



Finansirano u okviru posebnog sporazuma o dodjeli bespovratnih sredstava br. 2018 / 402-850 iz Višekorisničkog programa EU IPA II za Albaniju, Bosnu i Hercegovinu, Sjevernu Makedoniju, Kosovo*, Crnu Goru i Srbiju

Investicijski okvir za Zapadni Balkan Instrument za infrastrukturne projekte Tehnička pomoć 8 (IPF 8)

TA2018148R0 IPA

Mediterranski koridor CVc, Bosna i Hercegovina – cestovna povezanost sa Hrvatskom, poddionica: Konjic (Ovčari) – tunel Prenj – Mostar sjever

Analiza neusklađenosti i Paket dokumentacije za objavljivanje iz Procjene utjecaja na okoliš i društvo (PUOD)

WB20-BiH-TRA-02 Komponenta 1

Knjiga 1: Studija o procjeni utjecaja na okoliš i društvo

Poglavlje 10 Kvalitet zraka

Oktober 2023.

Investicijski okvir za Zapadni Balkan (WBIF)

Instrument za infrastrukturne projekte

Tehnička pomoć 8 (IPF 8)

Infrastruktura: energija, okoliš, društvena, transportna i digitalna ekonomija

TA2018148 R0 IPA

Knjiga 1: Studija o procjeni utjecaja na okoliš i društvo

Poglavlje 10 Kvalitet zraka

Oktobar 2023. godine

Instrument za infrastrukturne projekte (IPF) je instrument tehničke pomoći Investicijskog okvira za Zapadni Balkan (WBIF) koji je zajednička inicijativa Europske unije, međunarodnih finansijskih institucija, bilateralnih donatora i vlada Zapadnog Balkana, a podržava društveno-ekonomski razvoj i pristupanje EU širom Zapadnog Balkana pružanjem finansijske i tehničke pomoći za strateška infrastrukturna ulaganja. Ova tehnička pomoć finansira se iz EU fondova.

Izjava o odricanju odgovornosti: Autori preuzimaju punu odgovornost za sadržaj ovog izvještaja. Iznesena mišljenja ne odražavaju nužno stav Europske unije ili Europske investicione banke.

BR. PROJEKTA

BR. DOKUMENTA.

WB20-BiH-TRA-02

VERZIJA

DATUM

OPIS

PRIPREMIO

PROVJERIO

ODOBRIO

1	25/09/2021	SPUOD	Muhamed Hadžiabdić	Irem Silajdžić Konstantin Siderovski	Richard Thadani
2	21/11/2022	SPUOD – Poglavlje 10 Kvalitet zraka	Muhamed Hadžiabdić	Irem Silajdžić	Richard Thadani
3	03/03/2023	SPUOD – Poglavlje 10 Kvalitet zraka	Muhamed Hadžiabdić	Irem Silajdžić	Richard Thadani
4	10/10/2023	SPUOD – Poglavlje 10 Kvalitet zraka	Muhamed Hadžiabdić	Irem Silajdžić	Richard Thadani

SADRŽAJ

10	Kvalitet zraka	10
10.1	Uvod	10
10.2	Trenutno stanje	10
10.3	Modeliranje kvaliteta zraka	25
10.3.1	Izvori zagađenja i emisije na gradilištima	25
10.3.2	Metodologija	27
10.3.3	Rezultati modeliranja	36
10.4	Procjena mogućih utjecaja	61
10.5	Mjere ublažavanja i poboljšanja	66
10.5.1	Faza predizgradnje	66
10.5.2	Faza izgradnje	66
10.5.3	Faza korištenja	67

Popis tabela

Tabela 10-1: Stanje kvalitete zraka u Gradu Mostaru u periodu 2000-2007	11
Tabela 10-2: Metode mjerenja	11
Tabela 10-3: Opis mjernih mjesta (MM) u blizini planirane trase autoceste	12
Tabela 10-4: Meteorološki parametri tokom zimskog perioda u martu 2021.	15
Tabela 10-5: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom zimskog perioda na MM 1	15
Tabela 10-6: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom zimskog perioda na MM 2	15
Tabela 10-7: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom zimskog perioda na MM 3	16
Tabela 10-8: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom zimskog perioda na MM 4	16
Tabela 10-9: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom zimskog perioda na MM 5	16
Tabela 10-10: Meteorološki parametri tokom ljetnog perioda u julu 2021.	17
Tabela 10-11: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 1	17
Tabela 10-12: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 2	18
Tabela 10-13: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 3	18
Tabela 10-14: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 4	18
Tabela 10-15: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 5	19
Tabela 10-16: Opis mjernih mjesta (MM) u blizini planirane obilaznice Konjic	19
Tabela 10-17: Meteorološki parametri	21
Tabela 10-18: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 1	21
Tabela 10-19: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 2	21
Tabela 10-20: Opis mjernih mjesta (MM) u blizini planiranih pristupnih puteva	22
Tabela 10-21: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 1	24
Tabela 10-22: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 2	24
Tabela 10-23: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 3	25

Tabela 10-24: Srednja koncentracija povećanja (u zgradama: donji kvartil; gornji kvartil) različitih čestica i gasovitih zagađivača usljed zemljanih radova, radova na cestama i asfaltiranja u odnosu na pozadinske nivoe (Izvor: Faber et al., 2015.)	27
Tabela 10-25: Procijenjena veličina saobraćaja na planiranoj dionici autoceste na Koridoru Vc u 2020. Izvor: Saobraćajna studija (2016)	58
Tabela 10-26: Broj registrovanih vozila u Bosni i Hercegovini po vrsti goriva i tehnologiji za 2019. godinu Izvor: Izvještaj BIHAMK-a (2020)	59
Tabela 10-27: Godišnje emisije (u tonama) CO, NO _x i PM iz izduvnih gasova vozila	59
Tabela 10-28: Godišnje emisije PM ₁₀ i PM _{2.5} iz izvora koji se ne odnose na sagorijevanje goriva na Koridoru Vc	60
Tabela 10-29: Emisija prašine i jačina utjecaja	62
Tabela 10-30: Emisija prašine i jačina utjecaja	63
Tabela 10-31: Sažetak potencijalnih utjecaja na kvalitet zraka i procjena njihovog značaja prije ublažavanja	64
Tabela 10-32: Lokacije na trasi gdje treba primijeniti strategije ublažavanja	68

Popis slika

Slika 10-1: Mjerno mjesto br. 1 za praćenje kvaliteta zraka	13
Slika 10-2: Mjerno mjesto br. 2 za praćenje kvaliteta zraka	13
Slika 10-3: Mjerno mjesto br. 3 za praćenje kvaliteta zraka	14
Slika 10-4: Mjerno mjesto br. 4 za praćenje kvaliteta zraka	14
Slika 10-5: Mjerno mjesto br. 5 za praćenje kvaliteta zraka	14
Slika 10-6: Naselje Donje Selo, na kraju obilaznice Konjic	20
Slika 10-7: Naselje Ovčari, na početku obilaznice Konjic	20
Slika 10-8: Naselje Donje Selo	23
Slika 10-9: U blizini HP Investing industrijskog zemljišta	23
Slika 10-10: U blizini kuća u naselju Prigrađani	23
Slika 10-11: Masene koncentracije PM ₁₀ , PAH, NO _x i AMS organskih tvari vezanih za čestice u ambijentalnom zraku mjerene na gradilištu u Njemačkoj tokom zemljanih radova i nakon završetka svih građevinskih aktivnosti. Mjesto mjerenja je označeno plavom oznakom, a građevinsko područje je označeno crvenom. Izvor: Faber et al., 2015.	26
Slika 10-12: Teren poddomene A sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)	29
Slika 10-13: Teren poddomene B sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)	30
Slika 10-14: Teren poddomene C sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)	31
Slika 10-15: Teren poddomene D sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)	32
Slika 10-16: Teren poddomene E sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)	33
Slika 10-17: Teren poddomene F sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)	34
Slika 10-18: Na grafikonu je prikazan intenzitet direktnog zračenja u W/m ² tokom cijelog dana 16. marta za regiju Konjic. To je količina energije koju bi primio koncentrador za praćenje u odsustvu oblaka. Vrijeme je lokalno solarno vrijeme.	36

Slika 10-19: Indeks kvaliteta zraka za PM₁₀ i NO₂ (Izvor slike: AirNow.gov) 38

Slika 10-20: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³, (d) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³ 39

Slika 10-21: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³, (d) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³ 40

Slika 10-22: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³, (d) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³ 41

Slika 10-23: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³, (d) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³ 42

Slika 10-24: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³, (d) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³ 43

Slika 10-25: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³, (d) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³ 45

Slika 10-26: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetra, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³, (d) Izo-površina

vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od
 $300 \mu g/m^3$ 47

Slika 10-27: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetra, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu g/m^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu g/m^3$ 48

Slika 10-28: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetra, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu g/m^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu g/m^3$ 49

Slika 10-29: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetra, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu g/m^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu g/m^3$ 50

Slika 10-30: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetra, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu g/m^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu g/m^3$ 51

Slika 10-31: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetra, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu g/m^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu g/m^3$ 52

Slika 10-32: (a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij bez vjetra 54

Slika 10-33: (a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10}

	vrijednosti za referentnu vrijednost od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij bez vjetra	55
Slika 10-34:	(a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij bez vjetra	55
Slika 10-35:	(a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij bez vjetra	56
Slika 10-36:	(a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij bez vjetra	57
Slika 10-37:	(a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij bez vjetra	58

10 Kvalitet zraka

10.1 Uvod

U ovom poglavlju predstavljene su rezultati procjene trenutnog stanja i potencijalnih utjecaja Projekta na kvalitetu zraka tokom faze izgradnje i faze korištenja. Za ovu fazu Projekta identifikovane su vrste i izvori onečišćenja zraka, značaj potencijalnih utjecaja identifikovan je pomoću računskih simulacija zasnovanih na metodi računske dinamike fluida (CFD), te su opisane mjere koje će se primijeniti kako bi se utjecaj smanjio na najmanji mogući nivo.

Ovo poglavlje treba čitati zajedno sa sljedećim poglavljima:

Poglavlje 1	Uvod
Poglavlje 2	O Projektu
Poglavlje 3	Detaljni opis Projekta
Poglavlje 4	Politički, zakonodavni i institucionalni kontekst
Poglavlje 5	Metodologija procjene utjecaja
Poglavlje 17	Kumulativni utjecaji
Poglavlje 18	Rezidualni utjecaji
Poglavlje 19	Plan za upravljanje okolišem i društvom (PUOD).

10.2 Trenutno stanje

Prema *Pravilniku o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka*¹, procjena kvaliteta zraka zahtijeva mjerenje u toku jedne kalendarske godine.

Stanica za praćenje kvaliteta zraka u Konjicu nije u funkciji od 1990-ih godina. Najbliža stanica se nalazi na Ivan Sedlu oko 17 km sjeverno od Konjica na 967 m n.v. Međutim, Konjic se nalazi na oko 270 m n.v. i podaci sa Ivana Sedla ne mogu se smatrati relevantnim za projektno područje. S obzirom na činjenicu da Grad Konjic u posljednjih 30 godina ne posjeduje mjernu stanicu za praćenje koncentracije SO₂, NO_x, kao i drugih zagađivača, nije moguće utvrditi kvalitet zraka.

Mjerenja kvaliteta zraka u Gradu Mostaru obavljaju se na dvije stanice za praćenje kvaliteta zraka. Prvom stanicom za praćenje kvaliteta zraka upravlja Kantonalni zavod za javno zdravstvo, a drugom Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Mostaru². Nažalost, stanica za praćenje kvaliteta zraka kojom upravlja Kantonalni zavod za javno zdravstvo ne funkcionira i najnoviji podaci dostupni su za vremenski period od 2000. do 2007. godine, dok stanica za praćenje kvaliteta zraka kojom upravlja Sveučilište u Mostaru nikada nije svoje podatke učinila javno dostupnim³.

¹ Službene novine FBiH, br. 1/12, 50/19, 3/21

² U vlasništvu Federalnog ministarstva okoliša i turizma; stanicom upravlja Grad Mostar koji je pernio prava na upravljanje na Sveučilište u Mostaru.

³ Federalni hidrometeorološki zavod, Godišnji izvještaj o kvalitetu zraka za FBiH, 2019

Stoga, jedini dostupni podaci o kvalitetu zraka u Mostaru se odnose na period 2000-2007. godina i sažeto su prikazani u tabeli u nastavku.

Tabela 10-1: Stanje kvalitete zraka u Gradu Mostaru u periodu 2000-2007

SO₂ (mjereno od 2000. do 2007. godine)	PM₁₀ (mjereno od 2000. do 2005. godine)	NO_x (mjereno 2000. i 2001. godine)
> Nije zabilježeno tokom prelaza proljeće-ljeto i ljeto-jesen. > U ljetnom periodu, maksimalne vrijednosti SO₂ približno su konstantne u rasponu od 38-68 µg/m³. > Zimi, maksimalne vrijednosti SO₂ variraju između 54 i 146 µg/m³. > Može se zaključiti da koncentracije SO₂ ne prelaze granične vrijednosti tokom godine.	> Zabilježene vrijednosti PM₁₀ čestica dostigle su ekstremni maksimum tokom prva tri mjeseca u 2004. godini (209-414 µg/m³). > U preostalim periodima mjerenja, maksimalne vrijednosti se bilježe i tokom zimskih mjeseci u januaru i februaru (18-148 µg/m³). > Ako se posmatra na godišnjem nivou, može se zaključiti da prosječne godišnje koncentracije PM₁₀ nisu prekoračene bez obzira na najviše vrijednosti tokom zimskih mjeseci.	> Azotni oksidi (NO_x) izmjereni su samo dva puta, 2000. i 2001. godine. > Tokom ljeta, zabilježene maksimalne vrijednosti NO₂ su konstantne i u rasponu od 28-46 µg/m³. > Tokom zime, vrijednosti variraju od 32-62 µg/m³. > Može se zaključiti da koncentracije NO_x ne prelaze granične vrijednosti tokom godine.

U svrhu utvrđivanja trenutnog stanja kvaliteta zraka za potrebe ove Studije, izvršeno je mjerenje kvaliteta zraka. Praćenja su vršena duž glavnog pravca autoceste, duž južnog priključka na magistralni put M17 (u daljem tekstu: Obilaznica Konjic), te duž pristupnih puteva do tunela Prenj.

Izvršena su dvadesetčetverosatna mjerenja koncentracije zagađujućih supstanci u ambijentalnom zraku, uključujući ugljen monoksid (CO), sumpor dioksid (SO₂), ozon (O₃), azotne okside (NO, NO₂, NO_x) i lebdeće čestice (PM₁₀). Mjerenja je obavila mobilna stanica za praćenje kvaliteta zraka. Primijenjene metode mjerenja prikazane su u tabeli 10-2.

Tabela 10-2: Metode mjerenja

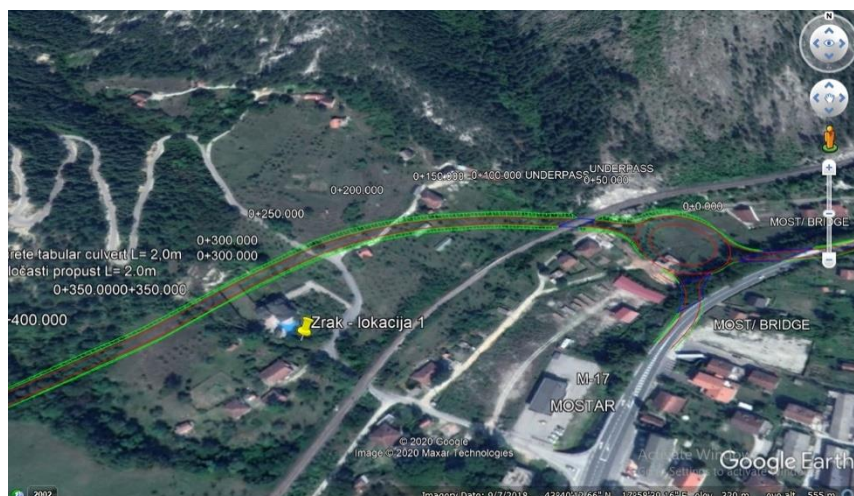
Zagađivač	Metoda ispitivanja
CO	BAS EN 14626 nedisperzivna infracrvena spektrometrijska metoda
SO₂	BAS EN 14212 metoda ultraljubičaste fluorescencije
O₃	BAS EN 14625 metoda ultraljubičaste fotometrije
NO/NO₂/NO_x	BAS EN 14211:2005 metoda hemiluminiscencije
PM₁₀	BAS EN 12341:1998 ručna gravimetrija – ekvivalent beta apsorpcije

Glavna trasa autoceste

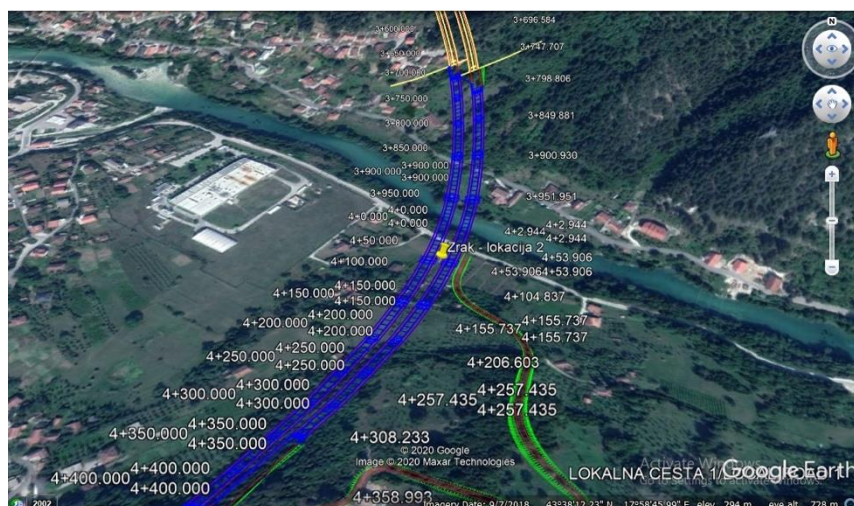
Praćenje na pet mjernih tačaka duž planirane trase autoceste obavljeno je tokom zimskog perioda početkom marta 2021. i tokom ljetnog perioda u julu 2021. Lokacije mjerenja prikazane su u tabeli 10-3 i na slikama od 10-1 do 10-5.

Tabela 10-3: Opis mjernih mjesta (MM) u blizini planirane trase autoceste

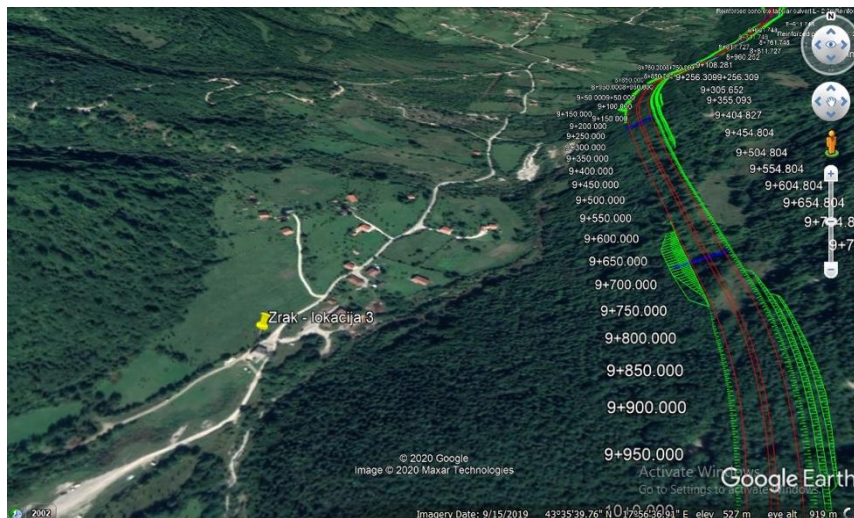
Redni broj	Opis	Lokacija
MM 1 – Ovčari	Naselje Ovčari na početku trase, lijevo od ceste M17 prije ulaska u grad Konjic	N: 43° 40' 9,75" E: 17° 58' 36,01"
MM 2 – Polje Bijela	Pored rijeke Neretve, ispod Vijadukta br. 4 u Polju Bijela	N: 43° 38' 12,12" E: 17° 58' 46,15"
MM 3 – Bijela	U blizini trase autoceste u naselju Bijela	N: 43° 35' 35,37" E: 17° 56' 29,97"
MM 4 – Podgorani	Kuće najbliže trasi u naselju Podgorani	N: 43° 27' 47,24" E: 17° 53' 23,78"
MM 5 – R435a	Pored ceste R435a prema Rujištu kod kuće najbliže trasi	N: 43° 26' 27,66" E: 17° 54' 34,63"



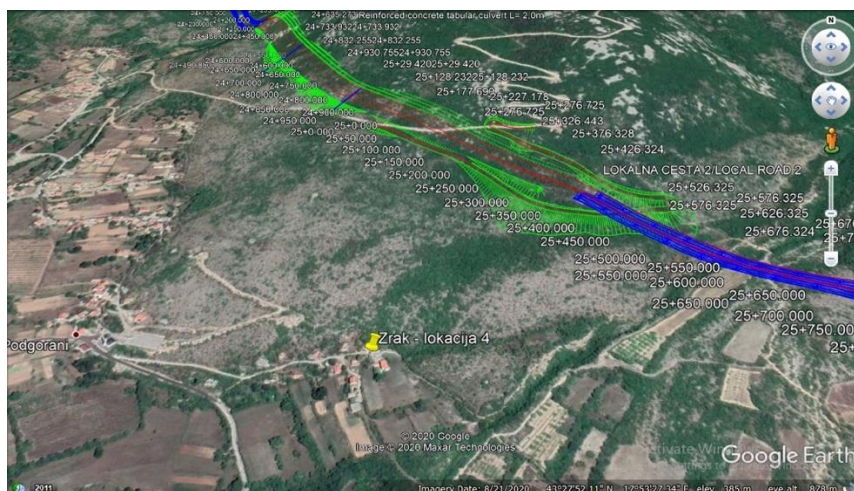
Slika 10-1: Mjerno mjesto br. 1 za praćenje kvaliteta zraka



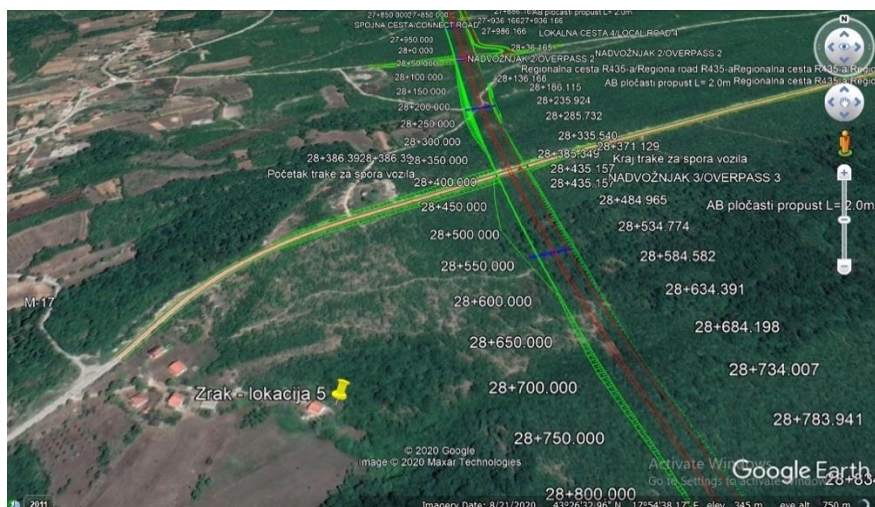
Slika 10-2: Mjerno mjesto br. 2 za praćenje kvaliteta zraka



Slika 10-3: Mjerno mjesto br. 3 za praćenje kvaliteta zraka



Slika 10-4: Mjerno mjesto br. 4 za praćenje kvaliteta zraka



Slika 10-5: Mjerno mjesto br. 5 za praćenje kvaliteta zraka

Mjerenja kvaliteta zraka u zimskom periodu u martu 2021. godine pokazala su da su svi **izmjereni parametri u okviru graničnih vrijednosti** propisanih

*Pravilniku o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka*⁴. Mjerenje kvaliteta zraka na lokaciji projekta ukazuje na normalno stanje, a prisustvo zagađujućih materija je u okviru zakonom definiranih graničnih vrijednosti. Rezultati su prikazani u tabelama od 10-4 do 10-9.

Tabela 10-4: Meteorološki parametri tokom zimskog perioda u martu 2021.

Mjerno mjesto (MM)	Datum	Temperatura (°C)	Vlažnost (%)	Pritisak (hPa)	Brzina vjetra (m/s)
MM 1	15.3.2021. – 16.3.2021.	1-12	37,3-84,3	949,5-992,4	0,42-4,29
MM 2	16.3.2021. – 17.3.2021.	1-13,6	39,7-95,8	948,1-996,2	0,28-4,97
MM 3	17.3.2021. – 18.3.2021.	4-14,2	33,2-97,3	939,1-998,1	0,22-6-01
MM 4	18.3.2021. – 19.3.2021.	2-16,3	41,0-98,9	939,5-998,8	0,31-6,85
MM 5	18.3.2021. – 19.3.2021.	3-17,1	42,0-95,2	941,5-993,4	0,12-5,21

Tabela 10-5: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom zimskog perioda na MM 1

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	24h	125	12,56	0
NO₂	24h	85	0,94	0
CO	24h	5	0,87	0
O₃	24h	-	23,50	-
PM₁₀	24h	50	18,30	0
PM_{2,5}	24h	17	4,21	0
Ukupno PM	24h	-	20,04	-

Tabela 10-6: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom zimskog perioda na MM 2

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	24h	125	13,67	0
NO₂	24h	85	1,03	0
CO	24h	5	0,98	0
O₃	24h	-	18,65	-

⁴ Službene novine FBiH, br. 1/12, 50/19, 3/21

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
PM₁₀	24h	50	14,71	0
PM_{2.5}	24h	17	3,15	0
Ukupno PM	24h	-	21,86	-

Tabela 10-7: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom zimskog perioda na MM 3

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	24h	125	9,82	0
NO₂	24h	85	0,61	0
CO	24h	5	0,59	0
O₃	24h	-	27,63	-
PM₁₀	24h	50	11,02	0
PM_{2.5}	24h	17	2,12	0
Ukupno PM	24h	-	14,33	-

Tabela 10-8: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom zimskog perioda na MM 4

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	24h	125	9,20	0
NO₂	24h	85	0,72	0
CO	24h	5	0,85	0
O₃	24h	-	22,06	-
PM₁₀	24h	50	11,49	0
PM_{2.5}	24h	17	1,98	0
Ukupno PM	24h	-	14,75	-

Tabela 10-9: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom zimskog perioda na MM 5

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	24h	125	7,51	0
NO₂	24h	85	0,59	0
CO	24h	5	0,63	0
O₃	24h	-	21,52	-

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
PM₁₀	24h	50	11,12	0
PM_{2.5}	24h	17	1,09	0
Ukupno PM	24h	-	12,48	-

Mjerenja kvaliteta zraka u ljetnom periodu u julu 2021. godine pokazala su da su svi **izmjereni parametri u okviru graničnih vrijednosti** propisanih *Pravilniku o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka*⁵. Mjerenje kvaliteta zraka na lokaciji projekta ukazuje na normalno stanje, a prisustvo zagađujućih materija je u okviru zakonom definisanih graničnih vrijednosti. Rezultati su prikazani u tabelama od 10-10 do 10-15.

