40 km/h, razen na gradbiščnih cestah, ki so asfaltirane ali stalno omočene.

Dodatni omilitveni ukrepi:

- potrebno je utrjevati neasfaltirane dovozne poti (vsebnost melja v prsti 1,8 %).
- postavitve protiprašnih ograj na območju Term Čatež in naselja Čatež ob Savi (Kot protiprašne ograje bodo delovali tudi zaslони, ki preprečujejo širjenja hrupa od vira hrupa proti varovanim objektom in je lahko to tudi gradbiščna ograja, ki bo nameščena na območju Term Čatež in naselja Čatež ob Savi in bo višine 4m).
- kljub temu, da Uredba o preprečevanju in zmanjševanju emisije delcev iz gradbišč (Ur. list RS, št. 21/2011) predpisuje omejitev hitrosti vozil na največ 40 km/h, uvajamo dodatni omilitveni ukrep omejitev hitrosti na neasfaltiranih površinah na 10 km/h.
- obvezna je uporaba zaprtih prevoznih sredstev za prevoz sipkega materiala.
- obvezno je pranje vozil na vstopu na javno cesto, pri čemer se vzpostavi avtomatska pralnica koles za območje gradbišča jezovne zgradbe ter zagotovi pranje vozil na vseh izstopih oz. navezavah gradbiščnih poti na javne poti na območju izgradnje pretočno akumulacijskega bazena



4. OCENA RAZPRŠENE EMISIJE DELCEV PM_{10} Z UPOŠTEVANJEM OMILITVENIH UKREPOV

4.1. GRADBIŠČA

(Ubežne) Emitirane količine delcev PM_{10} smo izračunali v skladu z »AP-42: Compilation of Air Emissions Factors« (Tabela 11.9-1):

$$EM_{PM_{10}} = 0,75 \cdot \frac{0,45 \cdot s^{1,5}}{M^{1,4}} \text{ (za primer »bulldozing«, »overburden«),}$$

kjer so:

$EM_{PM_{10}}$ ubežna emitirana količina delcev PM_{10} [kg/h],
 s vsebnost melja v prsti [%] ter
 M vlažnost materiala (angl. material moisture content) [%].

Za vsebnost melja smo izbrali 3,8 %, za vlažnost materiala pa 16,8 %.
Emitirane količine delcev PM_{10} za posamičen točkovni vir (npr. buldožer) so tako (za primer »bulldozing«, »overburden«):

$$EM_{PM_{10}} = 0,75 \cdot \frac{0,45 \cdot s^{1,5}}{M^{1,4}} = 0,75 \cdot \frac{0,45 \cdot 3,8^{1,5}}{16,8^{1,4}} = 0,0481 \text{ kg/h.}$$

Poseg bo trajal predvidoma 960 dni (23040 ur), kar pomeni 1109,2 kg emitiranih delcev PM_{10} . Omeniti je potrebno, da točkovni vir koplje na določenem mestu samo enkrat. Tako je skupna emitirana količina odvisna samo od dolžine izkopa.

Model smo zaradi lažje obdelave poenostavili. Izkopi so predstavljeni kot linijski viri. Skupna dolžina izkopov (linijskih virov) poenostavljenega modela znaša 20459 m. Dejansko je skupna dolžina izkopov 23727 m. Poudariti je potrebno, da razlika v dolžinah izkopov ne vpliva na skupno količino emitiranih PM_{10} delcev [kg] v modelu.

Predpostavili smo, da v času posega vsi izkopi (linijski viri) emitirajo enakomerno – vzdolž linije in časovno. Na podlagi podatkov lahko izračunamo specifično emisijo na uro in na meter izkopa (linijskega vira). Le ta znaša 0,000002353 kg/m/h.



4.2. ASFALTIRANE DOVOZNE CESTE

Kot osnovo za izračun emisij smo uporabili enačbo iz »Emission Factor Documentation for AP-42, Section 13.2.1, Paved Roads«:

$$E_{PM_{10}} = 4,6 \cdot \left(\frac{sL}{2}\right)^{0,65} \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^{1,5} \text{ [g/vozilo/km]},$$

kjer sta:

sL gostota melja na površino [g/m²] ter

W povprečna masa vozila, ki vozi po vozišču [t].

