



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana

ELABORAT O DOLOČITVI VPLIVNEGA OBMOČJA ZA LAFARGE CEMENT D.O.O.

Študija št.: 2131

Ljubljana, februar 2012



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana

ELABORAT O DOLOČITVI VPLIVNEGA OBMOČJA ZA LAFARGE CEMENT D.O.O.

Študija št.: 2131

Direktor:

Ljubljana, februar 2012

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



ELEKTROINŠTITUT MIŁAN VIDMAR

SI - 1000 Ljubljana, Hajdrihova 2

tel. +386 (0)1 474 3601

fax. +386 (0)1 425 3326

www.eimv.si

info@eimv.si

Oddelek za okolje

© *Elektroinštitut Milan Vidmar, 2012*

Vse pravice pridržane. Nobenega dela dokumenta se brez poprejšnjega pisnega dovoljenja avtorja ne sme ponatisniti, razmnoževati, shranjevati v sistemu za shranjevanje podatkov ali prenašati v kakršnikoli obliki ali s kakršnimikoli sredstvi. Objavljanje rezultatov dovoljeno le z navedbo vira.

| | |
|----------------------------|--|
| Izvajalec: | ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo Ljubljana, Hajdrihova 2 |
| Naročnik(i): | LAFARGE CEMENT d.o.o. Kolodvorska cesta 5, 1420 TRBOVLJE |
| Številka pogodbe: | - |
| Številka študije: | 2131 |
| Naslov študije: | ELABORAT O DOLOČITVI VPLIVNEGA OBMOČJA ZA LAFARGE CEMENT D.O.O. |
| Nosilec pogodbe izvajalca: | mag. Rudi VONČINA, univ. dipl. inž. el. |
| Izdelovalci študije: | mag. Rudi VONČINA, univ. dipl. inž. el., Matic IVANČIČ, univ. dipl. meteorol. |
| Sodelovali: | Damjan KOVAČIČ, dipl. san. inž., Roman KOCUVAN, univ. dipl. inž. el. Damjan HOHNEC, gim. mat. |
| Spremljevalci: | Milivoj RADAK, univ. dipl. prav. |
| Obseg študije: | XIV, 46 strani, 52 slik, 24 tabel, 6 prilog |
| Datum izdelave: | februar 2012 |

POVZETEK

Določitev vplivnega območja naprave zaradi njenega obratovanja je potrebna na podlagi Zakona o varstvu okolja. Na področju kakovosti zunanjega zraka se vplivno območje določi na osnovi modelsko pridobljenih rezultatov širjenja onesnaženja v zunanjem zraku. Nabor in priprava vhodnih podatkov, za zakonsko skladno modeliranje kakovosti zraka, se izdelata na enak način kot ocena dodatne obremenitve zunanjega zraka, kar pomeni, da je potrebno ovrednotiti najvišji možen vpliv naprave. V študiji je bil pripravljen modelski izračun širjenja onesnaženja v zunanjem zraku iz podjetja Lafarge Cement d.o.o. za obdobje od 1.12.2010 do 1.12.2011, hkrati pa je bil izdelan pregled drugih izračunov širjenja onesnaženja, ki se navezujejo na obratovanje omenjenega podjetja. Iz rezultatov modelskih izračunov širjenja onesnaženja je razvidno vplivno območje podjetja.

Ključne besede: Vplivno območje, emisije snovi v zrak, kakovost zunanjega zraka, modeliranje kakovosti zunanjega zraka.

ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Hajdrihova 2, Ljubljana

Predmet: ŠTUDIJSKA NALOGA

Naslov naloge: ELABORAT O DOLOČITVI VPLIVNEGA OBMOČJA ZA LAFARGE CEMENT D.O.O.

Utemeljitev naloge:

Po 2. in 3. odstavku 70. člena Zakona o varstvu okolja se k vlogi za pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja priloži elaborat o določitvi vplivnega območja, na katerem je mogoče pričakovati, da bo obratovanje naprave povzročilo obremenitev okolja, ki lahko vpliva na zdravje ali premoženje ljudi. Vplivno območje se določi na podlagi modelskega izračuna širjenja onesnaženja v zunanjem zraku.

Program naloge:

1. Priprava potrebnih vhodnih meteoroloških in emisijskih podatkov.
2. Izračun širjenja onesnaženja v zunanjem zraku in ocena dodatne obremenitve.
3. Priprava ocene vplivnega območja.

Uporabniki rezultatov naloge:

Lafarge Cement d.o.o.

Obveznosti naročnika:

Naročnik omogoči izvajalcu vpogled v vso potrebno dokumentacijo, s katero razpolaga, ter zagotovi osebo, ki bo spremljala izvedbo storitve.

VSEBINA

| | |
|--|-----------|
| UVOD..... | 1 |
| 1 PODLAGE ZA MODELIRANJE | 3 |
| 1.1 POVZETEK ZAKONODAJE..... | 3 |
| 1.2 MODELIRANJE DISPERZIJE ONESNAŽEVAL | 5 |
| 1.2.1 Stabilnost atmosfere | 5 |
| 1.2.2 Temperaturna inverzija | 6 |
| 1.2.3 Dimni dvig..... | 7 |
| 1.2.4 Lagrangeev model disperzije | 8 |
| 1.2.5 Opis uporabljenega modela | 11 |
| 1.2.6 Razmerje med NO_2 in NO_x | 12 |
| 2 STANJE OKOLJA NA OBMOČJU VREDNOTENJA PODJETJA LAFARGE | 15 |
| 2.1 METEOROLOŠKE RAZMERE..... | 15 |
| 2.2 MERITVE KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA..... | 15 |
| 2.3 EMISIJA ODPADNIH SNOVI V ZRAK IZ PODJETJA LAFARGE | 17 |
| 2.4 EMISIJA SNOVI V ZRAK ZARADI SOSEŽIGA ODPADKOV NA LOKACIJI LAFARGE CEMENT | 18 |
| 2.5 EMISIJE ODPADNIH SNOVI V ZRAK IZ VSEH VIROV ONESNAŽEVANJA NA OBMOČJU ZASAVJA | 19 |
| 2.6 VPLIV ONESNAŽENJA V ZUNANJEM ZRAKU NA ZDRAVJE LJUDI | 21 |
| 3 REZULTATI MODELIRANJA ŠIRJENJA ONESNAŽENJA V ZUNANJEM ZRAKU V OKOLICI PODJETJA LAFARGE..... | 25 |
| 3.1 IZRAČUN OB PREDPOSTAVKI CELOLETNEGA OBRATOVANJA..... | 26 |
| 3.1.1 Prostorska slika širjenja onesnaženja..... | 26 |
| 3.1.2 Ocena in analiza dodatne obremenitve | 31 |
| 3.2 IZRAČUN ŠIRJENJA ONESNAŽENJA NA PODLAGI IZMERJENEGA ČASOVNEGA NIZA EMISIJE | 32 |
| 4 DOLOČITEV VPLIVNEGA OBMOČJA | 37 |
| 4.1 VPLIVNO OBMOČJE, DOLOČENO Z MODELOM SCREEN 3 V LETU 2007..... | 37 |
| 4.2 VPLIVNO OBMOČJE NA PODLAGI IZRAČUNA PODJETJA MEIS..... | 38 |
| 4.3 VPLIVNO OBMOČJE NA PODLAGI IZRAČUNA Z MODELOM CALPUFF..... | 39 |

| | |
|---|-------------|
| ZAKLJUČKI | 43 |
| LITERATURA | 45 |
| PRILOGA A: MERITVE KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA V ZASAVJU | I |
| PRILOGA B: VIŠJA EMISIJA NO_x | III |
| PRILOGA C: MODELSKI IZRAČUN BREZ RAZPRŠENE EMISIJE | VII |
| PRILOGA D: MODELSKI IZRAČUN ZA OSTALA ONESNAŽEVALA | IX |
| PRILOGA E: PRIKAZ VPLIVNEGA OBMOČJA IN OBMOČJA POVIŠANIH KONCENTRACIJ NA 3D TERENU | XVII |
| PRILOGA F: PARCELE NA VPLIVNEM OBMOČJU | XXI |

Kazalo slik

| | | |
|-------------|--|----|
| Slika 1.1: | Primer radio-sondažne meritve za dan 16. januar leta 2009 ob polnoči [18]. | 6 |
| Slika 1.2: | Primer naključne hoje treh sprehodov s 1000 koraki [15]. | 8 |
| Slika 1.3: | Princip delovanja Lagrangeevega delčnega modela [15]. | 10 |
| Slika 1.4: | Delovanje Lagrangeevega paketnega modela [15]. | 11 |
| Slika 1.5: | Izmerjeno razmerje med NO_2 in NO_x ter krivulja, ki je bila vgrajena v model CALPUFF. | 13 |
| Slika 2.1: | Viri emisije SO_2 v Zasavju [29]. | 20 |
| Slika 2.2: | Viri emisije NO_x v Zasavju [29]. | 20 |
| Slika 2.3: | Viri emisije trdnih delcev v Zasavju [29]. | 21 |
| Slika 2.4: | Viri emisije benzena v Zasavju [29]. | 21 |
| Slika 3.1: | Izračunana povprečna letna koncentracija NO_x ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo. | 27 |
| Slika 3.2: | Izračunana povprečna letna koncentracija NO_2 ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo. | 28 |
| Slika 3.3: | Izračunana najvišja urna koncentracija NO_2 ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo. | 28 |
| Slika 3.4: | Izračunana povprečna letna koncentracija delcev PM_{10} ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo. | 29 |
| Slika 3.5: | Izračunana najvišja dnevna koncentracija delcev PM_{10} ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo. | 29 |
| Slika 3.6: | Izračunano število prekoračitev mejne dnevne koncentracije PM_{10} ob predpostavki o celoletnem, enakomernem obratovanju podjetja z najvišjo dovoljeno emisijo. | 30 |
| Slika 3.7: | Izračunana povprečna letna koncentracija benzena ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo. | 30 |
| Slika 3.8: | Izračunana povprečna letna koncentracija NO_2 ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije na odvodniku N1. | 33 |
| Slika 3.9: | Izračunana najvišja urna koncentracija NO_2 ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije na odvodniku N1. | 33 |
| Slika 3.10: | Izračunana povprečna letna koncentracija NO_x ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije na odvodniku N1. | 34 |
| Slika 3.11: | Izračunana povprečna letna koncentracija PM_{10} ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije na odvodniku N1. | 34 |
| Slika 3.12: | Izračunana najvišja dnevna koncentracija PM_{10} ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije na odvodniku N1. | 35 |
| Slika 4.1: | Izračun širjenje onesnaženja NO_2 z Gaussovimi modelom SCREEN 3 iz leta 2007 [27]. | 37 |

| | | |
|-------------|--|------|
| Slika 4.2: | Izračunane najvišje urne koncentracije NO ₂ , pripravljene s strani podjetja MEIS [28]..... | 38 |
| Slika 4.3: | Izračunane najvišje dnevne koncentracije delcev PM ₁₀ , pripravljene s strani podjetja MEIS [28]. | 39 |
| Slika 4.4: | Vplivno območje LC, določeno na podlagi izračuna povprečne letne koncentracije delcev PM ₁₀ v zunanjem zraku..... | 40 |
| Slika 4.5: | Vplivno območje LC, določeno na podlagi izračunanega števila več kot 35 preseganj mejne dnevne koncentracije delcev PM ₁₀ v zunanjem zraku..... | 40 |
| Slika 4.6: | Območje povišanih koncentracij podjetja LC, določeno na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO ₂ z modelom CALPUFF v letu 2011..... | 41 |
| Slika 4.7: | Območje povišanih koncentracij podjetja LC, določeno na podlagi izračuna najvišje dnevne koncentracije delcev PM ₁₀ z modelom CALPUFF v letu 2011..... | 42 |
| Slika 4.8: | Izračunana povprečna letna koncentracija NO _x ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju LC z emisijo NO _x enako 800 mg/m ³ | iii |
| Slika 4.9: | Izračunana povprečna letna koncentracija NO ₂ ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju LC z emisijo NO _x enako 800 mg/m ³ | iv |
| Slika 4.10: | Izračunana najvišja urna koncentracija NO ₂ ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju LC z emisijo NO _x enako 800 mg/m ³ | iv |
| Slika 4.11: | Ocena območja povišanih koncentracij na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO ₂ ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju LC z emisijo NO _x enako 800 mg/m ³ | v |
| Slika 4.12: | Izračunane povprečne letne koncentracije delcev PM ₁₀ ob upoštevanju samo emisije iz vseh odvodnikov odpadnih dimnih plinov iz table 2.5 in ob predpostavki o celoletnem, enakomernem obratovanju..... | vii |
| Slika 4.13: | Izračunane najvišje dnevne koncentracije delcev PM ₁₀ ob upoštevanju samo emisije iz vseh odvodnikov odpadnih dimnih plinov iz table 2.5 in ob predpostavki o celoletnem, enakomernem obratovanju..... | viii |
| Slika 4.14: | Povprečna letna koncentracija SO ₂ , izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo SO ₂ | ix |
| Slika 4.15: | Najvišja urna koncentracija SO ₂ , izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo SO ₂ | x |
| Slika 4.16: | Najvišja dnevna koncentracija SO ₂ , izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo SO ₂ | x |
| Slika 4.17: | Povprečna letna koncentracija Cd in Tl skupaj, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo, ki velja za vsoto Cd in Tl..... | xi |
| Slika 4.18: | Povprečna letna koncentracija klora in hlapnih kloridov, izraženih kot HCl, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo HCl..... | xii |
| Slika 4.19: | Povprečna letna koncentracija flora in njegovih hlapnih spojin, izraženih kot HF, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo HF..... | xii |

| | | |
|-------------|--|-------|
| Slika 4.20: | Povprečna letna koncentracija živega srebra in njegovih spojin, izraženih kot Hg, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo Hg..... | xiii |
| Slika 4.21: | Povprečna letna koncentracija vsote PCDD in PCDF, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo teh dveh onesnaževal..... | xiii |
| Slika 4.22: | Povprečna letna koncentracija vsote As, Sb, Cr, Cu, Mn, V, Pb, CO in Ni, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo. | xiv |
| Slika 4.23: | Povprečna letna koncentracija celotne organske snovi (TOC), izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo TOC. | xiv |
| Slika 4.24: | Pogled proti severu na vplivno območje LC, določeno na podlagi izračuna povprečne letne koncentracije delcev PM ₁₀ [31]. | xvii |
| Slika 4.25: | Pogled proti severu na vplivno območje LC, določeno na podlagi izračuna več kot 35 preseganj mejne dnevne koncentracije delcev PM ₁₀ [31]. | xviii |
| Slika 4.26: | Pogled proti severu na območje povišanih koncentracij LC, določeno na podlagi izračuna najvišje dnevne koncentracije delcev PM ₁₀ [31]..... | xviii |
| Slika 4.27: | Pogled proti severu na območje povišanih koncentracij LC, določeno na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO ₂ ob upoštevanju, da LC celo leto obratuje z mejno emisijsko koncentracijo NO _x enako 500 mg/m ³ [31]. | xix |
| Slika 4.28: | Pogled proti zahodu na območje povišanih koncentracij LC, določeno na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO ₂ ob upoštevanju, da LC celo leto obratuje z mejno emisijsko koncentracijo NO _x enako 500 mg/m ³ [31]. | xix |
| Slika 4.29: | Pogled proti severu na območje povišanih koncentracij LC, določeno na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO ₂ ob upoštevanju, da LC celo leto obratuje z mejno emisijsko koncentracijo NO _x enako 800 mg/m ³ [31]. | xx |
| Slika 4.30: | Pogled proti zahodu na območje povišanih koncentracij LC, določeno na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO ₂ ob upoštevanju, da LC celo leto obratuje z mejno emisijsko koncentracijo NO _x enako 800 mg/m ³ [31]. | xx |
| Slika 4.31: | Vplivno območje, prikazano na Atlasu okolja [32]. | xxi |

Kazalo tabel

| | | |
|-------------|---|------|
| Tabela 1.1: | Mejne in alarmne vrednosti onesnaževal zunanjega zraka, namenjene varovanju zdravja ljudi, ter dovoljeno število preseganj mejne vrednosti..... | 3 |
| Tabela 1.2: | Kritične vrednosti za varstvo rastlin..... | 4 |
| Tabela 1.3: | Vrednosti ocenjevalnih pragov..... | 4 |
| Tabela 1.4: | Delitev stabilnosti atmosfere v Pasquill – Turnerjeve razrede..... | 5 |
| Tabela 2.1: | Meritve kakovosti zunanjega zraka in ocena celotne obremenitve z NO ₂ in NO _x v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011..... | 16 |
| Tabela 2.2: | Meritve SO ₂ in ocena celotne obremenitve v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011..... | 16 |
| Tabela 2.3: | Meritve kakovosti zunanjega in ocena celotne obremenitve z delci PM ₁₀ v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011..... | 16 |
| Tabela 2.4: | Meritve kakovosti zunanjega in ocena celotne obremenitve z benzenom v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011..... | 16 |
| Tabela 2.5: | Lokacija in dimenzije odvodnikov podjetja LC..... | 17 |
| Tabela 2.6: | Najvišje emisije..... | 17 |
| Tabela 2.7: | Mejne emisijske koncentracije..... | 17 |
| Tabela 2.8: | Primerjava mejnih emisijskih koncentracij, ki veljajo za cementarno in mejnih emisijskih koncentracij za cementarno, ki uporablja tudi sosežig odpadkov..... | 19 |
| Tabela 2.9: | Seznam glavnih odpravljevih dejavnikov tveganja, ki prispevajo k umrljivosti zaradi raka [24]. | 22 |
| Tabela 3.1: | Izračunane vrednosti v točki z najvišjo vrednostjo v prostoru..... | 31 |
| Tabela 3.2: | Ocena dodatne obremenitve za podjetje LC..... | 32 |
| Tabela 3.3: | Izračunane koncentracije v točki z najvišjo vrednostjo pri izračunih z upoštevanjem izmerjenega časovnega niza emisije..... | 35 |
| Tabela 4.1: | Lokacije avtomatskih merilnih postaj v Zasavju..... | i |
| Tabela 4.2: | Rezultati meritev SO ₂ v zunanjem zraku na območju Zasavja za obdobje od 1.12.2010 do 1.12.2011..... | i |
| Tabela 4.3: | Rezultati meritev NO ₂ in NO _x v zunanjem zraku na območju Zasavja v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011..... | ii |
| Tabela 4.4: | Rezultati meritev delcev PM ₁₀ v zunanjem zraku na območju Zasavja v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011..... | ii |
| Tabela 4.5: | Najvišje izračunane vrednosti v točki z najvišjo vrednostjo ob predpostavki celoletnega obratovanja LC z emisijsko koncentracijo NO _x enako 800 mg/m ³ | v |
| Tabela 4.6: | Izračunane koncentracije delcev PM ₁₀ v točki z najvišjo vrednostjo v prostoru ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju in neupoštevanju razpršene emisije prašnih delcev..... | viii |

| | | |
|-------------|--|----|
| Tabela 4.7: | Izračunane koncentracije SO ₂ v točki z najvišjo vrednostjo v prostoru..... | xi |
| Tabela 4.8: | Izračunane povprečne letne vrednosti v točki prostora, kjer se je v izračunih pojavila najvišja vrednost. | xv |

SEZNAM KRATIC

| | |
|----------------|--|
| LC | Lafarge Cement d.o.o. |
| MV | mejna vrednost |
| N | število preseganj mejne vrednosti |
| SOP | spodnji ocenjevalni prag |
| ZOP | zgornji ocenjevalni prag |
| ARSO | Agencija republike Slovenije za okolje |
| MEIS | MEIS storitve za okolje d.o.o. |
| OVD | Okoljevarstveno dovoljenje |
| ZVO | Zakon o varstvu okolja |
| ZZV | Zavod za zdravstveno varstvo |
| WHO | World Health Organization (Slo: Svetovna zdravstvena organizacija) |
| ENERGIS | Inštitut za energetiko Energis |
| TET | Termoelektrarna Trbovlje d.o.o. |
| UPB | Uradno prečiščeno besedilo |

UVOD

Skladno z *Uredbo o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega* (Ur. l. RS, št. 97/04, 71/07, 122/07) [2] (v nadaljevanju *Uredba* [2]), je upravljavec Lafarge Cement d.o.o. (v nadaljevanju LC), v postopku pridobivanja okoljevarstvenega dovoljenja (v nadaljevanju OVD), za napravo za proizvodnjo cementnega klinkerja v rotacijskih pečeh v letu 2007 predložil upravnemu organu ARSO *Elaborat o določitvi vplivnega območja za cementarno Lafarge Cement d.d. za leto 2007* [27]. V omenjenemu elaboratu so bili predstavljeni rezultati pridobljeni na podlagi izračuna z Gaussovimi disperzijskimi modeli SCREEN 3 in določeno je bilo območje, kjer se lahko pojavljajo preseganja mejnih vrednosti onesnaževal v zunanjem zraku. Na podlagi teh rezultatov je bilo ugotovljeno, da so možna preseganja urnih koncentracij NO₂ v radiju 500 m od središča odvodnika odpadnih dimnih plinov iz naprave. Ta radij je bil kasneje uporabljen v upravnem postopku za določitev strank v postopku, skladnem s 73. členom *Zakona o varstvu okolja* (Ur. l. RS 39/2006-UPB1, 70/2008, 108/2009) [1] (v nadaljevanju ZVO).

V istem letu, kot je bil izdelan elaborat [27], je v slovenskem pravnem redu začela veljati *Uredba emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja* (Ur. l. RS 31/2007, 70/2008, 61/2009) [3] (v nadaljevanju *Uredba* [3]). V tej uredbi je določeno, da je za izračun širjenja onesnaženja v zunanjem zraku nad kompleksnim terenom potrebno uporabiti zmogljivejše mednarodno uveljavljene in validirane modele, ki lahko glede na kompleksnost situacije upoštevajo večje število merilnih mest za opis meteorološke situacije. V 50. členu *Uredbe* [3] je definirano, da določila te uredbe v povezavi z kakovostjo zunanjega zraka za obstoječe naprave začnejo veljati šele po datumu 31.7.2011.

Pri izdelavi nove študije v tem dokumentu so se upoštevala navodila iz *Uredbe* [3]. Uporabljen je bil Lagrangeev model CALPUFF [21], ki je namenjen modeliranju širjenja onesnaženja nad kompleksnim terenom, saj pri pripravi vetrovnih polj lahko upošteva meteorološke podatke iz več postaj in vertikalne profile meteoroloških podatkov.