Tabela 10-10: Meteorološki parametri tokom ljetnog perioda u julu 2021.

Mjerno mjesto (MM)	Datum	Temperatura (°C)	Vlažnost (%)	Pritisak (hPa)	Brzina vjetra (m/s)
MM 1	5.7.2021. – 6.7.2021.	1-12	37,3-84,3	949,5-992,4	0,42-4,29
MM 2	6.7.2021. – 7.7.2021.	1-13,6	39,7-95,8	948,1-996,2	0,28-4,97
MM 3	7.7.2021. – 8.7.2021.	4-14,2	33,2-97,3	939,1-998,1	0,22-6-01
MM 4	8.7.2021. – 9.7.2021.	2-16,3	41,0-98,9	939,5-998,8	0,31-6,85
MM 5	9.7.2021. – 10.7.2021.	3-17,1	42,0-95,2	941,5-993,4	0,12-5,21

Tabela 10-11: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 1

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	24h	125	13,96	0
NO₂	24h	85	0,97	0
CO	24h	5	0,84	0
O₃	24h	-	19,75	-
PM₁₀	24h	50	17,50	0
PM_{2.5}	24h	17	4,05	0
Ukupno PM	24h	-	22,63	-

⁵ Službene novine FBiH, br. 1/12, 50/19, 3/21

Tabela 10-12: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 2

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	24h	125	15,61	0
NO₂	24h	85	0,95	0
CO	24h	5	1,03	0
O₃	24h	-	17,04	-
PM₁₀	24h	50	16,93	0
PM_{2.5}	24h	17	1,94	0
Ukupno PM	24h	-	19,25	-

Tabela 10-13: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 3

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	24h	125	6,16	0
NO₂	24h	85	0,45	0
CO	24h	5	0,51	0
O₃	24h	-	29,77	-
PM₁₀	24h	50	10,04	0
PM_{2.5}	24h	17	1,98	0
Ukupno PM	24h	-	12,63	-

Tabela 10-14: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 4

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	24h	125	11,44	0
NO₂	24h	85	0,58	0
CO	24h	5	0,61	0
O₃	24h	-	20,53	-
PM₁₀	24h	50	13,33	0
PM_{2.5}	24h	17	2,07	0
Ukupno PM	24h	-	15,90	-

Tabela 10-15: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 5

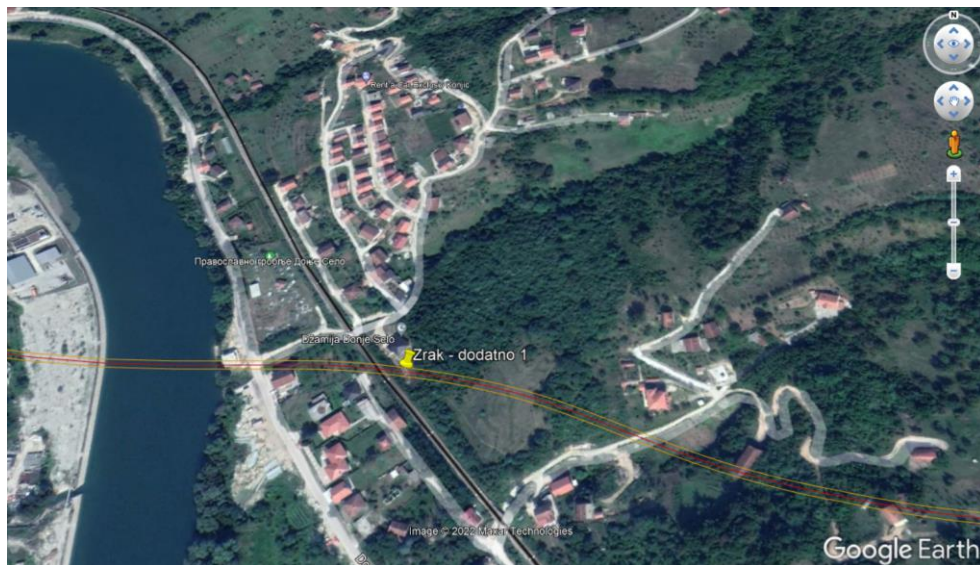
Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	24h	125	9,88	0
NO₂	24h	85	0,61	0
CO	24h	5	0,73	0
O₃	24h	-	18,24	-
PM₁₀	24h	50	12,24	0
PM_{2.5}	24h	17	1,77	0
Ukupno PM	24h	-	14,67	-

Južni priključak na magistralnu cestu M17

Praćenje na dva mjerna mjesta duž planirane obilaznice Konjic obavljeno je u junu 2022. godine. Lokacije mjerenja prikazane su u Tabela 10-16: tabeli 10-16 i na slikama u nastavku.

Tabela 10-16: Opis mjernih mjesta (MM) u blizini planirane obilaznice Konjic

Redni broj	Opis	Lokacija
MM 1 – Donje Selo	Naselje Donje Selo, na kraju obilaznice Konjic	N: 43°39'43.02" E: 17°56'53.85"
MM 2 – Ovčari	Naselje Ovčari, na početku obilaznice Konjic	N: 43°40'13.53" E: 17°58'50.67"



Slika 10-6: Naselje Donje Selo, na kraju obilaznice Konjic



Slika 10-7: Naselje Ovčari, na početku obilaznice Konjic

Mjerenja kvaliteta zraka u junu 2022. godine pokazala su da su svi **izmjereni parametri u okviru graničnih vrijednosti** propisanih *Pravilnikom o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka*⁶. Mjerenje kvaliteta zraka na lokaciji projekta ukazuje na normalno stanje, a prisustvo zagađujućih materija je u okviru zakonom definiranih graničnih vrijednosti. Rezultati su prikazani u tabelama 10-18 i 10-19.

⁶ Službene novine FBiH, br. 1/12, 50/19, 3/21

Tabela 10-17: Meteorološki parametri

Mjerno mjesto (MM)	Datum	Temperatura (°C)	Vlažnost (%)	Pritisak (hPa)	Brzina vjetra (m/s)
MM 1	9.6.2022	27,4	49,1	961,2	2,1
MM 2	9.6.2022	25,4	52,1	964,2	3,1

Tabela 10-18: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 1

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	9.6.2022	350	11,00	0
NO₂	9.6.2022	200	0,38	0
CO	9.6.2022	10*	0,61	0
O₃	9.6.2022	120*	10,00	0
PM₁₀	9.6.2022	50*	14,58	0
PM_{2.5}	9.6.2022	/	2,52	/
Ukupno PM	9.6.2022	250*	19,35	0

Tabela 10-19: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 2

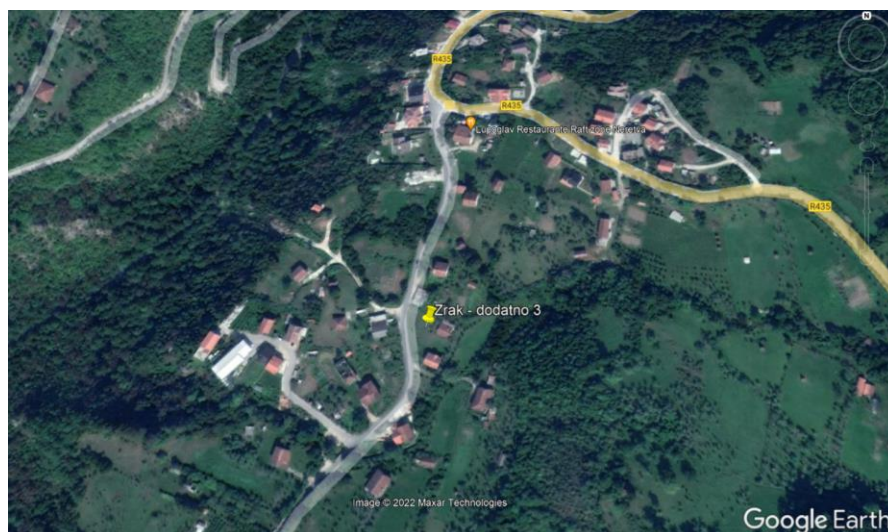
Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	9.6.2022	350	15,00	0
NO₂	9.6.2022	200	0,92	0
CO	9.6.2022	10*	0,85	0
O₃	9.6.2022	120*	13,00	0
PM₁₀	9.6.2022	50*	17,22	0
PM_{2.5}	9.6.2022	/	2,63	/
Ukupno PM	9.6.2022	250*	12,87	0

Pristupni putevi tunelu Preinj

Tokom juna 2022. godine izvršeno je praćenje na tri mjerne tačke uz planirane pristupne puteve tunelu Preinj. Lokacije mjerenja prikazane su u tabeli 10-20 i slikama u nastavku.

Tabela 10-20: Opis mjernih mjesta (MM) u blizini planiranih pristupnih puteva

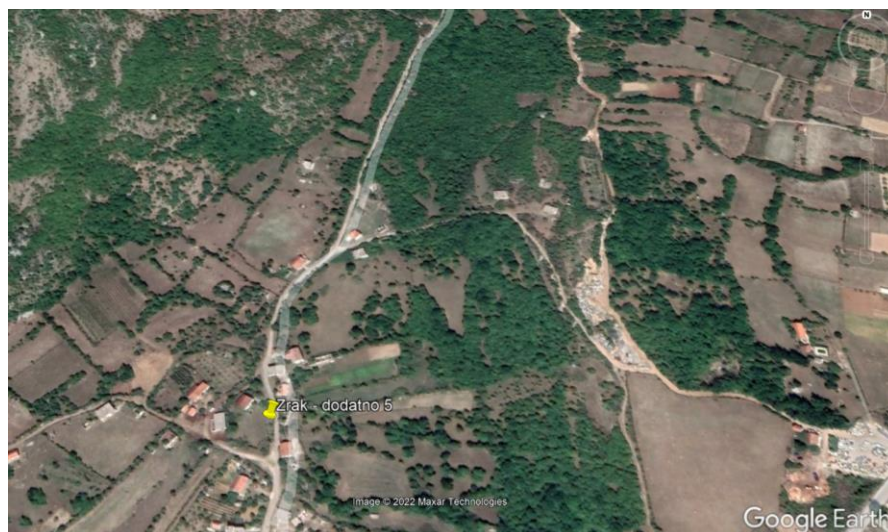
Redni broj	Opis	Lokacija
MM 1 – Donje Selo	Naselje Donje Selo	N: 43°37'23.69" E: 17°58'2.75"
MM 2 – HP Investing	U blizini HP Investing industrijskog zemljišta	N: 43°26'35.79" E: 17°51'42.82"
MM 3 – Prigrađani	U blizini kuća u naselju Prigrađani	N: 43°27'37.65" E: 17°52'22.04"



Slika 10-8: Naselje Donje Selo



Slika 10-9: U blizini HP Investing industrijskog zemljišta



Slika 10-10: U blizini kuća u naselju Prigrađani

Mjerenja kvaliteta zraka u junu 2022. godine pokazala su da su svi **izmjereni parametri u okviru graničnih vrijednosti** propisanih *Pravilnikom o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka*⁷. Mjerenje kvaliteta zraka na lokaciji projekta ukazuje na normalno stanje, a prisustvo zagađujućih materija je u okviru zakonom definisanih graničnih vrijednosti. Rezultati su prikazani u tabelama od 10-21 do 10-23.

Tabela 10-21: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 1

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO ₂	9.6.2022	350	10,00	0
NO ₂	9.6.2022	200	0,34	0
CO	9.6.2022	10*	0,48	0
O ₃	9.6.2022	120*	12,00	0
PM ₁₀	9.6.2022	50*	11,54	0
PM _{2.5}	9.6.2022	/	2,52	/
Ukupno PM	9.6.2022	250*	18,85	0

Tabela 10-22: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 2

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO ₂	9.6.2022	350	19,00	0
NO ₂	9.6.2022	200	0,81	0
CO	9.6.2022	10*	1,14	0
O ₃	9.6.2022	120*	16,00	0
PM ₁₀	9.6.2022	50*	25,04	0
PM _{2.5}	9.6.2022	/	2,87	/
Ukupno PM	9.6.2022	250*	34,58	0

⁷ Službene novine FBiH, br. 1/12, 50/19, 3/21

Tabela 10-23: Rezultati praćenja kvaliteta zraka tokom ljetnog perioda na MM 3

Polutant	Period uzorkovanja	Prosječna granična vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prosječna izmjerena vrijednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Broj prekoračenja tolerantnih vrijednosti polutanata
SO₂	9.6.2022	350	19,24	0
NO₂	9.6.2022	200	0,98	0
CO	9.6.2022	10*	0,66	0
O₃	9.6.2022	120*	19,00	0
PM₁₀	9.6.2022	50*	19,24	0
PM_{2,5}	9.6.2022	/	2,48	/
Ukupno PM	9.6.2022	250*	24,01	0

10.3 Modeliranje kvaliteta zraka

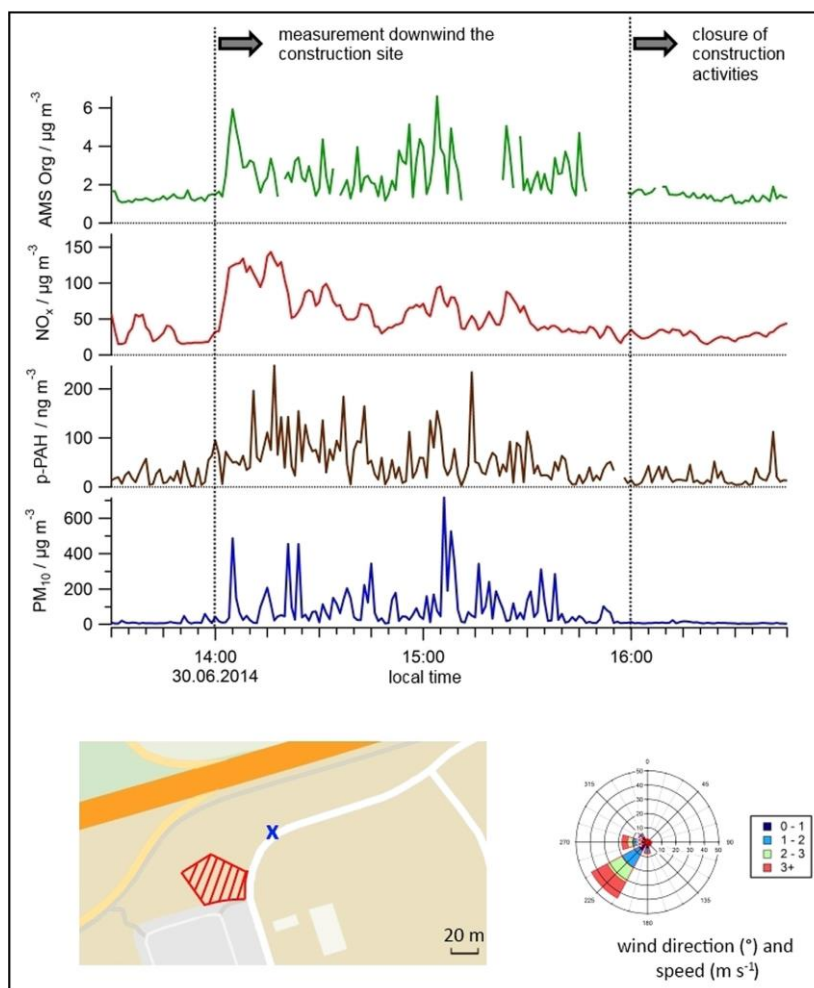
10.3.1 Izvori zagađenja i emisije na gradilištima

Utjecaj Koridora na kvalitet zraka dešava se tokom faze izgradnje i faze korištenja. Faza izgradnje je intenzivnija u pogledu emisija zagađujućih materija u odnosu na fazu korištenja u kojoj su glavni izvor zagađenja zraka emisije iz saobraćaja vozila na Koridoru.

Utjecaj faze izgradnje na kvalitet zraka je zbog:

- > rada građevinskih mašina,
- > miniranja stijenske mase,
- > polaganja asfalta i betona.

Građevinska mehanizacija stvara prašinu i izduvne gasove iz pogonskih motora tokom radova na Koridoru. Čestice mineralne prašine emituju se kretanjem kamiona po privremenim, neasfaltiranim putevima, kao i iskopom i utovarom zemjišta što rezultira značajnim povećanjem koncentracija PM₁, PM_{2,5} i PM₁₀. Motori sa unutrašnjim sagorijevanjem teških mašina kao što su bageri i kamioni dodatno doprinose pogoršanju kvaliteta lokalnog zraka. Veliki dio grubih čestica proizvedenih tokom zemljanih radova nastaje zbog povremenog ispuštanja prašine. Međutim, fine čestice uglavnom nastaju izgaranjem fosilnih goriva (Ketchman i Bilec, 2013). Pored povećane koncentracije gasova kao što su CO₂, CO i NO_x, koji obično dolaze iz izduvnih gasova dizel motora (Chirico et al., 2011), Faber et al. (2015) uočili su značajna povećanja BC, p-PAH i organskih aerosola (OA) u PM₁ u poređenju sa pozadinskim nivoima. Sve ove emisije su direktno povezane sa izduvnim gasovima. Intenzitet emisije prašine iz transporta zavisi od stanja puteva, brzine transporta, vlažnosti puta, odnosno godišnjeg doba i vjetrova.



Slika 10-11: Masene koncentracije PM_{10} , PAH, NO_x i AMS organskih tvari vezanih za čestice u ambijentalnom zraku mjerene na gradilištu u Njemačkoj tokom zemljanih radova i nakon završetka svih građevinskih aktivnosti. Mjesto mjerenja je označeno plavom oznakom, a građevinsko područje je označeno crvenom. Izvor: Faber et al., 2015.

Muleski et al. (2005) navode da zemljani radovi potencijalno doprinose sa 70% do 90% ukupnih emisija PM_{10} na bilo kojem gradilištu. Tabela 10-24 navodi srednje povećanje koncentracije različitih zagađujućih materija izmjereno na gradilištu pri različitim građevinskim aktivnostima, koje su objavili Faber et al. Istraživanje Fabera et al. (2015) i potvrđeno je da različite aktivnosti na cestama dovode do značajnog povećanja koncentracija PM_1 , $PM_{2.5}$ i PM_{10} u odnosu na pozadinske nivoe. Navode da su najveće emisije PM_{10} izmjerene sa srednjom koncentracijom od $278 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($60\text{--}383 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tokom upotrebe pločastog kompaktora (vidi tabelu 10-24), dok su emisije iz izduvnih cijevi iz mašina utjecale na lokalni kvalitet zraka preko drugih zagađivača.

Gasovi u tragovima i organske čestice, koje se gotovo u potpunosti emituju iz motora sa unutrašnjim sagorijevanjem teških mašina, kao i iz asfaltnih popločavanja, najštetniji su zagađivači koji se proizvode na gradilištu. Submikronske čestice imaju dugo vrijeme zadržavanja u atmosferi i visoku efikasnost prodiranja u plućno tkivo, pa su od posebnog interesa za procjenu utjecaja zagađivača zraka na zdravlje ljudi. Ovo naglašava važnost implementacije strategija ublažavanja koje imaju za cilj smanjenje emisija iz

građevinskih aktivnosti. Ove strategije kritično zavise od pravilnog razumijevanja emisija i disperzije zagađivača u prostoru i vremenu. Faber et al. (2015) navodi da strategije ublažavanja mogu smanjiti emisije PM₁ za 92 ± 30%, PM_{2.5} za 94 ± 25% i PM₁₀ za 95 ± 34%.

Tabela 10-24: Srednja koncentracija povećanja (u zgradama: donji kvartil; gornji kvartil) različitih čestica i gasovitih zagađivača usljed zemljanih radova, radova na cestama i asfaltiranja u odnosu na pozadinske nivoe (Izvor: Faber et al., 2015.)

	PM ₁ (g l ⁻¹)	PM _{2.5} (g l ⁻¹)	PM ₁₀ (g l ⁻¹)	p-PAH (mg l ⁻¹)	BC (g l ⁻¹)	NO _x (g l ⁻¹)
Earthworks						
26.06	0.62 (0.4; 2.9)	3.5 (1.3; 36)	32 (8.7; 272)	8.3 (1.2; 28)	0.3 (0.2; 0.7)	5.8 (1.8; 22)
27.06	1.9 (0.9; 4.3)	6.0 (1.3; 25)	42 (1.0; 189)	6 (3.3; 9.2)	0.7 (0.4; 1.1)	17 (12; 26)
30.06	0.2 (0.1; 0.5)	1.6 (0.8; 5.1)	17 (7; 49)	12 (5.3; 22)	0.5 (0.3; 1.1)	10 (5.2; 19)
Road works						
Road roller	0.5 (0.4; 1.6)	0.5 (0.4; 1.6)	0.6 (0.6; 1.7)	38 (4.0; 65)	1.4 (1.1; 2.4)	3.3 (2.0; 7.5)
Road roller/sweeper	2.6 (1.2; 5.0)	2.6 (1.5; 5.5)	8.1 (3.3; 10)	19 (11; 38)	0.8 (0.6; 1.3)	4.5 (2.6; 7.4)
Asphalt sawing	0.7 (0.2; 1.1)	0.8 (0.4; 1.7)	3.7 (1.4; 7.1)	12 (3.7; 24)	1.1 (0.6; 3.0)	1.2 (<LOD; 4.0)
Asphalt smashing	0.3 (<LOD; 0.4)	0.3 (<LOD; 0.4)	0.5 (<LOD; 2.7)	22 (8.5; 39)	0.6 (0.3; 1.4)	5.7 (<LOD; 13)
Plate compactor	2.5 (1.2; 5.4)	8.4 (2.1; 14)	55 (17; 132)	50 (20; 80)	1.7 (1.2; 2.6)	2.8 (0.2; 7.9)
Asphalt paving						
Asphalting	2.9 (1.4; 4.3)	3.1 (1.4; 4.4)	4.0 (2.4; 6.6)	12 (7.8; 15)	0.6 (0.3; 0.7)	11 (6.7; 13)

10.3.2 Metodologija

Raspršivanje zagađujućih materija koje se emituju sa poddionice Koridor Vc Konjic (Ovčari) - Tunel Prenj - Mostar sjever modelira se primjenom metode kompjuterske dinamike fluida (CFD). Kompjuterske simulacije zasnovane na CFD metodama značajno se razlikuju od trenutno preovlađujućih metoda za računsku procjenu nivoa zagađenja na osnovu Gauss-ove raspodjele zagađivača iz različitih izvora (tzv. modeli disperzije). Modeli disperzije koriste vrlo pojednostavljeno polje strujanja zraka (bez rješavanja Navier-Stokesovih jednačina) preko nametnutog unaprijed definisanog vanjskog polja vjetra ili samogeneriranih termičkih i orografskih uslova. Glavno ograničenje disperzionih modela je zahtjev za brzinom vjetra kao ulaznim podacima koji ograničava upotrebu ovih softvera samo u situacijama kada ima vjetra. Ali čak i tada, softver za disperziju ne može reproducirati fenomene toka kao što su odvajanje i recirkulacija toka zraka što ima značajan utjecaj na disperziju zagađivača. CFD metoda korištena je za izračunavanje kretanja zraka i disperzije zagađujućih materija u trodimenzionalnom prostoru. Cijeli sistem Navier-Stokesovih jednačina koje definišu kretanje fluida u trodimenzionalnom prostoru i transportna jednačina za zagađivač i turbulentne varijable numerički su riješeni, što rezultira poljem brzine, pritiska, temperature i koncentracije zagađivača u trodimenzionalnom prostoru. Proračuni su tipa polja, što znači da se brzina zraka, temperatura i vrijednost koncentracije zagađujućih materija izračunavaju istovremeno i interaktivno u trodimenzionalnom prostoru na računskoj mreži koja pruža željenu vremensku i prostornu rezoluciju za predviđanje vremenskog razvoja vjetra i koncentracije zagađujućih materija u cijeloj domeni rješenja.

10.3.2.1 Fizikalni model

Turbulencija je modelirana Reynolds-Average Navier-Stokes (RANS) pristupom, odnosno k-eps- ζ -f modelom⁸ koji je uspješno testiran na nizu referentnih slučajeva. Rezultati simulacije daju vrijednosti koncentracije zagađivača u bilo kom trenutku i u bilo kojoj tački unutar domene proračuna. Bilo koju usrednjenu informaciju (vrijeme, polje ili prosječenje prostora) moguće je izdvojiti iz rezultata, što omogućava procjenu integralnih i prosječnih podataka kao što su lokalna ili prosječna koncentracija blizu tla.

Granični uslovi na tlu za sve varijable definisani su najbližoj ćeliji mreže do tla (znatno izvan viskoznog podsloja) korištenjem semi-empirijskih zidnih funkcija izvedenih prethodnom integracijom jednačina preko ćelija mreže u blizini tla. Više detalja o modelu i graničnim uslovima dato je u literaturi⁹.

Utjecaj karakteristika površine uzima se u obzir kroz model hrapavosti koji se obično koristi za predviđanje utjecaja prirodnih i ljudskih prepreka na tlu kao što su zgrade, drveće, itd. na polje strujanja. Definisane su različite zone terena (privatne kuće niske visine, šume, travnate površine i parkovi, rijeke i putevi) za koje su dodijeljene različite vrijednosti koeficijenta hrapavosti i toplotnog fluksa.

Zagađujuća materija se tretira kao pasivni skalar, što znači da čestice zagađivača ne utječu na dinamičko polje strujanja i da se tokom simulacije ne odvija hemijska reakcija. Neki od glavnih zagađivača kao što su NO_x, SO₂, PM_{2.5}, PM₅ i PM₁₀ su dobro aproksimirani ovim pristupom.