Predvidoma je gostota melja na površino sL 0,5 g/m² ter povprečna masa vozila, ki vozi po vozišču W 15 ton. Tako znaša emisija 0,02089 kg/vozilo/km.

4.3. NEASFALTIRANE DOVOZNE CESTE

Kot osnovo za izračun emisij smo uporabili »Emission Factor Documentation for AP-42, Section 13.2.2, Unpaved Roads«.

$$E_{PM_{10}} = \frac{0,2819 \cdot 2,6 \cdot \left(\frac{s}{12}\right)^{0,8} \cdot \left(\frac{W}{3}\right)^{0,4}}{\left(\frac{M}{0,2}\right)^{0,3}} \text{ [kg/vozilo/km]},$$

kjer sta:

s delež melja na površini [%],

W povprečna masa vozila, ki vozi po vozišču [t] ter

M vlažnost vozišča [%].

Za vsebnost melja v prsti s smo vzeli 1,8 % (najmanjša vrednost glede na »Emission Factor Documentation for AP-42, Section 13.2.2, Unpaved Roads«).

Predvidoma je povprečna masa vozila, ki vozi po vozišču W 15 ton.

Za vlažnost vozišča M smo izbrali 13 % (najvišja vrednost glede na »Emission Factor Documentation for AP-42, Section 13.2.2, Unpaved Roads«).

Tako znaša emisija 0,0874 kg/vozilo/km.



Povprečno število vozil na uro v obdobju posega 32 mesecev ter emisije za posamično asfaltno in makadamsko cesto so prikazane v naslednji tabeli.

Cesta	Povprečno število vozil na uro v obdobju posega 32 mesecev [vozil/h]	Površina ceste	Najvišja dovoljena hitrost [km]	Emisija PM_{10} [kg/km/h]
1	1,589231374	asfalt	50	0,0331941
2	1,992592857	asfalt	50	0,0416191
3	0,931490385	makadam	10	0,0814393
1.1	0,027201788	asfalt	50	0,0005682
1.2	1,259537313	asfalt	50	0,0263078
1.3	0,611448866	asfalt	50	0,0127713
1.5	1,287200068	asfalt	10	0,0268856
1.6	0,071754808	asfalt	50	0,0014987
2.1	0,975753545	makadam	10	0,0853091
3.1	0,303534942	asfalt	50	0,0063399
1.1.1	0,027201788	makadam	10	0,0023782
1.1.2	0,472966843	asfalt	10	0,0098788
1.2.1	0,648088447	asfalt	50	0,0135366
1.5.2	0,051461831	makadam	10	0,0044993
2.1.1	0,155911932	makadam	10	0,0136312
2.1.2	0,023079928	asfalt	50	0,0004821
1.2.1.2	0,360049845	makadam	10	0,0314788

Skupna emisija je 1,0240 kg/h.



5. ZAKLJUČEK

5.1. KRITERIJI

Mejne vrednosti za delce PM_{10} določa Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11 in 8/15) in so predstavljene v naslednji tabeli.

Tabela 6: Mejne vrednosti za delce PM_{10}

Časovni interval merjenja	Mejne vrednosti ($\mu g/m^3$)
dan	50 (lahko presežena največ 35-krat v koledarskem letu)
1 leto	40

5.2. UGOTOVITVE

Za lokacijo posega ni podatkov o obstoječi obremenitvi z delci PM_{10} . Glede na izračunano dodatno obremenitev delcev PM_{10} ob upoštevanju omilitvenih ukrepov v času gradnje HE Mokrice, pričakujemo, da se obstoječa obremenitev ne bo bistveno povečala. Letna mejna vrednost za delce PM_{10} , ki znaša $40 \mu g/m^3$ zaradi gradnje ne bo presežena. Prav tako ne pričakujemo dodatnih preseganj dnevnih mejnih vrednosti za delce PM_{10} .

KONEC POROČILA