Zaradi določil *Uredbe* [3] so morali upravljavci obstoječih naprav do datuma 31.7.2011 priložiti ocene obremenitve zunanjega zraka, ki so bile naložene upravljavcem v že izdanih okoljevarstvenih dovoljenjih. Ocena dodatne obremenitve zunanjega zraka za napravo za proizvodnjo cementnega klinkerja v rotacijskih pečeh podjetja LC je bila predložena upravnemu organu z dokumentom *Poročilo o dodatni obremenitvi zunanjega zraka in analizi obremenitve na območju vrednotenja: Rezultati modeliranja in analize koncentracij onesnaževal v zunanjem zraku za Lafarge Cement d.o.o.* [28]. Rezultati slednjega dokumenta so v nadaljevanju tudi upoštevani v tem elaboratu, ki se nanaša na določitev vplivnega območja za področje kakovosti zunanjega zraka.

Določitev vplivnega območja naprave je definirano v 70. členu ZVO, kjer je vplivno območje opredeljeno kot območje, na katerem je mogoče pričakovati, da bo obratovanje naprave povzročilo obremenitev okolja, ki lahko vpliva na zdravje ali premoženje ljudi. Metodologija določitve vplivnega območja v slovenskem pravnem redu ni natančno določena, zato smo mejo, kjer lahko pride do vpliva na zdravje ljudi, določili tam, kjer se pojavlja čezmerno onesnaženje zunanjega zraka.

ZVO definira "čezmerno obremenitev okolja" kot obremenitev, ki presega mejne vrednosti emisije, standarde kakovosti okolja, pravila ravnanja ali dovoljeno rabo naravne dobrine. V danem primeru so mejne vrednosti za posamezno onesnaževalo zunanjega zraka določene v *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka* (Ur. l. RS 9/2011) [4] (v nadaljevanju *Uredba* [4]). Nekatere mejne koncentracije so lahko presežene, število teh preseganj pa je ravno tako predpisano v *Uredbi* [4].

Vplivno območje naprave se določi na podlagi modelskega izračuna širjenja onesnaženja v zunanjem zraku. Modeliranje širjenja onesnaženja v zunanjem zraku je kompleksno in potrebno se je zavedati potencialne nezanesljivosti modelskega izračuna. Dopustna negotovost modelskih rezultatov je predpisana v *Pravilniku o*

ocenjevanju kakovosti zunanjskega zraka (Ur. l. RS 55/2011) [5] (v nadaljevanju pravilnik [5]) in izvira iz *Direktive o kakovosti zunanjskega zraka in čistejšem zraku za Evropo* (UL. L. št. 152/1, z dne 11.6.2008) [7] (v nadaljevanju Direktiva [7]). Negotovost lahko znaša 50 % za izračun urnih vrednosti. Drugi dejavnik, ki vpliva na določitev vplivnega območja je dejstvo, da se meteorološke razmere vseskozi spreminjajo. Zajem različnih meteoroloških situacij daje različne rezultate, kot to kažejo izračuni širjenja onesnaženja v istem območju obravnave za različna časovna obdobja.

Poleg vplivnega območja je smiselno določiti tudi območje povišanih koncentracij, na katerem se v modelskih izračunih pojavljajo koncentracije, ki so višje od zgornjega ocenjevalnega pragu. Ker za to območje obstaja povišana verjetnost za onesnaženje zunanjskega zraka, predvsem zaradi kumulativnega vpliva onesnaženja v Zasavju, je na njem treba nadzirati stanje kakovosti zunanjskega zraka. Nadzor pomeni meritve celotne obremenitve zunanjskega zraka in prilagajanja obratovanja naprav aktualnim meteorološkim razmeram. Mora biti vzpostavljeno sooblikovanje ukrepov za zagotavljanje kakovosti zraka kot celotne obremenitve, kar je tudi cilj 2. člena ZVO.

Izdaja OVD določa pogoje obratovanja in zagotavlja varstvo zdravja okoliškega prebivalstva. Pogoji in omejitve za obratovanje industrijskih naprav zagotavljajo, da te med drugim ne povzročajo čezmernega onesnaženja zunanjskega zraka v svoji okolici. Če bi naprava s svojim obratovanjem povzročala čezmerno onesnaženje zunanjskega zraka, je po 15. členu ZVO takšen poseg v okolje nedopusten. Meja čezmernega onesnaženja v zunanjem zraku je predpisana z mejnimi koncentracijami in dovoljenim številom preseganj mejnih koncentracij v *Uredbi* [4] in sledi smernicam, podanimi s strani Svetovne zdravstvene organizacije ("World Health Organization" - WHO) [11]. Obratovanje naprav mora zato biti nadzorovano z obratovalnim monitoringom, ki predvideva emisijske meritve, monitoringom kakovosti zunanjskega zraka in modelske izračune.

Nadzor in spremljanje kakovosti zunanjskega zraka poteka preko okoljskih merilnih sistemov. Na območju Zasavja poteka monitoring kakovosti zunanjskega zraka preko državne merilne mreže, okoljskega merilnega sistema TET in merilni sistem podjetja LC v zaselku Zelena Trava. Državna merilna mreža je namenjena spremljanju onesnaženja v nižinskem delu Zasavja in meri predvsem obremenitev okolja, ki jo povzročajo razpršeni viri emisije kot sta promet in mala kurišča. Nasprotno pa merilna sistema TET in LC zajemata onesnaženje v višjih predelih Zasavja, namenjena pa sta zaznavanju onesnaženja, ki je posledica obratovanja industrijskih in energetskih objektov. Rezultati meritev na omenjenih merilnih mestih podajajo kumulativno obremenitev okolja, kar pomeni, da je zajeto onesnaženje tudi iz ostalih virov onesnaževanja v Zasavju in ne samo onesnaženje, ki je posledica obratovanja LC.

1 PODLAGE ZA MODELIRANJE

1.1 POVZETEK ZAKONODAJE

V ZVO je v 70. členu predpisano, da je potrebno k vlogi za pridobitev OVD priloži elaborat o določitvi vplivnega območja naprave. Definicija vplivnega območja ni eksaktna, ampak je vplivno območje definirano kot območje, na katerem je mogoče pričakovati, da bo obratovanje naprave povzročilo obremenitev okolja, ki lahko vpliva na zdravje ali premoženje ljudi.

Na podlagi Uredbe [3] je potrebno za obstoječe in načrtovane naprave izvajati ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka in vpliv obratovanja naprave na okolje in zdravje ljudi.

Za naprave, ki so že dobile OVD in pri katerih so bili preseženi najmanjši emisijski masni pretoki iz priloge 5 Uredbe [3], je bilo potrebno pripraviti oceno dodatne in celotne obremenitve zunanjega zraka in jo priložiti upravnemu organu do 31.7.2011. Ocena celotne obremenitve se izvede z monitoringom kakovosti zunanjega zraka, ocena dodatne obremenitve zunanjega zraka iz naprave pa z modelskimi izračuni disperzije odpadnih snovi v zrak.

Ocena dodatne obremenitve se izvaja v najmanj dveh točkah v prostoru, na katerih se izvaja monitoring kakovosti zunanjega zraka. Poleg tega se z modelskimi izračuni tudi določi prostorsko sliko onesnaženja v okolici naprave. Pri analizi obremenitve je potrebno upoštevati 17. člen Uredbe [3], kjer je določeno, da dnevna vrednost dodatne obremenitve ni presežena, če je na vsaki merilni postaji manjša od razlike med mejno dnevno in mejno letno vrednostjo. Ravno tako urna vrednost dodatne obremenitve ni presežena, če je manjša od razlike med mejno urno vrednostjo in mejno letno vrednostjo.

Oceno obstoječe, dodatne in celotne obremenitve ni potrebno izvajati za naprave, iz katerih emisija odpadnih plinov v zrak ne presega najmanjše vrednosti masnega pretoka, določenega v prilogi 5 Uredbe [3].

Za potrebe ocenjevanja obremenitve zunanjega zraka je potrebno določiti območje vrednotenja, kjer se izvajajo ocene obstoječe, dodatne in celotne obremenitve. Območje vrednotenja je površina kroga s središčem v točki odvodnika odpadnih dimnih plinov in radijem, ki je 50-krat večji od višine odvodnika. Območje vrednotenja se lahko tudi poveča, če na njegovem robu naprava povzroča onesnaženje, ki je večje od 3% mejne letne vrednosti za določeno onesnaževalo zunanjega zraka.

Pri ocenjevanju obstoječe, dodatne in celotne obremenitve zunanjega zraka je potrebno upoštevati mejne vrednosti za varovanje zdravja ljudi in kritične vrednosti za varstvo rastlin, ki jih predpisuje Uredba [4]. Mejne vrednosti za varovanje zdravja ljudi so zbrane v tabeli 1.1, kritične vrednosti za varstvo rastlin pa v tabeli 1.2. Kadar je alarmna vrednost 3 ure zaporedoma presežena, je potrebno nemudoma o tem obvestiti javnost in izvesti ustrezne ukrepe, ki zagotovijo zmanjšanje obremenjevanja zunanjega zraka.

Tabela 1.1: Mejne in alarmne vrednosti onesnaževal zunanjega zraka, namenjene varovanju zdravja ljudi, ter dovoljeno število preseganj mejne vrednosti.

| vrsta mejne vrednosti | mejna vrednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | | | | dovoljeno število preseganj | | | |
|--------------------------|---|-----------------|------------------|--------|-----------------------------|-----------------|------------------|--------|
| | SO ₂ | NO ₂ | PM ₁₀ | benzen | SO ₂ | NO ₂ | PM ₁₀ | benzen |
| mejna urna vrednost | 350 | 200 | – | – | 24 | 18 | – | – |
| mejna dnevna vrednost | 125 | – | 50 | – | 3 | – | 35 | – |
| letna povprečna vrednost | – | 40 | 40 | 5 | – | 0 | 0 | – |
| alarmna vrednost | 500 | 400 | – | – | 0 | 0 | – | – |

Tabela 1.2: Kritične vrednosti za varstvo rastlin.

| vrsta kritične vrednosti | kritična vrednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | |
|--|--|-----------------|
| | SO ₂ | NO _x |
| letna povprečna vrednost | 20 | 30 |
| zimsko povprečna vrednost (od 1. oktobra do 31. marca) | 20 | – |

Za dioksine in furane v zunanjem zraku ni predpisanih mejnih vrednosti, vseeno pa je tem onesnaževalom potrebno nameniti pozornost, saj spadajo med najbolj strupene spojine. Tudi v smernicah, podanih s strani WHO [11], ni priporočenih mejnih vrednosti za te snovi za zunanji zrak, kar je bilo utemeljeno z dejstvom, da v povprečju 95 % teh snovi človeško telo sprejme z vnosom hrane in samo približno 5 % z vdihavanjem zraka. Našli smo priporočeno mejno vrednost, ki za te snovi velja na Japonskem [13] in ta vrednost znaša $0,6 \text{ pg}/\text{m}^3$.

Pri ocenjevanju dodatne obremenitve je potrebno uporabiti modelne izračune disperzije onesnaževal zunanjega zraka. Metoda izračuna disperzije onesnaževal zunanjega zraka mora ustrezati predpisom, ki so navedeni v Prilogi 6 Uredbe [3]. V izračunih je potrebno upoštevati letni časovni niz vrednosti meteoroloških spremenljivk, ki reprezentativno opišejo stanje v atmosferi v okolici načrtovane nove naprave. Poleg tega morajo biti v modelu vključene geografske značilnosti okolice kot sta relief in raba tal. Pri modeliranju disperzije onesnaževal zunanjega zraka nad enostavnim in ravnim terenom zadostujejo meteorološki podatki iz ene talne meteorološke postaje. Glede na kompleksnost situacije in razgibanost terena v okolici pa je potrebno vključiti podatke iz več meteoroloških postaj.

Ocena dodatne obremenitve zunanjega zraka spada v sklop obratovalnega monitoringa naprave, kar je definirano v *Pravilniku o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje* (Ur. l. RS 105/2008) [6].

Modeliranje razširjanja onesnaženja v zunanjem zraku ni popoln proces in je obremenjen z napako. V *Direktivi o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo* (UL. L. št. 152/1, z dne 11.6.2008) [7] (v nadaljevanju Direktiva [7]) je predpisana zanesljivost, ki jo mora model dosegati. Predvideno je, da mora model pri izračunu letnih povprečnih vrednosti dosegati negotovost, manjšo od 30 %, pri izračunu urnih vrednosti in dnevnih povprečij pa mora model dosegati 50 % zanesljivost.

V *Direktivi* [7] so definirani tudi pragovi ocenjevanja, v katerega se razvrsti posamezno območje. Če območje spada pod spodnji ocenjevalni prag, se za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka lahko uporabijo tehnike objektivne ocene in modeliranja. V primeru, ko območje spada pod zgornji ocenjevalni prag, se za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka uporablja kombinacija meritev in modelskih izračunov. Pri razvrstitvi v pragove je potrebno uporabiti niz 5 letnih meritev kakovosti zunanjega zraka. Vrednosti ocenjevalnih pragov so zbrane v tabeli 1.3.

Tabela 1.3: Vrednosti ocenjevalnih pragov.

| | PM ₁₀ | | NO ₂ | | SO ₂ | | NO _x | benzen |
|---|------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | letno povprečje | dnevna vrednost | letno povprečje | urna vrednost | letno povprečje | dnevna vrednost | letno povprečje | letno povprečje |
| spodnji prag [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 20 | 25 | 26 | 100 | 8 | 50 | 19,5 | 2 |
| zgornji prag [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | 28 | 35 | 32 | 140 | 12 | 75 | 24 | 3,5 |

1.2 MODELIRANJE DISPERZIJE ONESNAŽEVAL

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

Pri disperziji onesnaževal zunanjega zraka so bistveni predvsem trije procesi:

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

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

Tri-dimenzionalno vetrovno polje mora biti kvalitetno in mora čim bolj opisati premikanje zračnih mas nad določenim območjem. Dobro vetrovno polje mora znati opisati kanaliziranje toka po dolinah ter pobočne vetrove. Tri-dimenzionalnega vetrovnega polja nad razgibanim reliefom ne moremo pripraviti na podlagi podatka o smeri in hitrosti vetra iz ene same postaje v diskretni točki prostora.

Nujno je pri izdelavi vetrovnega polja nad kompleksnim terenom potrebno upoštevati podatke iz več talnih meritev vetra. Zavedati se je potrebno tudi, da imamo vedno opravka z vetrovnim strženom. To pomeni, da se smer in hitrost vetra spreminjata v odvisnosti od višine. Zato je potrebno v izračun vključiti tudi meritve ali modelske ocene vertikalnega profila meteoroloških podatkov.

1.2.1 Stabilnost atmosfere

Proces širjenja onesnaženja prečno na smer vetra je povezan s stabilnostjo atmosfere. Stabilnost ozračja je lastnost, ki pove, koliko je ozračje dovzetno za vertikalna gibanja. Povezana je z vertikalnim gradientom temperature v okolici in jo lahko razdelimo v več razredov. Najbolj je znana delitev v Pasquill – Turnerjeve razrede. Način delitve najdemo v tabeli 1.4, uporabna pa je tudi delitev na podlagi SRDT metode, ki poleg vertikalnega gradienta temperature upošteva še sončni obsev.

Tabela 1.4: Delitev stabilnosti atmosfere v Pasquill – Turnerjeve razrede.

| opis | ∇T_z [K/km] | razred |
|------------------|---------------------|--------|
| zelo nestabilno | $(-\infty, -19]$ | A |
| nestabilno | $(-19, -17]$ | B |
| rahlo nestabilno | $(-17, -15]$ | C |
| nevtralno | $(-15, -5]$ | D |
| rahlo stabilno | $(-5, 15]$ | E |
| stabilno | $(15, \infty)$ | F |

Za opis nevtralne atmosfere uporabimo predpostavko, da v njej temperatura zraka pada z višino s takšnim vertikalnim temperaturnim gradientom, kot da bi suh zrak adiabatno stiskali med dviganjem. V takšni atmosferi temperatura zraka z višino pada za 10 °C/km.

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

Za nestabilno atmosfero je značilno ravno obratno. Vertikalna gibanja so v tem primeru ojačana in značilno je intenzivno mešanje zraka z okolico. Dimni plini se v takšni atmosferi močno razpršujejo. Nestabilna atmosfera nastane poleti ob konvektivnih situacijah, za katere je značilno močno pregretje tal.

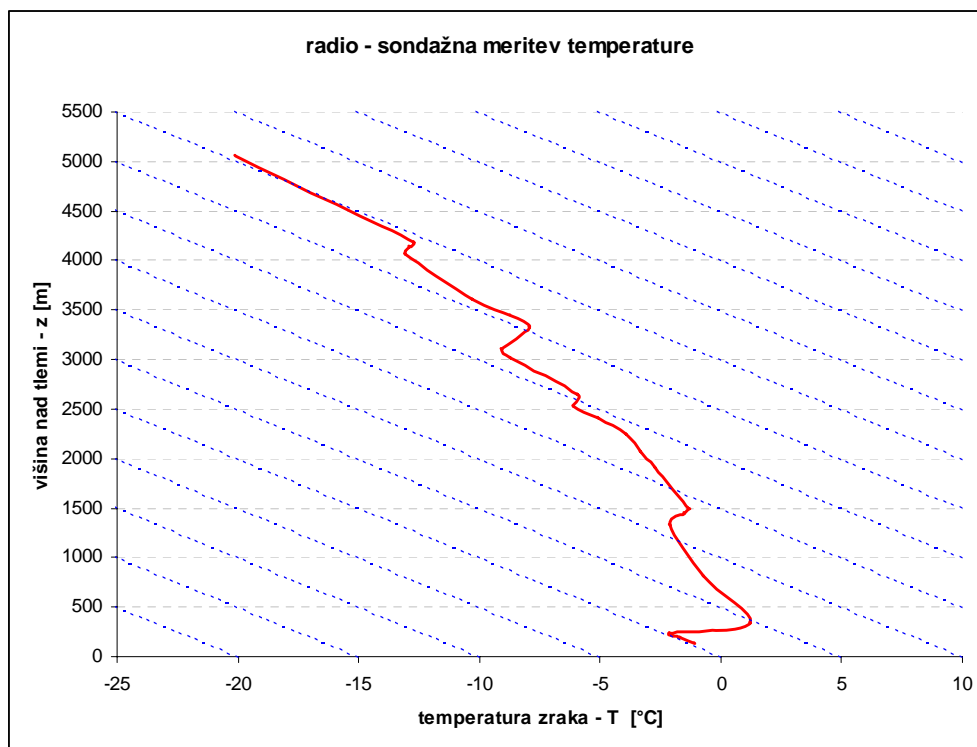
1.2.2 Temperaturna inverzija

Kot smo že omenili, je značilno, da temperatura zraka v odvisnosti od višine pada. V povprečju temperatura z višino pada za 6,5 °C/km. Vendar je to le povprečna ocena, realno stanje v atmosferi pa je dosti bolj razgibano, saj se pojavljajo plasti ozračja z različnim vertikalnim gradientom. Pojavu, ko temperatura zraka z višino narašča, pravimo temperaturna inverzija.

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

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

Za oceno višine temperaturne inverzije in njeno intenzivnost je zelo uporaben vertikalni potek meritev temperature. Takšen profil podatkov najdemo v radio – sondažnih meritvah, primer pa je prikazan na sliki 1.1. Potek temperature z višino je označen s polno rdečo črto, z modro črtkano črto pa so predstavljene suhe adiabate.



Slika 1.1: Primer radio-sondažne meritve za dan 16. januar leta 2009 ob polnoči [18].

Slika 1.1 nam prikazuje, da je bila struktura ozračja na dan 16. januarja 2009 zelo zanimiva. Opazimo lahko dve močni inverzni plasti na višinah 200 m in 3.000 m ter še tri šibke temperaturne inverzije na višini 1.500 m, 2.500 m in 4.000 m.

Na podlagi slike 1.1 in tabele 1.4 je mogoče ugotoviti stabilnost posamezne vertikalne plasti ozračja. Na višini 200 m ter med višinama 3.000 m in 3.500 m je stabilna plast ozračja, med višinama 200 m in 2.300 m je rahlo stabilna plast ozračja, med višinama 2.300 m in 3.000 m ter nad višino 3.500 m pa je atmosfera nevtralna.

1.2.3 Dimni dvig

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

Vzrok za dimni dvig je vzgonska sila, ki deluje na odpadne dimne pline. Vzgonska sila v zraku pa je posledica razlike temperatur med okolico in dimnimi plini. Toplejši plin je vedno redkejši, kar je logična posledica plinske enačbe:

$$p = \rho R T \quad (1.1)$$

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

Ker so dimni plini na izpustu odvodnika vedno toplejši od okolice, so zato tudi vedno redkejši in navidezno lažji od okolice. Dodatno pa k dimnemu dvigu pripomore še izhodna hitrost dimnih plinov, ki dimne pline potiska navzgor.

Vzgon dimnih plinov se z višino duši, kar je posledica mešanja dimnih plinov z zunanjim zrakom na robu. Mešanje dimnih plinov z okolico povzroča turbulentno trenje, hkrati pa v dimne pline prihaja hladnejši zrak iz okolice in jih ohlaja. Temperatura dimnih plinov se počasi izenačuje s temperaturo okolice, k ohlajanju pa pripomore tudi razpenjanje dimnih plinov v višjem in redkejšem zraku. Ko je temperatura dimnih plinov enaka temperaturi okoliškega zraka, se dimni dvig ustavi.

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

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

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

Ugotovimo lahko, da najbolj neugodne situacije, to je najmanjši dimni dvig, nastanejo, če imamo stabilno atmosfero, visoko temperaturo okolice in velike hitrosti vetra v okolici. Na srečo pa ni možen najhujši scenarij, saj so omenjene lastnosti atmosfere med seboj povezane. Za stabilno atmosfero so značilne nižje temperature okolice pri tleh, ravno tako pa v stabilni atmosferi ne moremo pričakovati zelo visokih hitrosti vetra.