10.3.2.2 Model terena

Teren je modeliran korištenjem softvera Geografski informacioni sistem (GIS) gdje su sve karakteristike terena realno predstavljene. Budući da zbog veličine domene nije moguće izračunati cijeli Koridor u jednom ciklusu, Koridor je podijeljen na šest poddomena koje su posebno modelirane i proračunate. Tipična veličina domene rješenja je oko 4 km x 3 km u horizontalnom i 1 km u vertikalnom smjeru. Računska rezolucija mreže u horizontalnoj ravni je između 5 i 50 metara.

10.3.2.2.1 Poddomena A

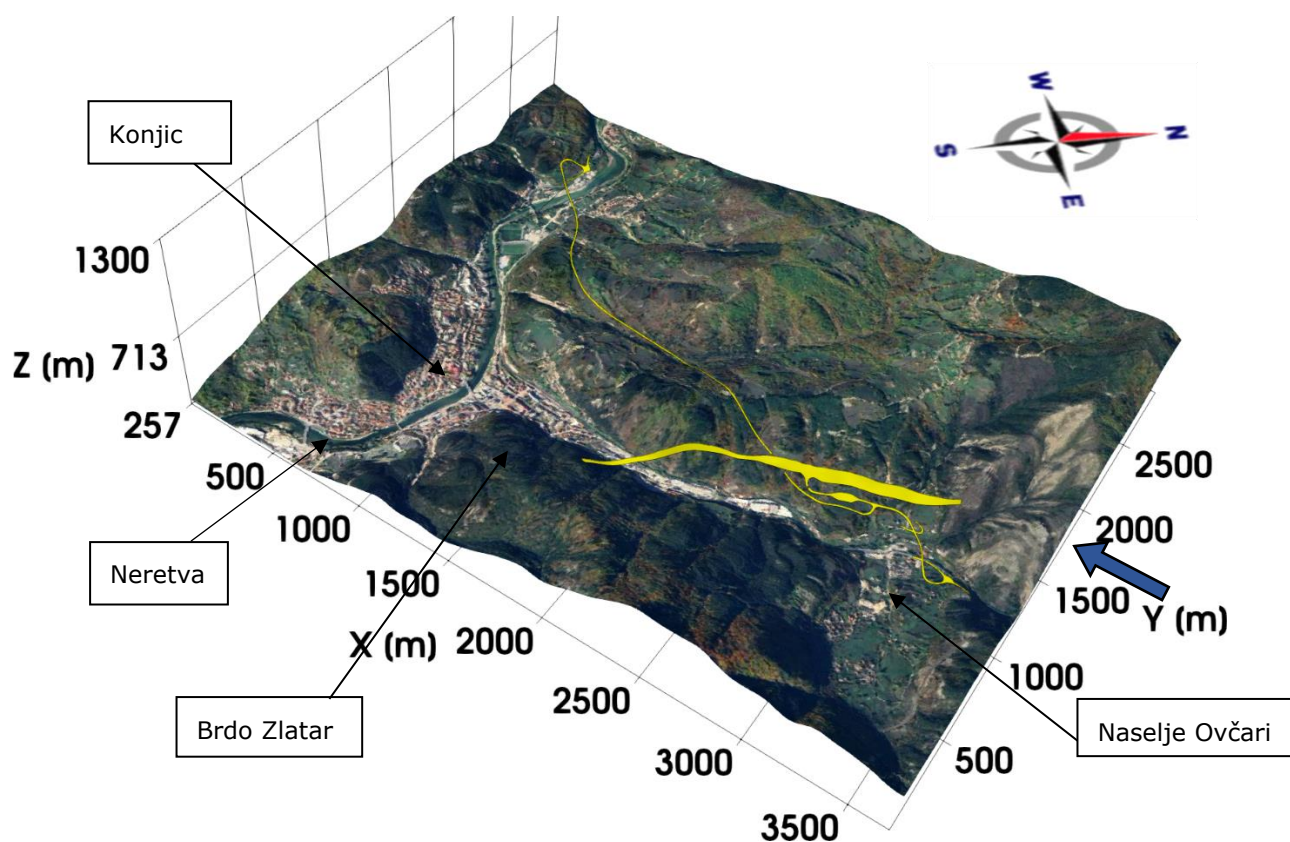
Poddomena A pokriva područje od 3,7 km x 2,9 km. Dužina Koridora uključenog u poddomenu je oko 2.500 metara, sa dodatnom obilaznicom Konjic u dužini od 4.400 m, te priključkom kružnog toka Ovčari i Koridora u dužini od cca 1.000 m. Orijentacija je SI-JZ. Većim dijelom Koridor je paralelan sa preovlađujućim smjerom vjetra, osim posljednjeg dijela od 600 metara koji blago skreće prema jugu. Koridor počinje u naselju Ovčari na izlazu iz tunela Ivan, uključuje

⁸ Hanjalić, K., Popovac, M., Hadžiabdić, M. (2004). A robust near-wall elliptic-relaxation eddy-viscosity turbulence model for CFD. International Journal of Heat and Fluid Flow. 25. 1047-1051. 10.1016/j.ijheatfluidflow.2004.07.005.

⁹ Hanjalić, K., & Hrebtov, M. (2016). Ground boundary conditions for thermal convection over horizontal surfaces at high rayleigh numbers. Boundary-layer meteorology, 160(1), 41-61.

raskrslu s kružnim tokom Ovčari, tri vijadukta, naplatnu rampu, a završava na ulazu u tunel T-1 koji ulazi u brdo Zlatar.

Poddomena obuhvata različite tipove terena, šume, livade i dva naseljena mjesta (naselje Ovčari i grad Konjic). Postoji mali dio poljoprivrednog zemljišta, uglavnom u naselju Ovčari. Teren je pretežno brdovit, sa ravničarskim područjima u naselju Ovčari i u gradu Konjicu. Domena rješenja obuhvata veliki dio urbanog segmenta grada Konjica. Područje obuhvaća rijeku Neretvu koja teče u smjeru okomitom na prevladavajući smjer vjetra. Najniža i najviša tačka nadmorske visine su 257 m, odnosno 713 m.



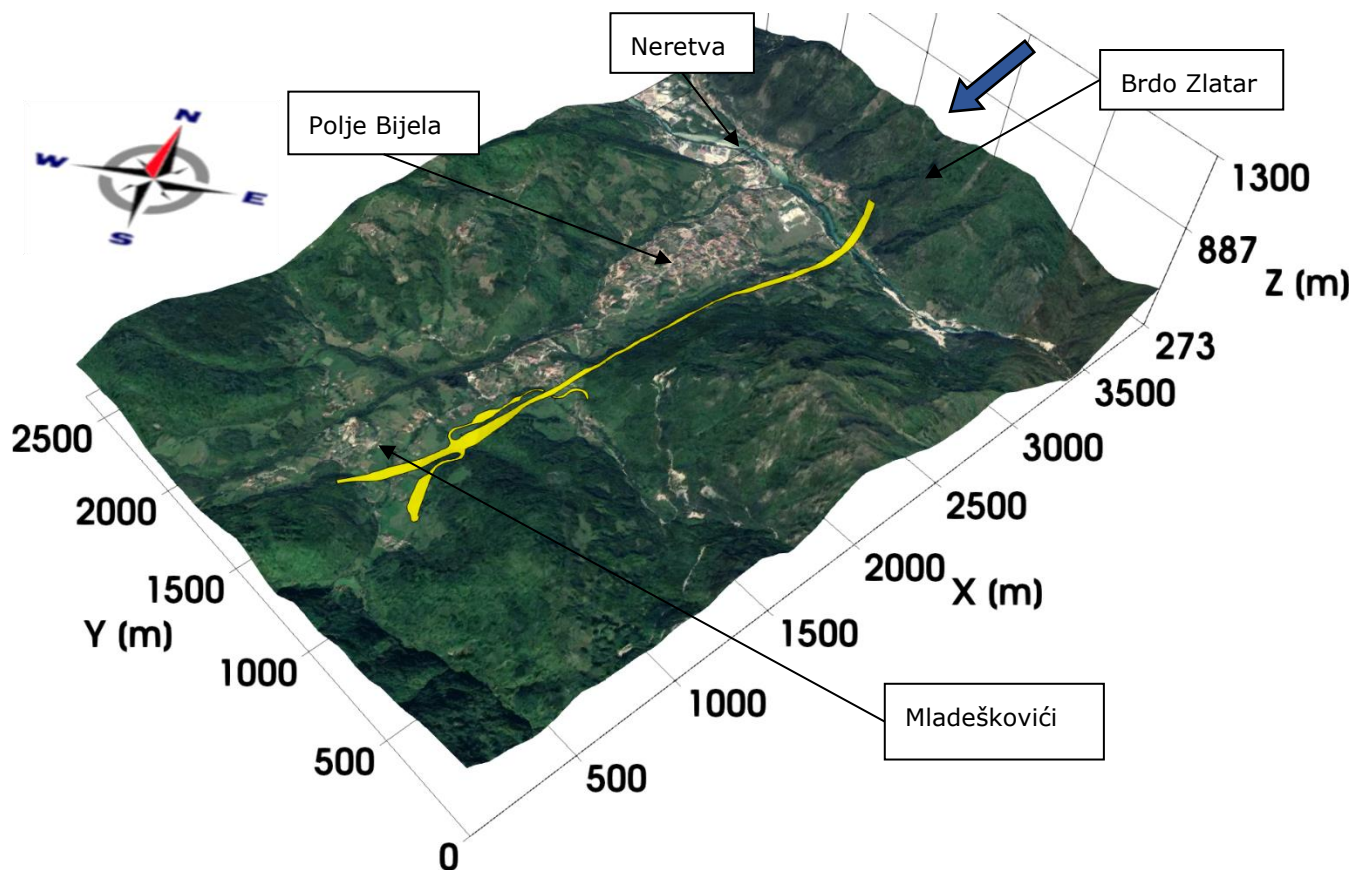
Slika 10-12: Teren poddomene A sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)

10.3.2.2.2 Poddomena B

Poddomena B pokriva područje od 4,0 km x 2,6 km. Dužina Koridora uključenog u poddomenu je oko 3.000 metara. Koridor uključuje odmaralište blizu kraja dionice. Orijentacija je SI-JZ. Koridor je cijelom dužinom paralelan sa prevladavajućim smjerom vjetra. Koridor počinje izlazom iz tunela T-2 kroz brdo Zlatar, obuhvata vijadukt V-4 preko Neretve, vijadukt V-5 kod naselja Mladeškovići, petlju u naselju Polje Bijela sa vezom prema lokalnoj cesti, odmaralište, naplatne kućice, i završava se na markaciji km 6+960.

Poddomena B uključuje različite tipove terena, šume, livade i nekoliko naseljenih područja. Naseljena područja obuhvataju naselje Polje Bijela, te nekoliko naselja (Prevlje, Mladeškovići, Jošanica). Polje Bijela, sa velikim brojem stambenih

objekata, nalazi se u neposrednoj blizini Koridora. U blizini druge polovine Koridora (područje naselja Mladeškovići) nalazi se značajna količina poljoprivrednog zemljišta. Ravni prostori naselja Polje Bijela su omeđeni brdima sa istočne i zapadne strane. Stoga su ravni i brdoviti dijelovi podjednako prisutni u domenu rješenja. Područje obuhvata rijeku Neretvu koja teče u smjeru okomitom na preovladavajući smjer vjetra. Najniža i najviša tačka su 273 m, odnosno 887 metara.

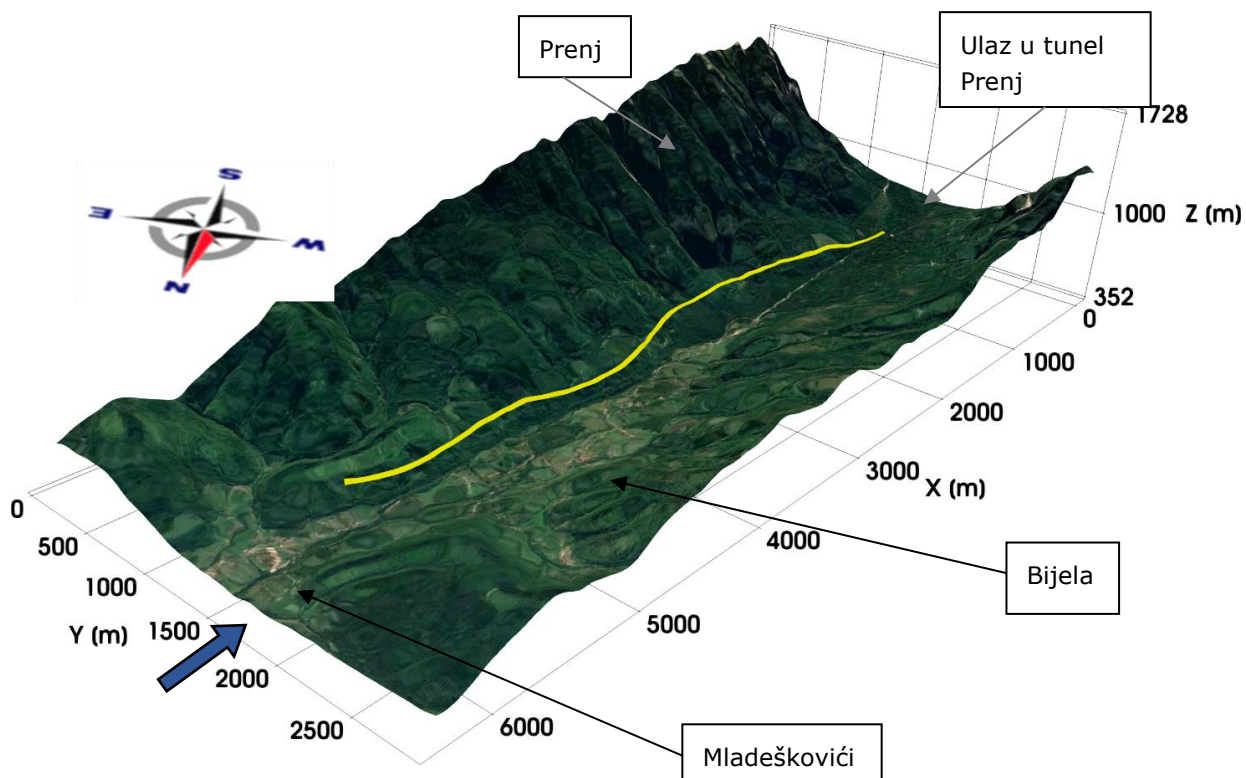


Slika 10-13: Teren poddomene B sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)

10.3.2.2.3 Poddomena C

Poddomena C pokriva područje od 6,4 km x 2,8 km. Dužina Koridora obuhvaćenog ovom poddomenom je oko 4.800 metara. Orijentacija poddomene je SI-JZ. Koridor je cijelom dužinom gotovo paralelan sa preovladavajućim smjerom vjetra. Počinje izlazom iz tunela kod naselja Mladeškovići i završava na ulazu u tunel Prenj.

Područje poddomene C prekriveno je uglavnom šumama i nekim livadama. Naseljena područja obuhvataju naselje Bijela i dio naselja Mladeškovići, sa manjim brojem kuća. Nema značajnih dijelova poljoprivrednog zemljišta. Koridor i sela nalaze se u dolini između dvije vrlo strme padine planine Prenj s obje strane, što ovu oblast čini najekstremnijom po pitanju visinske razlike od svih šest. Najniža i najviša tačka su na 352 m, odnosno 1.728 metara.

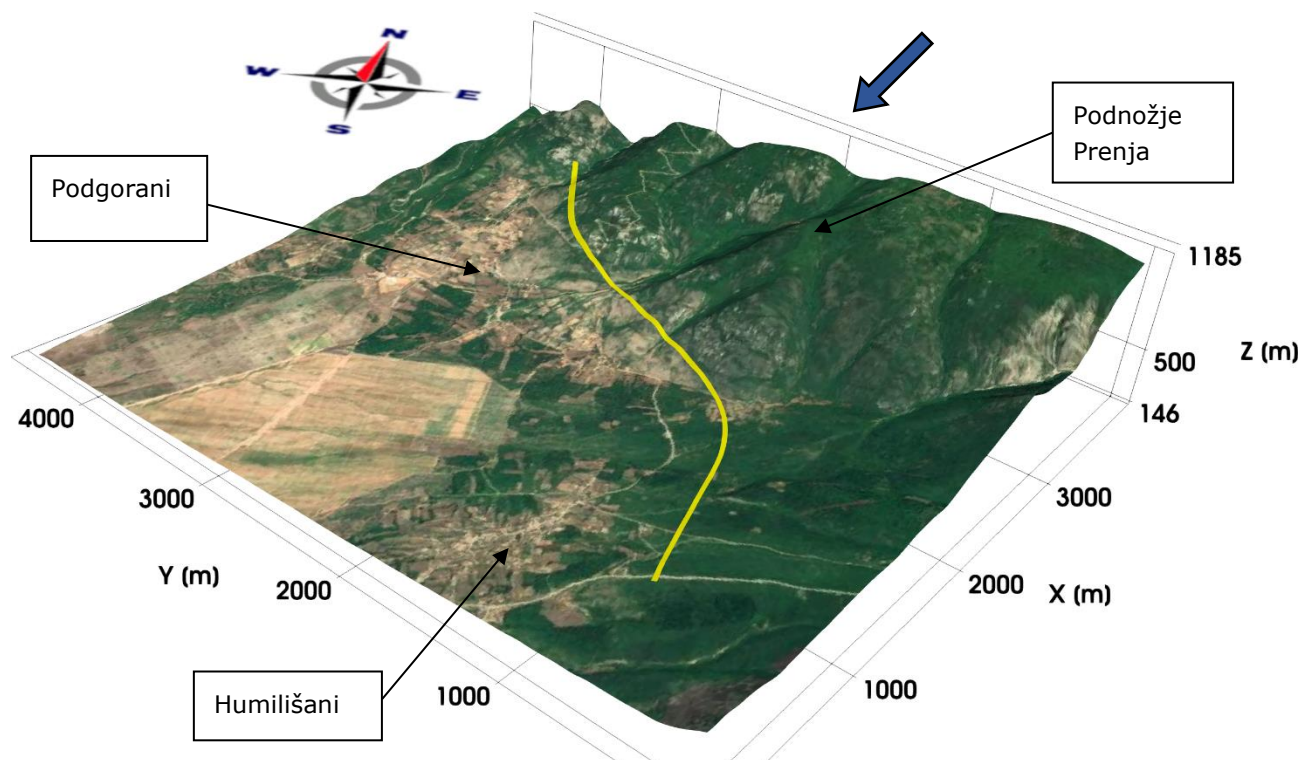


Slika 10-14: Teren poddomene C sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)

10.3.2.2.4 Poddomena D

Poddomena D pokriva područje od 4,3 km x 4,6 km. Dužina Koridora obuhvaćenog ovom poddomenom je oko 4.300 metara. Orijentacija poddomene je SSI-JJZ. Većim dijelom Koridor je okomit na preovladavajući smjer vjetra. Koridor počinje izlazom iz tunela T-4, uključuje dva vijadukta, most, a završava se na lokaciji nadvožnjaka u Humilišanima.

Više od polovine površine poddomene D je poljoprivredno zemljište, trećinu pokrivaju šume i livade, dok ostatak čine naseljena područja. Naseljena područja obuhvataju naselja Humilišani i Podgorani, koji zajedno čine značajan broj stambenih objekata, uglavnom smještenih u blizini Koridora. Teren je uglavnom ravničarski, osim prenjškog podnožja sjeverno od Koridora, pokrivenog šumom. Najniža i najviša tačka su na 146 m, odnosno 1.185 metara.

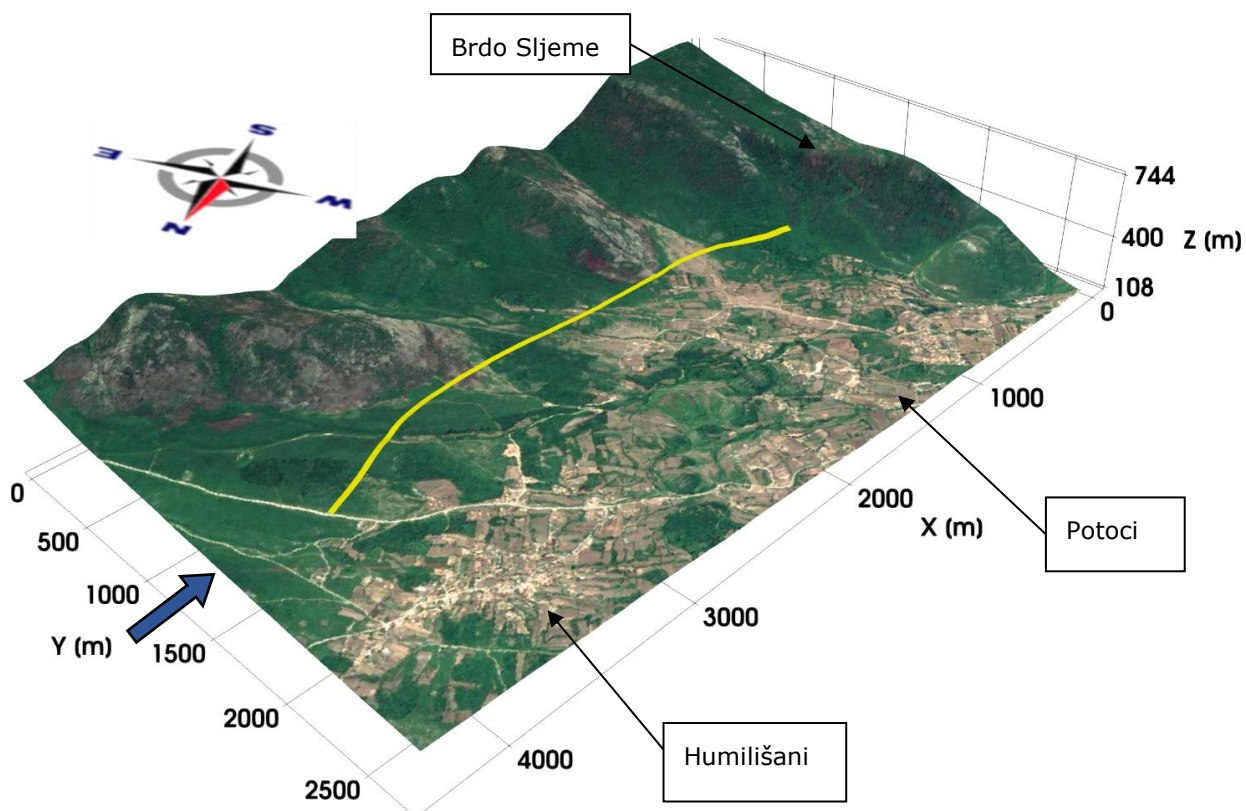


Slika 10-15: Teren poddomene D sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)

10.3.2.2.5 Poddomena E

Poddomena E pokriva područje od 4,3 km x 2,7 km. Dužina Koridora obuhvaćenog ovom poddomenom je oko 3.300 metara. Orijentacija poddomene je SSI-JJZ. Koridor je uglavnom paralelan sa preovlađujućim smjerom vjetra. Koridor počinje na lokaciji nadvožnjaka u Humilišanima i završava na ulazu u tunel T-5 koji prolazi kroz Sljemensko brdo, koji je posljednji tunel u ovoj poddionici Koridora Vc.

Dvije trećine površine poddomene E pokrivaju šume i livade, dok ostatak pokrivaju poljoprivredno zemljište i značajan broj stambenih objekata koji pripadaju naseljima Potoci i Humilišani. Teren je uglavnom ravan, sa nekoliko niskih brežuljaka istočno od Koridora. Najniža i najviša točka su 108 m, odnosno 744 m.

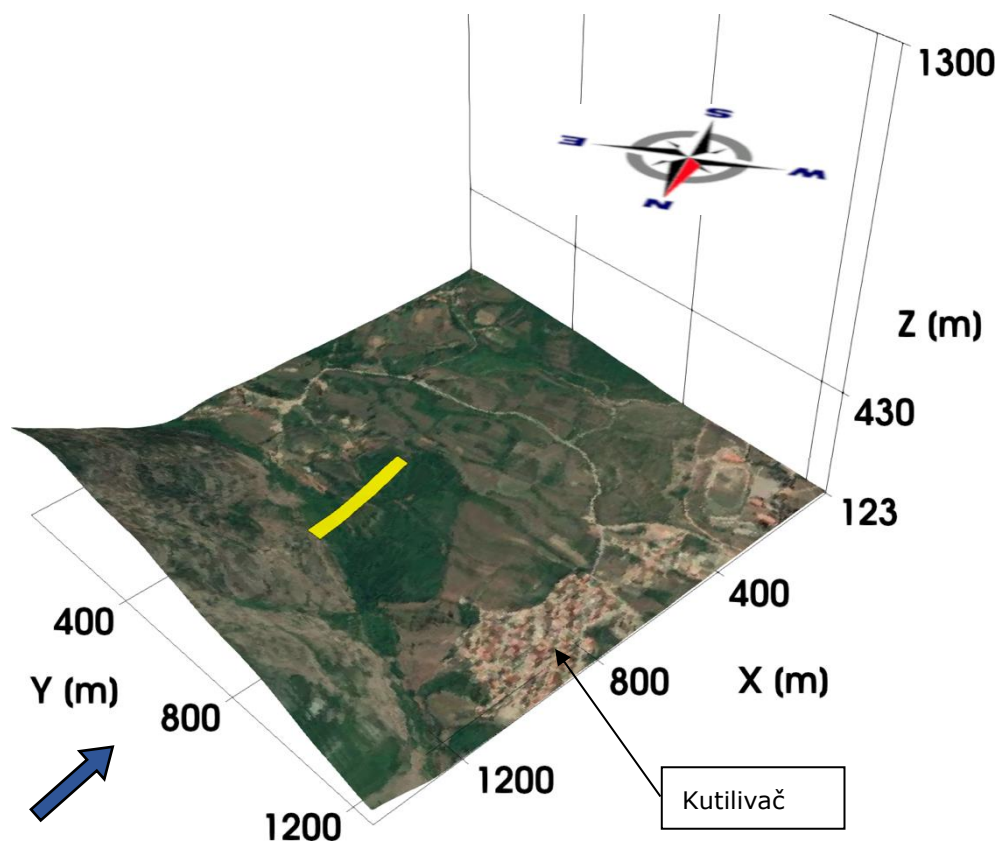


Slika 10-16: Teren poddomene E sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)

10.3.2.2.6 Poddomena F

Poddomena F pokriva područje od 1,5 km x 1,3 km. Dužina puta koji je uključen u ovu poddomenu je oko 350 metara. Orijentacija poddomena je SSI-JJZ. Koridor je paralelan na preovladavajući smjer vjetra. Koridor se proteže od izlaza iz tunela T-5 kroz brdo Sljeme, i završava u naselju Kutilivač.

Poddomenu F karakteriše poljoprivredno zemljište i naseljena područja, dok je manji dio prekriven šumama. Teren je pretežno ravan. Najniža i najviša tačka su 123 m, odnosno 430 metara.



Slika 10-17: Teren poddomene F sa glavnim orijentirima (izvor: Google Maps)

10.3.2.3 Postavke simulacije

Proračuni su izvedeni korištenjem internog nestrukturiranog T-Flows CFD koda baziranog na metodi konačnih zapremina (TU Delft)^{10 11} koji je opsežno validiran i verificiran za nekoliko referentnih slučajeva relevantnih za slične konfiguracije. Tipična računjska mreža je $4 \text{ km} \times 3 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ sa oko 4×10^6 numeričkih ćelija. Mreža je nabijena prema tlu tako da veličina ćelije u vertikalnom smjeru varira od oko 7 m na tlu do 30 m na gornjoj granici domene. U horizontalnoj ravni veličina mreže je varirala od 2-3 m na Koridoru do 50 m na periferiji računjske domene. Za bočne strane su primijenjeni uslovi simetrije, a na gornjim granicama postavljena je granica pritiska. Za slučaj bez vjetra, referentna potencijalna temperatura je specificirana sa stopom pada od 4 K km^{-1} dok nije dosegla ciljanu inverzionu bazu od 1 km visine. Za simulaciju tekuće riječne površine nameće se brzina površine vode od 4 ms^{-1} , što otprilike odgovara uočenoj vrijednosti u zimskom periodu. Tipično trajanje jedne simulacije bilo je

¹⁰ Ničeno, B. (2001). An unstructured parallel algorithm for large-eddy and conjugate heat transfer simulations, PhD thesis, Delft University of Technology, Delft, The Netherlands.

¹¹ Ničeno, B., Hanjalić, K. (2005). Unstructured large-eddy and conjugate heat transfer simulations of wall-bounded flows., n and conjugate heat transfer simulations, In: S. Sunden and M. Faghri (Eds) Modelling and simulation of turbulent heat transfer, WIT Press, USA, pp. 35-76.

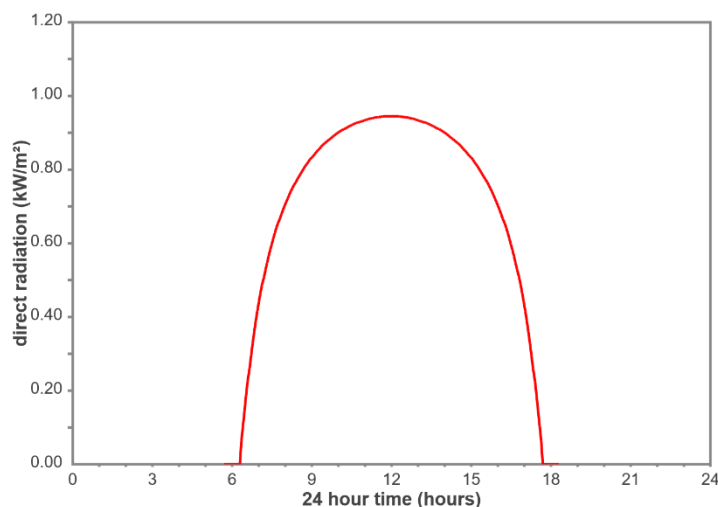
oko 8 sati za slučaj sa vjetrom, i 24 sata za slučaj bez vjetra na 40 procesora moderne Dell radne stanice.

10.3.2.4 Razmatrani scenariji

Razmatrana su dva scenarija, scenarij bez vjetra koji predviđa meteorološko stanje bez vjetra i scenarij gdje je vjetar prisutan i određuje obrasce toka i disperzije. Za scenarij sa vjetrom nametnut je najčešći smjer i intenzitet vjetra na ulaznoj granici računskog domena, uz pretpostavku neutralne stratifikacije u atmosferi (bez utjecaja sile uzgona). Za određivanje smjera i intenziteta vjetra koriste se podaci lokalnih meteoroloških mjernih stanica. Za scenarij s vjetrom izračunato je 1-2 sata realnog vremena, nakon čega se uspostavlja statistički stabilan tok i ne dolazi do promjena u polju brzine i koncentracije.

Scenarij bez vjetra pretpostavlja da je kretanje zraka posljedica sile uzgona koju stvara razlika u gustoći koja se javlja zbog različite temperature u zraku. Tlo se zagrijava suncem. Razmatran je datum 16. mart sa izlaskom sunca oko 6 ujutro i zalaskom sunca oko 18 sati. Na osnovu jednačine položaja Sunca na nebu tokom cijele godine, maksimalna količina sunčeve insolacije na površini pod određenim uglom nagiba može se izračunati kao funkcija geografske širine i dana u godini. Dnevna sunčeva insolacija i broj sati koje Sunce sija tokom 16. marta na lokaciji Koridora prikazani su na slici 10-18. Pretpostavljen je oblačan dan sa promjenom toplotnog toka iz tla u skladu sa slikom 10-18, ali skalirano na maksimalnu vrijednost 100 W/m^2 . Proračun je počeo u 6:30 ujutro kada je sunce počelo zagrijavati tlo. Predviđeno je da aktivnosti na Koridoru počnu u 7:30 sati. Proračuni pokrivaju otprilike 6 sati realnog vremena.

Pretpostavljena je slaba termička stratifikacija pokrivena inverzionim slojem koji raste kako temperatura tla raste.



Slika 10-18: Na grafikonu je prikazan intenzitet direktnog zračenja u W/m^2 tokom cijelog dana 16. marta za regiju Konjic. To je količina energije koju bi primio koncentrador za praćenje u odsustvu oblaka. Vrijeme je lokalno solarno vrijeme.

10.3.3 Rezultati modeliranja

Analiza utjecaja emisija iz Koridora na kvalitet zraka podijeljena je na fazu izgradnje i korištenja. Procjena utjecaja zasniva se na kompjuterskim simulacijama podržanim in-situ mjerenjima i informacijama iz relevantne literature.

Fazu izgradnje karakterišu emisije aktivnosti na gradilištu koje rezultiraju visokom koncentracijom zagađivača. Najznačajnije povećanje koncentracije zabilježeno je za PM čestice različitog porijekla, od kojih se očekuje da će PM_{10} imati najviši nivo koncentracije¹². Visoke emisije PM u fazi izgradnje mogu dovesti do prekoračenja europskog graničnog nivoa PM_{10} , navodi se u literaturi¹³ ¹⁴, što znači dnevnu srednju koncentraciju od $50\mu g/m^3$ koja se ne smije prekoračiti više od 35 dana godišnje. Osim PM, NO_x je još jedan zagađivač koji se emituje u fazi izgradnje, a uglavnom dolazi iz izduvnih gasova korištenih mašina. Međutim, ne očekuje se da će koncentracija NO_x premašiti EU granicu od $200\mu g/m^3$ u prosjeku za jedan sat. Ova procjena je zasnovana na činjenici da se Koridor ne nalazi u urbanoj sredini gdje urbana morfologija kao što su ulični kanjoni dovode do akumulacije zagađivača. Kako Koridor ne prolazi kroz gusto naseljene gradove, a budući da NO_x dolazi iz teških vozila na gradilištu, procjenjuje se da koncentracija NO_x neće značajno porasti zbog aktivnosti vezanih za Koridor. Zbog toga je donesena odluka da se analizira disperzija PM_{10} zagađivača, kako za fazu izgradnje tako i za korištenje, jer se očekuje da će

¹² Faber, P., Drewnick, F., & Borrmann, S. (2015). Aerosol particle and trace gas emissions from earthworks, road construction, and asphalt paving in Germany: Emission factors and influence on local air quality. *Atmospheric Environment*, 122, 662-671.

¹³ Font, A., Baker, T., Mudway, I. S., Purdie, E., Dunster, C., & Fuller, G. W. (2014). Degradation in urban air quality from construction activity and increased traffic arising from a road widening scheme. *Science of the Total Environment*, 497, 123-132.

¹⁴ Fuller, G. W., & Green, D. (2004). The impact of local fugitive PM_{10} from building works and road works on the assessment of the European Union Limit Value. *Atmospheric Environment*, 38(30), 4993-5002.

imati najznačajnije povećanje koncentracije, a predstavlja ozbiljnu prijetnju zdravlju stanovništva u blizini Koridora.

Dok je faza izgradnje vremenski ograničena, što znači da maksimalne koncentracije zagađujućih materija ne moraju nužno značiti ozbiljnu prijetnju zdravlju ljudi, faza korištenja dugoročno utječe na kvalitet zraka u blizini Koridora. Na sreću, faza eksploatacije je mnogo manje intenzivna u pogledu emisija zagađujućih materija od faze izgradnje, posebno kada su u pitanju PM emisije.

Simulirana je disperzija generičkog zagađivača koji ima maksimalnu koncentraciju na Koridoru (100%). Rezultat kompjuterske simulacije je disperzija generičkog zagađivača u prostoru i vremenu u smislu procenta zagađivača proizvedenog na Koridoru. Kako bi se dobila koncentracija pojedinačnih zagađivača kao što su PM_{10} ili NO_x u prostoru i vremenu, definisana je referentna vrijednost tog konkretnog zagađivača. Referentna vrijednost je vrijednost zagađivača na Koridoru u vrijeme simulacije. Usvojene su dvije referentne vrijednosti PM_{10} za fazu izgradnje, $150 \mu g/m^3$ i $300 \mu g/m^3$, na osnovu in-situ mjerenja navedenih u literaturi. Očekuje se da će se referentna vrijednost od $300 \mu g/m^3$ javiti tokom suhog vremena i emisionog intenzivnog tipa građevinskih radova, dok će se $150 \mu g/m^3$ vjerovatno pojaviti kada se odvijaju manje intenzivne aktivnosti i/ili postoje povoljni vremenski uslovi na gradilištu. Bilo je mnogo teže odrediti referentnu vrijednost za fazu korištenja zbog neizvjesnosti učestalosti saobraćaja i zavisnosti emisije o vremenskim uslovima i tipu vozila. Na osnovu mjerenja Hidrometeorološkog zavoda (FHMZBiH) za ceste u gradovima u BiH, referentna vrijednost za PM_{10} je postavljena na $40 \mu g/m^3$. Očekuje se da će se ova vrijednost pojaviti kada je frekvencija saobraćaja visoka i preovladava suho vrijeme.

Analizirana je disperzija zagađujućih materija za šest poddionica Koridora, kako za fazu izgradnje, tako i za fazu eksploatacije i za dva predviđena scenarija (vjetar i bez vjetra). Također je analizirana disperzija PM_{10} za dvije referentne vrijednosti za fazu izgradnje i referentnu vrijednost za fazu korištenja.

Slika 10-19 prikazuje granične vrijednosti za PM_{10} i NO_2 . Boje koje se odnose na opsege koncentracija zagađivača usvojene su na slikama koje prikazuju rezultate simulacije.

Air Quality Index (AQI) Values	Levels of Health Concern	Colors
<i>When the AQI is in this range:</i>	<i>...air quality conditions are:</i>	<i>...as symbolized by this color:</i>
0 - 50	Good	Green
51 - 100	Moderate	Yellow
101 - 150	Unhealthy for Sensitive Groups	Orange
151 - 200	Unhealthy	Red
201 - 300	Very Unhealthy	Purple
301 - 500	Hazardous	Maroon

Slika 10-19: Indeks kvaliteta zraka za PM₁₀ i NO₂ (Izvor slike: AirNow.gov)

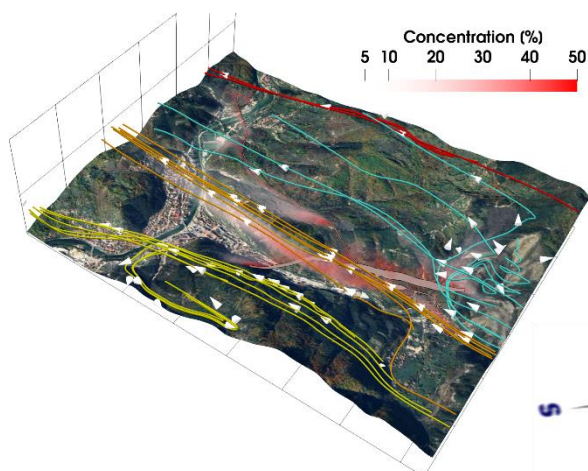
10.3.3.1 Faza izgradnje: Scenarij s vjetrom

10.3.3.1.1 Poddomena A

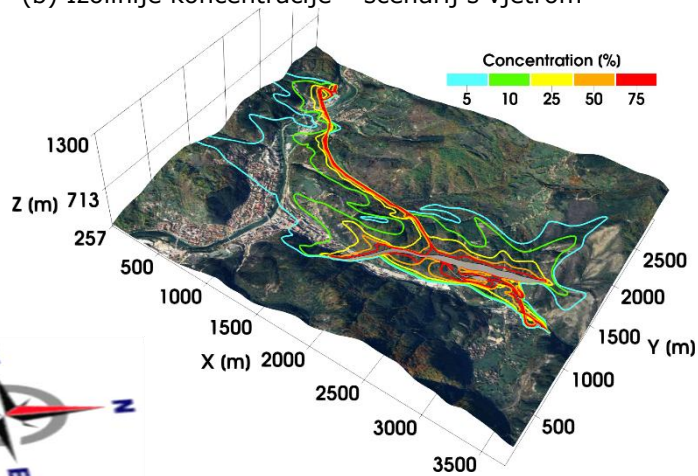
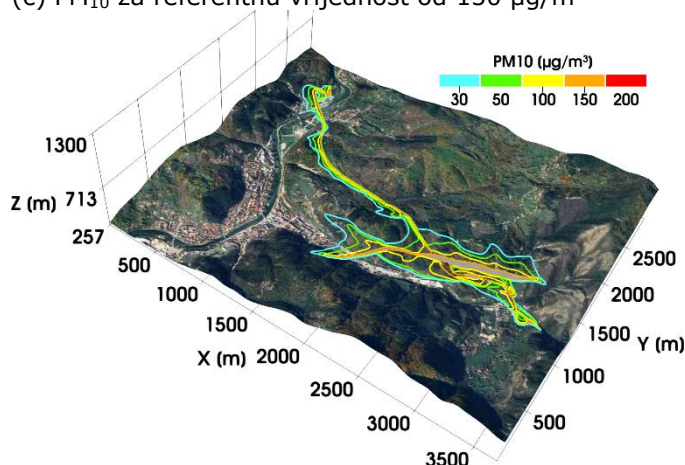
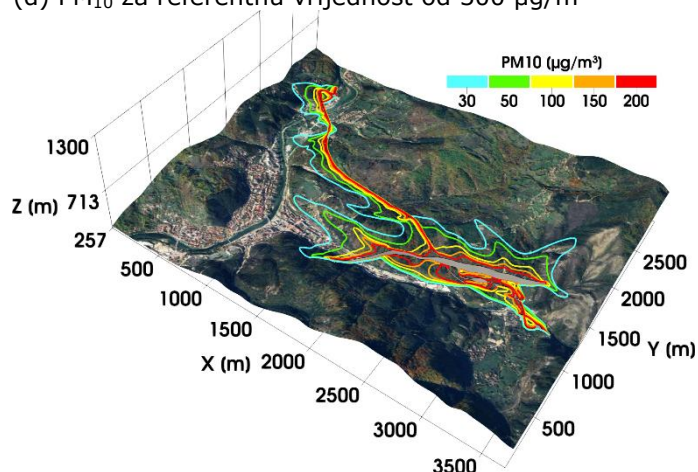
Raspršivanje zagađujućih materija koje se emituju na Koridoru izračunato je pod pretpostavkom intenziteta vjetra od 3 m/s i smjera SI-JZ. Teren poddomene A sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-12. Prikazani rezultati predstavljaju statistički nepromijenjeno stanje. Slika 10-20(a) prikazuje disperziju zagađivača u tro-dimenzionalnom prostoru izraženu u relativnim vrijednostima (procenat referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru), dok slika 10-20(b) pokazuje rasprostiranje zagađivača na površini usljed prijenosa vjetrom. Razmatrane su dvije referentne vrijednosti, usljed emisija iz građevinskih aktivnosti srednjeg intenziteta (150 µg/m³) i aktivnosti visokog intenziteta (300 µg/m³). Slike 10-20(c), (d) pokazuju distribuciju koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti. Visoke vrijednosti PM₁₀ (koncentracija prelazi 50% referentne vrijednosti) javljaju se u uskom području duž Koridora, jer je vjetar koji preovladava usklađen sa smjerom Koridora. Međutim, visoka koncentracija PM₁₀ se također javlja u naseljenim područjima, vidi sliku 10-20(d), što bi moglo dovesti do prekoračenja EU granica postavljenih za PM₁₀. Glavna naseljena područja imaju koncentraciju ispod 5% referentne vrijednosti i ne očekuje se da će doći do prekoračenja ograničenja EU-a postavljenih za PM₁₀.

Na osnovu rezultata simulacije preporučuje se primjena strategije ublažavanja, kao što je aktivno vlaženje tla na Koridoru u poddomeni A kada su prisutni nepovoljni vremenski uslovi (prisustvo vjetra približnog smjera SI-JZ, niska vlažnost) i odvijaju se aktivnosti sa intenzivnijom emisijom na Koridoru. Dionica Koridora na kojoj se preporučuju strategije ublažavanja je definisana od km 1+100 (kraj vijadukta V-2) do km 1+800 (početak desne tunelske cijevi T-1), ukupne dužine 700 m, spojna cesta sa petljom Ovčari od km 0+000 do km 0+400, te obilaznica Konjica u prvih 1 km, odnosno od km 0+000 (raskrsnica sa kružnim tokom na cesti M17) do km 1+000 (400 metara nakon završetka mosta).

(a) Raspršivanje zagađivača – scenarij s vjetrom



(b) Izolinije koncentracije – scenarij s vjetrom

(c) PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu g/m^3$ (d) PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu g/m^3$ 

Slika 10-20: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu g/m^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu g/m^3$

10.3.3.1.2 Poddomena B

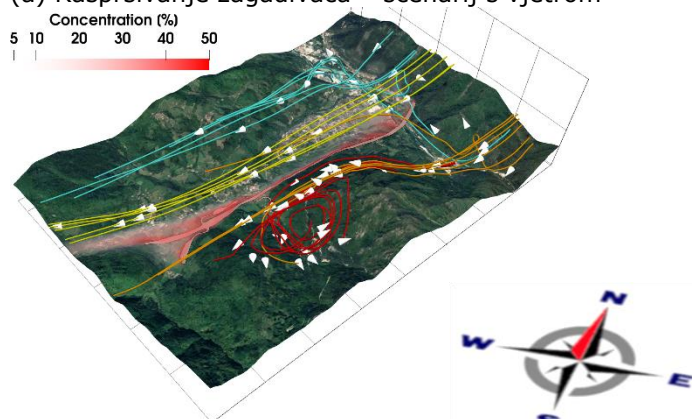
Raspršivanje zagađujućih materija koje se emituju na Koridoru izračunato je pod pretpostavkom intenziteta vjetra od 3 m/s i smjera SI-JZ. Prikazani rezultati predstavljaju statistički nepromijenjeno stanje. Slika 10-21(a) prikazuje disperziju zagađivača u tro-dimenzionalnom prostoru izraženu u relativnim vrijednostima (procenat referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru), dok slika 10-21(b) pokazuje rasprostiranje zagađivača na površini usljed prijenosa vjetrom. Razmatrane su dvije referentne vrijednosti, usljed emisija iz građevinskih aktivnosti srednjeg intenziteta ($150 \mu g/m^3$) i aktivnosti visokog intenziteta ($300 \mu g/m^3$). Slike 10-21(c), (d) pokazuju distribuciju koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti.

Koncentracija zagađivača raste i do 10% (od vrijednosti na izvoru) u pojasu širine oko 450 m koji se proteže u smjeru SI-JZ duž prvih 1.000 m dionice Koridora. Dio ove regije je naseljen sa prisutnim rezidencijalnim područjima.

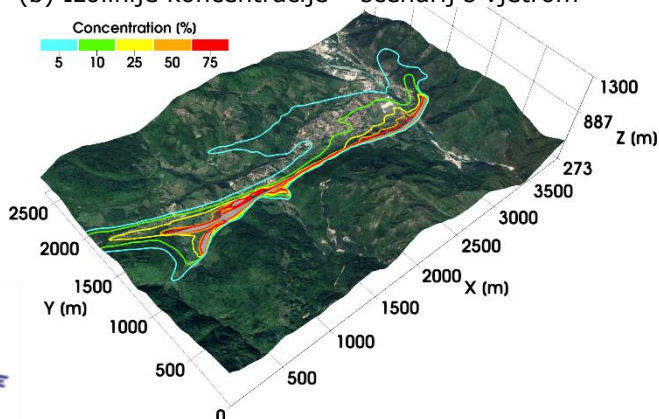
Tokom građevinskih aktivnosti visokog intenziteta, povećanje PM_{10} u naseljenoj zoni može ići do $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. To bi moglo dovesti do prekoračenja granica EU postavljениh za PM_{10} .

Na osnovu rezultata simulacije preporučuje se primjena strategije ublažavanja kao što je aktivno vlaženje tla na Koridoru u poddomeni B kada su prisutni nepovoljni vremenski uslovi (prisustvo vjetra, niska vlažnost) i odvijaju se aktivnosti sa intenzivnijom emisijom na Koridoru. Dionica Koridora na kojoj se preporučuju strategije ublažavanja je definisana od km 3+800 (kraj desne tunelske cijevi T-2) do km 5+400 (naselje Polje Bijela), ukupne dužine 1600 m.

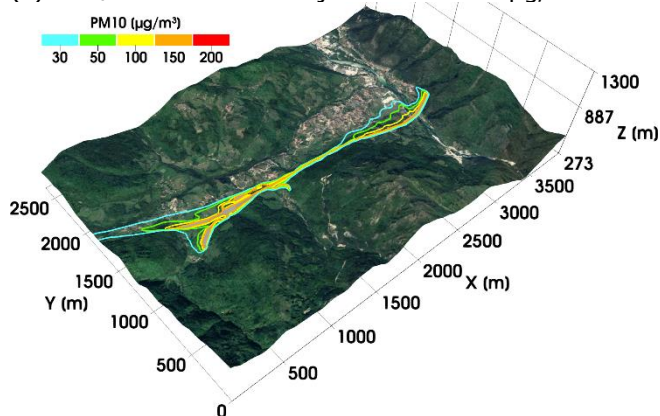
(a) Raspršivanje zagađivača – scenarij s vjetrom



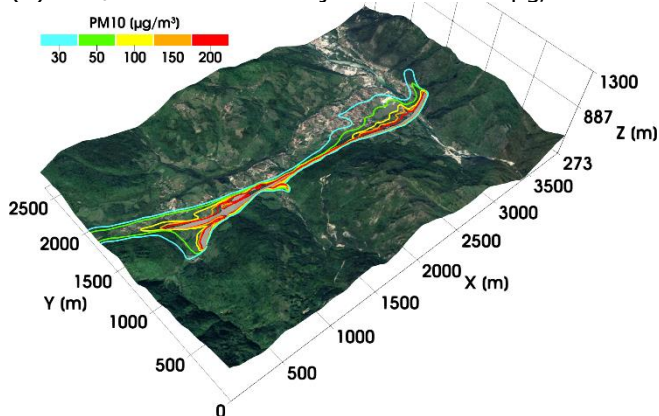
(b) Izolinije koncentracije – scenarij s vjetrom



(c) PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$



(d) PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Slika 10-21: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$

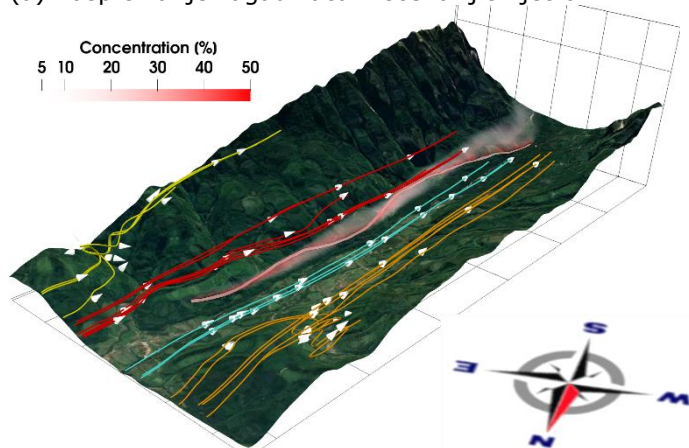
10.3.3.1.3 Poddomena C

Teren poddomene C sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-14. Prikazani rezultati predstavljaju statistički nepromijenjeno stanje. Slika 10-22(a) prikazuje disperziju zagađivača u tro-dimenzionalnom prostoru izraženu u relativnim vrijednostima (procenat referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru), dok slika 10-22(b) pokazuje rasprostiranje zagađivača na površini usljed prijenosa vjetrom. Razmatrane su dvije referentne vrijednosti, usljed emisija iz građevinskih aktivnosti srednjeg intenziteta ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i aktivnosti visokog

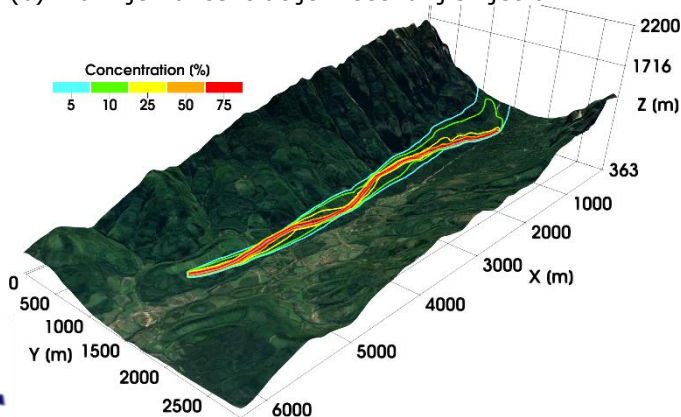
intenziteta ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Slike 10-22(c), (d) pokazuju distribuciju koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti.