Ocene višine dimnega dviga je možno pripraviti na podlagi Briggsove enačbe [19] za stabilno atmosfero:

$$\Delta h = 2,6 \left(\frac{F}{u_h S} \right)^{1/3} \quad (1.2)$$

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

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

1.2.4 Lagrangeev model disperzije

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

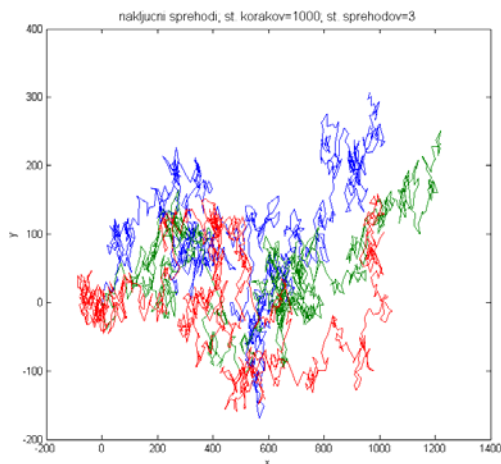
Za Lagrangeev model disperzije je tako značilno, da se uporablja Lagrangeev koordinatni sistem. Princip delovanja Lagrangeevega modela disperzije je potovanje delcev po prostoru. Simulacija odpadnih dimnih plinov se izvede s premikanjem večjega števila delcev po prostoru. Pri tem upoštevamo fizikalne zakonitosti, kot so vzgon in depozicija delcev dimnih plinov zaradi lastne teže. Delci se vedno premikajo v smeri, kamor v modelu piha veter na trenutni lokaciji. Kako intenzivno se ti delci premikajo v smeri prečno na smer vetra, je odvisno od stabilnosti atmosfere. Povedali smo že, da stabilna atmosfera duši vertikalno gibanje, zato so v takšnih razmerah premiki delcev prečno na smer vetra majhni. V nestabilni atmosferi pa so ti premiki veliki, saj je omogočeno vertikalno gibanje in intenzivno mešanje delcev v okolico.

Poznamo dve vrsti Lagrangeevega modela:

- Lagrangeev delčni model ("Lagrange particle model")
- Lagrangeev paketni model ("Lagrange puff model")

1.2.4.1 Lagrangeev delčni model

Lagrangeev delčni model izvaja simulacijo disperzije z ogromnim številom delcev, ki jih izpusti v ozračje. Delce model premika po principu usmerjene naključne hoje. Naključna hoja je proces, ko za vsak korak sprehoda izberemo naključno smer in naključno dolžino koraka. Na sliki 1.2 je prikazana takšna hoja treh sprehodov s 1000 koraki.



Slika 1.2: Primer naključne hoje treh sprehodov s 1000 koraki [15].

Da model naključne hoje postane uporaben za modeliranje disperzije onesnaževal zunanjega zraka, ga je potrebno spremeniti in dopolniti. Delci, ki simulirajo gibanje odpadnih dimnih plinov, se morajo gibati v smeri, kamor piha veter. Poleg tega se morajo delci gibati tudi prečno na smer vetra, da z njimi lahko simuliramo mešanje dimnih plinov v okolico. V poglavju 1.2.1 smo povedali, da je intenzivnost mešanja dimnih plinov z okolico odvisna od stabilnosti atmosfere. V stabilni atmosferi je mešanje odpadnih dimnih plinov slabo, v nestabilni atmosferi pa je mešanje intenzivno. Premikanje in mešanje dimnih plinov prečno na smer vetra lahko simuliramo z uporabo modela naključne hoje in s spodnjimi enačbami:

$$x^{t+1} = x^t + u_x(t)\Delta t + \Delta x^t \quad (1.3)$$

$$y^{t+1} = y^t + u_y(t)\Delta t + \Delta y^t \quad (1.4)$$

$$z^{t+1} = z^t + u_z(t)\Delta t + \Delta z^t \quad (1.5)$$

$(x^{t+1}, y^{t+1}, z^{t+1})$: nova lokacija delca, (x^t, y^t, z^t) : stara lokacija delca, (u_x, u_y, u_z) : vektor vetra v izbrani točki, Δt : časovni interval, $(\Delta x^t, \Delta y^t, \Delta z^t)$: velikost naključne komponente za posamezno smer

Na sliki 1.3 je prikazano delovanje poenostavljenega Lagrangeevega modela, ki smo ga opisali zgoraj. Na levi strani slike je prikazan odziv modela na različne stabilnosti ozračja, na desni strani pa vertikalna razporeditev končnih leg delcev.

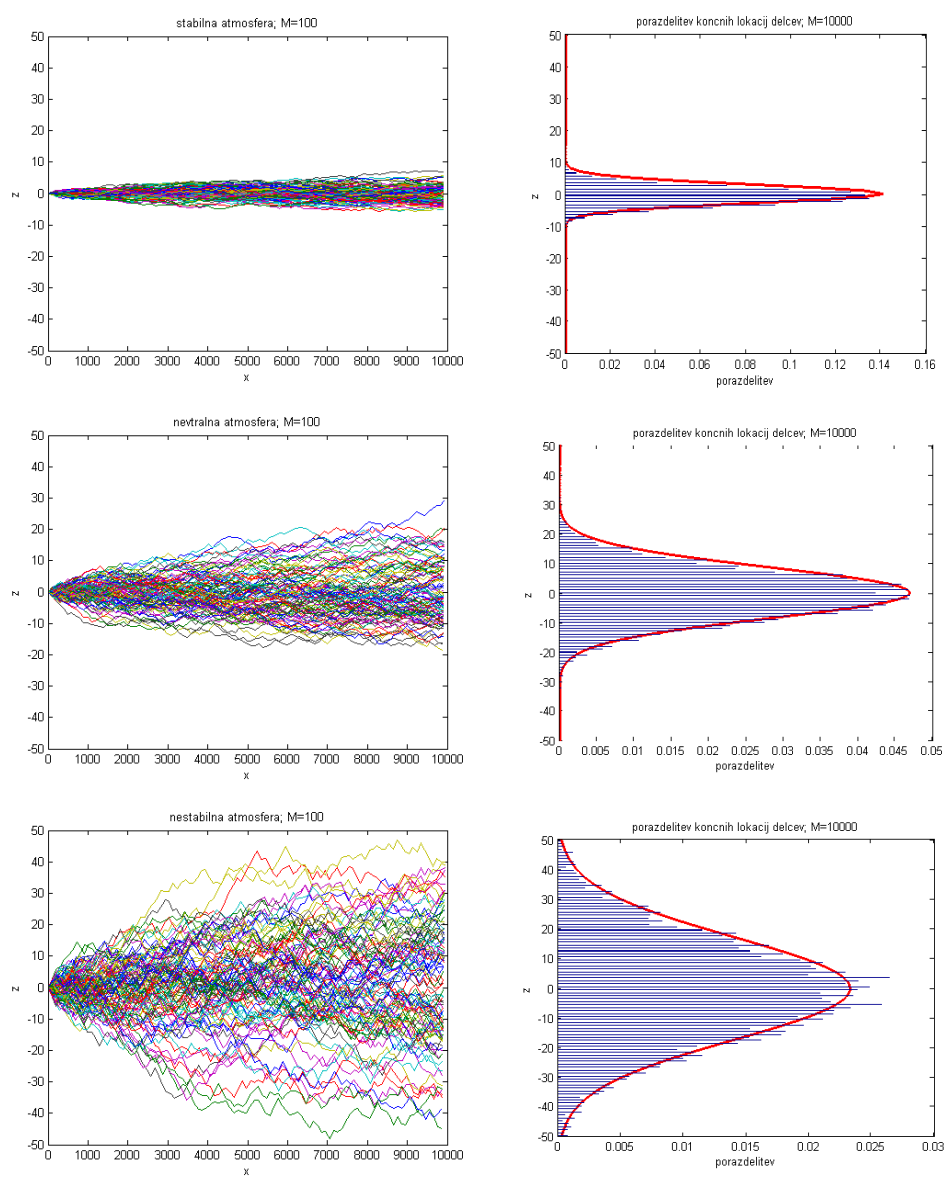
Zgornji dve sliki na sliki 1.3 prikazujeta rezultat modela v primeru stabilne atmosfere. Delci dimnih plinov tu potujejo v snopu in se slabo mešajo v okolico. Spodnji dve sliki na sliki 1.3 pa prikazujeta odziv enostavnega modela v primeru nestabilne atmosfere. Delci dima se zelo premikajo v smeri prečno na smer vetra in se intenzivno mešajo v okolico.

1.2.4.2 Lagrangeev paketni model

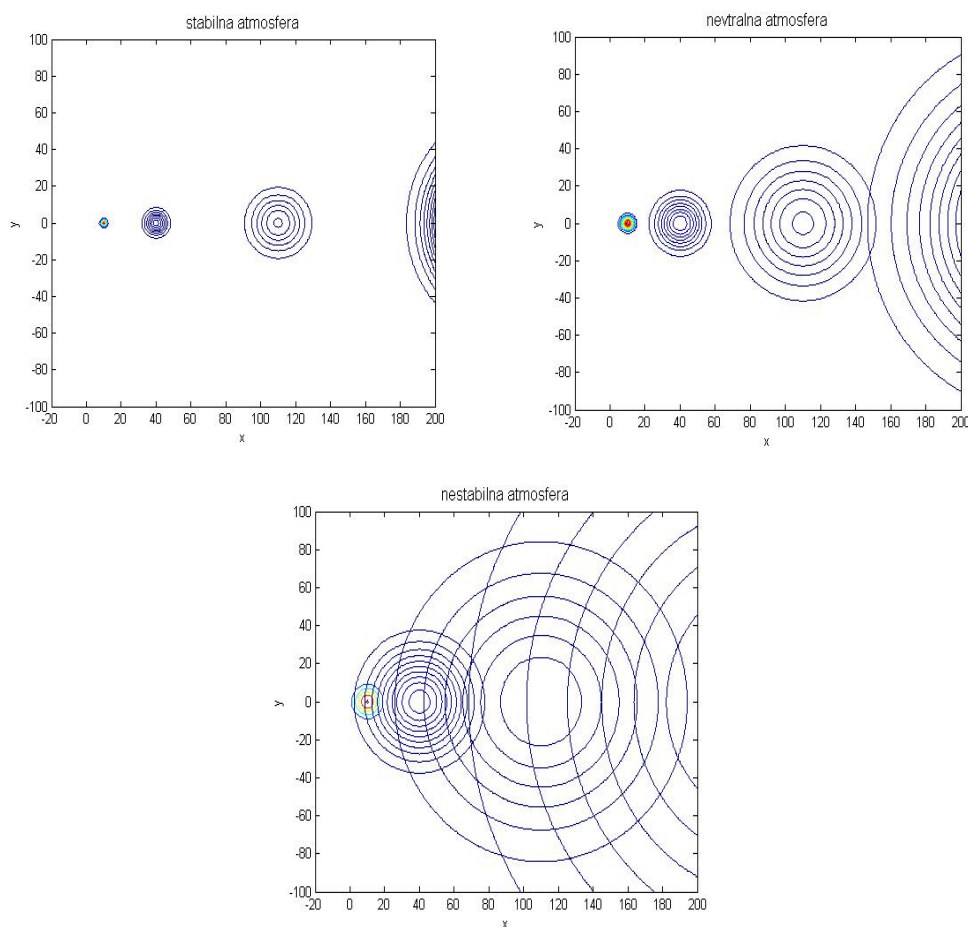
Simulacije disperzije onesnaževal v zunanjem zraku z Lagrangeevim paketnim modelom je nekoliko drugačna. Število delcev, potrebnih za simulacijo odpadnih dimnih plinov, je pri tej vrsti modela veliko manjše, saj so tu dimni plini povezani v pakete.

Razširjanje dimnih plinov iz odvodnika je v tem primeru izvedeno s premikanjem paketov v smeri vetra in razširjanjem paketov prečno na smer vetra. Simulacijo dima izvedemo z ustreznim prekrivanjem paketov.

Odziv Lagrangeevega paketnega modela na različne stabilnostne razrede je prikazan na sliki 1.4. Na desni zgornji podsliki je prikazano razširjanje odpadnih dimnih plinov v primeru stabilne atmosfere, na spodnji podsliki pa razširjanje v primeru nestabilne atmosfere.



Slika 1.3: Princip delovanja Lagrangeevega delčnega modela [15].



Slika 1.4: Delovanje Lagrangeevega paketnega modela [15].

1.2.5 Opis uporabljenega modela

Na tržišču obstaja veliko modelov, ki so namenjeni modeliranju disperzije onesnaževal v zunanjem zraku. Med njimi obstajajo velike razlike v principu delovanja in v kvaliteti. Pri izbiri ustreznega modela smo si pomagali s pomočjo validacije rezultatov različnih disperzijskih modelov [15] in [16].

Izbran je bil model CALPUFF [21], ki je Lagrangeev disperzijski model. Namenjen je modeliranju onesnaženja zunanjega zraka nad kompleksnim in razgibanim terenom. Model je nestacionaren, kar pomeni, da model pozna svojo zgodovino in z njim lahko modeliramo kontinuirane izpuste, ki trajajo daljše časovno obdobje (na primer modeliranje odpadnih dimnih plinov iz odvodnika).

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

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

lastnost atmosfere. Uporabljen vetrovni model pri generiranju vetrovnega polja upošteva dvo-dimenzionalno sliko rabe tal in tri-dimenzionalni razvoj terena na obravnavanem območju. V izračun tri-dimenzionalnih vetrovnih polj lahko vključimo podatke iz ene ali več talnih meteoroloških postaj. Potrebni so podatki o smeri in hitrosti vetra, temperaturi zunanjega zraka, vlažnosti in zračnem tlaku.

Poleg tega uporabljen meteorološki model za svoj izračun nujno zahteva vsaj eden vertikalni profil meteoroloških podatkov (ponavadi lahko uporabimo sondažne meritve). Iz vertikalnih meteoroloških podatkov model oceni višino in intenziteto morebitne temperaturne inverzije v danem časovnem intervalu. Ravno tako model upošteva vertikalno striženje vetra na različnih višinah nad tlemi.

Uporabljen vetrovni model uporabi podatke o temperaturi na tleh in na različnih vertikalnih nivojih za izračun dvo-dimenzionalnega polja stabilnosti ozračja. Prednost uporabljenega vetrovnega modela je, da v njegov izračun lahko vpeljemo podatke iz mezoskalnega meteorološkega modela, kar pa nam omogoči modeliranje koncentracij onesnaževal zunanjega zraka na območju, kjer nimamo na voljo ustreznih meritev meteoroloških spremenljivk.

Pripravljena je bila tudi študija odziva vetrovnega modela na različne vhodne meteorološke podatke z naslovom *Influence of three different wind field initializations in CALMET model on dispersion modelling in complex terrain* [17]. V študiji je bila pripravljena primerjava rezultatov, ki jih dobimo, če uporabimo samo podatke iz sondažnih meritev in meteoroloških postaj ali pa če v izračun vključimo tudi rezultate mezoskalnega meteorološkega modela.

Dobra lastnost uporabljenega modela je tudi program za izračun povprečne letne, maksimalne urne in dnevne vrednosti ter alarmne vrednosti, ki so pomembne za varovanje okolja in za zdravje ljudi. Poleg tega program omogoča izris vsake posamezne urne situacije, kar nam omogoča študijo posameznih primerov znotraj enega leta. Ravno tako lahko s tem programom pripravimo sliko preseگانj določene mejne vrednosti za izbrana onesnaževala zunanjega zraka.

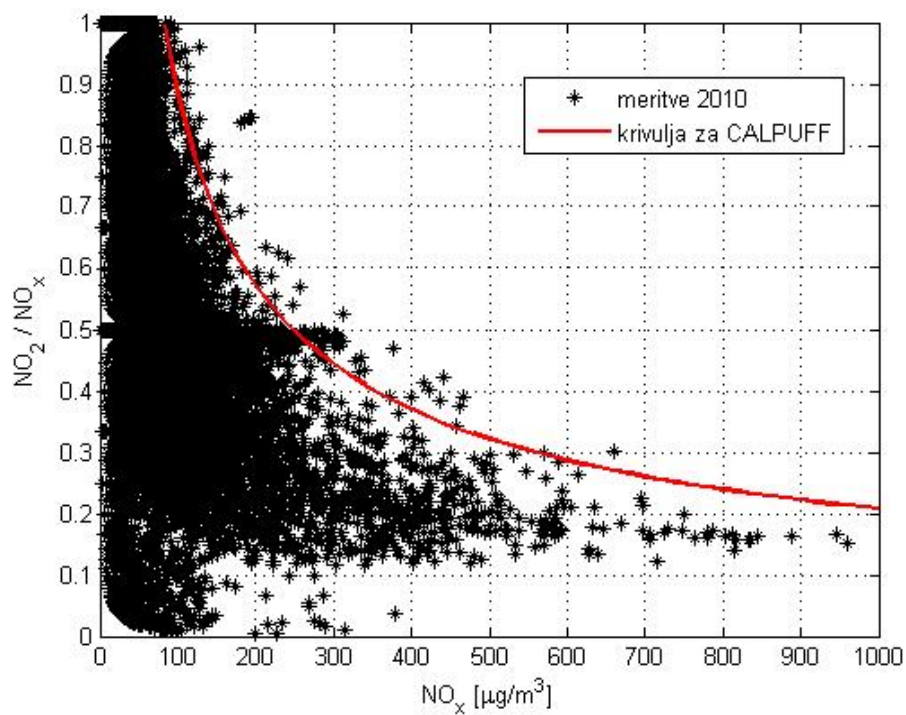
1.2.6 Razmerje med NO_2 in NO_x

Predpisane so mejne vrednosti za onesnaževali NO_x in NO_2 v zunanjem zraku. Z oznako NO_x je označena vsota koncentracij NO in NO_2 . Razmerje med tema dvema onesnaževaloma ni konstantno in se med potovanjem v zraku spreminja. Na začetku v odvodniku odpadnih dimnih plinov prevladuje NO , potem pa se NO ob prisotnosti kisika v zunanjem zraku oksidira v NO_2 .

Na razmerje med onesnaževaloma torej vpliva razdalja med odvodnikom odpadnih dimnih plinov in sprejemnikom. Razmerje pa ni odvisno samo od razdalje, ampak je tudi močno odvisno od hitrosti oksidacije, na katero pa vplivata sončno sevanje in še koncentracija ozona v zunanjem zraku.

Ker je težko pripraviti analitičen opis pretvorbe NO v NO_2 v modelskih izračunih, se pri modeliranju pogosto uporabljajo empirične enačbe razmerja med NO in NO_2 . Med bolj znanimi takšnimi empiričnimi enačbami je Rombergov pristop [20].

Prednost modela CALPUFF je, da nima vnaprej vgrajene empirične enačbe za opis razmerja med NO_2 in NO_x in lahko empirično krivuljo uporabnik sam vgradi v model. V študiji je bila uporabljena krivulja za opis razmerja med NO_2 in NO_x , ki je bila pridobljena na podlagi analize izmerjenih vrednosti v letu 2010. V analizo izmerjenih vrednosti razmerja med NO_2 in NO_x je bilo vključenih več merilnih mest v Republiki Sloveniji. Rezultati analize so pripravljani na sliki 1.5, kjer z rdečo barvo predstavljena še krivulja, ki je bila uporabljena v modelu CALPUFF. Krivulja je bila izbrana tako, da se velika večina meritev nahaja pod krivuljo in da so rezultati modeliranja z ustrežno rezervo na varni strani.



Slika 1.5: Izmerjeno razmerje med NO_2 in NO_x ter krivulja, ki je bila vgrajena v model CALPUFF.

2 STANJE OKOLJA NA OBMOČJU VREDNOTENJA PODJETJA LAFARGE

2.1 METEOROLOŠKE RAZMERE

Pri izračunu širjenja onesnaženja iz podjetja LC so bili uporabljeni vetrovni in temperaturni podatki iz naslednjih avtomatskih meteoroloških postaj: AMP Kovk, AMP Dobovec, AMP Kum, AMP Ravenska vas, AMP Lakonca, AMP Praprotno in Zelena Trava ter 3D vetrovna in temperaturna polja iz 6-urnih meteoroloških analiz mezoskalnega meteorološkega modela ALADIN. Podatki iz modela ALADIN so bili pripravljene s strani Urada za meteorologijo Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO).

Izračun širjenja onesnaženja je bil pripravljen za obdobje od 1. decembra leta 2010 do 1. decembra leta 2011. Izračun na ta način pred 1. oktobrom 2010 ni možen, ker za starejša obdobja ni možno dobiti arhivskih podatkov iz modela ALADIN.

2.2 MERITVE KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA

Z meritvami kakovosti zunanjega zraka se spremlja in ocenjuje onesnaženost zunanjega zraka. Meritve kakovosti zunanjega zraka služijo oceni obstoječe obremenitve za nove naprave in oceni celotne obremenitve za obstoječe naprave.

Ocena celotne obremenitve za podjetje LC je bila pripravljena na podlagi meritev kakovosti zunanjega zraka na postajah AMP Trbovlje in AMP Zelena trava v Ravenski vasi. V spodnjih tabelah so zbrani podatki o monitoringu kakovosti zunanjega zraka na teh dveh postajah za obdobje od 1.12.2010 do 1.12.2011. Za to obdobje je značilno, da so bili merilni inštrumenti na postaji AMP Zelena trava povsem novi in imajo visoko stopnjo zanesljivosti. V tabelah so z zeleno barvo označene vrednosti pod mejno vrednostjo, z rdečo barvo pa so označena preseganja mejne vrednosti. Podrobnosti o meritvah kakovosti zunanjega zraka na AMP Zelena trava so zbrane v poročilu EKO 5220 [14].

Rezultati meritve onesnaževal NO_2 in NO_x v tabeli 2.1 kažejo, da na AMP Zelena trava v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011 ni bilo izmerjenega nobenega preseganja, na AMP Trbovlje pa je bila presežena mejna letna koncentracija NO_x , ki je namenjena varovanju ekosistemov in na lokaciji AMP Trbovlje ne pride v poštev. Rezultati meritve prašnih delcev PM_{10} v zunanjem zraku so zbrani v tabeli 2.3. Izmerjenih je bilo 14 preseganj mejne dnevne koncentracije PM_{10} na AMP Zelena trava in 68 preseganj na AMP Trbovlje, dovoljeno število preseganj pa znaša 35. Za koncentracije benzena v zunanjem zraku je predpisana samo mejna letna vrednost, ki pa v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011 ni bila presežena (tabela 2.4), pri meritvah koncentracij SO_2 pa se je pojavilo eno preseganje mejne urne koncentracije na AMP Zelena trava. Dovoljeno število preseganja mejne urne koncentracije SO_2 v enem letu je 24.

Rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka iz drugih postaj na območju Zasavja so zbrani v prilogi A. Omenjene meritve kakovosti zunanjega zraka se izvajajo z neprekinjenim vzorčenjem zunanjega zraka. Rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka so v realnem času dostopni na spletnem portalu www.okolje.info.