Specifična orografija poddomene C drži zagađivače koncentrisanim u izduženom području duž Koridora koje postaje sve šire kako se zagađivači prenose niz vjetar. Kako područje pogođeno zagađenjem nije blizu naseljenih područja, nisu potrebne strategije ublažavanja za poddomenu C kada je prisutan scenario vjetra.

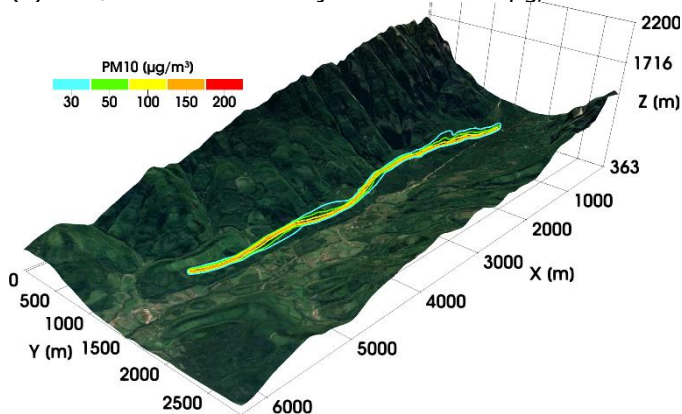
(a) Raspršivanje zagađivača – scenarij s vjetrom



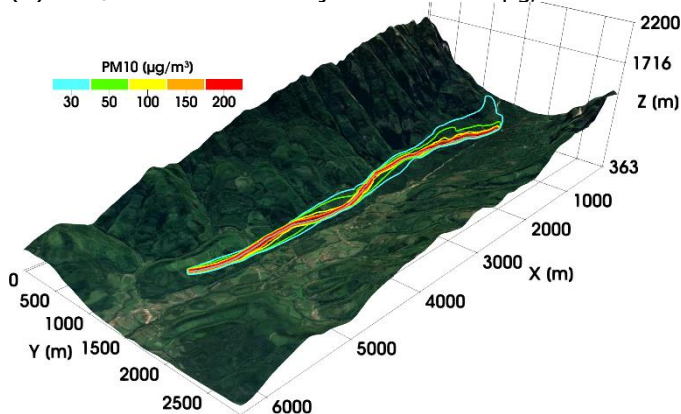
(b) IzoLinije koncentracije – scenarij s vjetrom



(c) PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$



(d) PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$



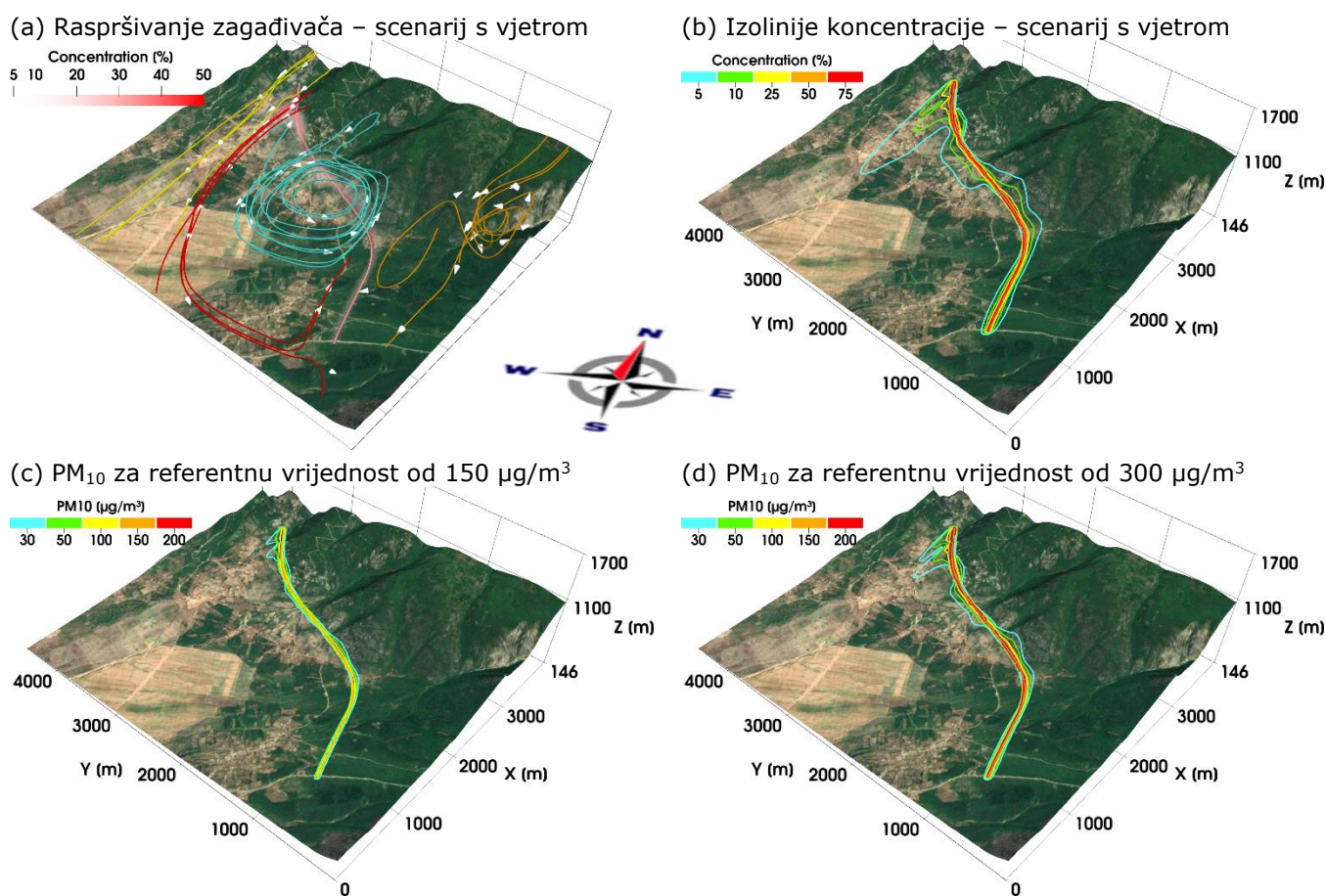
Slika 10-22: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$

10.3.3.1.4 Poddomena D

Teren poddomene D sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-15. Prikazani rezultati predstavljaju statistički nepromijenjeno stanje. Slika 10-23(a) prikazuje disperziju zagađivača u tro-dimenzionalnom prostoru izraženu u relativnim vrijednostima (procenat referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru), dok slika 10-23(b) pokazuje rasprostiranje zagađivača na površini usljed prijenosa vjetrom. Razmatrane su dvije referentne vrijednosti, usljed emisija iz građevinskih aktivnosti srednjeg intenziteta ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i aktivnosti visokog intenziteta ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Slike 10-23(c), (d) pokazuju distribuciju koncentracije

zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti. Relativno visoke vrijednosti koncentracije zagađivača se javljaju u sjeverozapadnom regionu koji je uglavnom poljoprivredno zemljište. Za visoko intenzivne aktivnosti na gradilištu ovo rezultira povećanjem PM_{10} sa minimalnih $30 \mu g/m^3$.

Na osnovu rezultata simulacije preporučuje se primjena strategije ublažavanja, kao što je aktivno vlaženje tla u kritičnom području od km 24+750 (kraj desne tunelske cijevi T-4) do km 25+450 (početak vijadukta), ukupne dužine 700 m, posebno kada su prisutni nepovoljni vremenski uslovi (suho, niska vlažnost) i odvijaju se aktivnosti sa intenzivnijom emisijom na Koridoru. Kako su građevinski radovi vremenski ograničeni, ne očekuje se da će dugoročno imati negativan utjecaj na kvalitet zraka u poddomeni D Koridora.



Slika 10-23: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu g/m^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu g/m^3$

10.3.3.1.5 Poddomena E

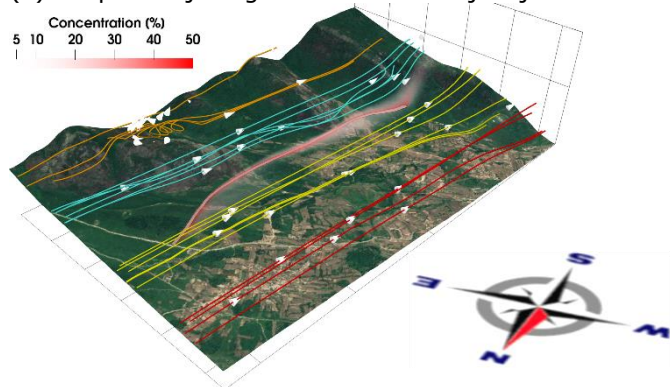
Teren poddomene E sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-16. Prikazani rezultati predstavljaju statistički nepromijenjeno stanje. Slika 10-24(a) prikazuje disperziju zagađivača u tro-dimenzionalnom prostoru izraženu u relativnim vrijednostima (procenat referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru), dok slika 10-24(b) pokazuje rasprostiranje zagađivača na površini usljed prijenosa

vjetrom. Razmatrane su dvije referentne vrijednosti, usljed emisija iz građevinskih aktivnosti srednjeg intenziteta ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i aktivnosti visokog intenziteta ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Slike 10-24(c), (d) pokazuju distribuciju koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti.

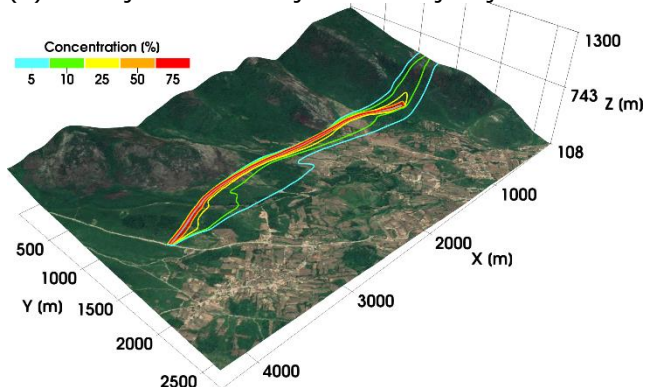
Relativno visoke vrijednosti koncentracije zagađivača se javljaju u pojasu širine 200 m koji je orijentisan u pravcu SI-JZ kada se odvijaju aktivnosti sa intenzivnijom emisijom na Koridoru. Ovo područje uključuje i nešto poljoprivrednog zemljišta.

Na osnovu rezultata simulacije preporučuje se primjena strategije ublažavanja, kao što je aktivno vlaženje tla u području od km 29+150 (nadvožnjak) do km 30+000, ukupne dužine 850 m, i od km 30+900 do km 31+900, ukupne dužine 1.000 m, posebno kada su prisutni nepovoljni vremenski uslovi (suho, niska vlažnost) i odvijaju se aktivnosti sa intenzivnijom emisijom na Koridoru. Kako su građevinski radovi vremenski ograničeni, ne očekuje se da će dugoročno imati negativan utjecaj na kvalitet zraka u poddomeni E Koridora.

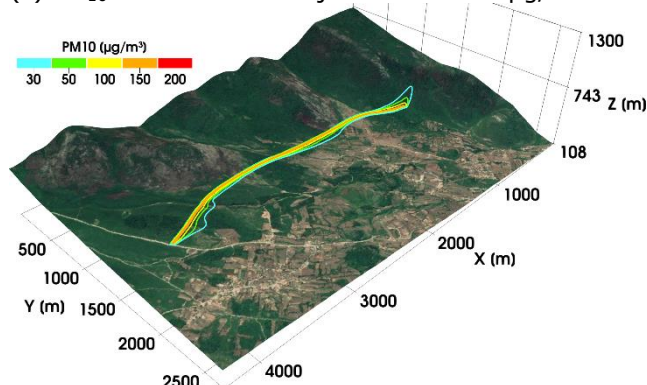
(a) Raspršivanje zagađivača – scenarij s vjetrom



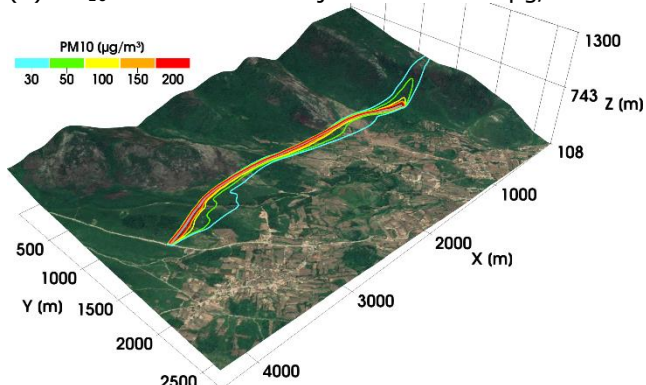
(b) Izo-linije koncentracije – scenarij s vjetrom



(c) PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$



(d) PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Slika 10-24: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$

10.3.3.1.6 Poddomena F

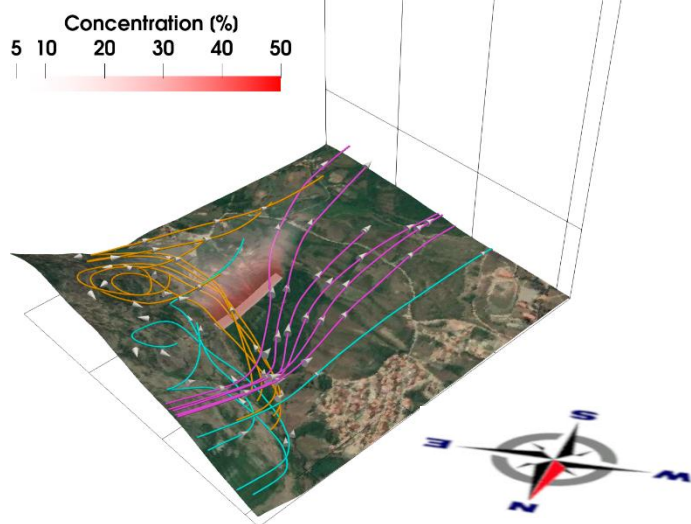
Teren poddomene F sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-17. Prikazani rezultati predstavljaju statistički nepromijenjeno stanje. Slika 10-25(a) prikazuje

disperziju zagađivača u tro-dimenzionalnom prostoru izraženu u relativnim vrijednostima (procenat referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru), dok slika 10-25(b) pokazuje rasprostiranje zagađivača na površini usljed prijenosa vjetrom. Razmatrane su dvije referentne vrijednosti, usljed emisija iz građevinskih aktivnosti srednjeg intenziteta ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) i aktivnosti visokog intenziteta ($300\mu\text{g}/\text{m}^3$). Slike 10-25(c), (d) pokazuju distribuciju koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti.

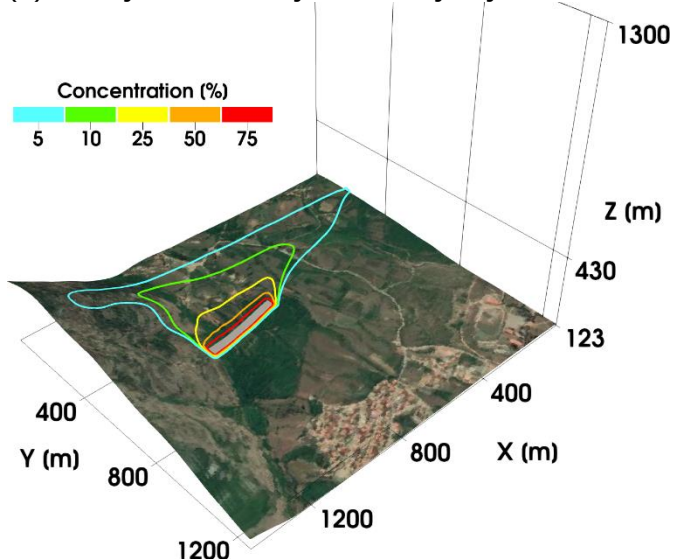
Visoke vrijednosti koncentracija zagađujućih materija se javljaju u području koje se proteže oko 700 m istočno, jugoistočni i južno od Koridora. Sve ovo područje je poljoprivredno zemljište i naseljeno područje. Čak i srednje intenzivni građevinski radovi u uslovima vjetra rezultiraju značajnim povećanjem zagađenosti na području do 400 m od Koridora.

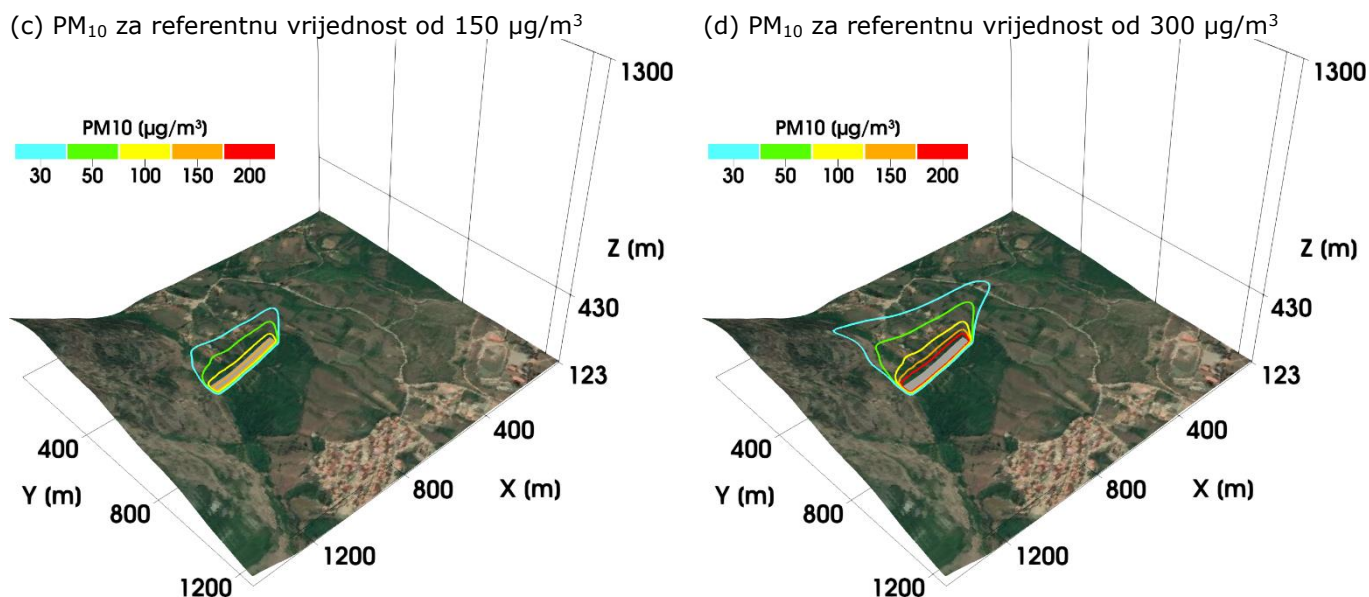
Na osnovu rezultata simulacije preporučuje se primjena strategije ublažavanja, kao što je aktivno vlaženje tla duž cijele poddomene F, odnosno od km 34+750 (kraj desne tunelske cijevi T-5) do km 35+100 (početak petlje Mostar sjever), ukupne dužine 350 m, posebno kada su prisutni nepovoljni vremenski uslovi (suho, niska vlažnost). Kako su građevinski radovi vremenski ograničeni, ne očekuje se da će dugoročno imati negativan utjecaj na kvalitet zraka u poddomeni F Koridora.

(a) Raspršivanje zagađivača – scenarij s vjetrom



(b) Izolinije koncentracije – scenarij s vjetrom





Slika 10-25: (a) Raspršivanje zagađivača izraženo u relativnim vrijednostima za scenarij s vjetrom, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$

10.3.3.1.7 Zaključci

Raspršivanje zagađujućih materija u fazi izgradnje u scenariju vjetra izračunato je pod pretpostavkom SI-JZ vjetra intenziteta 3 m/s. Usvojene su dvije referentne vrijednosti za intenzitet emisije PM_{10} ; tokom građevinskih aktivnosti srednjeg intenziteta ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i građevinskih aktivnosti visokog intenziteta ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na dionici od početka Koridora (petlja Ovčari) do ulaza u tunel Prenj, većina naseljenih područja i poljoprivrednog zemljišta nije pogođena visokim nivoima koncentracije PM_{10} (više od $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Izuzetak je područje naselja Polje Bijela, gdje se očekuje povećanje koncentracije PM_{10} za najmanje $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tokom visoko intenzivnih građevinskih aktivnosti, što bi moglo dovesti do prekoračenja EU granica za PM_{10} .

Na dionici od izlaza iz tunela Prenj do petlje Mostar sjever mnoga stambena naselja (Humilišani, Podgorani, Potoci) i poljoprivredno zemljište nalaze se u blizini Koridora, te su pod direktnim utjecajem aktivnosti na Koridoru. Na osnovu rezultata simulacije, visoke vrijednosti koncentracije PM_{10} javljaju se na području do 500 m od Koridora, a čak i srednje intenzivni građevinski radovi mogu dovesti do značajnog povećanja koncentracije PM_{10} u ovom području (od $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ čak do $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na osnovu rezultata simulacije preporučuje se primjena strategije ublažavanja, posebno kada su prisutni nepovoljni vremenski uslovi (suho, niska vlažnost sa nepovoljnim smjerom vjetra) i kada se na Koridoru odvijaju aktivnosti sa visokim emisijama i to na sljedećim dionicama:

- > u poddomeni A od km 1+100 (završetak vijadukta V-2) do km 1+800 (početak desne tunelske cijevi T-1), ukupne dužine 700 m. Prvih 400 m spojne ceste Ovčari, te prvih 1.000 m konjičke obilaznice.
- > u poddomeni B od km 3+800 (završetak desne tunelske cijevi T-2) do km 5+400 (naselje Polje Bijela), ukupne dužine 1.600 m.
- > u poddomeni D od km 24+750 (završetak desne tunelske cijevi T-4) do km 25+450 (početak vijadukta), ukupne dužine 700 m.
- > u poddomeni E od km 29+150 (cestovni nadvožnjak) do km 30+000 (Humilišani), ukupne dužine 850 m, te od km 30+900 do km 31+900, dužine 1.000 m.
- > u poddomeni F od km 34+750 (završetak desne tunelske cijevi T-5) do km 35+100 (početak petlje Mostar sjever), ukupne dužine 350 m.

Kako su građevinski radovi vremenski ograničeni, ne očekuje se da će dugoročno imati negativan utjecaj na kvalitet zraka na Koridoru.

10.3.3.2 Faza izgradnje: Scenarij bez vjetra

10.3.3.2.1 Poddomena A

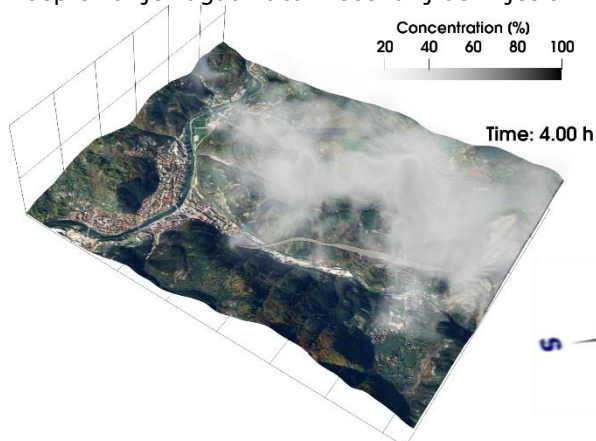
Disperzija zagađivača u scenariju bez vjetra je nestabilna jer sloj miješanja raste s vremenom zbog povećanja zagrijavanja tla od Sunca. Teren poddomene A sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-12. Slika 10-26 prikazuje trenutne vrijednosti zagađivača tri sata nakon početka građevinskih radova (četiri sata ukupnog vremena). Slika 10-26(a) prikazuje disperziju zagađivača u trodimenzionalnom prostoru dok slika 10-26(b) prikazuje širenje zagađivača po površini. Uzete su u obzir dvije referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru zbog emisija tokom građevinskih radova, srednjeg intenziteta ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i visokog intenziteta građevinskih radova ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Slike 10-26(c), (d) prikazuju raspodjelu trenutne koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti koncentracije zagađivača.

U prva 3 sata građevinskih radova, zagađivači koji se emituju na Koridoru transportuju se do brda koja se nalaze na sjeverozapadu, vidjeti slike 10-26(a), (b). Područje visoke koncentracije ograničeno je na Koridor i njegovu blizinu (150 m sa obje strane Koridora). Međutim, 3 sata nakon početka građevinskih radova, područje relativno visoke koncentracije (5%-10%) se širi u pravcu grada Konjica, vidjeti slike 10-26(c), (d). Ovo rezultira dodatnim $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} u području Konjica za visoku referentnu vrijednost zagađenja ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Niža referentna vrijednost ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dodaje dodatnih $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} u manjem području, blizu Koridora. Područje od > 10% koncentracije nije statično, već se mijenja s vremenom. Tri sata nakon početka građevinskih radova, ova regija se periodično širi i sužava u naseljeno područje Konjica što može rezultirati značajnim povećanjem zagađenja PM_{10} u naseljenim dijelovima.

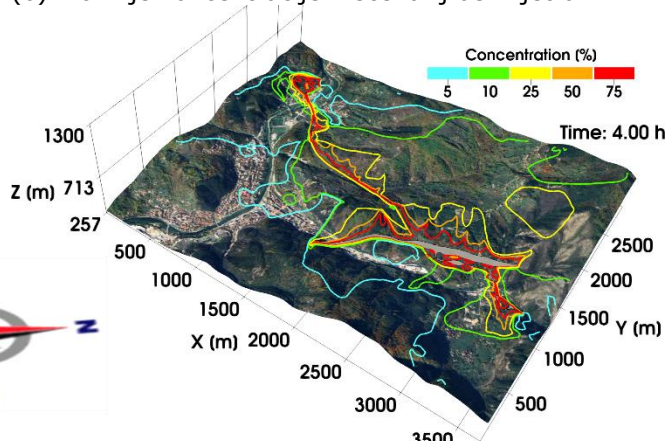
Na osnovu rezultata simulacije preporučuje se primjena strategije ublažavanja u prva 4 sata građevinskih radova. Ovo je posebno važno kada su prisutni nepovoljni vremenski uslovi (suho, niska vlažnost) i kada se na Koridoru odvijaju aktivnosti visoke emisije. Dionica Koridora na kojoj se preporučuju strategije ublažavanja je definisana od km 0+900 (100 m prije vijadukta V-2) do km

1+800 (početak tunelske cijevi T-1), ukupne dužine 900 m, duž cijele priključne ceste do petlje Ovčari, te duž prvih 1.000 m konjičke obilaznice.