Tabela 2.1: Meritve kakovosti zunanjskega zraka in ocena celotne obremenitve z NO₂ in NO_x v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011.

| parameter | AMP Zelena trava | AMP Trbovlje | MV |
|--|------------------|--------------|-----|
| NO ₂ - srednja koncentracija v obdobju [µg/m ³] | 12 | 18 | 40 |
| NO ₂ - najvišja urna vrednost [µg/m ³] | 93 | 99 | 200 |
| NO ₂ - št. prekoračitev mejne urne vrednosti | 0 | 0 | 18 |
| NO _x - srednja koncentracija v obdobju [µg/m ³] | 15 | 34 | 30 |

Tabela 2.2: Meritve SO₂ in ocena celotne obremenitve v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011.

| parameter | AMP Zelena trava | AMP Trbovlje | MV |
|--|------------------|--------------|-----|
| SO ₂ - srednja koncentracija v obdobju [µg/m ³] | 3 | 7 | 20 |
| SO ₂ - najvišja urna vrednost [µg/m ³] | 495 | 214 | 350 |
| SO ₂ - št. prekoračitev mejne urne vrednosti | 1 | 0 | 24 |
| SO ₂ - najvišja dnevna vrednost [µg/m ³] | 44 | 29 | 125 |
| SO ₂ - št. prekoračitev mejne dnevne vrednosti | 0 | 0 | 3 |
| SO ₂ - zimsko vrednost [µg/m ³] | 4 | 9 | 20 |

Tabela 2.3: Meritve kakovosti zunanjskega in ocena celotne obremenitve z delci PM₁₀ v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011.

| parameter | AMP Zelena trava | AMP Trbovlje | MV |
|---|------------------|--------------|----|
| PM ₁₀ - srednja koncentracija v obdobju [µg/m ³] | 22 | 38 | 40 |
| PM ₁₀ - najvišja dnevna vrednost [µg/m ³] | 77 | 144 | 50 |
| PM ₁₀ - št. prekoračitev mejne dnevne vrednosti | 14 | 68 | 35 |

Tabela 2.4: Meritve kakovosti zunanjskega in ocena celotne obremenitve z benzenom v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011.

| parameter | AMP Zelena Trava | AMP Trbovlje | MV |
|---|------------------|--------------|----|
| benzen - srednja koncentracija v obdobju [µg/m ³] | 1 | - | 5 |

2.3 EMISIJA ODPADNIH SNOVI V ZRAK IZ PODJETJA LAFARGE

Emisija odpadnih snovi v zrak v podjetju LC poteka preko 3 odvodnikov odpadnih dimnih plinov. Podatki o lokaciji in dimenzijah teh odvodnikov so zbrani v tabeli 2.5.

Tabela 2.5: Lokacija in dimenzije odvodnikov podjetja LC.

| odvodnik | GKy [m] | GKx [m] | h [m] | GKz [m] | 2r [m] |
|---|---------|---------|-------|---------|--------|
| Centralni izpust razžvepljevalne naprave – N1 | 503025 | 109409 | 100 | 223 | 3,0 |
| Izpust iz mlina cementa | 503155 | 109322 | 15 | 223 | 1,3 |
| Izpust iz hladilnika klinkerja | 503068 | 109372 | 20 | 223 | 2,5 |

V tabeli 2.6 so podane najvišje vrednosti emisije snovi v zrak. Masni emisijski pretoki onesnaževal iz odvodnikov odpadnih dimnih plinov so izračunani na podlagi mejnih emisijskih koncentracij iz obstoječega OVD (tabela 2.7) in najvišjega izmerjenega volumskega pretoka v letu 2010, dobljenega iz *Ocene o letnih emisijah snovi v zrak v letu 2010* [22]. Tudi najvišja izhodna temperatura odpadnih dimnih plinov je določena na podlagi *Ocene o letnih emisijah snovi v zrak v letu 2010* [22].

Tabela 2.6: Najvišje emisije.

| odvodnik | Q max [m ³ /s] | T max [°C] | SO ₂ max [kg/h] | NO _x max [kg/h] | celotni prah - max [kg/h] | benzen max [kg/h] |
|-----------|---------------------------|------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|
| N1 | 226601 | 91 | 11,3 | 113,3 | 6,8 | 1,1 |
| mlin | 8400 | 84 | - | - | 0,2 | - |
| hladilnik | 25000 | 180 | - | - | 0,5 | - |

Tabela 2.7: Mejne emisijske koncentracije.

| odvodnik | SO ₂ [mg/m ³] | NO _x [mg/m ³] | celotni prah [mg/m ³] | benzen [mg/m ³] |
|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| N1 | 50 | 500 ^a | 30 | 5 |
| mlin | - | - | 20 | - |
| hladilnik | - | - | 20 | - |

V tabeli 2.6 je podana emisija celotnega prahu, delež delcev PM₁₀ iz filtra prašnih delcev pa naj bi znašal okrog 75% in 85% celotne emisije prašnih delcev.

V tabeli 2.6 je podana tudi emisija za Izpust iz hladilnika klinkerja, ki je predviden kot varnostni odvodnik v primeru težav v procesu proizvodnje. V modelskem izračunu je bilo za ta izpust predvideno celoletno enakomerno obratovanje. Izpust iz hladilnika klinkerja je v modelski izračunih upoštevan dvakrat – pri normalnem obratovanju je ta izpust del maksimalnega pretoka skozi odvodnik Z1, hkrati pa je v modelu ta odvodnik obravnavan kot samostojni izpust v primeru težav v procesu proizvodnje.

Ugotovimo lahko, da so preseženi najmanjši masni pretoki iz Priloge 5 *Uredbe* [3] za onesnaževala NO_x, celotni prah in benzen. Za ta onesnaževala je bil zato pripravljen tudi modelski izračun širjenja onesnaženja.

V *Oceni o letnih emisijah snovi v zrak v letu 2010* [22] so podane tudi ocene razpršene emisije prašnih delcev. Razpršena emisija prašnih delcev je bila ocenjena na 700 g/h, približno 45% te emisije pa naj bi predstavljali delci PM₁₀.

^a V starem OVD je bila predpisana mejna koncentracija NO_x 800 mg/m³, zdaj velja vrednost 500 mg/m³. Vrednost 500 mg/m³ je bila uporabljena v modelskih izračunih.

2.4 EMISIJA SNOVI V ZRAK ZARADI SOSEŽIGA ODPADKOV NA LOKACIJI LAFARGE CEMENT

Zavod za zdravstveno varstvo (ZZV) Maribor se je opredelil glede okoljske sprejemljivosti sosežiganja odpadkov v študiji z naslovom *Strokovna ocena o vrstah in količini odpadkov namenjenih sosežigu v peči za klinker Lafarge Cement d.d. Trbovlje in o ukrepih za izpolnjevanje pogojev iz 28. člena pravilnika o sežiganju odpadkov* [23]. Predviden je sosežig odpadkov v peči za klinker po postopku R1 - uporaba odpadka kot gorivo oziroma za pridobivanje energije. Iz strokovne ocene je razvidno, da sosežig ne bo povzročil drugačnih ali večjih izpustov v okolje, kot se pojavljajo v postopku proizvodnje klinkerja in cementa s klasičnimi gorivi. Predviden je sosežig naslednjih vrst odpadkov:

- plastika
- odpadna olja mineralnega in sintetičnega izvora
- izrabljene avtomobilske gume

Omeniti velja, da je večina predpisanih mejnih emisijskih koncentracij pri sosežigu nižjih ali enakih mejnim emisijskim koncentracijam, ki veljajo za cementarne razen v primeru emisije prašnih delcev. Primerjava mejnih emisijskih koncentracij je prikazana v tabeli 2.8, kjer so zbrane mejne emisijske koncentracije iz *Uredbe o emisiji snovi v zrak iz naprav za proizvodnjo cementa* (Ur.l. RS, št. 34/2008) [9], iz *Uredbe o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in pri sosežigu odpadkov* (Ur.l. RS, št. 50/2001, 56/2002, 84/2002, 76/2010) [10] in iz *Uredbe emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja* (Ur. l. RS 31/2007, 70/2008, 61/2009) [3].

Ustreznost emisijskih koncentracij s predpisanimi vrednostmi je s stalnimi in občasnimi emisijskimi meritvami v letih 2009 in 2010 preveril ZZV Maribor.

Tabela 2.8: Primerjava mejnih emisijskih koncentracij, ki veljajo za cementarno in mejnih emisijskih koncentracij za cementarno, ki uporablja tudi sosežig odpadkov.

| Parameter | Dopustna vrednost za sosežig odpadkov v cementarni | Dopustna vrednost za cementarno, ki uporablja običajna goriva |
|--|--|---|
| Celotni prah | 30 mg/m ³ | 20 mg/m ³ |
| Klor in hlapni kloridi, izraženo kot HCl | 10 mg/m ³ | 30 mg/m ³ |
| Fluor in njegove hlapne spojine, izraženo kot HF | 1 mg/m ³ | 3 mg/m ³ |
| Dušikovi oksidi NO in NO ₂ , izraženi kot NO ₂ | 800 / 500 mg/m ³ ^b | 500 mg/m ³ |
| Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd | 0,05 mg/m ³ | 0,05 mg/m ³ |
| Talij in njegove spojine, izražene kot Tl | 0,05 mg/m ³ | 0,05 mg/m ³ |
| Živo srebro in njegove spojine izražene kot Hg | 0,05 mg/m ³ | 0,05 mg/m ³ |
| Arzen in njegove spojine, izražene kot As | | 0,05 mg/m ³ |
| Antimon in njegove spojine, izraženih kot Sb | | 1 mg/m ³ |
| Krom in njegove spojine, izražene kot Cr | | |
| Baker in njegove spojine, izražene kot Cu | | |
| Mangan in njegove spojine, izražene kot Mn | skupaj 0,5 mg/m ³ | |
| Vanadij in njegove spojine, izražene kot V | | |
| Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb | | skupaj 0,5 mg/m ³ |
| Kobalt in njegove spojine, izražene kot Co | | |
| Nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni | | |
| Poliklorirani dibenzodioksini (PCDD) in poliklorirani dibenzofurani (PCDF) | 0,1 ngTE/m ³ | 0,1 ngTE/m ³ |
| Žveplovi dioksidi (izraženi kot SO ₂) | 50 mg/m ³ | 350 mg/m ³ |
| Celotne organske snovi razen organskih delcev (TOC) | 10 mg/m ³ ^c | Ni omejitve ^d |
| Benzen | 5 mg/m ³ | 5 mg/m ³ |

2.5 EMISIJE ODPADNIH SNOVI V ZRAK IZ VSEH VIROV ONESNAŽEVANJA NA OBMOČJU ZASAVJA

Podjetje ENERGIS je v letu 2007 pripravilo študijo z naslovom *Delež velikih nepremičnih virov emisij pri obremenjevanju zraka v Zasavju ter njihov vpliv na kakovost zraka v Zasavju* [29]. V letu 2011 je opravljena posodobitev te študije z novimi podatki. Povzetek te analize je podan v nadaljevanju.

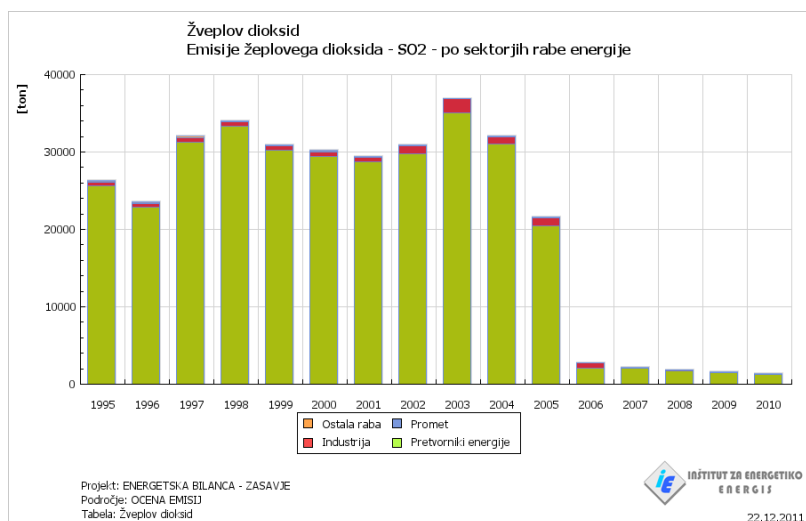
V študiji so predstavljene količine posameznega onesnaževala, razdeljene med 4 glavne sektorje: industrija, promet, pretvorniki energije in ostala raba. Podjetje LC je del sektorja industrija.

Največji vir emisije SO₂ v Zasavju je sektor pretvorniki energije (slika 2.1). Skupna količina emitiranega SO₂ se je v Zasavju občutno zmanjšala leta 2006, ko so v Termoelektrarni Trbovlje (TET) namestili čistilno napravo. V letu 2007 pa se je najbolj poznal učinek na izboljšanje kakovosti zunanega zraka pri namestitvi čistilne naprave v podjetju LC.

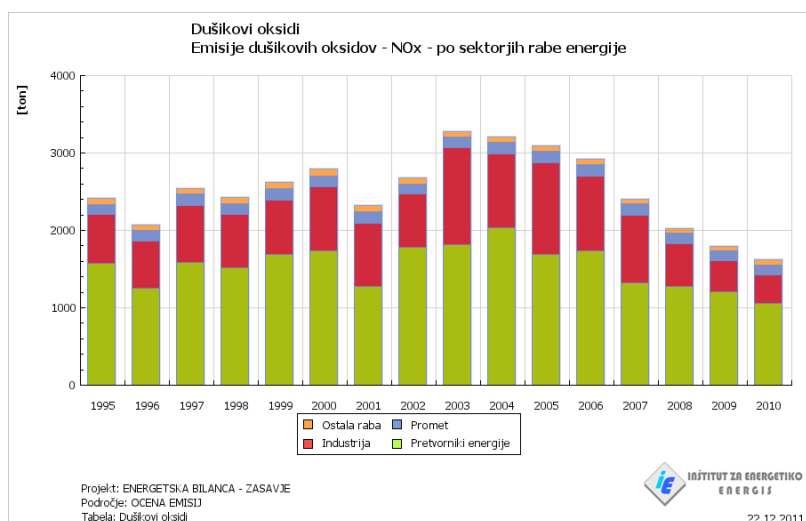
^b Za nove cementarne je v Uredbi [10] predpisana mejna emisijska koncentracija NO_x, ki je enaka 500 mg/m³. Ta vrednost je tudi bila uporabljena v modelskem izračunu.

^c V 6. členu Uredbe [10] je predpisano, da se mejna emisijska koncentracija TOC za sosežig v cementarni lahko zviša, če je emisija TOC posledica predelave surovine in ne sosežiga.

^d Mejna vrednost ni predpisana, vseeno pa so predpisane emisijske meritve.

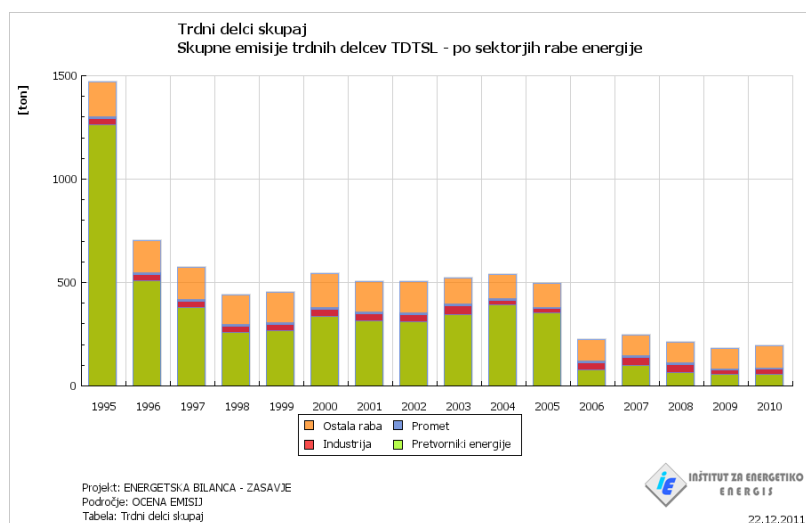
Slika 2.1: Viri emisije SO₂ v Zasavju [29].

Na sliki 2.2 je prikazana porazdelitev emisij NO_x po sektorjih. V zadnjih 8 letih je zaznati trend zniževanja emisij onesnaževala NO_x, predvsem pri sektorjih pretvorniki energije in industrije.

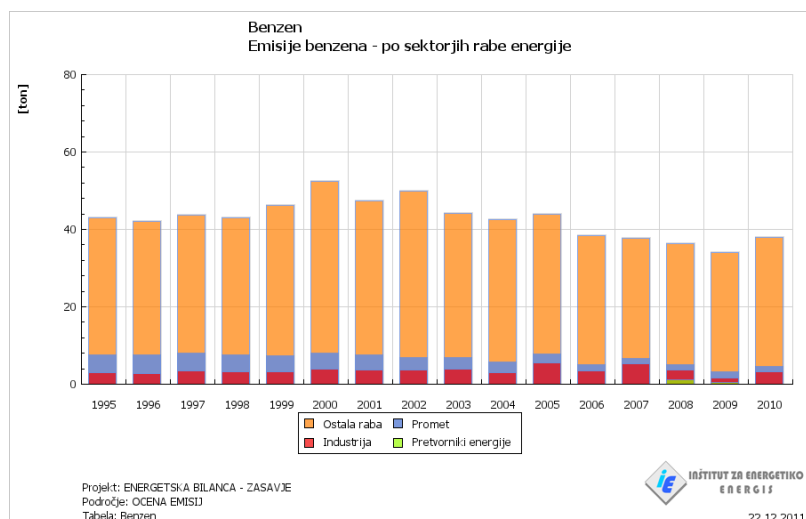
Slika 2.2: Viri emisije NO_x v Zasavju [29].

Količina emisij trdnih delcev je prikazana na sliki 2.3. Po navedbah tega vira največji delež k emisiji trdnih delcev prispeva sektor splošna raba. Po letu 2005 je tudi zelo opazno znižanje količine emisije prašnih delcev, ki je povezano z vgradnjo naprave za razžveplanje dimnih plinov v podjetjih TET in LC.

Na sliki 2.4 je prikazana porazdelitev emisij benzena. Največji delež emisij benzena nastaja v sektorju splošna raba.



Slika 2.3: Viri emisije trdnih delcev v Zasavju [29].



Slika 2.4: Viri emisije benzena v Zasavju [29].

Po letu 2005 lahko na podlagi slik v tem poglavju opazimo trend splošnega nižanja emisije odpadnih snovi v zrak v Zasavju. K trendu nižanja emisije so pripomogli tudi sanacijski ukrepi, ki so ji v zadnjih letih uvedli v industrijskih in energetskih obratih. S postavitvijo naprav za razžveplanje odpadnih dimnih plinov v TET in LC so se zmanjšale emisije SO_2 in prašnih delcev. LC je v letu 2008 tudi postavil napravo DeNO_x , s katero lahko regulirajo emisijo NO_x . Na začetku leta 2011 pa je začela veljati tudi nižja mejna emisijska koncentracija prašnih delcev za emisije iz odvodnikov mlin cementa in hladilnik klinkerja, ki je znižala predpisane emisije prašnih delcev iz teh dveh odvodnikov (mejna koncentracija se je znižala iz 50 mg/m^3 na vrednost 20 mg/m^3).

2.6 VPLIV ONESNAŽENJA V ZUNANJEM ZRAKU NA ZDRAVJE LJUDI

Onesnaženost zunanjega zraka predstavlja okoljsko tveganje in negativne vplive na zdravje ljudi. Zmanjšanje ravni onesnaženja v zunanjem zraku je povezano z zmanjšanjem tveganja za bolezni dihal, bolezni srca in obolevanjem za rakom.

Svetovna zdravstvena organizacija - WHO je zasnovala smernice za izboljšanje kakovosti zunanjega zraka ([11] in [12]), ki se preko Evropskih direktiv prenašajo v pravne rede posamezne države v obliki predpisanih

mejnih koncentracij onesnaževal v zunanjem zraku. Mejne vrednosti so zasnovane na podlagi znanstvenih spoznanj, da onesnaženje pod temi vrednostmi ne predstavlja škodljivega učinka za človeško zdravje. Vplivi na zdravje ljudi, ki jih lahko povzroča onesnažen zrak, se zato ocenjujejo glede na doseganje predpisanih mejnih vrednosti onesnaževal, ker drugih meril za vrednotenje teh vplivov ni.

Znani so učinki na zdravje ljudi, ki jih povzročajo različna onesnaževala. Visoka izpostavljenost prašnim delcem povzroča tveganje za razvoj bolezni srca in bolezni dihal, kot tudi raka na pljučih. Dolgotrajna izpostavljenost onesnaževalu NO₂ je povezana z nastopom bronhitisa, kratkotrajna izpostavljenost velikim koncentracijam NO₂ pa lahko povzroča vnetje dihalnih poti. Onesnaževalo SO₂ vpliva na dihala in povzroča draženje oči, rakava obolenja pa so povezana predvsem z benzenom, težkimi kovinami ter dioksini in furani.

Svetovna zdravstvena organizacija priporoča za prekomerne obremenitve okolja izdelavo študije vplivov na zdravje ljudi (angl. health impact assessment - HIA), te študije pa niso zakonsko predpisane in tudi v presoji vplivov na okolje niso zajete. Vpliv na zdravje ljudi je ocenjen na podlagi predpisanih mejnih vrednostih, ki veljajo za posamezno onesnaževalo. Sprejemljivost vplivov na zdravje prebivalstva se v postopku celovite presoje vplivov na okolje ocenjuje skozi okoljska poročila in poročila o vplivih na okolje, ki bi se v danem primeru nanašala na doseganje mejnih vrednosti onesnaženosti zunanjega zraka.

V Zasavju je bilo zaradi večje obremenitve okolja izdelanih več zdravstvenih študij v letu 2008:

- *Razširjenost rakavih bolezni v Sloveniji in Zasavju* [24] (v nadaljevanju študija [24]),
- *Bolezni dihal pri šolskih otrocih v Zasavju v povezavi s stopnjo onesnaženosti okolja* [25] (v nadaljevanju študija [25]),
- *Elaborat Zdravje za Zasavje: Od podrobnejše analize okolja in zdravja v Zasavski regiji do odpravljanja razlik v Sloveniji* [26] (v nadaljevanju študija [26]).

V prvi študiji so njeni avtorji pripravili pregled pojavljanja rakavih bolezni v odvisnosti od razdalje med prebivalci in večjimi industrijskimi napravami na območju Zasavja. Druga študija temelji na izpolnjenih anketah staršev osnovnošolcev. V teh anketah so se starši opredelili glede zdravja svojih otrok in pojavljanja bolezni dihal pri njih. V tretji študiji pa je pripravljen povzetek prvih dveh študij. Avtorji so se v študijah opredelili, da je po statističnih podatkih stopnja pojavnosti bolezni dihal in rakavih obolenj v Zasavju višja od ostalih regij v Sloveniji.