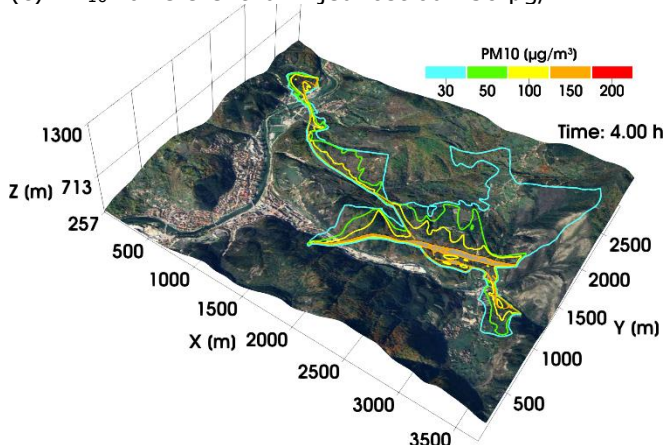
Raspršivanje zagađivača – scenarij bez vjetra



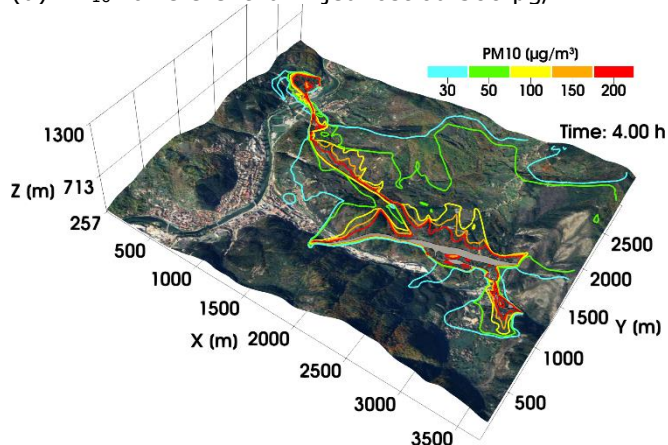
(b) Izolinije koncentracije – scenarij bez vjetra



(c) PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³



(d) PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³



Slika 10-26: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetra, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³, (d) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³

10.3.3.2 Poddomena B

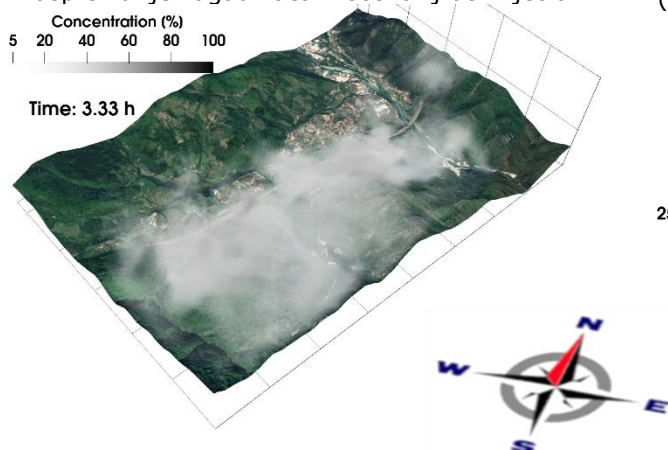
Teren poddomene B sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-13. Slika 10-27 prikazuje trenutne vrijednosti zagađivača tri sata nakon početka građevinskih radova (četiri sata ukupnog vremena). Slika 10-27(a) prikazuje disperziju zagađivača u trodimenzionalnom prostoru dok slika 10-27(b) prikazuje širenje zagađivača po površini. Uzete su u obzir dvije referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru zbog emisija tokom građevinskih radova, srednjeg intenziteta (150 µg/m³) i visokog intenziteta građevinskih radova (300 µg/m³). Slike 10-27(c), (d) prikazuju raspodjelu trenutne koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti koncentracije zagađivača.

U prva 2 sata građevinskih radova, zagađivači se ne raspršuju u naseljene dijelove u značajnoj količini (< 5%). Međutim, nakon otprilike 4,5 sata, područje koncentracije veće od 5% širi se u smjeru poljoprivrednih i seoskih područja,

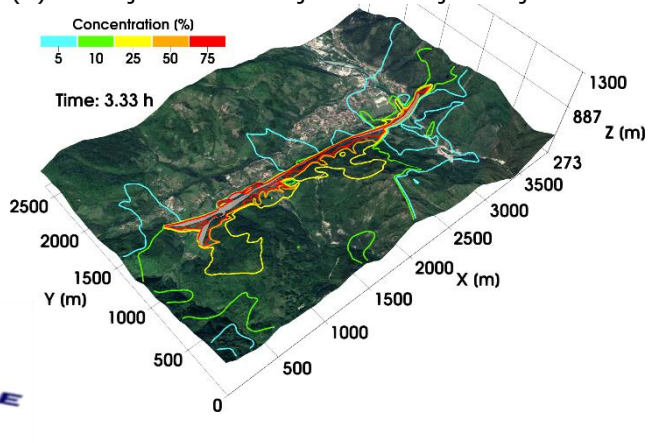
vidjeti sliku 10-27(b). Ovo rezultira dodatnim $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} u dijelu naseljenog područja za visoku referentnu vrijednost zagađenja ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Niža referentna vrijednost ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dodaje dodatnih $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{10} u mnogo manjem području, blizu Koridora.

Na osnovu rezultata simulacije preporučuje se primjena strategije ublažavanja u prva 3 sata građevinskih radova na dijelu Koridora definisanom od km 3+700 (kraj desne tunelske cijevi T-2) do km 4+800 (naselje Polje Bijela), ukupne dužine 1.100 m. Ovo je posebno važno kada su prisutni nepovoljni vremenski uslovi (suho, niska vlažnost) i kada se na Koridoru odvijaju aktivnosti visoke emisije. Kako su građevinski radovi vremenski ograničeni, ne očekuje se da će dugoročno imati negativan utjecaj na kvalitet zraka u poddomeni B Koridora.

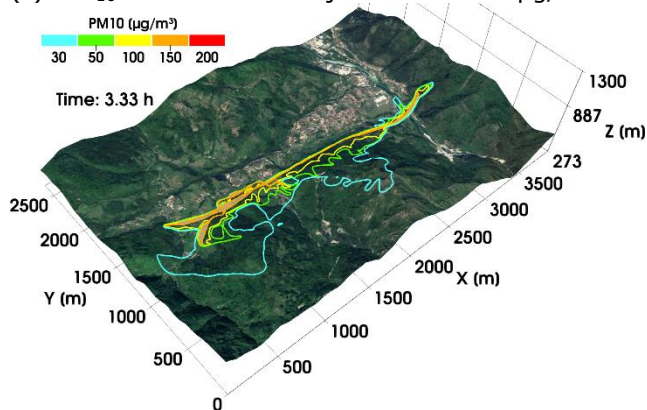
(a) Raspršivanje zagađivača – scenarij bez vjetera



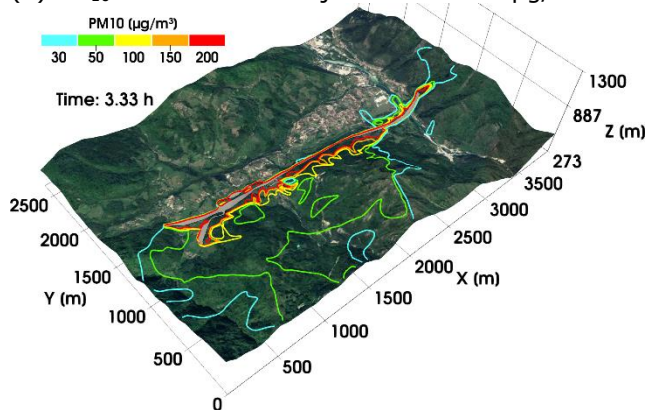
(b) IZOLINIJJE KONCENTRACIJE – scenarij bez vjetera



(c) PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$



(d) PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Slika 10-27: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetera, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$

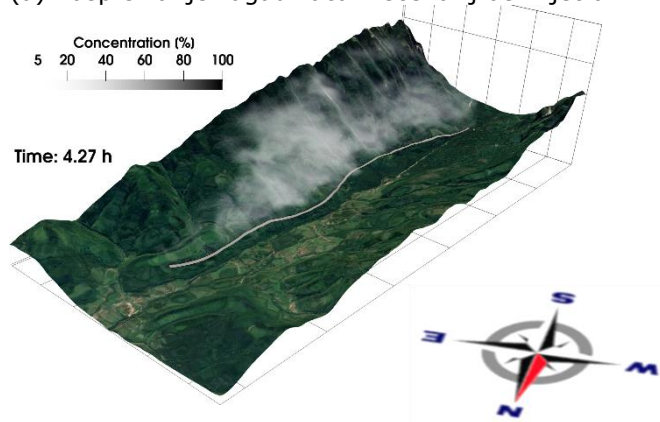
10.3.3.2.3 Poddomena C

Teren poddomene C sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-14. Slika 10-28 prikazuje trenutne vrijednosti zagađivača tri sata nakon početka građevinskih radova (četiri sata ukupnog vremena). Slika 10-28(a) prikazuje disperziju zagađivača u trodimenzionalnom prostoru dok slika 10-28(b)

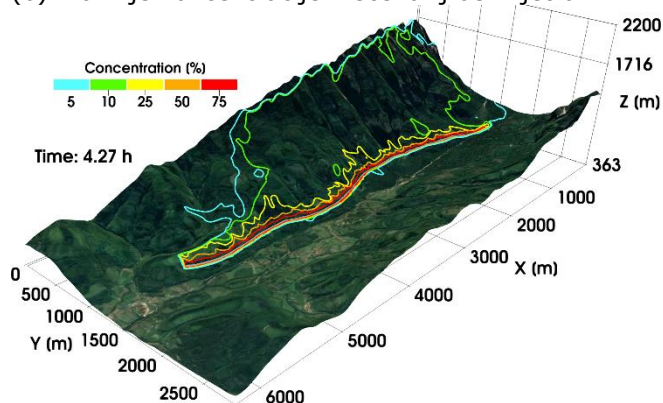
prikazuje širenje zagađivača po površini. Uzete su u obzir dvije referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru zbog emisija tokom građevinskih radova, srednjeg intenziteta ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i visokog intenziteta građevinskih radova ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Slike 10-28(c), (d) prikazuju raspodjelu trenutne koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti koncentracije zagađivača.

Kako poddomena C nema naseljena mjesta niti značajno poljoprivredno zemljište, ne očekuje se da će disperzija zagađivača imati dugoročni negativan utjecaj na kvalitet zraka u poddomeni C Koridora. Strategija ublažavanja nije potrebna za poddomenu C.

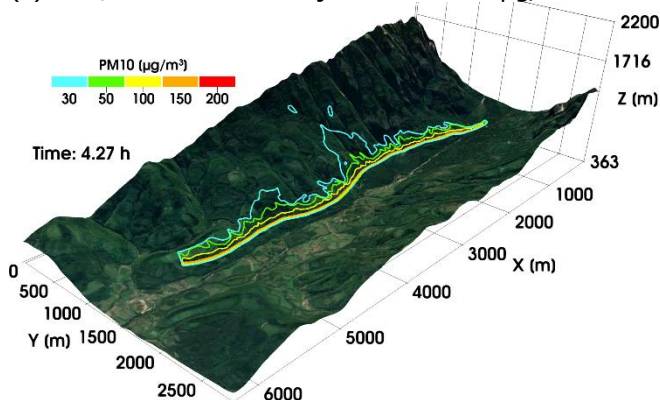
(a) Raspršivanje zagađivača – scenarij bez vjetera



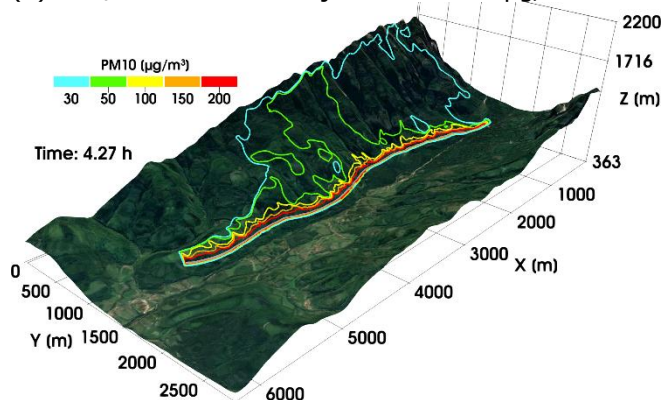
(b) Izolinije koncentracije – scenarij bez vjetera



(c) PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$



(d) PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Slika 10-28: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetera, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$

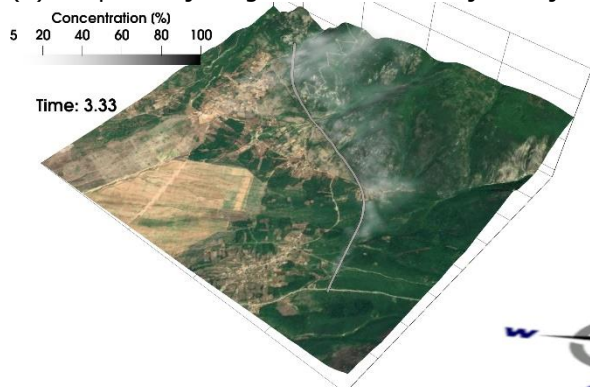
10.3.3.2.4 Poddomena D

Teren poddomene D sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-15. Slika 10-29 prikazuje trenutne vrijednosti zagađivača tri sata nakon početka građevinskih radova (četiri sata ukupnog vremena). Slika 10-29(a) prikazuje disperziju zagađivača u trodimenzionalnom prostoru dok slika 10-29(b) prikazuje širenje zagađivača po površini. Uzete su u obzir dvije referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru zbog emisija tokom građevinskih radova, srednjeg intenziteta ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i visokog intenziteta građevinskih radova ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

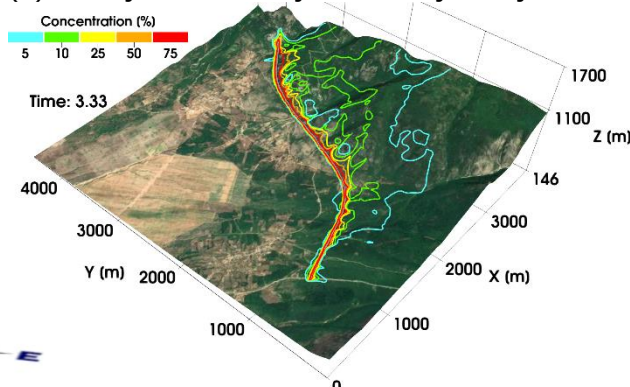
$\mu\text{g}/\text{m}^3$). Slike 10-29(c), (d) prikazuju raspodjelu trenutne koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti koncentracije zagađivača.

Pod vremenskim uslovima bez vjetera, zagađivači sa Koridora se transportuju dalje od poljoprivrednog zemljišta kao što se može vidjeti na slici 10-29. Rezultati pokazuju da se zagađivač neće raspršiti u smjeru naseljenog i poljoprivrednog područja. Strategija ublažavanja nije potrebna za poddomenu D.

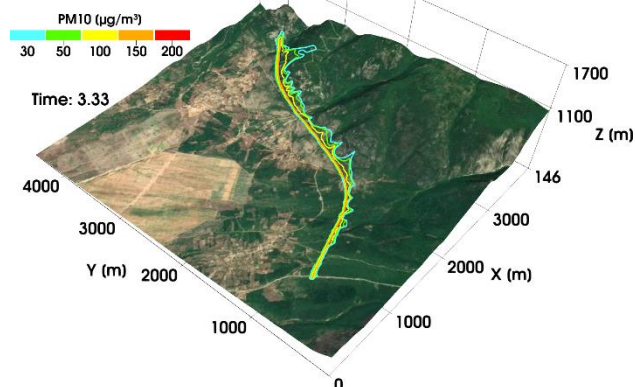
(a) Raspršivanje zagađivača – scenarij bez vjetera



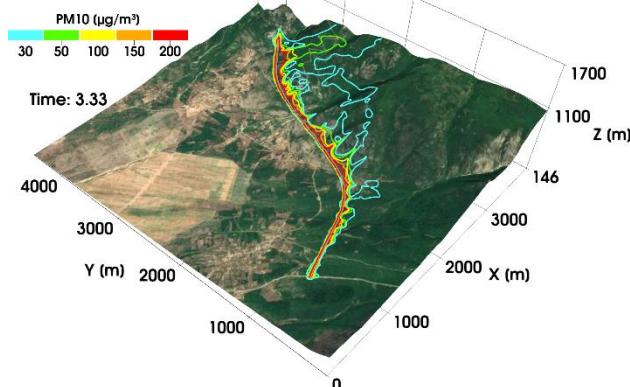
(b) Izolinije koncentracije – scenarij bez vjetera



(c) PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$



(d) PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$



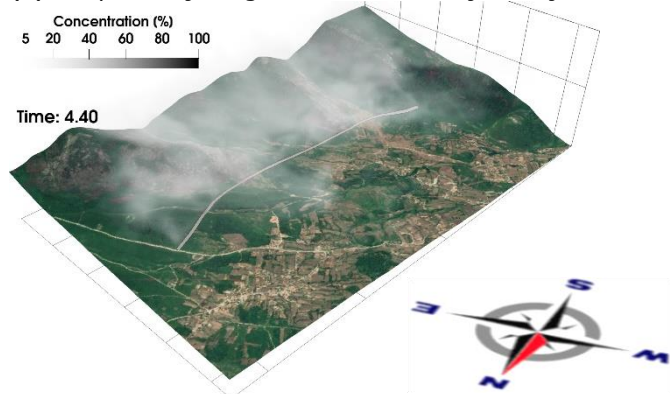
Slika 10-29: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetera, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, (d) Izo-površina vrijednosti PM_{10} za referentnu vrijednost od $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$

10.3.3.2.5 Poddomena E

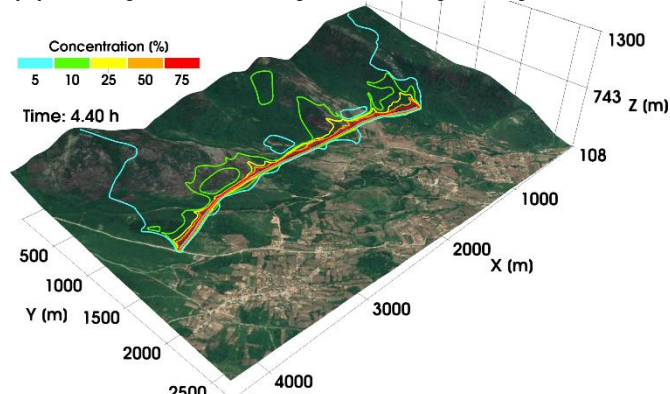
Teren poddomene E sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-16. Slika 10-30 prikazuje trenutne vrijednosti zagađivača tri sata nakon početka građevinskih radova (četiri sata ukupnog vremena). Slika 10-30(a) prikazuje disperziju zagađivača u trodimenzionalnom prostoru dok slika 10-30(b) prikazuje širenje zagađivača po površini. Uzete su u obzir dvije referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru zbog emisija tokom građevinskih radova, srednjeg intenziteta ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i visokog intenziteta građevinskih radova ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Slike 10-30(c), (d) prikazuju raspodjelu trenutne koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti koncentracije zagađivača.

U vremenskim uslovima bez vjetra, zagađivači iz Koridora se transportuju dalje od poljoprivrednog zemljišta u satima kada se očekuju najintenzivnije građevinske aktivnosti, vidjeti sliku 10-30. Rezultati pokazuju da se zagađivač neće raspršiti u smjeru naseljenog i poljoprivrednog područja. Strategija ublažavanja nije potrebna za poddomenu E.

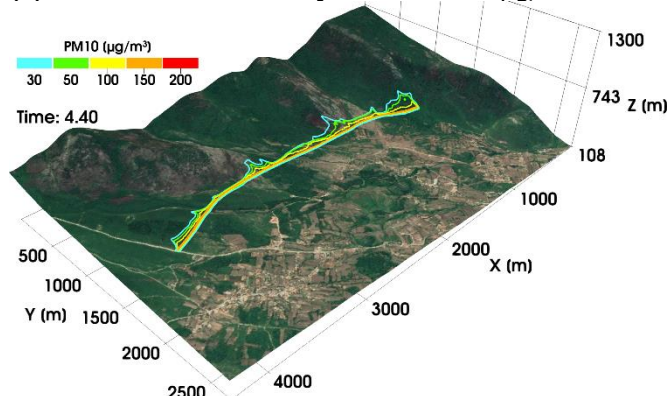
(a) Raspršivanje zagađivača – scenarij bez vjetra



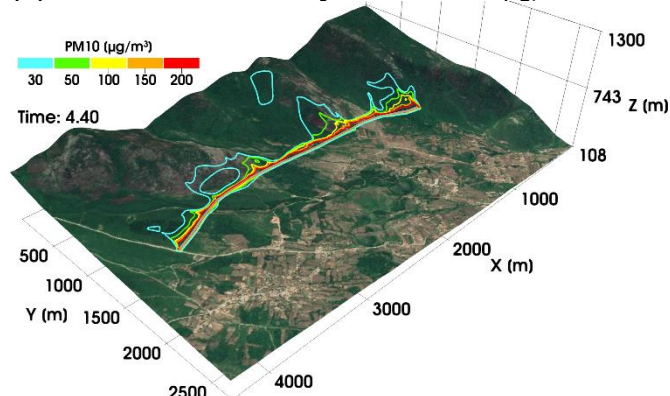
(b) Izolinije koncentracije – scenarij bez vjetra



(c) PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³



(d) PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³



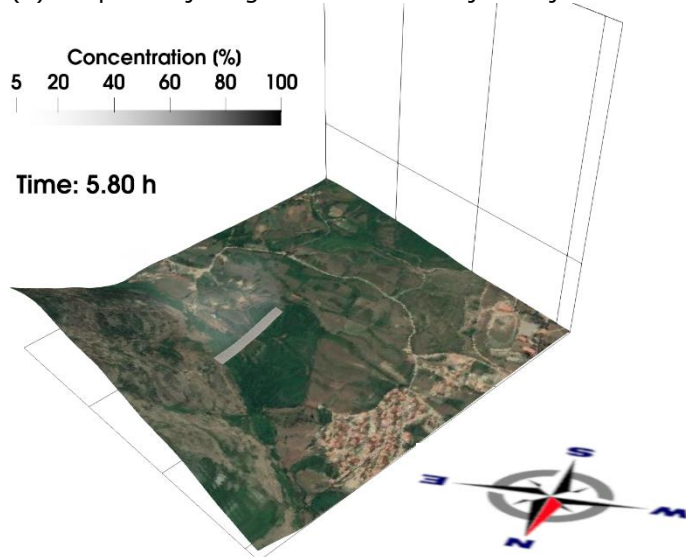
Slika 10-30: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetra, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³, (d) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³

10.3.3.2.6 Poddomena F

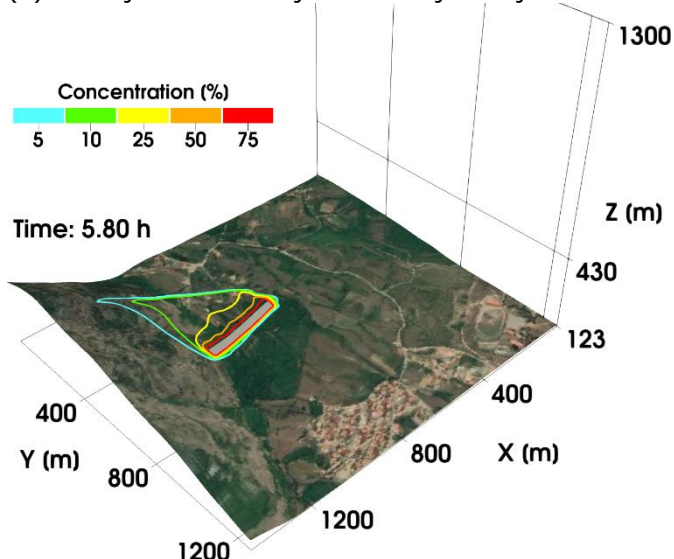
Teren poddomene F sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-17. Slika 10-31 prikazuje trenutne vrijednosti zagađivača tri sata nakon početka građevinskih radova (četiri sata ukupnog vremena). Slika 10-31(a) prikazuje disperziju zagađivača u trodimenzionalnom prostoru dok slika 10-31(b) prikazuje širenje zagađivača po površini. Uzete su u obzir dvije referentne vrijednosti zagađivača na Koridoru zbog emisija tokom građevinskih radova, srednjeg intenziteta (150 µg/m³) i visokog intenziteta građevinskih radova (300 µg/m³). Slika 10-31(c), (d) prikazuju raspodjelu trenutne koncentracije zagađivača na površini za dvije referentne vrijednosti koncentracije zagađivača.

Pod vremenskim uslovima bez vjetra, zagađivači iz Koridora se raspršuju na nekih 200m od Koridora, vidjeti sliku 10-31. Na osnovu rezultata simulacije zaključuje se da strategija ublažavanja nije potrebna.