Na podlagi rezultatov statistike pojavljanja bolezni ni možno določiti točnega vzroka za nastanek bolezni. Vpliv na pojavljanje bolezni imajo tako emisije iz industrijskih in energetske naprav kot tudi emisije iz prometa in individualnih kurišč, poleg emisij pa na zdravstveno stanje vplivajo tudi drugi dejavniki v okolju. V tabeli 2.9 iz študije [24] so zbrani glavni odpravljivi dejavniki, ki prispevajo k umrljivosti zaradi raka, na katere lahko vplivamo. Okolje, v katerem živimo in je povezano s kakovostjo zunanjega zraka, je eden izmed teh dejavnikov.

Tabela 2.9: Seznam glavnih odpravljivih dejavnikov tveganja, ki prispevajo k umrljivosti zaradi raka [24].

| dejavnik tveganja | delež med vsemi smrtmi zaradi raka [%] |
|---|--|
| prehrana in telesna dejavnost | 30 |
| kajenje | 16 |
| infekcije | 9 |
| reproduktivni dejavniki in način spolnega življenja | 7 |
| poklic | 4 |
| okolje | 1- 4 |
| alkohol | 3 |
| UV sevanje in ionizirajoče sevanje naravnega ozadja | 3 |

V študiji [26] je tudi navedeno, da bolezni ne nastopajo sočasno s pojavljanjem onesnaženja in je za razvoj bolezni potrebna latenčna doba izpostavljenosti. Rakava obolenja bi lahko bila posledica stopnje onesnaženosti zunanjega zraka pred približno 15 do 20 leti, bolezni dihal pri otrocih pa so povezana z aktualnim onesnaženjem zunanjega zraka. V zadnjih nekaj letih se je stopnja onesnaženja v zunanjem zraku v Zasavju zmanjšala, kar

lahko sklepamo na podlagi podatkov iz podpoglavja 2.5, zato je možno tudi pričakovati zmanjšano verjetnost pojavljanja bolezni v prihodnosti. Omenjene zdravstvene študije so bile zaključene v letu 2008, zato tudi še niso mogle zajeti celotnega efekta nižane emisije LC, predstavljene na koncu poglavja 2.5.

3 REZULTATI MODELIRANJA ŠIRJENJA ONESNAŽENJA V ZUNANJEM ZRAKU V OKOLICI PODJETJA LAFARGE

Ocenjevanje širjenja posameznih onesnaževal v zunanjem zraku, ki so odraz obratovanja posameznega vira emisij snovi v zrak, se pripravlja z modelskimi izračuni. Rezultati izračunov lahko služijo več namenom. Z njimi je možno iskati reprezentativna mesta za izvajanje monitoringa kakovosti zunanjega zraka. Poleg tega se z njimi izvaja ocenjevanje dodatne obremenitve zunanjega zraka, s katero se določi, kolikšen je prispevek določene naprave k skupnemu onesnaženju zraka v okolici naprave. Prednost modelskih izračunov pred meritvami kakovosti zunanjega zraka je tudi v pripravi prostorske razporeditve onesnaženja. Meritve namreč podajajo samo vrednosti na lokaciji merilnih mest, na podlagi teh podatkov pa si je težko predstavljati, kakšno je onesnaženje v bližnji okolici. Pri uporabi modelov širjenja onesnaženja v zunanjem zraku v kombinaciji z meteorološkimi napovedmi iz operativnih mezoskalnih napovedi je možno pripraviti tudi nekajdnevno napoved širjenja onesnaženja. S takšnimi rezultati je mogoče predvideti, kdaj se bodo pojavile neugodne meteorološke razmere in v katerih situacijah bi bilo smiselno razmišljati o omejevanju proizvodnje. Dejstvo je, da se neugodne meteorološke situacije ne pojavljajo enakomerno preko celega leta.

Pri vrednotenju modelskih rezultatov je tudi nujno potrebno zavedanje, da modelski izračuni ne morejo biti popolni zaradi napak v numeričnem računanju in naključnih procesov v atmosferi. Zato se je potrebno zavedati, da se modelski izračuni in meritve kakovosti zunanjega zraka dopolnjujejo in je oboje potrebno za kvalitetno oceno obremenitve zunanjega zraka.

Izračuni v tej študiji so bili pripravljani na območju z velikostjo 20 km x 20 km in na mreži z naslednjim številom točk: 200 x 200 x 22. Horizontalna resolucija izračunov znaša 100 m, 22 vertikalnih nivojev, ki sledijo terenu, pa pokriva območje do višine 2500 m. Koncentracije se računajo na naslednjih višinah nad terenom: 0 m, 20 m, 40 m, 70 m, 100 m, 150 m, 200 m, 250 m, 300 m, 350 m, 400 m, 450 m, 500 m, 550 m, 600 m, 700 m, 800 m, 900 m, 1000 m, 1200 m, 1500 m, 2000 m in 2500 m.

Vsi modelski izračuni so bili pripravljani za enoletno obdobje od 1. decembra 2010 do 1. decembra 2011. To obdobje je bilo izbrano, da se ujema z nizom meritev kakovosti zunanjega zraka na AMP Zelena Trava in pa zato, ker ni možno dobiti arhivskih podatkov meteoroloških analiz modela ALADIN za obdobje pred 1. oktobrom 2010.

Za vse prostorske rezultate širjenja onesnaženja je uporabljena enaka barvna skala:

- z zeleno barvo so prikazane izračunane vrednosti, ki so nižje od spodnjega ocenjevalnega pragu,
- z modro barvo so prikazane vrednosti med spodnjim in zgornjim ocenjevalnim pragom,
- z rumeno izračunane vrednosti nad zgornjim ocenjevalnim pragom in pod mejno vrednostjo,
- rdeča barva je uporabljena za vrednosti, ki so višje od mejne vrednosti.

Za vsako onesnaževalo so definirane drugačne vrednosti za spodnji in zgornji ocenjevalni prag, zato so absolutne vrednosti na vsaki sliki drugačne. Izračunane vrednosti, ki so nižje od 3% mejne letne vrednosti, se na podlagi Uredbe [3] obravnavajo kot zanemarljivo majhne in zato vrednosti pod to mejo niso barvno označene oziroma so označene s prosojno barvo. Pri vrednostih, kjer spodnji in zgornji ocenjevalni prag nista definirana (na primer mejna urna vrednost SO₂ in vsa dovoljena števila preseganj mejne vrednosti), sta modra in rumena barva izbrani smiselno glede na ostale vrednosti. Na vsaki sliki z rezultati je s križcem označena lokacija najvišjega odvodnika N1. S kvadrati in arabskimi številkami so označene lokacije merilnih postaj v okolici podjetja LC, z belim krogom pa je označeno območje vrednotenja. Območje vrednotenja je krog s središčem na lokaciji odvodnika in z radijem, enakim 50 – kratniku višine najvišjega odvodnika. Območje vrednotenja je potrebno povečati, če so

izračunane povprečne letne koncentracije na robu območja vrednotenja višje od 3% mejne letne vrednosti. Na vseh slikah so kot grafična podloga uporabljeni Googlovi zemljevidi [30].

3.1 IZRAČUN OB PREDPOSTAVKI CELOLETNEGA OBRATOVANJA

Vplivno območje naprave se določa z modelskimi izračuni na enak način kot se pripravlja ocena dodatne obremenitve zunanjega zraka. Zato je izračune potrebno pripraviti ob teoretični predpostavki, da podjetje celo leto obratuje z najvišjimi možnimi emisijskimi masnimi pretoki. Predpostavljeno je še bilo, da je razmerje v emisiji med celotnim prahom in delci PM_{10} enako 1:1, kar pa v praksi ni res in so emisije delcev PM_{10} manjše od emisije celotnega prahu.

V izračunih je bilo predpostavljeno celoletno obratovanje podjetja LC z enakomerno in nespremenjeno emisijo odpadnih snovi v zrak. Emisijski podatki so zbrani v tabeli 2.6 in predstavljajo najvišje dovoljene emisije odpadnih snovi v zrak. S take vrste izračunom se pripravi ocena, kakšno je maksimalno onesnaženje, ki ga podjetje lahko povzroča s svojim obratovanjem. Če je izračunano onesnaženje čezmerno, je potrebno zmanjšati emisijske vrednosti oziroma sprejeti omilitvene ukrepe za izboljšanje kakovosti zunanjega zraka.

V praksi nobeno podjetje ne obratuje vse leto z najvišjo močjo, zato lahko pričakujemo, da je realno onesnaženje, ki ga podjetje povzroča s svojim obratovanjem, nižje. Realno onesnaženje za modelirano obdobje je prikazano v podpoglavju 3.2.

3.1.1 Prostorska slika širjenja onesnaženja

Prostorska slika širjenja onesnaženja je predstavljena za onesnaževala NO_2 , NO_x , PM_{10} in benzen, ki presegajo najmanjši masni pretoke iz priloge 5 Uredbe [3].

Širjenje onesnaževal NO_x in NO_2 iz podjetja LC je prikazano na slikah 3.1, 3.2 in 3.3. Izračunane povprečne letne koncentracije NO_x in NO_2 so nižje od spodnjega ocenjevalnega pragu (sliki 3.1 in 3.2). Opazimo lahko, da večinoma prevladujejo situacije, ko dimni plini iz LC potujejo po dolini reke Save proti vzhodu in proti zahodu, saj so izračunane povprečne letne koncentracije NO_2 in NO_x v zunanjem zraku iz slik 3.1 in 3.2 v teh dveh smereh najvišje. Zaznano je samo eno preseganje mejne urne koncentracije NO_2 na sliki 3.3, kar je manj, kot je to dovoljeno z Uredbo [4] (mejna urna koncentracija NO_2 je lahko presežena 18-krat). Dimni plini so se v tej situaciji dvignili iznad bližnjih hribov in povzročili povišane koncentracije v naselju Zagorje.

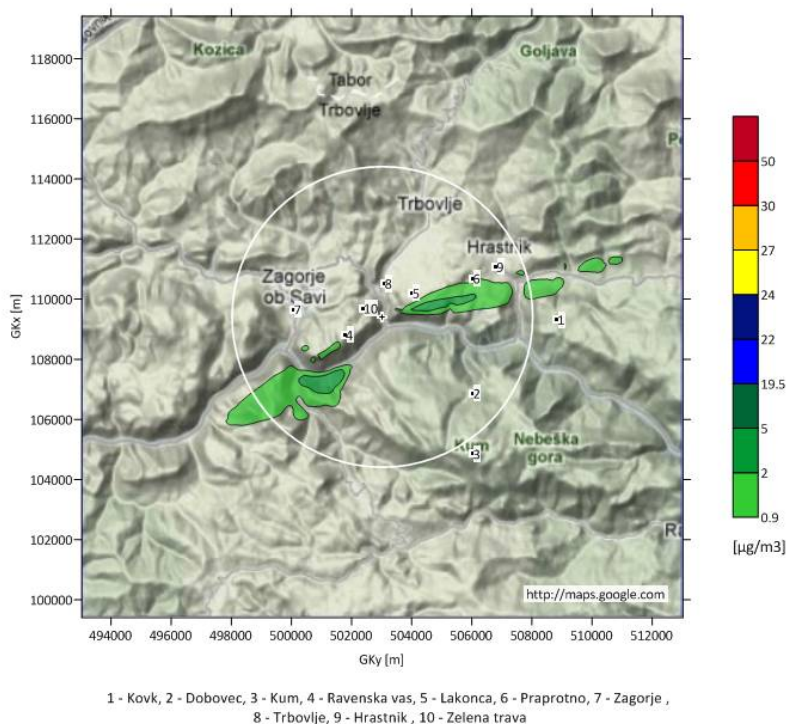
Na podlagi rezultatov na sliki 3.1 bi bilo tudi potrebno povečati radij območja vrednotenja, saj so na robu izračunane koncentracije višje od 3% mejne letne vrednosti.

Izračun širjenja onesnaženja NO_x in NO_2 v tem podpoglavju je bil pripravljen ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z mejno emisijsko koncentracijo 500 mg/m^3 . V izdanem OVD, ki je v postopku ponovnega odločanja, je bila upoštevana predpisana mejna emisijska koncentracija NO_x 800 mg/m^3 . Za primerjavo je bil pripravljen tudi izračun širjenja onesnaženja ob upoštevanju te mejne emisijske koncentracije in je prikazan v prilogi B.

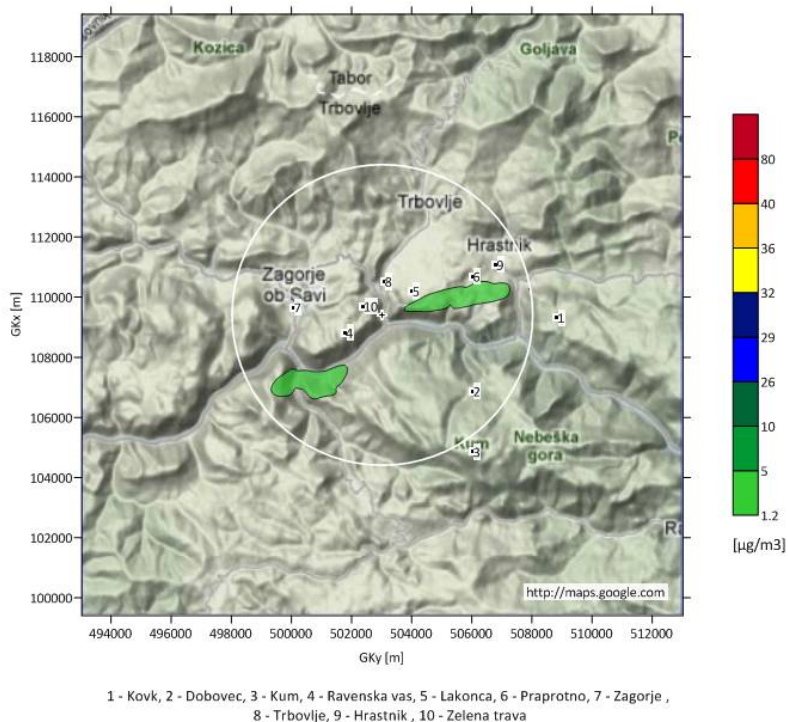
Poglaviten vir NO_x in NO_2 iz podjetja LC je samo emisija, ki poteka preko odvodnika odpadnih dimnih plinov N1. Vir delcev PM_{10} pa so poleg emisije iz odvodnika N1 tudi emisije iz odvodnikov Izpust iz mlina cementa in Izpust iz hladilnika klinkerja ter razpršene emisije prašnih delcev. V modelskih izračunih, prikazanih na slikah 3.4 - 3.6, je upoštevana celotna emisija vseh virov trdnih delcev. Na sliki 3.5 je prikazana izračunana najvišja dnevna koncentracija delcev PM_{10} . Izračunano onesnaženje z delci, ki je na sliki bolj oddaljeno od lokacije naprave, so povzročile emisije iz najvišjega odvodnika. Onesnaženje z delci, ki se je širilo po dolini Save in Trboveljščice, je nastalo zaradi emisije iz odvodnikov mlina cementa in hladilnika klinkerja. Izračunano

onesnaženje z delci na lokaciji naprave pa je posledica predvsem razpršene emisije. Pojavila so se tudi preseganja mejne dnevne koncentracije PM_{10} (slika 3.6). Vsa ta preseganja so se pojavila na območju naprave, vir teh preseganj pa je razpršena emisija. Prav tako so se zaradi razpršene emisije pojavila na območju naprave preseganja povprečne letne koncentracije delcev PM_{10} , prikazane na sliki 3.4. V prilogi C so prikazani še rezultati izračuna za primer, da v izračunu ne upoštevamo razpršenih emisij.

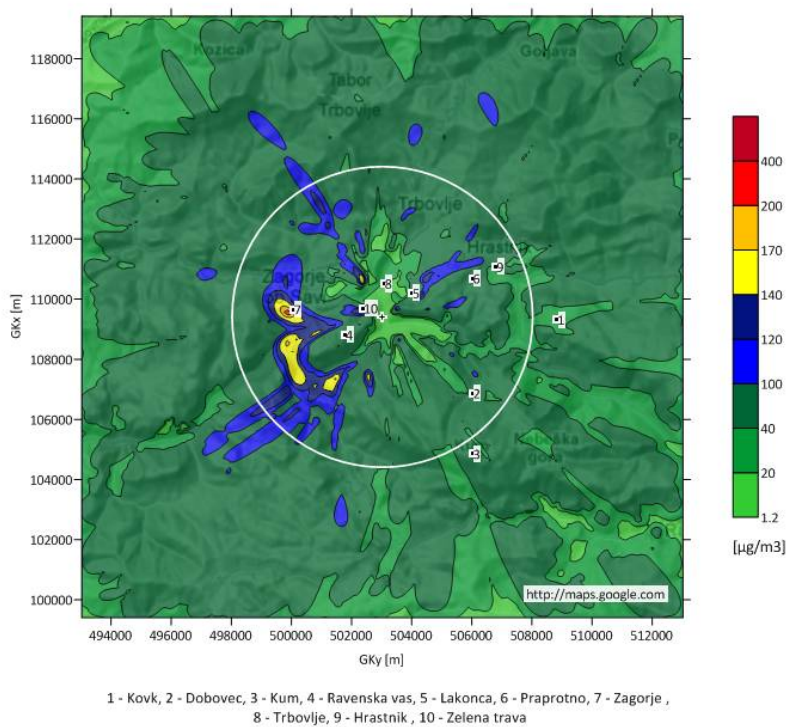
Na sliki 3.7 je prikazano še širjenje onesnaženja z benzenom. Za benzen je predpisana samo mejna letna koncentracija. Vse izračunane koncentracije benzena so nižje od 3% mejne letne vrednosti, zato je ta slika prazna in na njej ni narisanih nobenih vrednosti.



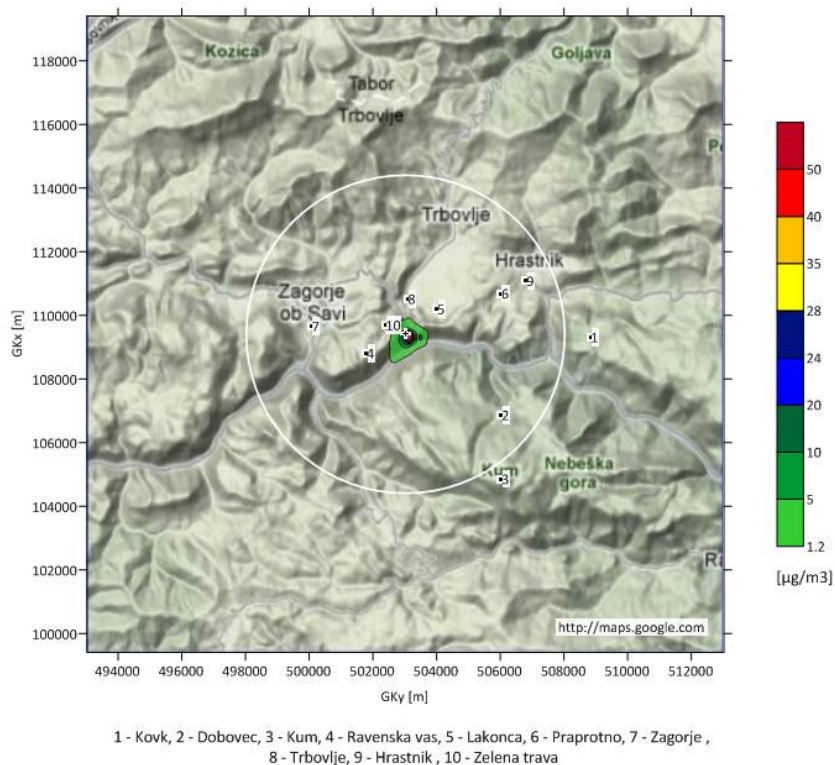
Slika 3.1: Izračunana povprečna letna koncentracija NO_x ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo.



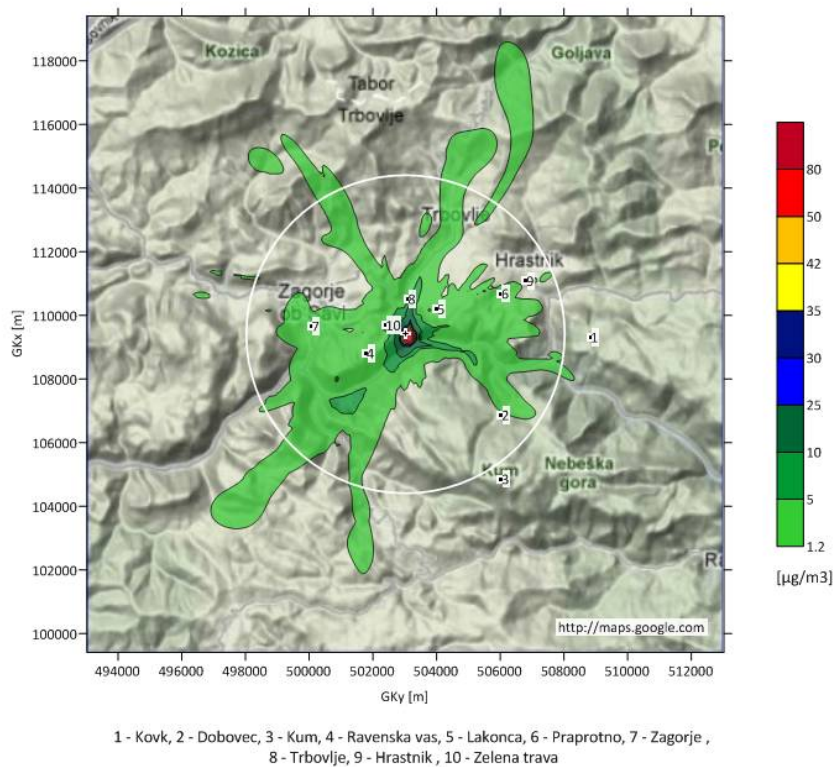
Slika 3.2: Izračunana povprečna letna koncentracija NO₂ ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo.



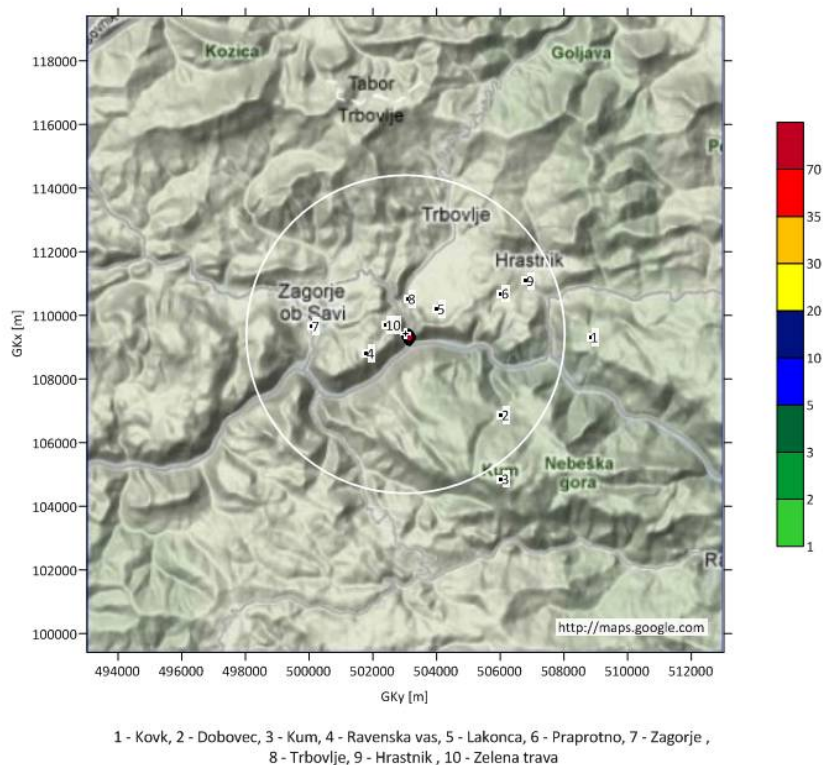
Slika 3.3: Izračunana najvišja urna koncentracija NO₂ ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo.



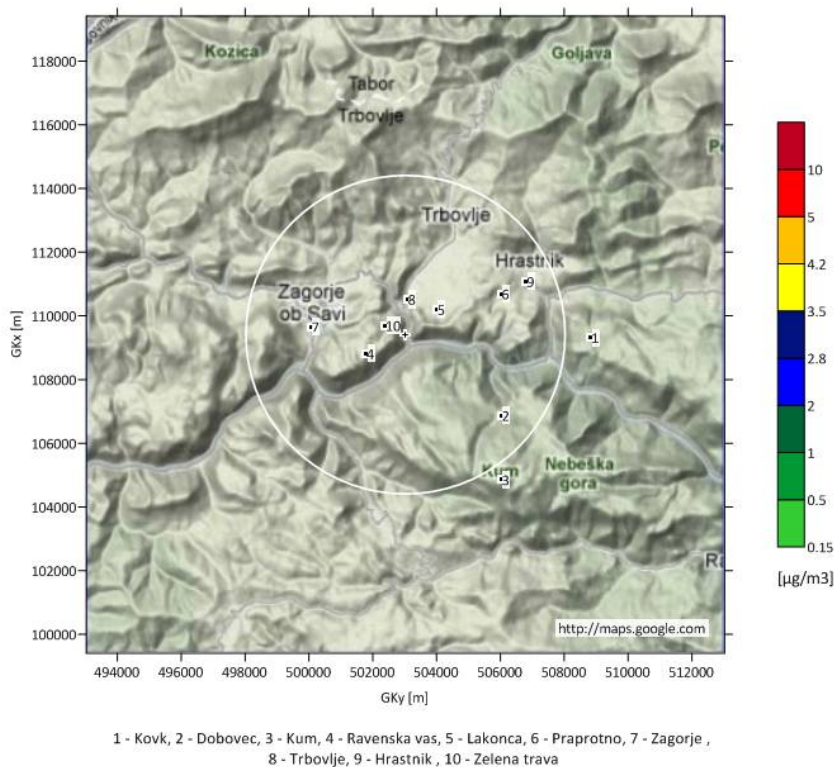
Slika 3.4: Izračunana povprečna letna koncentracija delcev PM₁₀ ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo.



Slika 3.5: Izračunana najvišja dnevna koncentracija delcev PM₁₀ ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo.



Slika 3.6: Izračunano število prekoračitev mejne dnevne koncentracije PM_{10} ob predpostavki o celoletnem, enakomernem obratovanju podjetja z najvišjo dovoljeno emisijo.



Slika 3.7: Izračunana povprečna letna koncentracija benzena ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju z najvišjo dovoljeno emisijo.

Na zgornji slikah, ki prikazujejo prostorsko razporeditev širjenja onesnaženja, je težko razbrati absolutni maksimum iz posamezne slike. Najvišje vrednosti iz posamezne slike so zato zbrane v tabeli 3.1. Izračuni so pokazali na točkovno preseganje mejne urne koncentracije NO₂ v bližini AMP Zagorje. V izračunu se je pojavilo eno preseganje mejne urne koncentracije NO₂ v zunanjem zraku. Dovoljeno število preseganj iz Uredbe [4] je 18, kar pomeni, da zaradi obratovanja LC ne gre pričakovati prekomernega onesnaženja zunanjega zraka.

Iz tabele 3.1 je razvidno, da so se pojavila tudi številna preseganja mejne dnevne vrednosti PM₁₀. Vsa ta preseganja so posledica ocene razpršene emisije, pojavila pa so se predvsem znotraj območja naprave. Torej ne moremo govoriti o vplivu na življenjsko okolje ampak o vplivu na delovno okolje. Pomembno je tudi poudariti, da je pri oceni razpršene emisije največja negotovost, saj se razpršene emisije ne meri, ampak so ocenjene samo na podlagi emisijskih faktorjev. Zavedati se je tudi potrebno, da je bilo v izračunu predpostavljeno enakomerno celoletno obratovanje podjetja LC in da so vsi trdni delci tudi delci PM₁₀ (razmerje med delci PM₁₀ in celotnim prahom enako 1:1).

Tabela 3.1: Izračunane vrednosti v točki z najvišjo vrednostjo v prostoru.

| parameter | modelski izračun | | zakonodaja | |
|---|------------------------------------|-----|-------------------------|----|
| | koncentracije [µg/m ³] | N | MV [µg/m ³] | N |
| NO ₂ - letno povprečje | 3,7 | - | 40 | - |
| NO ₂ - najvišja urna vrednost | 213,9 | 1 | 200 | 18 |
| NO _x - letno povprečje | 4,8 | - | 30 | - |
| PM ₁₀ - letno povprečje | 68,0 | - | 40 | - |
| PM ₁₀ - najvišja dnevna vrednost | 181,2 | 248 | 50 | 35 |
| benzen - letno povprečje | 0,1 | - | 5 | - |

V prilogi D so zbrani še rezultati modelskega izračuna za onesnaževala, ki niso presegla najmanjšega masnega pretoka iz Priloge 5 Uredbe [3]. S tem smo pripravili modelske izračune širjenja onesnaženja v zunanjem zraku za vsa onesnaževala iz tabele 2.8.

3.1.2 Ocena in analiza dodatne obremenitve

V podpoglavju 3.1.1 smo predstavili prostorsko razporeditev onesnaženja zunanjega zraka, ki bi ga povzročalo podjetje LC, če bi celo leto obratovalo neprekinjeno z najvišjimi masnimi pretoki iz vseh odvodnikov. Pri oceni dodatne obremenitve zunanjega zraka pa je potrebno pregledati vrednosti modelskih izračunov v reprezentativnih točkah prostora, kjer se nahajajo merilna mesta za ocenjevanje celotne obremenitve zunanjega zraka. Za vsak objekt sta določeni najmanj dve merilni mesti.

Pri analizi dodatne obremenitve veljajo bolj stroge zahteve kot za vrednosti v najvišji točki prostora, ki so zbrane v tabeli 3.1. Analiza dodatne obremenitve se izvede na podlagi 17. člena Uredbe [3], ki pravi, da mejna dnevna koncentracija ni presežena, če je na vseh merilnih mestih najvišja dnevna vrednost dodatne obremenitve nižja od razlike mejne dnevne in mejne letne koncentracije. Podobno velja tudi urno vrednost: urna vrednost dodatne obremenitve ni presežena, če je na vseh merilnih mestih izračunana urna vrednost nižja od razlike med mejno urno koncentracijo in mejno letno koncentracije. Tako morajo biti na obeh merilnih mestih najvišje izračunane urne vrednosti NO₂ nižje od 160 µg/m³, najvišje izračunane dnevne vrednosti PM₁₀ pa nižje od 10 µg/m³.

Ocena dodatne obremenitve se nahaja v tabeli 3.2, narejena pa je bila za lokaciji postaj AMP Trbovlje in AMP Zelena Trava. Na nobeni postaji ni prišlo do preseganj dodatne obremenitve zunanjega zraka, kljub temu, da so bili izračuni pripravljene na podlagi predpostavke o celoletnem obratovanju z največjo dovoljeno emisijo.

Tabela 3.2: Ocena dodatne obremenitve za podjetje LC.

| parameter | AMP Trbovlje | | AMP Zelena Trava | | merila za vrednotenje analize dodatne obremenitve ^e [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
|---|--|---|--|---|---|
| | koncentracije [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | N | koncentracije [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | N | |
| NO ₂ - letno povprečje | 0,0 | - | 0,2 | - | 40 |
| NO ₂ - najvišja urna vrednost | 19,0 | 0 | 84,9 | 0 | 160 |
| NO _x - letno povprečje | 0,0 | - | 0,2 | - | 30 |
| PM ₁₀ - letno povprečje | 0,3 | - | 0,6 | - | 40 |
| PM ₁₀ - najvišja dnevna vrednost | 3,4 | 0 | 3,7 | 0 | 10 |
| benzen - letno povprečje | 0,0 | - | 0,0 | - | 5 |

3.2 IZRAČUN ŠIRJENJA ONESNAŽENJA NA PODLAGI IZMERJENEGA ČASOVNEGA NIZA EMISIJE

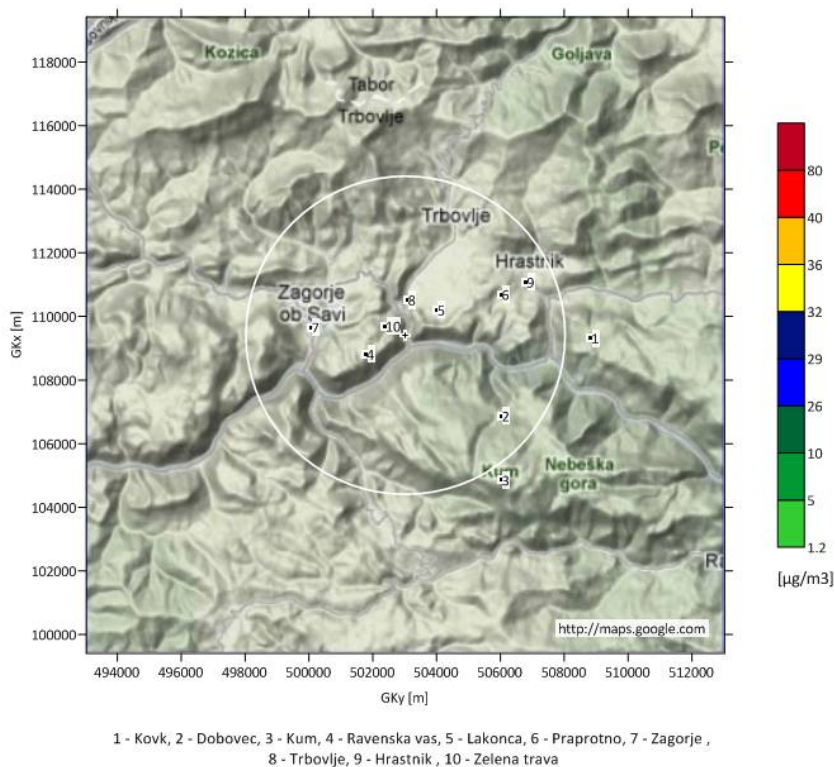
Pripravili smo še izračun širjenja onesnaženja ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije. V takšnem izračunu so pravilno upoštevana tako obdobja, ko podjetje ne obratuje kot tudi obdobja, ko obratuje s povišano močjo.

V obdobju od 1. decembra 2010 do 1. decembra 2011 je podjetje LC ni veliko obratovalo (obratovanje je bilo prekinjeno od 1.7.2011 naprej), vseeno pa je bil pripravljen izračun za oceno realnega onesnaženja v tem obdobju. Predvsem izračun povprečnih letnih koncentracij ni reprezentativen.

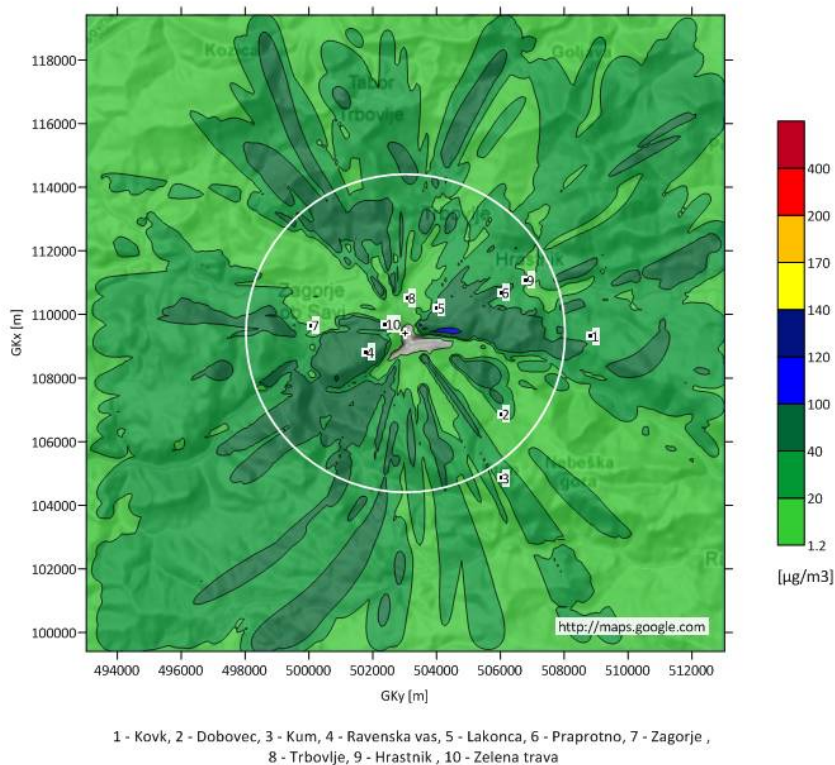
Na sliki 3.9 je prikazan izračun najvišjih urnih koncentracij NO₂. Izračunane koncentracije so bile višje od spodnjega ocenjevalnega pragu, najvišje koncentracije pa so se v tej vrsti izračuna pojavile na pobočju vzhodno od lokacije naprave.

Izračun koncentracije delcev PM₁₀ se nahaja na slikah 3.11 in 3.12. Poudariti je potrebno, da so v tej vrsti izračuna vključene samo izmerjene emisije na odvodniku N1, ker se samo na tem odvodniku izvajajo stalne emisijske meritve. Vir delcev PM₁₀ pa so tudi emisije iz ostalih odvodnikov.

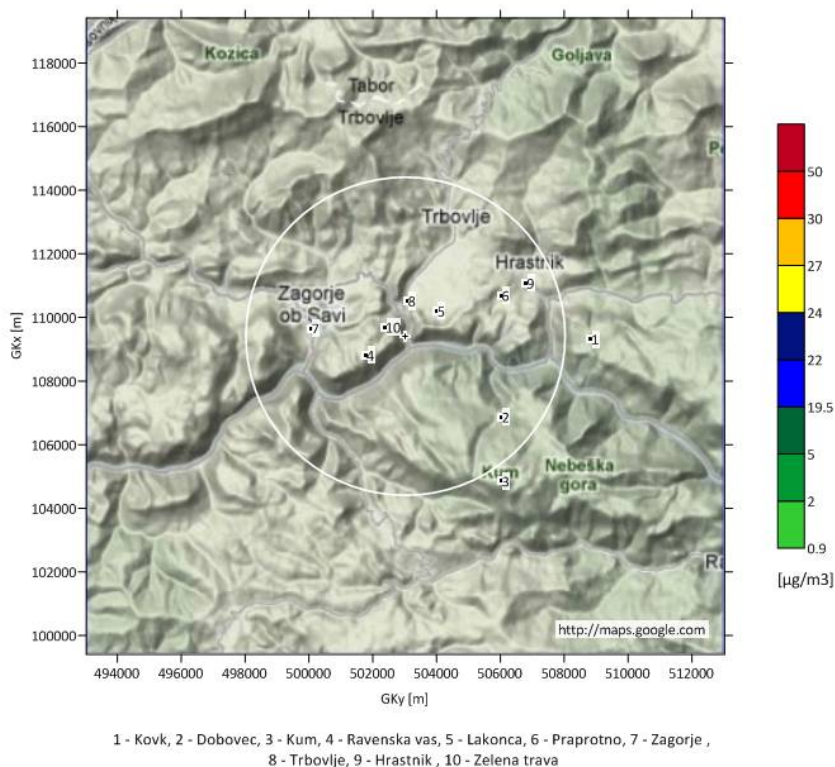
^e Analiza dodatne obremenitve se izvede na podlagi 17. člena Uredbe [3].



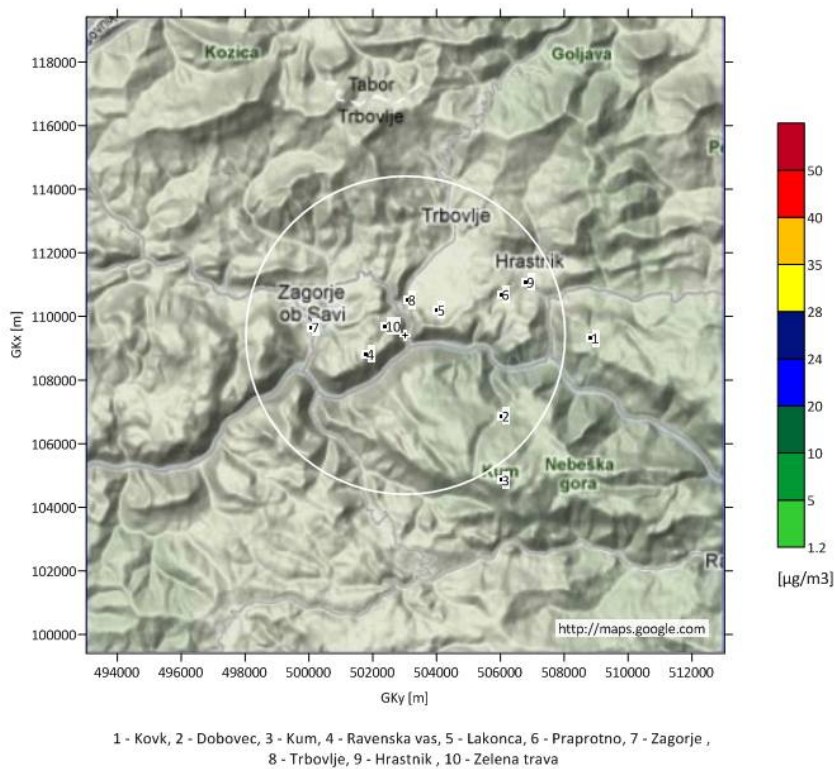
Slika 3.8: Izračunana povprečna letna koncentracija NO₂ ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije na odvodniku N1.



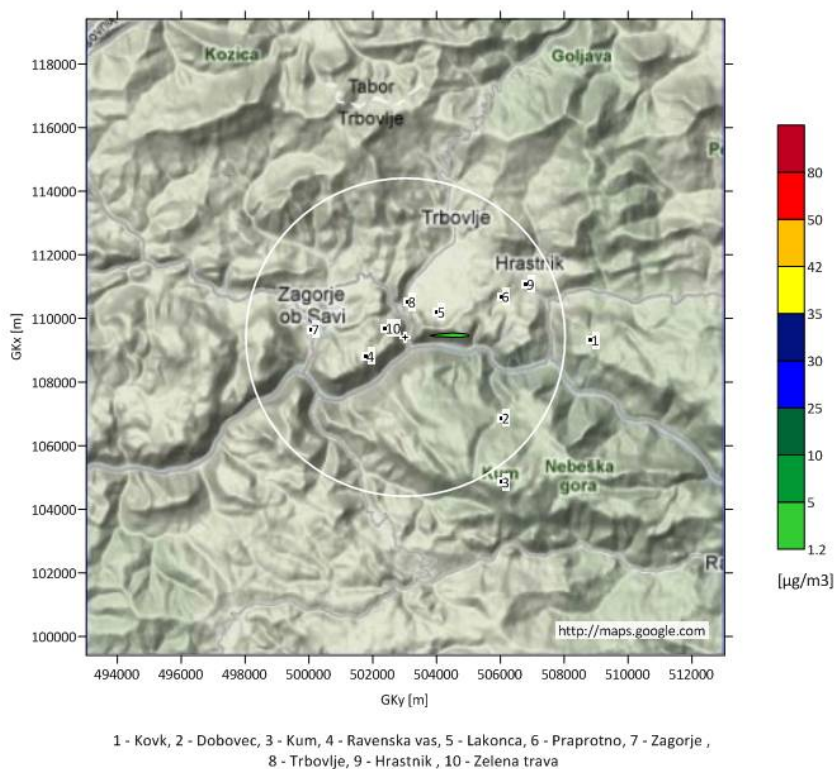
Slika 3.9: Izračunana najvišja urna koncentracija NO₂ ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije na odvodniku N1.



Slika 3.10: Izračunana povprečna letna koncentracija NO_x ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije na odvodniku N1.



Slika 3.11: Izračunana povprečna letna koncentracija PM₁₀ ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije na odvodniku N1.



Slika 3.12: Izračunana najvišja dnevna koncentracija PM_{10} ob upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije na odvodniku N1.

Poleg grafične predstavitve rezultatov je pripravljena še tabela 3.3, kjer so zbrane vrednosti z najvišjo vrednostjo iz vsake slike.