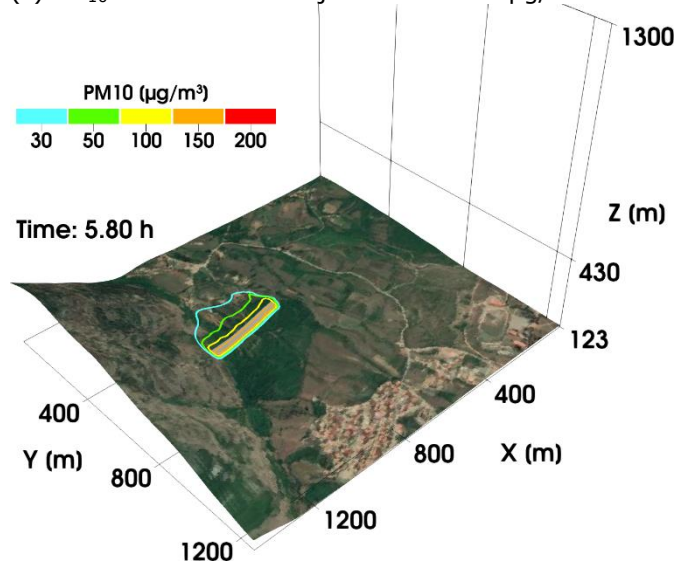
(a) Raspršivanje zagađivača – scenarij bez vjetra



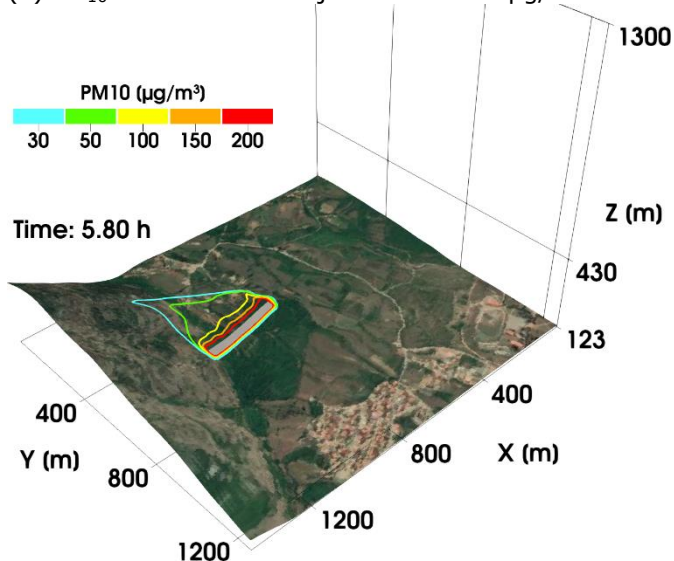
(b) Izolinije koncentracije – scenarij bez vjetra



(c) PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³



(d) PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³



Slika 10-31: (a) Disperzija zagađujućih materija izražena u relativnim vrijednostima za scenarij bez vjetra, (b) Izo-konture generalnog zagađivača na površini, (c) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 150 µg/m³, (d) Izo-površina vrijednosti PM₁₀ za referentnu vrijednost od 300 µg/m³

10.3.3.2.7 Zaključci

Raspršivanje zagađivača simulirano je tokom prvih šest sati faze izgradnje u uslovima bez vjetra. Usvojene su dvije referentne vrijednosti za intenzitet emisije PM₁₀: tokom građevinskih aktivnosti srednjeg intenziteta (150 µg/m³) i građevinskih aktivnosti visokog intenziteta (300 µg/m³).

Tokom prva 2 sata građevinskih aktivnosti, zagađivač se uglavnom distribuira dalje od naseljenih područja i poljoprivrednog zemljišta i samo mala količina zagađivača (< 5%) dopijeva u ova područja. Nakon otprilike 2-3 sata aktivnosti, veće vrijednosti zagađivača (> 10%) u nekim dionicama se šire prema naseljenim područjima i poljoprivrednom zemljištu, što rezultira povećanjem koncentracije PM_{10} od najmanje $30 \mu g/m^3$ kada se izvode građevinski radovi visokog intenziteta. Područje utjecaja proteže se oko 200 metara sa obje strane Koridora. Područje koje je najviše pogođeno je grad Konjic.

Na osnovu rezultata simulacije preporučuje se primjena strategije ublažavanja, posebno kada su prisutni nepovoljni vremenski uslovi (suho, niska vlažnost) i kada se na Koridoru odvijaju aktivnosti visoke emisije na sljedećim dionicama:

- > u prva 4 sata građevinskih radova u poddomeni A od km 0+900 (100 m prije vijadukta V-2) do km 1+800 (početak tunelske cijevi T-1), ukupne dužine od 900 m, cijelom priključkom do petlje Ovčari, te prvih 1.000 m konjičke obilaznice.
- > u prva 3 sata građevinskih radova u poddomeni B od km 3+700 (kraj desne tunelske cijevi T-2) do km 4+800 (naselje Polje Bijela), ukupne dužine 1.100 m.

Kako su građevinski radovi vremenski ograničeni, ne očekuje se da će dugoročno imati negativan utjecaj na kvalitet zraka na Koridoru.

10.3.3.3 Faza korištenja: Scenarij s vjetrom i bez vjetra

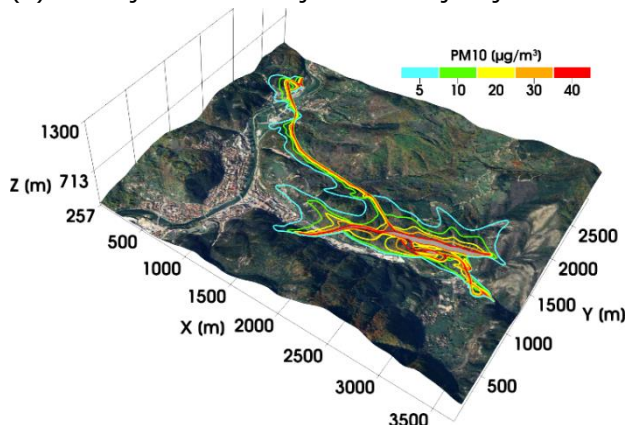
10.3.3.3.1 Poddomena A

Teren poddomene A sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-12. Slike 10-32 (a), (b) prikazuju disperziju PM_{10} za fazu korištenja za scenarije sa vjetrom i bez vjetra. Referentna vrijednost PM_{10} je postavljena na $40 \mu g/m^3$ što pretpostavlja gust saobraćaj na Koridoru. Vrijednosti PM_{10} prikazane na slikama predstavljaju 6-satnu srednju vrijednost za oba scenarija.

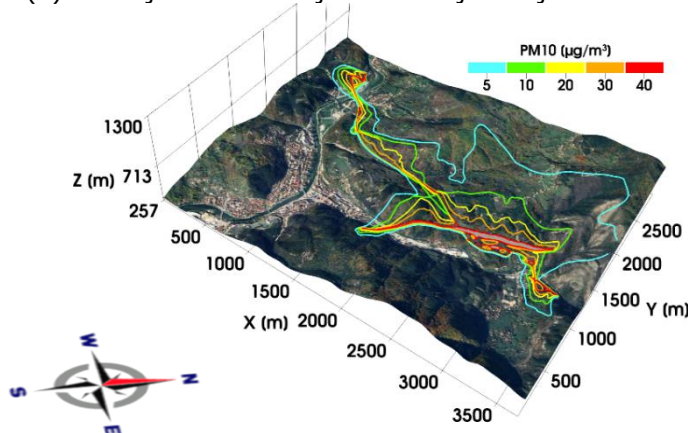
Područje najvećeg doprinosa PM_{10} u slučaju vjetra nalazi se na kraju Koridora u poddomeni A gdje će se nalaziti vijadukt. Izdignutost Koridora na vijaduktu pomoći će u raspršivanju zagađivača koji dolaze iz saobraćaja. Ne očekuje se prekoračenje graničnih vrijednosti PM_{10} u blizini Koridora za scenarij s vjetrom.

Isti zaključak vrijedi i za scenarij bez vjetra. Zagađivači koji nastaju na Koridoru transportuju se uzbrdo i raspršuju se u atmosferi tako da se ne očekuje veće povećanje zagađenja u naseljenoj zoni.

(a) Izolinije koncentracije – scenarij s vjetrom



(b) Izolinije koncentracije – scenarij bez vjetra



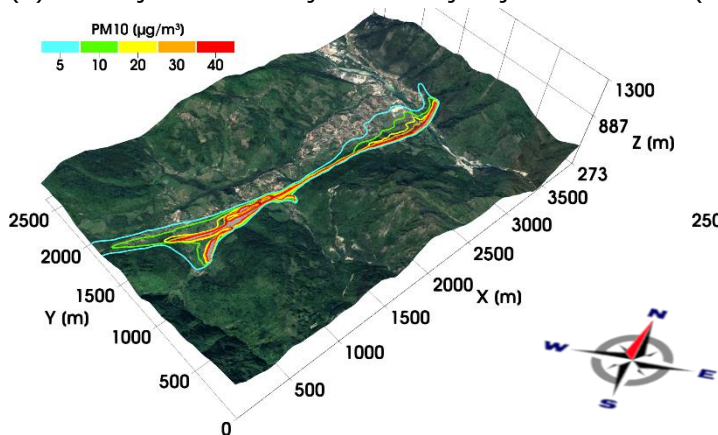
Slika 10-32: (a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij bez vjetra

10.3.3.3.2 Poddomena B

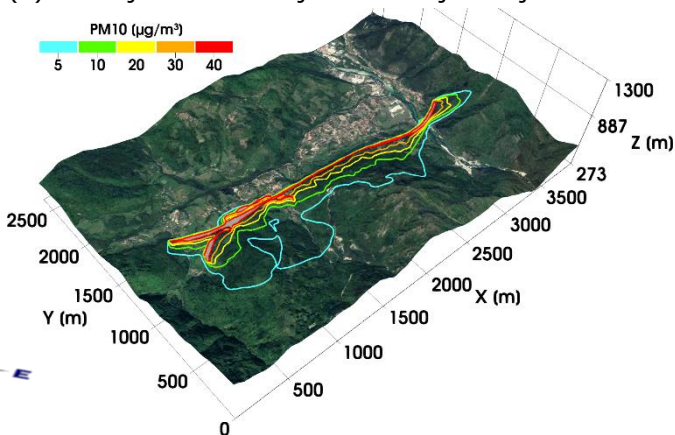
Teren poddomene B sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-13. Slike 10-33(a), (b) prikazuju disperziju PM_{10} za fazu korištenja za scenarije sa vjetrom i bez vjetra. Referentna vrijednost PM_{10} je postavljena na $40 \mu g/m^3$ što pretpostavlja gust saobraćaj na Koridoru. Vrijednosti PM_{10} prikazane na slikama predstavljaju 6-satnu srednju vrijednost za oba scenarija.

Slika 10-33 (a) prikazuje povećanje PM_{10} od 5 do $10 \mu g/m^3$ u dijelu naseljenog područja, dok je povećanje veće od 10% ograničeno na područje širine približno 80 m prema SZ. Scenarij bez vjetra pokazuje da se zagađivači transportuju uz brdo locirano na JI daleko od naseljenih zona. Ne očekuje se prekoračenje graničnih vrijednosti PM_{10} u poddomeni B Koridora.

(a) Izolinije koncentracije – scenarij s vjetrom



(b) Izolinije koncentracije – scenarij bez vjetra

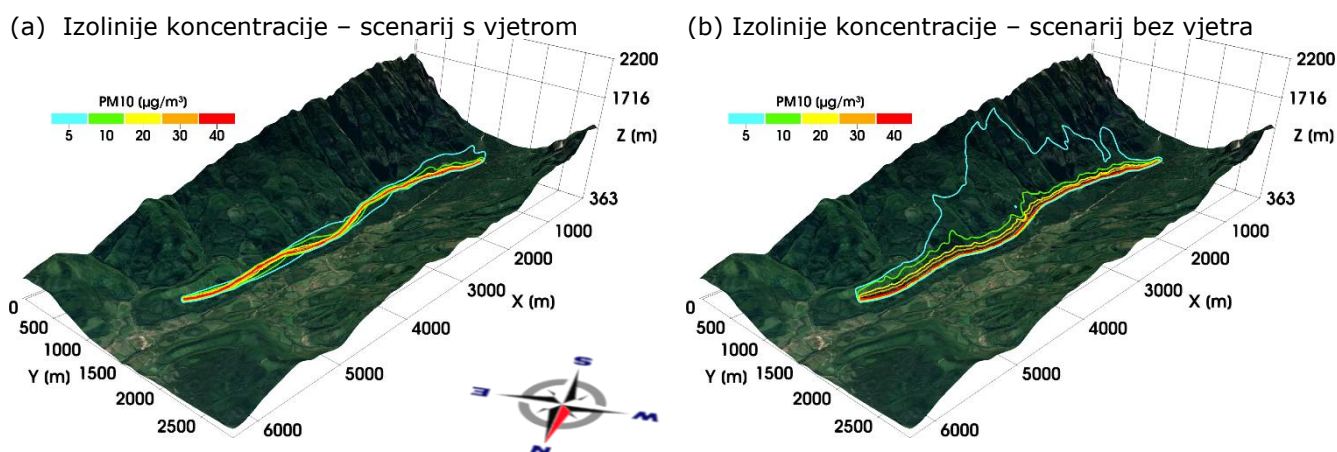


Slika 10-33: (a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij bez vjetra

10.3.3.3 Poddomena C

Teren poddomene C sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-14. Slike 10-34(a), (b) prikazuju disperziju PM_{10} za fazu korištenja za scenarije sa vjetrom i bez vjetra. Referentna vrijednost PM_{10} je postavljena na $40 \mu g/m^3$ što pretpostavlja gust saobraćaj na Koridoru. Vrijednosti PM_{10} prikazane na slikama predstavljaju 6-satnu srednju vrijednost za oba scenarija.

Kako poddomena C nema naseljene zone niti značajno poljoprivredno zemljište, ne očekuje se da će disperzija zagađivača imati dugoročni negativan utjecaj na kvalitet zraka u poddomeni C Koridora.



Slika 10-34: (a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij bez vjetra

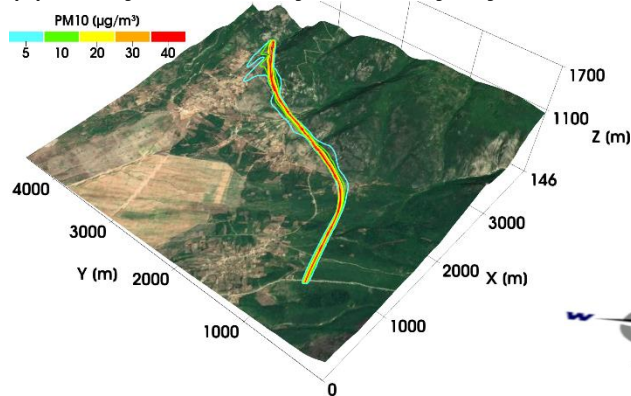
10.3.3.3.4 Poddomena D

Teren poddomene D sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-15. Slike 10-35(a), (b) prikazuju disperziju PM_{10} za fazu korištenja za scenarije sa vjetrom i bez vjetra. Referentna vrijednost PM_{10} je postavljena na $40 \mu g/m^3$ što pretpostavlja gust saobraćaj na Koridoru. Vrijednosti PM_{10} prikazane na slikama predstavljaju 6-satnu srednju vrijednost za oba scenarija.

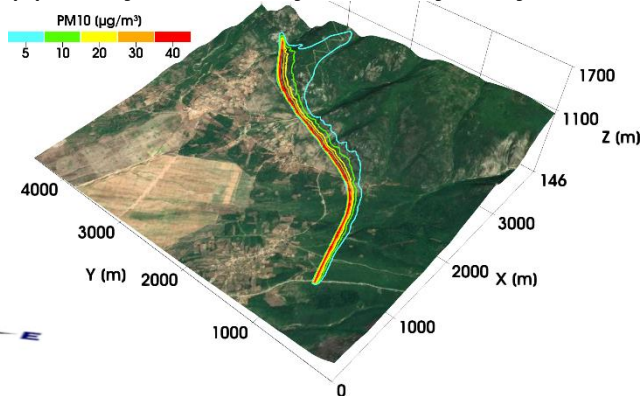
Slika 10-35 (a) prikazuje povećanje PM_{10} od 5 do $10 \mu g/m^3$ pod uslovima vjetra na području koje uključuje poljoprivredno zemljište. Kako se poljoprivredno zemljište nalazi u blizini Koridora, zagađenje NO_x iz Koridora je realan scenario u izuzetnim slučajevima izrazito gustog saobraćaja (kao što su saobraćajne gužve). Zbog toga se preporučuju mjere zaštite na segmentu Koridora definisanom od km 24+750 (kraj desne tunelske cijevi T-4) do km 25+450 (kraj vijadukta), ukupne dužine 700 m.

Scenarij bez vjetra pokazuje da se zagađivači veći dio dana transportuju uzbrdo, daleko od poljoprivrednog područja. Ne očekuje se prekoračenje graničnih vrijednosti PM_{10} u poddomeni D Koridora.

(a) IZOLINJE KONCENTRACIJE – scenarij s vjetrom



(b) IZOLINJE KONCENTRACIJE – scenarij bez vjetra



Slika 10-35: (a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij bez vjetra

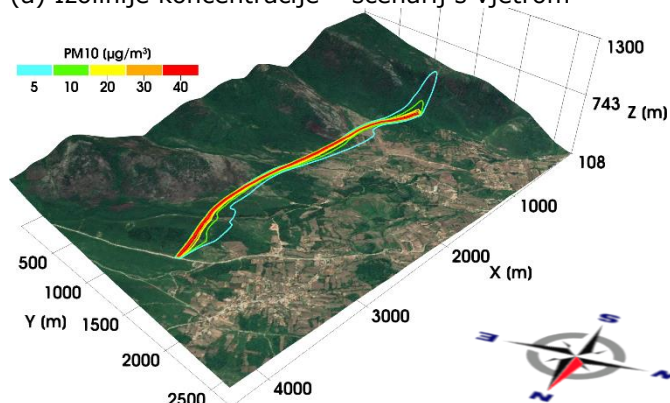
10.3.3.3.5 Poddomena E

Teren poddomene E sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-16. Slike 10-36 (a), (b) prikazuju disperziju PM_{10} za fazu korištenja za scenarije sa vjetrom i bez vjetra. Referentna vrijednost PM_{10} je postavljena na $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ što pretpostavlja gust saobraćaj na Koridoru. Vrijednosti PM_{10} prikazane na slikama predstavljaju 6-satnu srednju vrijednost za oba scenarija.

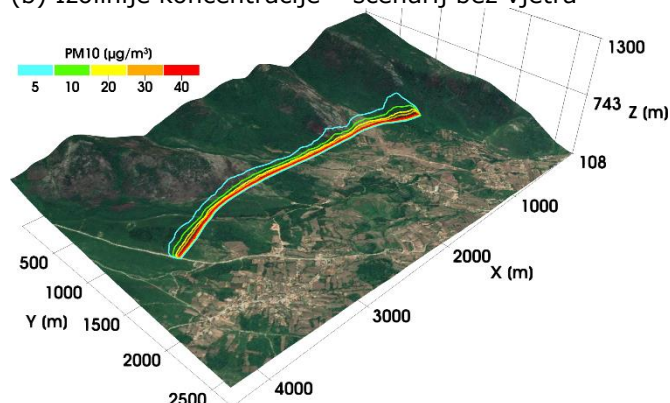
Slika 10-36 (a) prikazuje povećanje PM_{10} od 5 do $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pod uslovima vjetra na području koje uključuje poljoprivredno zemljište. Kako se poljoprivredno zemljište nalazi u blizini Koridora, zagađenje NO_x iz Koridora je realan scenario u izuzetnim slučajevima izuzetno gustog saobraćaja (kao što su saobraćajne gužve). Zbog toga se mjere zaštite preporučuju na segmentu Koridora definisanom od km 29+150 (nadvožnjak Humilišani) do km 30+000, ukupne dužine 850 m, i od km 30+900 do km 32+400 (ulaz u tunel T-5), u dužini od 1.500 m.

Scenarij bez vjetra pokazuje da se zagađivači veći dio dana transportuju uzbrdo, daleko od poljoprivrednog područja. Ne očekuje se prekoračenje graničnih vrijednosti PM_{10} u poddomeni E Koridora.

(a) Izolinije koncentracije – scenarij s vjetrom



(b) Izolinije koncentracije – scenarij bez vjetra



Slika 10-36: (a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za scenarij bez vjetra

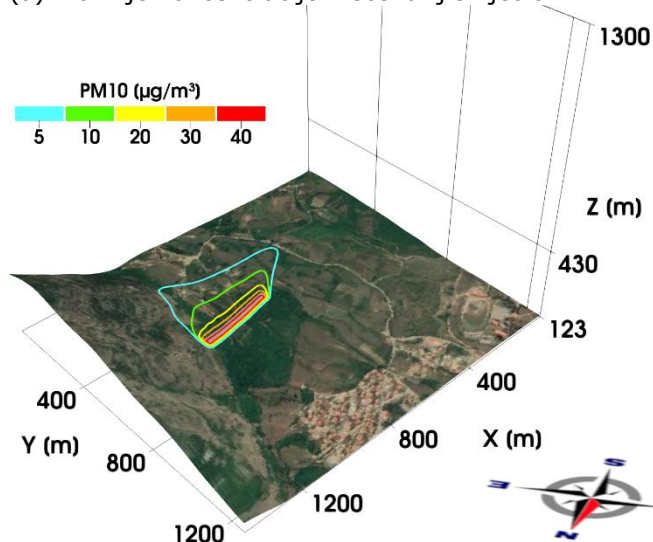
10.3.3.3.6 Poddomena F

Teren poddomene F sa glavnim orijentirima prikazan je na slici 10-17. Slike 10-37 (a), (b) prikazuju disperziju PM_{10} za fazu korištenja za scenarije sa vjetrom i bez vjetra. Referentna vrijednost PM_{10} je postavljena na $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ što pretpostavlja gust saobraćaj na Koridoru. Vrijednosti PM_{10} prikazane na slikama predstavljaju 6-satnu srednju vrijednost za oba scenarija.

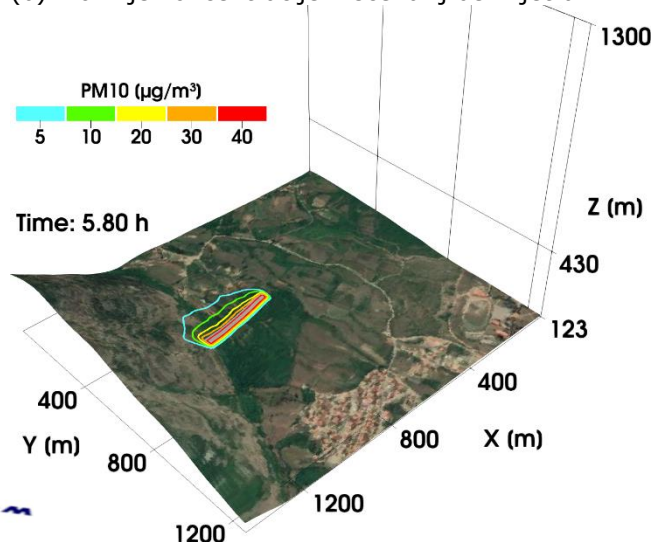
Slika 10-37 (a) prikazuje povećanje PM_{10} od 5 do $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pod uslovima vjetra u području koje uključuje poljoprivredno zemljište. Kako se poljoprivredno zemljište nalazi u blizini Koridora, zagađenje NO_x iz Koridora je realan scenario u izuzetnim slučajevima izrazito gustog saobraćaja (kao što su saobraćajne gužve). Zbog toga se mjere zaštite preporučuju duž cijele poddomene F.

Scenarij bez vjetra pokazuje da su zagađivači raspršeni daleko od Koridora. Ne očekuje se prekoračenje graničnih vrijednosti PM_{10} u poddomeni F Koridora.

(a) Izolinije koncentracije – scenarij s vjetrom



(b) Izolinije koncentracije – scenarij bez vjetra



Slika 10-37: (a) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij s vjetrom, (b) Izo-površine PM_{10} vrijednosti za referentnu vrijednost od $40 \mu g/m^3$ za scenarij bez vjetra

10.3.3.3.7 Ukupne emisije zagađivača iz izvora povezanih sa saobraćajem

Ukupne godišnje emisije iz saobraćaja tokom faze korištenja procjenjuju se na osnovu broja vozila po satu koji se očekuje na Koridoru i srednjih faktora emisije na bazi goriva. Prema Saobraćajnoj studiji za dionicu Koridora Vc: Konjic (petlja Ovčari) – petlja Mostar sjever (2016.), procijenjena količina normalnog saobraćaja na ovoj dionici u 2020. godini iznosi 9.252 vozila dnevno. Broj vozila po kategoriji dat je u tabeli 10-25.

Tabela 10-25: Procijenjena veličina saobraćaja na planiranoj dionici autoceste na Koridoru Vc u 2020. Izvor: Saobraćajna studija (2016)

Dionica	Dužina [km]	Prosječni godišnji dnevni saobraćaj [vozilo/dan]						
		PA	Bus	LTV	STV	TTV	Ter	Ukupno
Konjic - Mostar	35,6	8328	138	133	160	152	341	9.252

Mnoge studije^{15 16 17} su pokušale da procijene količinu zagađivača koja se emituje iz izduvnih gasova vozila. Generalno, najpouzdaniji izvori emisionih faktora su europski i domaći inventari, kao što je EMEP/EEA Vodič za popis

¹⁵ Maricq, M. M., Szente, J., Loos, M., & Vogt, R. (2011). Motor vehicle PM emissions measurement at LEV III levels. SAE International Journal of Engines, 4(1), 597-609.

¹⁶ Aikawa, K., Sakurai, T., & Jetter, J. J. (2010). Development of a predictive model for gasoline vehicle particulate matter emissions. SAE International Journal of Fuels and Lubricants, 3(2), 610-622.

¹⁷ Liang, B., Ge, Y., Tan, J., Han, X., Gao, L., Hao, L., ... & Dai, P. (2013). Comparison of PM emissions from a gasoline direct injected (GDI) vehicle and a port fuel injected (PFI) vehicle measured by electrical low pressure impactor (ELPI) with two fuels: Gasoline and M15 methanol gasoline. Journal of Aerosol Science, 57, 22-31.

emisija onečišćujućih tvari u zrak¹⁸. Ovaj Vodič daje faktore emisije za različite kategorije vozila prema vrsti goriva, zapremini motora i tehnologiji.

Za izračunavanje ukupnih emisija iz izduvnih gasova vozila, potrebno je imati podatke o broju vozila po vrsti goriva (benzin, dizel, LPG) i tehnologiji (europski standard emisije npr. konvencionalno, EURO 1 – 6) za svaku kategoriju vozila. BIHAMK (Bosanskohercegovački auto-moto klub) izvještava o godišnjoj statistici broja vozila po vrsti goriva i EURO standardu¹⁹. Statistika za 2019. godinu data je u tabeli 10-26. Gotovo 75% vozila koristi dizel gorivo, dok oko 25% koristi benzin i/ili kombinaciju benzina i LPG-a. Što se tiče standarda emisije, 83% vozila koristi motore sa EURO 4 standardom ili nižim.

Prilikom izračunavanja ukupne emisije, kategoriji putničkih automobila dodaje se kategorija terenskih vozila. Također, srednja i teška komercijalna vozila su grupisana u jednu kategoriju. Ovo se radi na osnovu sličnosti faktora emisije za ove kategorije vozila. Dodatno, zbog nedostatka informacija, pretpostavlja se da procenti navedeni u tabeli 10-26 vrijede za svaku kategoriju vozila.