Tabela 3.3: Izračunane koncentracije v točki z najvišjo vrednostjo pri izračunih z upoštevanjem izmerjenega časovnega niza emisije.

| parameter | modelski izračun | | zakonodaja | |
|--|--|---|---------------------------------|----|
| | koncentracije [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | N | MV [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | N |
| NO_2 - letno povprečje | 0,5 | - | 40 | - |
| NO_2 - najvišja urna vrednost | 121,6 | 0 | 200 | 18 |
| NO_x - letno povprečje | 0,5 | - | 30 | - |
| PM_{10} - letno povprečje | 0,0 | - | 40 | - |
| PM_{10} - najvišja dnevna vrednost | 1,6 | 0 | 50 | 35 |

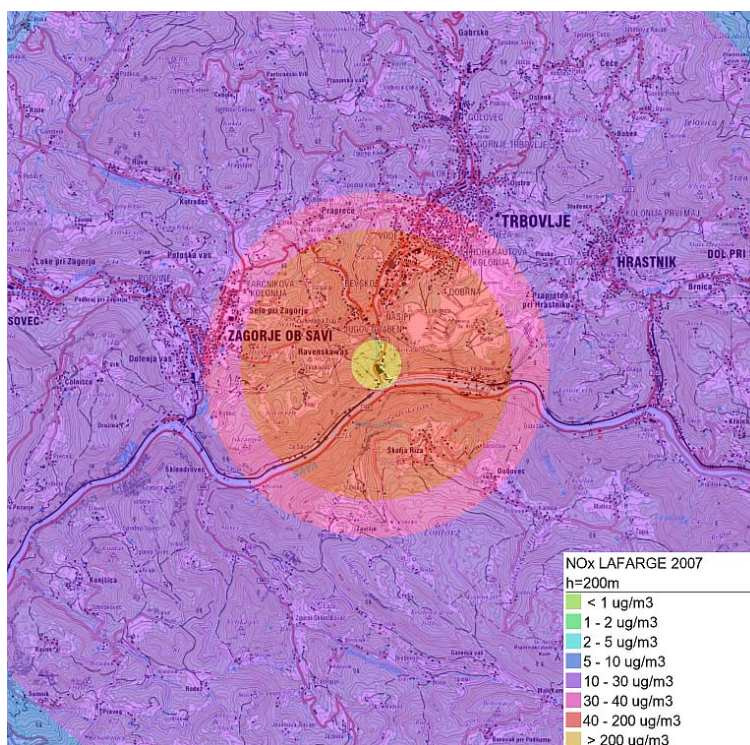
4 DOLOČITEV VPLIVNEGA OBMOČJA

4.1 VPLIVNO OBMOČJE, DOLOČENO Z MODELOM SCREEN 3 V LETU 2007

Elektroinštitut Milan Vidmar je v letu 2007 že pripravil Elaborat o določitvi vplivnega območja za podjetje LC v poročilu številka EKO 3055 [27]. Izračuni širjenja onesnaženja so bili v tem obdobju pripravljene z Gaussovimi modeli SCREEN 3.

V istem letu kot je bilo izdelano zgoraj omenjeno poročilo, je začela veljati tudi *Uredba* [3]. V omenjeni uredbi je določeno, da je za izračun širjenja onesnaženja v zunanjem zraku nad kompleksnim terenom potrebno uporabiti zmožljivejše mednarodno uveljavljene in validirane modele, ki lahko glede na kompleksnost situacije upoštevajo večje število merilnih mest za opis meteorološke situacije. V 50. členu *Uredbe* [3] je definirano, da določila te uredbe v povezavi z kakovostjo zunanjega zraka za obstoječe naprave začnejo veljati šele po datumu 31.7.2011.

V poročilu št. EKO 3055 je bilo določeno, da največji vpliv povzročajo urne koncentracije NO_2 . Določeno je bilo vplivno območje s krogom s središčem na lokaciji odvodnika in z radijem enakim 500 m. Rezultati izračuna iz leta 2007 so prikazani na sliki 4.1. Obravnavano območje izračuna širjenja onesnaženja je drugačno kot v poglavju 3, upoštevana pa je tudi bila višja emisijska koncentracija NO_x , ki je v tistem obdobju veljala za LC. Ker z Gaussovimi modeli ni možno izračunati števila prekoračitev mejne vrednosti, je bilo za določitev vplivnega območja upoštevano vsako preseganje mejne urne koncentracije NO_2 , čeprav ni bilo možno pokazati, v katerem primeru gre za čezmerno onesnaženje.



Slika 4.1: Izračun širjenje onesnaženja NO_2 z Gaussovimi modeli SCREEN 3 iz leta 2007 [27].

4.2 VPLIVNO OBMOČJE NA PODLAGI IZRAČUNA PODJETJA MEIS

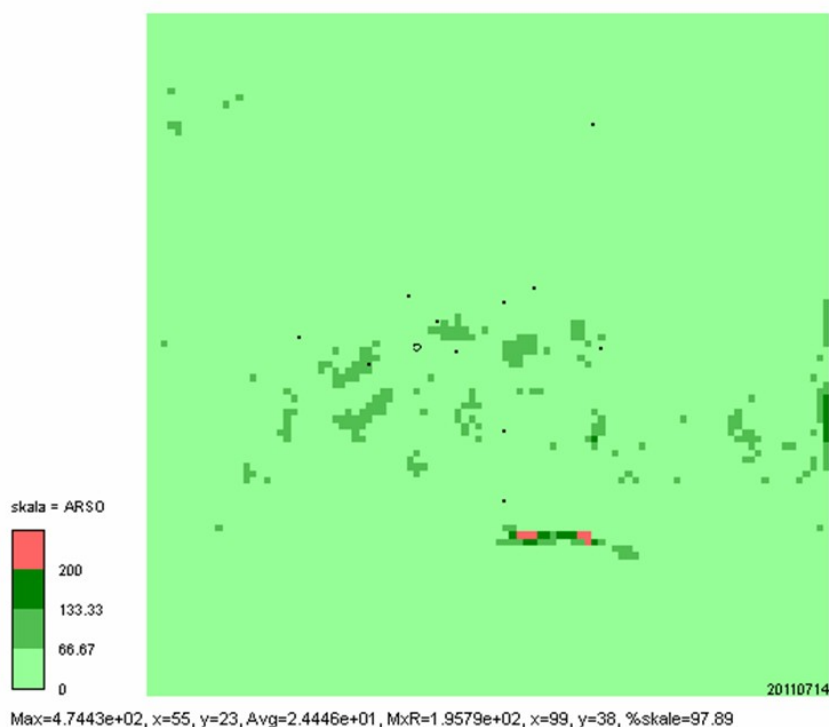
V letu 2011 je podjetje LC moralo pripraviti oceno dodatne in celotne obremenitve zunanjega zraka, tako kot ostali IPPC zavezanci v Sloveniji. Oceno dodatne obremenitve je za podjetje LC pripravilo podjetje MEIS. Oceno dodatne obremenitve so pripravili z Lagrangeevim modelom SPRAY, rezultati pa so zbrani v poročilu št. MEIS-LAFARGE-3b z naslovom *Poročilo o dodatni obremenitvi zunanjega zraka in analizi obremenitve na območju vrednotenja: Rezultati modeliranja in analize koncentracij onesnaževal v zunanjem zraku za Lafarge Cement d.o.o.* [28].

V izračun je bila zajeta meteorološka situacija iz obdobja od oktobra 2005 do septembra 2006, ko so se na območju Zasavja izvajale sodarske meritve. Emisijski masni pretoki onesnaževal so bili določeni na podlagi mejnih emisijskih koncentracij iz starega OVD, torej je bila v izračunih uporabljena mejna emisijska koncentracija NO_x enaka 800 mg/m^3 . Izračun je bil pripravljen na nekoliko drugačnem prostorskem območju kot izračuni v poglavju 3.1.

Tudi pri rezultatih podjetja MEIS čezmerna obremenitev zunanjega zraka ni bila izračunana in zato vplivnega območja na podlagi njihovega izračuna ni.

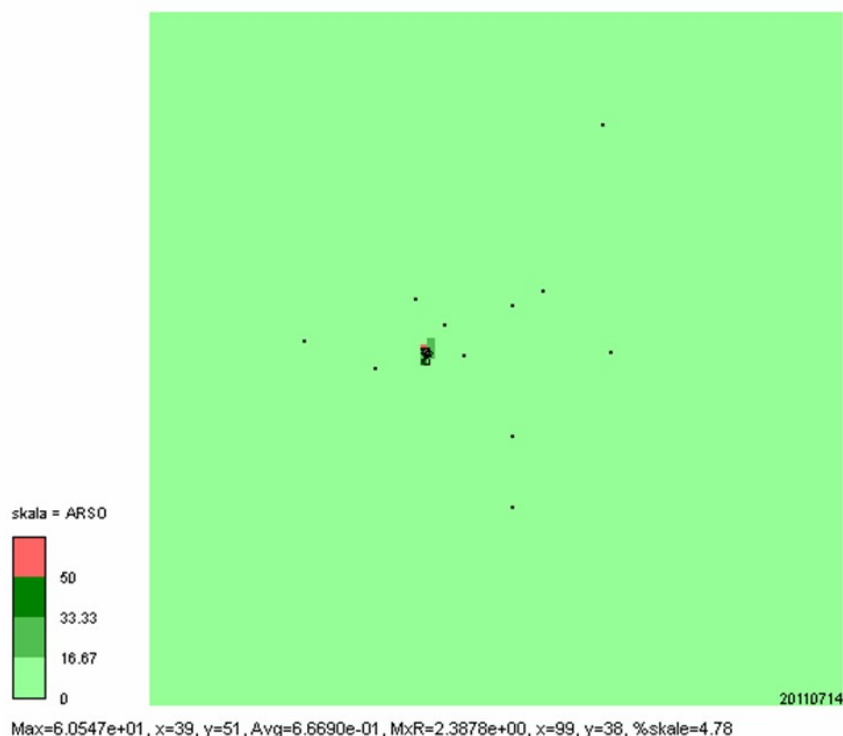
Pojavila so se preseganja mejne urne koncentracije NO_2 , izračun najvišjih urnih koncentracij NO_2 je prikazan na sliki 4.2. Preseganja mejne urne koncentracije so se v omenjenem izračunu pojavila na pobočjih okoli Legnanskega vrha zadaj za pobočji Kuma.

01-01-06, 00:00, Cementarna, Letni, NO_2 dej., Maks. ur.



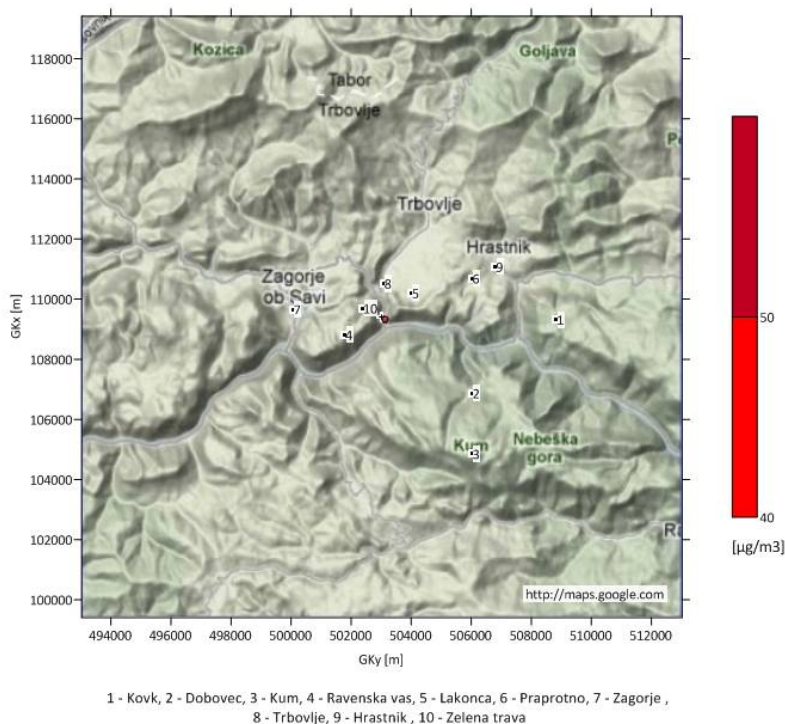
Slika 4.2: Izračunane najvišje urne koncentracije NO_2 , pripravljene s strani podjetja MEIS [28].

Na sliki 4.3 je prikazan izračun najvišjih dnevni koncentracij delcev PM_{10} , pripravljen s strani podjetja MEIS. Pojavila so se preseganja mejne dnevne koncentracije delcev PM_{10} na lokaciji naprave. Vzrok za ta preseganja niso emisije iz odvodnika N1 ampak emisija iz ostalih odvodnikov in razpršena emisija prašnih delcev. Zato se povišane koncentracije pojavljajo predvsem v bližnji okolici naprave.

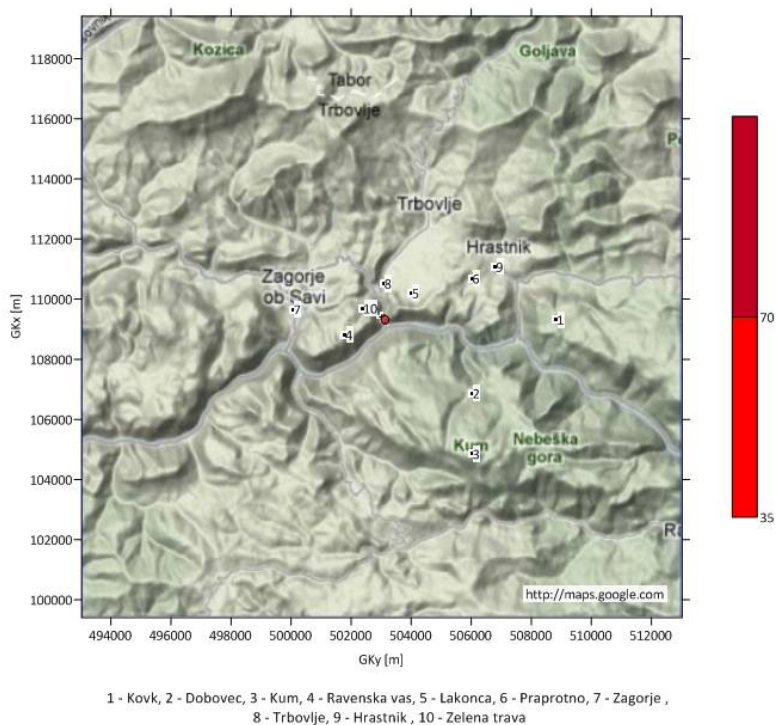
01-01-06, 00:00, Cementarna, Letni, Prah, Maks. dn.Slika 4.3: Izračunane najvišje dnevne koncentracije delcev PM₁₀, pripravljene s strani podjetja MEIS [28].**4.3 VPLIVNO OBMOČJE NA PODLAGI IZRAČUNA Z MODELOM CALPUFF**

V okviru priprave ocene dodatne obremenitve zunanjega zraka s strani podjetja LC v poglavju 3.1 je bila pripravljena ocena območja, kjer je predvidena možnost za povišano onesnaženje zaradi obratovanja naprav LC. Vplivno območje smo označili kot območje, kjer v izračunih pride do čezmernega onesnaženja zunanjega zraka, kar pomeni prekoračitev mejnih vrednosti in tudi prekoračitev sprejemljivega števila preseganj mejne vrednosti. Določili smo tudi območje povišanih koncentracij, kjer so izračunane koncentracije višje od zgornjega ocenjevalnega pragu, vendar ne povzročajo čezmernega onesnaženja. Smisel določevanja območja povišanih koncentracij je v tem, da se znotraj tega območja nadzira kakovost zunanjega zraka zaradi možnih kumulativnih učinkov vseh izpustov snovi v zrak. Seveda je treba upoštevati tudi spremenljivost meteoroloških situacij in negotovosti modelov. Za to območje obstaja verjetnost za povišano onesnaženje zunanjega zraka kot posledica obratovanja LC in je na njem smiselno nadzirati kakovost zunanjega zraka.

V modelskem izračunu se pojavlja čemerno onesnaženje samo ob vrednotenju razpršenih emisij prašnih delcev na lokaciji naprave. Pojavila so se preseganja povprečne letne koncentracije delcev PM₁₀ v zunanjem zraku, ki predstavljajo čezmerno obremenitev zunanjega zraka zaradi obratovanja LC ob predpostavki največjih razpršenih emisij. Zaradi navedenega stanja se je pojavilo tudi več kot 35 preseganj mejne dnevne koncentracije delcev PM₁₀. Vsa ta preseganja so posledica ocene razpršene emisije in se pojavljajo le na dvorišču naprave. To pomeni, da ta preseganja niso problem kvalitete zunanjega zraka v naravnem in življenjskem okolju. Ocena teh razpršenih emisij je v preteklosti predstavljala podlago za odločitve, da se je vplivno območje naprave končalo na ograji naprave oziroma industrijskega območja. Vplivno območje je določeno in prikazano na slikah 4.4 in 4.5. Smiselno je še opozoriti, da je bilo v izračunu upoštevano, da so vse razpršene emisije prašnih delcev kar delci PM₁₀, realno pa lahko pričakujemo, da je delcev PM₁₀ manj kot polovica vse razpršene emisije.



Slika 4.4: Vplivno območje LC, določeno na podlagi izračuna povprečne letne koncentracije delcev PM_{10} v zunanjem zraku.

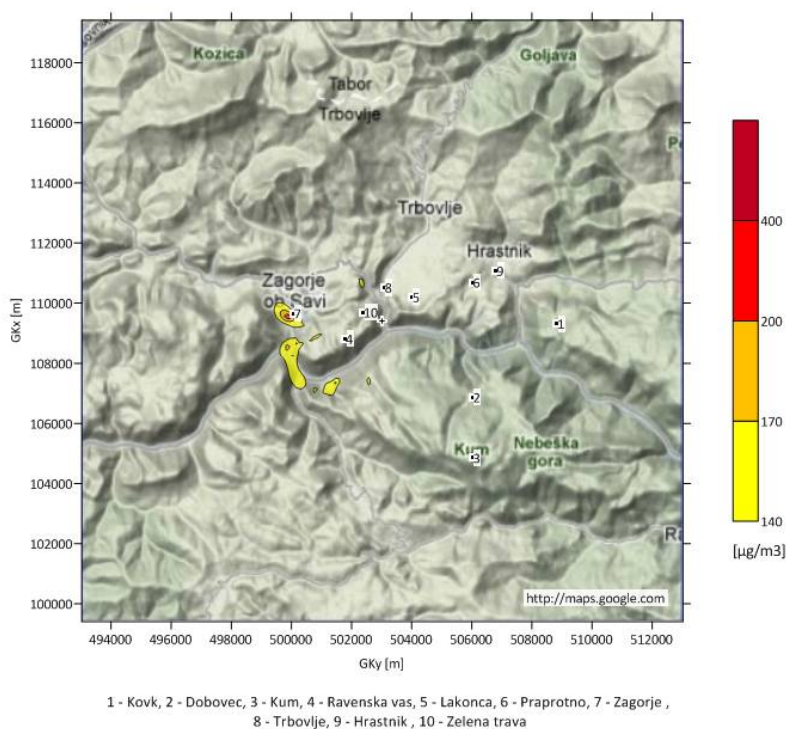


Slika 4.5: Vplivno območje LC, določeno na podlagi izračunanega števila več kot 35 preseganj mejne dnevne koncentracije delcev PM_{10} v zunanjem zraku.

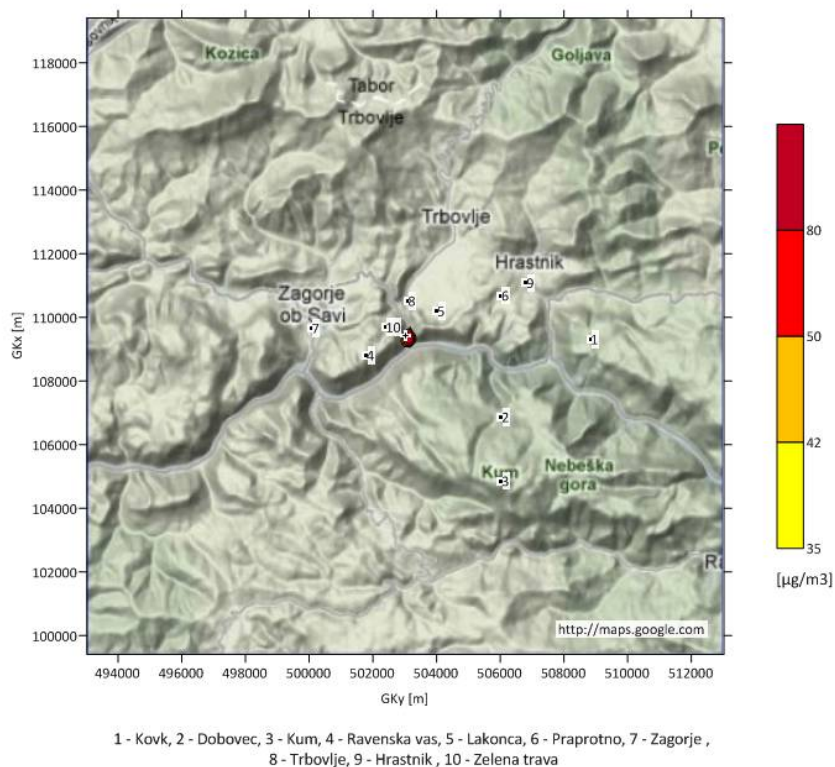
V nadaljevanju je prikazano še območje povišanih koncentracij. V izračunih so se pojavila možna preseganja mejne urne koncentracije NO_2 v okviru dovoljenega števila preseganj mejne urne koncentracije. Na sliki 4.6 so

še enkrat prikazani rezultati iz slike 3.3, vendar z drugačno skalo koncentracij (prikazane so samo koncentracije, višje od zgornjega ocenjevalnega pragu). Na sliki 4.6 so z rumeno barvo prikazane urne koncentracije NO_2 , ki so višje od zgornjega ocenjevalnega pragu, z rdečo barvo pa izračunane koncentracije, višje od mejne urne vrednosti NO_2 . Povišane koncentracije so se v izračunu pojavile na območju občin Zagorje ob Savi in Trbovlje, čezmerno onesnaženje zunanjega zraka z NO_2 pa ni bilo izračunano.

Kot smo že omenili, so se v izračunih pojavila tudi preseganja mejne dnevne koncentracije delcev PM_{10} . Območje povišanih koncentracij, določeno na podlagi izračuna širjenja delcev PM_{10} , je prikazano na sliki 4.7. Prikazan je isti rezultat kot na sliki 3.5, le da so tu spet označene samo izračunane koncentracije, višje od zgornjega ocenjevalnega pragu.



Slika 4.6: Območje povišanih koncentracij podjetja LC, določeno na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO_2 z modelom CALPUFF v letu 2011.



Slika 4.7: Območje povišanih koncentracij podjetja LC, določeno na podlagi izračuna najvišje dnevne koncentracije delcev PM_{10} z modelom CALPUFF v letu 2011.

Kot priloga k študiji je bila pripravljena tudi datoteka .kml za prikaz rezultatov v orodju Google Zemlja [31], kjer si je vplivno območje in območje povišanih koncentracij mogoče nekoliko bolj natančno ogledati. Posnetki iz Google Zemlje so prikazani v prilogi E, v prilogi F pa je pripravljen spisek parcel na vplivnem območju, pridobljen iz Atlasa okolja.