Razmatraju se tri tipa zagađivača koji nastaju sagorevanjem goriva: suspendovane čestice (PM), CO i NO_x. Vrijednosti za emisije faktore su preuzete iz Vodiča EEA (2019). Ukupna emisija zagađujućih materija se dobija množenjem broja vozila određene kategorije, vrste goriva i tehnologije sa odgovarajućim faktorom emisije, dužinom Koridora i brojem dana u godini. Konačni rezultati su iskazani u tonama godišnje (ta⁻¹) i dati su u tabeli 10-27.

Tabela 10-26: Broj registrovanih vozila u Bosni i Hercegovini po vrsti goriva i tehnologiji za 2019. godinu Izvor: Izvještaj BIHAMK-a (2020)²⁰

Tip goriva	Procentat [%]	Tehnologija	Procentat [%]
Benzin	21,41	Conventional	15,15
Dizel	74,66	EURO 1	2,8
Hibrid benzin/LPG	3,82	EURO 2	6,82
Ostalo	0,11	EURO 3	29,8
		EURO 4	28,23
		EURO 5	12,1
		EURO 6	4,9

Tabela 10-27: Godišnje emisije (u tonama) CO, NO_x i PM iz izduvnih gasova vozila

Kategorija vozila	Godišnja emisija (ta ⁻¹)		
	CO	NO _x	PM
PA	70,1	60,3	4,7
LTV	3,4	1,6	0,12
STV + TTV	63,3	20,3	0,32

¹⁸ Ntziachristos, L., Samaras, Z. (2019). EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook: Exhaust emissions from road transport [Internet]. Copenhagen: EEA; updated 2019.

¹⁹ BIHAMK (2020). Informacija o registrovanim/registiranim drumskim/cestovnim vozilima u BiH u periodu januar/siječanj – decembar/prosinac 2019.

²⁰ Ibid.

Kategorija vozila	Godišnja emisija (ta-1)		
	CO	NO _x	PM
Autobus	3,3	14,0	0,41
UKUPNO	140,1	96,2	5,55

Pored emisija iz sagorijevanja fosilnih goriva, suspendovane čestice (PM) potiču i iz procesa bez izduvnih gasova. Ovi procesi uključuju degradaciju dijelova vozila (habanje guma, habanje kočnica) i habanje površine puta. Pored toga, materijal koji se taloži na površini puta (prašina, čestice) može biti resuspendovan turbulencijom ili vjetrom izazvanim vozilom. Emisioni faktori za habanje guma, habanje prilikom lomljenja i habanje površine puta su dati u Vodiču EEA, dok su emisioni faktori za resuspendovanje navedeni u literaturi²¹. Ukupne emisije PM iz izvora koji se ne odnose na izduvna vozila prikazani su u tabeli 10-28.

Tabela 10-28: Godišnje emisije PM₁₀ i PM_{2.5} iz izvora koji se ne odnose na sagorijevanje goriva na Koridoru Vc

Izvor emisije	Godišnja emisija (ta-1)	
	PM ₁₀	PM _{2.5}
Habanje guma i kočnica	1,9	1,0
Habanje površine puta	1,1	0,6
Resuspenzija	13,5	4,1
UKUPNO	16,5	5,7

Godišnja emisija od 140 tona CO sa Koridora tokom faze korištenja predstavlja dodatnih 0,044 kg CO po glavi stanovnika u BiH. Poređenja radi, ukupna emisija CO u SAD u 2012. godini iznosila je 173 kg po glavi stanovnika. Slično tome, godišnja emisija NO_x iz Koridora čini dodatnih 0,03 kg po glavi stanovnika, dok je ukupna emisija NO_x u SAD u 2012. godini iznosila 39 kg po glavi stanovnika.

10.3.3.3.8 Zaključci

Tokom faze korištenja, referentna vrijednost PM₁₀ je postavljena na 40 µg/m³ što pretpostavlja gust saobraćaj na Koridoru za scenarije s vjetrom i bez vjetra. Za scenarij vjetra pretpostavlja se SI-JZ vjetar intenziteta 3 m/s, a za scenarij bez vjetra pretpostavlja se kretanje zraka samo usljed sile uzgona. Rezultati predstavljaju 6-satnu sredinu za oba scenarija.

Budući da je faza korištenja znatno manje intenzivna u pogledu emisija zagađujućih materija od faze izgradnje, posebno kada su u pitanju emisije PM, ne očekuje se prekoračenje EU limita za PM₁₀ tokom scenarija bez vjetra.

Tokom scenarija s vjetrom očekuje se povećanje koncentracije PM₁₀ od 10-30 µg/m³ u naselju Podgorani (poddomena D) i Potoci (poddomena E) u blizini Koridora. Međutim, prema rezultatima simulacije, ne očekuje se prekoračenje EU ograničenja za PM₁₀ tokom scenarija bez vjetra. Kako se na ovim lokacijama

²¹ Timmers, V. R., & Achten, P. A. (2016). Non-exhaust PM emissions from electric vehicles. *Atmospheric Environment*, 134, 10-17.

poljoprivredno zemljište nalazi u blizini Koridora, zagađenje NO_x je realan scenario u izuzetnim slučajevima izrazito gustog saobraćaja (kao što su saobraćajne gužve). Stoga se preporučuje implementacija mjera ublažavanja:

- > u poddomeni D od km 24+50 (završetak desne tunelske cijevi T-4) do km 26+300 (naselje Podgorani), ukupne dužine 2.250 m.
- > u poddomeni E od km 28+400 (nadvožnjak 3) do km 29+750 (naselje Humilišani), ukupne dužine 1.350 m.

Ukupne emisije CO i NO_x iz vozila na Koridoru tokom faze korištenja u jednoj godini predstavljaju povećanje od 0,044 kg po glavi stanovnika i 0,03 kg po glavi stanovnika, respektivno, u BiH. Poređenja radi, ove vrijednosti su manje od 0,08% ukupnih emisija CO i NO_x po glavi stanovnika u Sjedinjenim Državama.

10.4 Procjena mogućih utjecaja

Do utjecaja na kvalitet zraka dolazi tokom faze izgradnje i korištenja. Faza izgradnje je mnogo intenzivnija u smislu emisija zagađivača u poređenju sa fazom korištenja u kojoj su glavni izvor zagađenja emisije iz vozila koja saobraćaju na Koridoru.

U **fazi izgradnje**, glavni izvor potencijalno negativnog utjecaja na kvalitet zraka je priroda građevinskih radova i prisustvo građevinskih mašina na gradilištu. Faza izgradnje utiče na kvalitet zraka zbog:

- > Emisija građevinske prašine koja potiče od rukovanja zemljom, aktivnosti utovara, skladištenja materijala na licu mjesta, prevoza materijala na gradilištu, bušenja i kopanja (uključujući iskop zemljišta), kretanja preko neasfaltiranih cesta i prevoza materijala van gradilišta, polaganja asfalta i betona;
- > Emisija izduvnih gasova iz procesa sagorijevanja u generatorima i drugoj građevinskoj opremi/vozilima koji sadrže azotne okside (NO_x), sumpor dioksid (SO_2), ugljen monoksid (CO) i lebdeće čestice.

Opasnost od emisija prašine sa gradilišta koje utiče na kvalitet života i/ili ima zdravstvene ili ekološke posljedice povezana je sa²²:

- > preduzetim aktivnostima (zemljani radovi, broj vozila, itd.)
- > trajanjem ovih aktivnosti,
- > veličinom gradilišta,
- > meteorološkim uslovima (brzina vjetera, smjer i padavine),
- > udaljenošću receptora od aktivnosti,
- > adekvatnosti mjera ublažavanja koje se primjenjuju za smanjenje ili uklanjanje prašine,
- > osjetljivosti receptora na prašinu.

²² Institut za upravljanje kvalitetom zraka (2014) Smjernice za procjenu količine prašine koja nastaje kod rušenja i izgradnje, verzija 1.1., dostupno na <http://www.iaqm.co.uk/text/guidance/construction-dust-2014.pdf>

Na osnovu kriterija predstavljenih u *Smjernicama za procjenu količine prašine koja nastaje kod rušenja i izgradnje*, jačina utjecaja emisije prašine iz zemljanih radova, izgradnje i kretanja vozila je definisana kao visoka (Tabela 10-29)²³. Prevedeno u jačinu utjecaja, procjena rezultira ukupnom umjerenom jačinom utjecaja koja rezultira vidljivom promjenom, ali ne i temeljnom privremenom ili trajnom promjenom.

Tabela 10-29: Emisija prašine i jačina utjecaja

Aktivnost	Kriterij	Jačina emisija prašine	Jačina utjecaja
Zemljani radovi	> površina lokacije > 10.000 m² > tlo je potencijalno prašnjavo > 10 teških vozila u pokretu aktivno u svakom trenutku > ukupno premješteno materijala > 100.000 tona	Velika	Umjerena
Izgradnja	> površina lokacije > 10.000 m² > tlo je potencijalno prašnjavo > potencijalno prašnjav površinski materijal	Velika	
Kretanje vozila	> izlazak vozila > 3,5 t izlazaka svakog dana > potencijalno prašnjav površinski materijal > dužina neasfaltirane ceste je > 100 m	Velika	

Dva glavna receptora od značaja su:

- > „ljudski receptori“ koji se odnose na bilo koju lokaciju gdje osoba ili imovina mogu doživjeti nepovoljne efekte prašine u zraku ili prljavštine od prašine ili izloženosti PM₁₀ česticama tokom vremenskog perioda relevantnog za ciljeve očuvanja kvaliteta zraka i
- > „ekološki receptori“ koji se odnose na svako osjetljivo stanište pod utjecajem zaprašivanja. Oni uključuju direktan utjecaj, na vegetaciju ili vodene ekosisteme, taloženja prašine i indirektne utjecaje na faunu (npr. na staništa lešinara).

U području pod utjecajem projekta prisutne su obje vrste receptora.

Građevinski radovi će se izvoditi u neposrednoj blizini Konjica i privatnih kuća u naseljima Ovčari, Polje Bijela, Mladeškovići, Humilišani i Podgorani kao i u blizini termofilnih šuma u većem dijelu projektnog područja, poljoprivrednog zemljišta i vinograda.

Analiza osjetljivosti receptora uzima u obzir brojne faktore, kao što su:

²³ Ibid.

- > specifičnu osjetljivost receptora u tom području,
- > blizinu i broj tih receptora,
- > u slučaju PM₁₀, lokalnu pozadinsku koncentraciju,
- > faktore specifične za lokaciju, poput slabog prisustva prirodnih skloništa, poput drveća, radi smanjenja rizika od pojave prašine i jakih vjetrova.

Na osnovu kriterija predstavljenih u *Smjernicama za procjenu količine prašine koja nastaje kod rušenja i izgradnje*, osjetljivost utjecaja je definisana kao srednja (Tabela 10-30)²⁴.

Tabela 10-30: Emisija prašine i jačina utjecaja

Aktivnost	Kriterij	Osjetljivost receptora
Osjetljivost ljudi na efekat zaprašivanja	> Uživanje ugodnosti ne bi se opravdano očekivalo > Ne bi se moglo razumno očekivati da će se imovini ugroziti izgled, estetika ili vrijednost uslijed zaprljanosti > Očekuje se duža, neprekidna ili barem redovna prisutnost ljudi ili imovine, uključujući i usjeve, zbog redovne upotrebe zemljišta.	Srednja
Osjetljivost ljudi na zdravstvene efekte PM₁₀	> Lokacija na kojoj su izloženi ljudi i radnici tokom određenog perioda	Srednja
Osjetljivost receptora na ekološke efekte	> Mjesto s lokalnom oznakom na kojem izgled može biti pod utjecajem taloženja prašine > Potencijalni ekološki receptori nalaze se u blizini gradilišta	Srednja

U **fazi korištenja**, glavni uzrok potencijalnog negativnog utjecaja na kvalitet zraka je kretanje vozila na autocesti. Zbog toga se očekuje da će ovi utjecaji obuhvatiti smanjenje kvaliteta zraka zbog emisija izduvnih gasova iz procesa sagorijevanja u vozilima koja sadrže azotne okside (NO_x), sumporne okside (SO_x), ugljen monoksid (CO) i lebdeće čestice (PM).

Rezultati modeliranja su pokazali da:

- > Intenzitet emisija zagađivača u fazi izgradnje je veći nego u fazi korištenja gdje su glavni izvor zagađivača emisije iz saobraćaja na Koridoru. Posljedično, koncentracija zagađivača veća je tokom faze izgradnje.
- > Scenarij s vjetrom u fazi izgradnje najnepovoljniji je od svih u pogledu koncentracije zagađivača u naseljima i poljoprivrednim površinama. Tokom ovog scenarija, visoke vrijednosti koncentracije PM₁₀ pojavljuju se u

²⁴ Institut za upravljanje kvalitetom zraka (2014) Smjernice za procjenu količine prašine koja nastaje kod rušenja i izgradnje, verzija 1.1., dostupno na <http://www.iaqm.co.uk/text/guidance/construction-dust-2014.pdf>

području do 500 m od Koridora, a čak i građevinski radovi srednjeg intenziteta mogu dovesti do značajnog povećanja koncentracije PM_{10} u ovom području (od $30 \mu g/m^3$ do čak $150 \mu g/m^3$). Naseljena područja Konjica, Polja Bijela, Humilišani, Podgorani, Potoci, te poljoprivredna zemljišta u ovim naseljima izložena su najvećim vrijednostima koncentracije PM_{10} .

- > Tokom faze izgradnje u scenariju bez vjetra, zagađivači ne dopijevaju u naseljena područja ili poljoprivredno zemljište tokom prva 2 sata aktivnosti. Međutim, nakon 2-3 sata značajne vrijednosti zagađivača šire se prema naseljenim područjima i poljoprivrednim površinama, što rezultira povećanjem koncentracije PM_{10} od najmanje $30 \mu g/m^3$ kada se odvijaju građevinski radovi visokog intenziteta. Grad Konjic je u ovom scenariju najviše pogođeno područje.
- > Tokom scenarija vjetra u fazi korištenja očekuju se povećanje koncentracije PM_{10} od $10-30 \mu g/m^3$ u naselju Podgorani i Potoci u blizini Koridora. Međutim, prema rezultatima simulacije ne očekuje se prekoračenje EU ograničenja postavljenih za PM_{10} tokom scenarija bez vjetra. Budući da se poljoprivredno zemljište nalazi u blizini Koridora na ovim lokacijama, zagađenost usljed NO_x je realan scenarij u iznimnim slučajevima gustog saobraćaja (kao što su saobraćajne gužve).

Na osnovu rezultata simulacije, preporučuje se primjena strategije ublažavanja kao što je aktivno vlaženje tla na Koridoru kada su prisutni nepovoljni vremenski uslovi (prisutnost vjetra, niska vlažnost) i odvijaju se aktivnosti s intenzivnim emisijama na Koridoru. Mjesta na kojima se ove mjere trebaju provoditi navedena su u sljedećoj tabeli.

Tabela 10-31 u nastavku daje sažetak utjecaja i procjenu njihove važnosti na osnovu rezultata modeliranja.

Tabela 10-31: Sažetak potencijalnih utjecaja na kvalitet zraka i procjena njihovog značaja prije ublažavanja

Faza	Vrsta utjecaja	Negativa/ pozitivan	Jačina	Osjetljivost	Procjena utjecaja	Značaj (prije mjera ublažavanja)
Kvalitet zraka						
Predizgradnja	Zbog vremenskog razmaka između pripreme ove Studije i početka građevinskih radova, bit će potrebne ažurirane informacije o kvaliteti zraka kako bi se odredilo polazno stanje	Negativan	Umjerena	Srednja	Umjeren	Značajan
Izgradnja	Smanjenje kvaliteta zraka zbog: > Emisije građevinske prašine > Emisija izduvnih gasova procesa sagorijevanja iz generatora i drugih	Negativan	Umjerena	Srednja	Umjeren	Značajan

Faza	Vrsta utjecaja	Negativa/ pozitivan	Jačina	Osjetljivost	Procjena utjecaja	Značaj (prije mjera ublažavanja)
	građevinskih mašina /vozila.					
Korištenje	Smanjenje kvaliteta zraka zbog emisije izduvnih gasova vozila koja koriste autocestu	Negativan	Niska	Srednja	Nizak	Beznačajan

10.5 Mjere ublažavanja i poboljšanja

10.5.1 Faza predizgradnje

Tokom faze predizgradnje, zbog vremenskog raspona između pripreme ove Studije i početka građevinskih radova, bit će potrebne ažurirane informacije o kvaliteti zraka u projektnim područjima kako bi se odredilo polazno stanje. Stoga se predlažu sljedeće mjere ublažavanja i poboljšanja za rješavanje potencijalnog utjecaja na kvalitetu zraka:

- > Ponoviti analizu kvaliteta zraka u projektnom području, ako je moguće u dva godišnja doba (ljetno i zima).

10.5.2 Faza izgradnje

Povećane emisije u zrak usljed građevinskih radova

Plan upravljanja okolišem i društvom u toku izgradnje (PUODI) treba sadržavati poglavlje koje se odnosi na kvalitet zraka:

- > identificiranje svih izvora emisija u zrak uključujući građevinske aktivnosti na izgradnji autoceste, postrojenja za proizvodnju betona i asfalta, nabavku i transport građevinskih materijala i druga postrojenja koja proizvode emisije,
- > identificiranje svih vrsta emisija iz svakog izvora,
- > detalje mjera ublažavanja za svaki izvor,
- > konkretnu lokaciju i raspored gdje će se takve mjere implementirati da se umanje utjecaji na osjetljive receptore zbog odvijanja građevinskih radova (vidjeti tabelu 10-32 za detalje)
- > monitoring i izvještavanje.

Specifične mjere ublažavanja će uključiti ali ne i ograničiti se na sljedeće:

- > za prašinu od građevinskih aktivnosti, implementirati raspored aktivnog vlaženja na Koridoru kada su nepovoljni vremenski uslovi (prisustvo vjetra, niska vlažnost) i kada se odvijaju aktivnosti koje su intenzivne u smislu emisija. Aktivno vlaženje će se izvoditi prema rasporedu datom u tabeli 10-32.
- > izbjegavati prekomjerno zalijevanje da se ne bi stvorilo blato,
- > zemljane radove treba obustaviti kada brzina vjetra prelazi 20 km/h na područjima unutar 500 m od bilo kojeg naselja,
- > provođenje redovnog programa za održavanje i popravak vozila da se smanje emisije u zrak,
- > nisu dopuštena vozila i oprema koja emituje dim te se moraju ili popraviti ili ukloniti,
- > poduzeti hitne popravke svih neispravnih građevinskih vozila i opreme,
- > koristiti građevinsku opremu i vozila koja zadovoljavaju domaće standarde o emisijama,
- > gdje god je to moguće, koristiti opremu na električni pogon, umjesto opreme na plin ili dizel,

- > dati prednost mašinama koje štede gorivo,
- > osigurati da su sve dizelske i benzinske mašine opremljene katalizatorima,
- > postaviti sve stacionarne izvore emisija (npr. mobilne dizel generatore, kompresore itd.) dovoljno daleko, u mjeri u kojoj je to praktično, od osjetljivih receptora,
- > omogućiti opremu za pranje kamiona na portalima tunela i gradilištima vijadukata kako bi se spriječilo raznošenje blata i prašine iz kamiona; nadzemna opcija se smatra prioritetom,
- > postrojenje za drobljenje kamena treba biti opremljeno vodenim prskalicama koje rade kontinuirano dok postrojenje radi,
- > ako prskalice prestanu sa radom, postrojenje će također prestati s radom dok prskalice ne rade,
- > otjecanje vode iz sistema prskalica ne smije se direktno ispuštati u površinske vodotoke, a da prethodno ne prođe prečišćavanje mulja ili nekim drugim odgovarajućim uređajem da bi se spriječila siltacija površinskih voda,
- > emisije iz cestovnih i terenskih vozila trebaju biti u skladu sa domaćim ili regionalnim programima,
- > bez obzira na veličinu ili vrstu vozila, vlasnici i operatori trebaju provoditi preporučene programe održavanja motora vozila proizvođača,
- > specijalisti za zdravlje i sigurnost trebali bi rutinski upućivati vozače o prednostima vozačkih praksi koje smanjuju i rizik od nesreća i potrošnju goriva, uključujući izmjereno ubrzanje i vožnju unutar sigurnog ograničenja brzine,
- > provođenje redovnog programa za održavanje i popravak vozila,
- > transportne trake (npr. kod postrojenja za doziranje i drobljenje stijena) moraju biti opremljene vjetrobranim, a mjesta za prenos na transportnim trakama i mjesta za pražnjenje spremnika moraju biti zatvoreni kako bi se smanjila emisija prašine,
- > svi kamioni koji se koriste za prevoz materijala bit će prekriveni platnenim ceradama.

10.5.3 Faza korištenja

Mjere ublažavanja i poboljšanja za rješavanje potencijalnih utjecaja na kvalitetu zraka koji dovode do manjih utjecaja tokom faze korištenja navedene u tabeli 10-31 gore su:

Ako mjerenje standardnih parametara kvaliteta zraka pokaže da vrijednosti prelaze maksimalno dopuštene vrijednosti propisane domaćim propisima, moraju se poduzeti sljedeće mjere zaštite:

- > izgradnja prepreka za sprečavanje širenja zagađivača; najbolje su širokolisne zelene biljke,
- > ako ovo nije dovoljna zaštita ili ove biljne vrste ne mogu rasti na projektnom području, prihvatljive su i umjetne barijere, npr. bukobrani također sprječavaju širenje zagađenja zraka, a njihova učinkovitost ovisi o njihovoj visini (vidi tabelu 10-32 za detalje).

Tabela 10-32: Lokacije na trasi gdje treba primijeniti strategije ublažavanja

#	Dionica Koridora					Strategija ublažavanja	Scenarij za koji treba preduzeti mjere	Situacije kada treba primijeniti strategiju ublažavanja	Faza tokom koje treba preduzeti mjere
	Početna tačka		Završna tačka		Dužina [m]				
	Putna oznaka [km]	Geografska referenca	Putna oznaka [km]	Geografska referenca					
1	1+100	Kraj vijadukta br. 2	1+800	Ulaz u tunel T-1	700	Vlaženje tla	S vjetrom	Za vrijeme prisutnosti SI vjetra, meteorološki uslovi niske vlažnosti	Izgradnja
2	0+900	100 m prije vijadukta br. 2	1+800	Ulaz u tunel T-1	900	Vlaženje tla	Bez vjetra	Tokom prva 4 sata aktivnosti, u slučaju suhih meteoroloških uslova s niskom vlagom	Izgradnja
3	3+800	Kraj tunela T-2	5+400	Polje Bijela	1600	Vlaženje tla	S vjetrom	Za vrijeme prisutnosti SI vjetra, meteorološki uslovi niske vlažnosti	Izgradnja
4	3+800	Kraj tunela T-2	4+800	Polje Bijela	1100	Vlaženje tla	Bez vjetra	Tokom prva 3 sata aktivnosti, u slučaju suhih meteoroloških uslova s niskom vlagom	Izgradnja
5	24+750	Kraj tunela T-4	25+450	Početak vijadukta	700	Vlaženje tla	S vjetrom	Za vrijeme prisutnosti SI vjetra, meteorološki uslovi niske vlažnosti	Izgradnja
6	29+150	Nadvožnjak Humilišani	30+000	Humilišani	850	Vlaženje tla	S vjetrom	Za vrijeme prisutnosti SI vjetra, meteorološki uslovi niske vlažnosti	Izgradnja
7	30+900	Humilišani	31+900	Ulaz u tunel T-5	1000	Vlaženje tla	S vjetrom	Za vrijeme prisutnosti SI vjetra, meteorološki uslovi niske vlažnosti	Izgradnja
8	34+750	Kraj tunela T-5	35+100	Petlja Mostar sjever (kraj dionice)	350	Vlaženje tla	S vjetrom	Za vrijeme prisutnosti SI vjetra, meteorološki uslovi niske vlažnosti	Izgradnja
9	Konjička obilaznica – od km 0+000 do km 1+000					Vlaženje tla	S vjetrom	Za vrijeme prisutnosti SI vjetra, meteorološki uslovi niske vlažnosti	Izgradnja

SLUŽBENA UPOTREBA

COWI | IPF

INSTRUMENT ZA INFRASTRUKTURNE PROJEKTE – TEHNIČKA POMOĆ 8 (IPF8) – TA2018148 R0 IPA
STUDIJA O PROCJENI UTJECAJA NA OKOLIŠ I DRUŠTVO – POGLAVLJE 10 KVALITET ZRAKA

69

#	Dionica Koridora					Strategija ublažavanja	Scenarij za koji treba preduzeti mjere	Situacije kada treba primijeniti strategiju ublažavanja	Faza tokom koje treba preduzeti mjere
	Početna tačka		Završna tačka		Dužina [m]				
	Putna oznaka [km]	Geografska referenca	Putna oznaka [km]	Geografska referenca					
10	Konjička obilaznica – od km 0+000 do km 1+000					Vlaženje tla	Bez vjetra	Tokom prva 4 sata aktivnosti, u slučaju suhih meteoroloških uslova s niskom vlagom	Izgradnja
11	Spojna cesta s petljom Ovčari – od km 0+000 do km 0+400					Vlaženje tla	S vjetrom	Za vrijeme prisutnosti SI vjetra, meteorološki uslovi niske vlažnosti	Izgradnja
12	Spojna cesta s petljom Ovčari – od km 0+000 do km 1+000					Vlaženje tla	Bez vjetra	Tokom prva 4 sata aktivnosti, u slučaju suhih meteoroloških uslova s niskom vlagom	Izgradnja
13	24+750	Kraj tunela T-4	25+450	Kraj vijadukta	700	Izgradnja barijera za sprečavanje širenja zagađenja	Sa i bez vjetra	Stalna prisutnost okomitih čvrstih prepreka uz cestu visine najmanje 3 m, s desne strane autoceste što je dopušteno bliže površini ceste.	Korištenje
14	29+150	Nadvožnjak Humilišani	30+000	Humilišani	850	Izgradnja barijera za sprečavanje širenja zagađenja	Sa i bez vjetra	Stalna prisutnost okomitih čvrstih prepreka uz cestu visine najmanje 3 m, s desne strane autoceste što je dopušteno bliže površini ceste.	Korištenje
15	30+900	Humilišani	32+400	Ulaz u tunel T-5	1500	Izgradnja barijera za sprečavanje širenja zagađenja	Sa i bez vjetra	Stalna prisutnost okomitih čvrstih prepreka uz cestu visine najmanje 3 m, s desne strane autoceste što je dopušteno bliže površini ceste.	Korištenje