ZAKLJUČKI

V študiji so bili pripravljene modelski izračuni širjenja onesnaženja odpadnih snovi v zrak, ki nastanejo pri obratovanju podjetja Lafarge Cement d.o.o. Na podlagi modelskih izračunov v tej študiji in v poročilu podjetja MEIS je bila pripravljena ocena dodatne obremenitve zunanjega zraka in ocena vplivnega območja.

Ocena dodatne obremenitve zunanjega zraka, prikazana v podpoglavju 3.1, je pripravljena na podlagi **teoretične predpostavke o celoletnem obratovanju LC z najvišjo dovoljeno emisijo**, kar pomeni neprekinjenih 8760 ur obratovanja. Dejansko LC tudi ob normalnem obratovanju ne obratuje vseh 12 mesecev na leto. Izračuni širjenja onesnaženja so bili pripravljene za onesnaževala NO_x, NO₂, PM₁₀ in benzen, ki so presegla najmanjšo vrednost urnega masnega pretoka snovi v odpadnih dimnih plinih, predpisane v prilogi 5 *Uredbe* [3].

V izračunih je bilo obdelano enoletno obdobje od 1.12.2010 do 1.12.2011. Iz rezultatov modeliranja je razvidno, da so se pojavila preseganja mejne urne koncentracije NO₂, vendar pa je bilo teh preseganj manj, kot je to dovoljeno z *Uredbo* [4], zato po predpisanih zakonskih določilih v izračunih **ni** prišlo do **čezmerne obremenitve okolja** z NO₂ kot posledica obratovanja naprave. Zaradi razpršenih emisij prašnih delcev so se pojavila preseganja mejne dnevne in mejne letne koncentracije delcev PM₁₀ v neposredni bližini naprave. Izračunane koncentracije delcev PM₁₀ **so precenjene**, ker je bilo v izračunih upoštevano, kot da so vsi trdni delci tudi delci PM₁₀ (razmerje med emisijo celotnega prahu in delcev PM₁₀ v modelu je kar v razmerju 1:1). Emisije delcev PM₁₀ pa so vedno nižje od emisije celotnega prahu. Delež delcev PM₁₀ iz filtra prašnih delcev naj bi znašal med 75% in 85% celotne emisije prašnih delcev, delež razpršene emisije delcev PM₁₀ pa je še nižji in je ocenjen na 45% celotne razpršene emisije prahu.

Pripravljen je bil izračun širjenja onesnaženja v zunanjem zraku tudi za ostala onesnaževala, čeprav emisija teh onesnaževal ni presegla najmanjšega masnega pretoka iz priloge 5 v *Uredbi* [3] in ti izračuni niso predpisani. Rezultati teh izračunov so predstavljeni v Prilogi E te študije. Med drugim je bilo izračunano tudi širjenje dioksinov in furanov (PCDD in PCDF) v zunanjem zraku, katerih izračunane koncentracije onesnaževal so nizke.

V podpoglavju 3.2 je prikazan izračun širjenja onesnaženja pri upoštevanju izmerjenega časovnega niza emisije ob dejanskem obratovanju. Izračunane koncentracije so nižje kot pri izračunu v podpoglavju 3.1, kar je logična posledica dejstva, da LC ni obratoval celo leto konstantno z najvišjo možno emisijo (od 1.7.2011 naprej je bilo obratovanje popolnoma prekinjeno).

Pri določevanju vplivnega območja nastopi težava, saj nikjer v slovenskem pravnem redu **ni eksaktne definicije in metodologije določanja vplivnega območja**. V *ZVO* [1] je napisano, da je vplivno območje tisto območje, kjer obstaja možnost, da zaradi obratovanja naprave **lahko** prihaja do vpliva na zdravje in premoženje ljudi. Vplivno območje je posledica obratovanja naprave in ne kumulativne obremenitve okolja. Merilo za onesnaženje, ki je škodljivo človekovemu zdravju, so koncentracije v zunanjem zraku, ki povzročajo čezmerno onesnaženje, definirano z mejnimi vrednostmi v *Uredbi* [4] in s smernicami s strani WHO. Kot **vplivno območje** smo tako označili območje, kjer v modelskih izračunih prihaja do **čezmerne obremenitve okolja** kot posledica obratovanja naprave.

Vplivno območje, določeno na podlagi rezultatov iz poglavja 3, je prikazano v podpoglavju 4.3. Vplivno območje je omejeno **na bližnje okolico lokacije naprave** in je posledica izračunanih visokih koncentracij delcev PM₁₀ zaradi ocene razpršene emisije prašnih delcev.

Ker so modelski izračuni lahko nezanesljivi in ker na izračun vpliva tudi meteorološka situacija, ki se vsako leto spreminja, smo prikazali tudi območja, kjer so izračunane koncentracije povišane in so višje od zgornjega ocenjevalnega pragu, vendar nižje od čezmerne onesnaženja. Območje povišanih koncentracij smo določili z

namenom, da prikažemo območje, kjer obstaja večja verjetnost za pojav povišanih koncentracij. Na tem območju je smiselno zagotoviti celovit nadzor nad kakovostjo zunanjega zraka. Območje povišanih koncentracij se je v modelskih izračunih pojavilo na področju **občin Zagorje ob Savi in Trbovlje**. Določitev območja povišanih koncentracij naj služi vključevanju zainteresirane javnosti v postopek pridobivanja OVD.

V podpoglavju 4.2 so prikazani tudi rezultati dodatne obremenitve zunanjega zraka LC, ki jo je pripravilo podjetje MEIS za obdobje od oktobra 2005 do septembra 2006. Na podlagi izračuna podjetja MEIS bi se območje povišanih koncentracij lahko pojavilo zadaj za Kumom na pobočjih **Legnanskega vrha** (koncentracije NO₂) in pa **na sami lokaciji naprave** (koncentracije delcev PM₁₀).

V podpoglavju 4.1 je prikazano vplivno območje LC, ki je bilo določeno z Gaussovimi modeli Screen 3 v letu 2007. V takratnem izračunu so bile upoštevane višje emisijske koncentracije NO_x. Gaussovi modeli imajo težave z ocenjevanjem širjenja onesnaženja nad kompleksnim terenom, poleg tega pa z njimi ni mogoče izračunati števila prekoračitev mejne koncentracije, zato je z njimi težko ovrednotiti, ali gre za čezmerno onesnaženje zunanjega zraka.

Kakovost zunanjega zraka in širjenje onesnaženja v zunanjem zraku sta zelo povezani z meteorološkimi lastnostmi okolice, zato se visoke koncentracije v zunanjem zraku **ne pojavljajo enakomerno preko celega leta**. V ugodnih meteoroloških razmerah prihaja do intenzivnega redčenja onesnaženja, v neugodnih meteoroloških razmerah v času temperaturnih inverzij pa lahko že manjše emisije povzročajo visoke koncentracije.

Kakovost zunanjega zraka v Zasavju se mora stalno spremljati, zato predlagamo, da mora tudi LC v prihodnje zagotavljati ustrezen nadzor nad obratovanjem LC in stanjem ter jih dopolnjuje z modelskimi izračuni širjenja onesnaženja. Rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka morajo biti na voljo zainteresirani javnosti, občanom, lokalnim skupnostim in upravnim organom, torej **javnost mora imeti sproten vpogled** v rezultate meritev. Smiselno bi tudi bilo, da bi nadzor nad kakovostjo zunanjega zraka na območju povišanih koncentracij bolj aktivno spremljala delovna telesa občin in lokalnih skupnosti oziroma civilna združenja. Predlagamo tudi, da podjetje LC **nadaljuje s spremljanjem stanja kakovosti zunanjega zraka** in tako izkazuje stopnjo onesnaženja v svoji okolici. Lokacija AMP na Zeleni Travi je dobra, saj so izračunane najvišje urne koncentracije NO₂ na tej lokaciji višje od spodnjega ocenjevalnega pragu, poleg tega pa se postaja nahaja v neposredni bližini poselitvenega območja. Povišane koncentracije se lahko po izračunih za obdobje od 1.12.2010 do 1.12.2011 pojavijo tudi na lokaciji AMP Zagorje in njeni bližnji okolici, smiselno pa je spremljanje kvalitete zraka tudi na drugih potencialno bolj onesnaženih predelih v okolici LC.

LITERATURA

- [1] *Zakon o varstvu okolja* (Ur. l. RS 39/2006-UPB1, 70/2008, 108/2009).
- [2] *Uredba o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega* (Ur. l. RS, št. 97/04, 71/07, 122/07).
- [3] *Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja* (Ur. l. RS 31/2007, 70/2008, 61/2009).
- [4] *Uredba o kakovosti zunanjega zraka* (Ur. l. RS 9/2011).
- [5] *Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka* (Ur. l. RS 55/2011).
- [6] *Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu emisije snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja ter o pogojih za njegovo izvajanje* (Ur. l. RS 105/2008).
- [7] *Direktiva 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo* (UL. L. št. 152/1, z dne 11.6.2008).
- [8] *Uredba o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave* (Ur. l. RS 36/2009).
- [9] *Uredba o emisiji snovi v zrak iz naprav za proizvodnjo cementa* (Ur.l. RS 34/2008).
- [10] *Uredba o emisiji snovi v zrak iz sežigalnic odpadkov in pri sosežigu odpadkov* (Ur.l. RS 50/2001, 56/2002, 84/2002, 76/2010).
- [11] WHO (2006). *WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*, Global update 2005, Summary of risk assessment (dostopno na spletu: http://whqlibdoc.who.int/hq/2006/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf).
- [12] WHO - Regional Office for Europe (2000). *Air Quality Guidelines for Europe*. Second edition. (dostopno na spletu: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf).
- [13] H. Fiedler. (2003). *The Handbook of Environmental Chemistry*, Chapter 6. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (dostopno na spletu: <http://www.lu.lv/ecotox/publikacijas/DIOXINS.PDF>).
- [14] Vončina R., et al (2011). *Analiza rezultatov OM kakovosti zunanjega zraka: Ravenska vas – zaselek Zelena trava*. Poročilo št.: EKO 5220. EIMV, Ljubljana.
- [15] Ivančič, M. (2010). *Primerjava disperzijskih modelov*. Diplomaska naloga. FMF, Ljubljana.
- [16] Žabkar, R., Ivančič, M., Rakovec, J., Rus, M. (2010). *Comparison of different dispersion modelling approaches in complex terrain*. V: zbornik HARMO'13 konference, Pariz, 1. - 4. junija 2010.
- [17] Ivančič, M., Žabkar, R., Rakovec, J., Vončina, R., Pristov, N. (2011). *Influence of three different wind field initializations in CALMET model on dispersion modelling in complex terrain*. V: zbornik HARMO'14 konference, Kos, 2. - 6. oktobra 2011.
- [18] spletni naslov: <http://weather.uwyo.edu> (10.2.2011).
- [19] Briggs, G.A. (1969). *Plume Rise*. U.S. Atomic Energy Commission. TID-25075. Oak Ridge, TN.
- [20] Romberg E., R. Börsinger, A. Lohmeyer, R. Ruhnke, R. Röth (1996). *NO-NO2-Umwandlung für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase*. Staub-Reinhaltung der Luft Vol. 56 p, 215-218.
- [21] Scire, J.S., Strimaitis, D.G., Yamartino, R.J. (2000). *A User's Guide for the CALPUFF Dispersion Model: Version 5*. Concord, MA: Earth Tech, Inc.

- [22] Agencija republike Slovenije za okolje (2011). *Ocena o emisiji snovi v zrak za leto 2010*.
- [23] Žerjav E. (2007). *Strokovna ocena o vrstah in količini odpadkov namenjenih sosežigu v peči za klinker Lafarge Cement d.d. Trbovlje in o ukrepih za izpolnjevanje pogojev iz 28. člena pravilnika o sežiganju odpadkov*. ZZV Maribor, Maribor.
- [24] Zadnik V., et. al. (2008). *Razširjenost rakavih bolezni v Sloveniji in Zasavju*. Onkološki inštitut Ljubljana, epidemilogija in register raka, Ljubljana.
- [25] Kukec A., et. al. (2008). *Bolezni dihal pri šolskih otrocih v Zasavju v povezavi s stopnjo onesnaženosti okolja*. ZZV Ljubljana, Ljubljana (dostopno na spletu: <http://www.zagorje.si/dokument.aspx?id=1115>).
- [26] Čakš T., et. al. (2008). *Elaborat Zdravje za Zasavje: Od podrobnejše analize okolja in zdravja v Zasavski regiji do odpravljanja razlik v Sloveniji*. ZZV Ljubljana, Ljubljana.
- [27] Vončina R., et al (2007). *Elaborat o določitvi vplivnega območja za cementarno Lafarge Cement d.d. za leto 2007*. Poročilo št.: EKO 3055. EIMV, Ljubljana.
- [28] Božnar M.Z., et al (2011). *Poročilo o dodatni obremenitvi zunanjega zraka in analizi obremenitve na območju vrednotenja: Rezultati modeliranja in analize koncentracij onesnaževal v zunanjem zraku za Lafarge Cement d.o.o.* Poročilo št. MEIS-LAFARGE-3b. MEIS, Mali Vrh pri Šmarju.
- [29] Cerkvenc B., et al (2007). *Delež velikih nepremičnih virov emisij pri obremenjevanju zraka v Zasavju ter njihov vpliv na kakovost zraka v Zasavju*. ENERGIS, Ljubljana.
- [30] spletni naslov: <http://maps.google.com/> (6.1.2011).
- [31] Spletni naslov: <http://www.google.com/intl/sl/earth/index.html> (6.1.2012)
- [32] Spletni naslov: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (6.2.2012)

PRILOGA A: MERITVE KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA V ZASAVJU

Na območju Zasavje se izvajajo meritve meteoroloških spremenljivk in meritve kakovosti zunanjega zraka na 10 avtomatskih merilnih postajah (AMP). Na vseh postajah se ne izvaja celoten nabor meritev, rezultati meritev za obdobje od 1.12.2010 do 1.12.2011 pa so zbrani v tej prilogi. Lokacije vseh postaj so zbrane v tabeli 4.1.

Meritve SO₂ v zunanjem zraku za obdobje od 1.12.2010 do 1.12.2011 so zbrane v tabeli 4.2, meritve NO₂ in NO_x v tabeli 4.3 in meritve delcev PM₁₀ v tabeli 4.4. Koncentracije benzena v zunanjem zraku so se v obravnavanem obdobju merile samo na AMP Zelena trava, rezultati pa so bili že predstavljeni v podglavju 2.2. Spremljati pa je možno tudi rezultate meritev kakovosti zunanjega zraka v realnem času. Vsi rezultati so dostopni na spletnem portalu www.okolje.info.

Postaje, ki so postavljene na višjih nadmorskih višinah nad dnem doline, so namenjene zaznavanju in nadziranju onesnaženja predvsem iz industrijskih in energetskih objektov, postaje na dnu dolin, ki so del državne merilne mreže, pa predvsem zajemajo onesnaženje, ki nastaja v mestih kot posledica obratovanja individualnih kurišč in emisij iz prometa. Meritve kakovosti zunanjega zraka so pokazale na čezmerno obremenitev s prašnimi delci, ta preseganja pa so se pojavila na mestnih postajah in AMP Praprotno.

Tabela 4.1: Lokacije avtomatskih merilnih postaj v Zasavju.

| postaja | GKy [m] | GKx [m] | GKz [m] | upravljalac |
|------------------|---------|---------|---------|-------------|
| AMP Kovk | 508834 | 109315 | 608 | EIMV |
| AMP Dobovec | 506034 | 106865 | 695 | EIMV |
| AMP Kum | 506031 | 104856 | 1209 | EIMV |
| AMP Ravenska vas | 501797 | 108809 | 577 | EIMV |
| AMP Lakonca | 504017 | 110201 | 366 | EIMV |
| AMP Praprotno | 506025 | 110684 | 384 | EIMV |
| AMP Zelena trava | 502393 | 109693 | 467 | EIMV |
| AMP Zagorje | 500072 | 109659 | 238 | ARSO |
| AMP Trbovlje | 503095 | 110516 | 262 | ARSO |
| AMP Hrastnik | 506810 | 111077 | 286 | ARSO |

Tabela 4.2: Rezultati meritev SO₂ v zunanjem zraku na območju Zasavja za obdobje od 1.12.2010 do 1.12.2011.

| postaja | letna povprečna vrednost | najvišja urna vrednost | | najvišja dnevna vrednost | |
|------------------|--------------------------|------------------------|---|--------------------------|---|
| | [µg/m ³] | [µg/m ³] | N | [µg/m ³] | N |
| AMP Kovk | 10 | 201 | 0 | 56 | 0 |
| AMP Dobovec | 7 | 1036 | 2 | 110 | 0 |
| AMP Kum | 4 | 66 | 0 | 18 | 0 |
| AMP Ravenska vas | 11 | 527 | 3 | 72 | 0 |
| AMP Lakonca | - | - | - | - | - |
| AMP Praprotno | - | - | - | - | - |
| AMP Zelena trava | 3 | 495 | 1 | 44 | 0 |
| AMP Zagorje | 9 | 233 | 0 | 41 | 0 |
| AMP Trbovlje | 7 | 214 | 0 | 29 | 0 |
| AMP Hrastnik | 6 | 90 | 0 | 39 | 0 |

Tabela 4.3: Rezultati meritev NO₂ in NO_x v zunanjem zraku na območju Zasavja v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011.

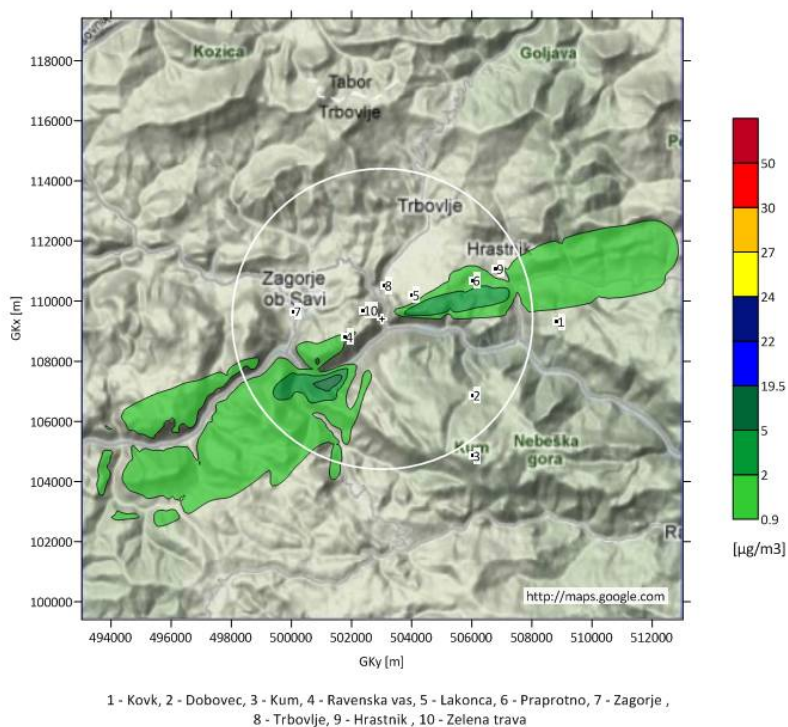
| postaja | letna povprečna vrednost NO ₂ | najvišja urna vrednost NO ₂ | | letna povprečna vrednost NO _x |
|------------------|--|--|---|--|
| | [µg/m ³] | [µg/m ³] | N | [µg/m ³] |
| AMP Kovk | 12 | 111 | 0 | 14 |
| AMP Dobovec | 6 | 106 | 0 | 7 |
| AMP Kum | - | - | - | - |
| AMP Ravenska vas | - | - | - | - |
| AMP Lakonca | - | - | - | - |
| AMP Praprotno | - | - | - | - |
| AMP Zelena trava | 12 | 93 | 0 | 15 |
| AMP Zagorje | - | - | - | - |
| AMP Trbovlje | 18 | 99 | 0 | 34 |
| AMP Hrastnik | 23 | 93 | 0 | 49 |

Tabela 4.4: Rezultati meritev delcev PM₁₀ v zunanjem zraku na območju Zasavja v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011.

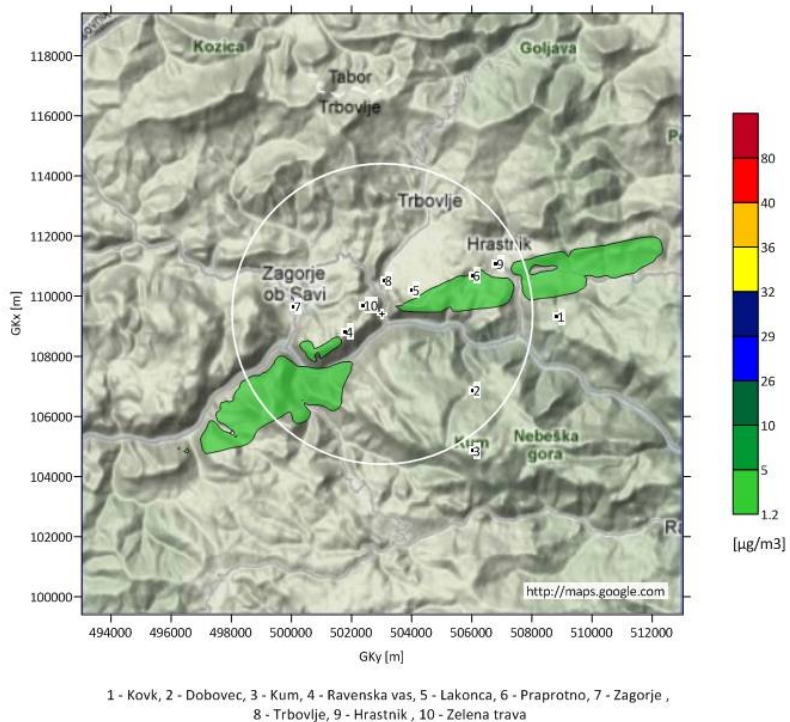
| postaja | letna povprečna vrednost | najvišja dnevna vrednost | |
|------------------|--------------------------|--------------------------|----|
| | [µg/m ³] | [µg/m ³] | N |
| AMP Kovk | 19 | 69 | 10 |
| AMP Dobovec | 16 | 69 | 5 |
| AMP Kum | - | - | - |
| AMP Ravenska vas | - | - | - |
| AMP Lakonca | - | - | - |
| AMP Praprotno | 34 | 103 | 50 |
| AMP Zelena trava | 22 | 77 | 14 |
| AMP Zagorje | 42 | 168 | 91 |
| AMP Trbovlje | 38 | 144 | 68 |
| AMP Hrastnik | - | - | - |

PRILOGA B: VIŠJA EMISIJA NO_x

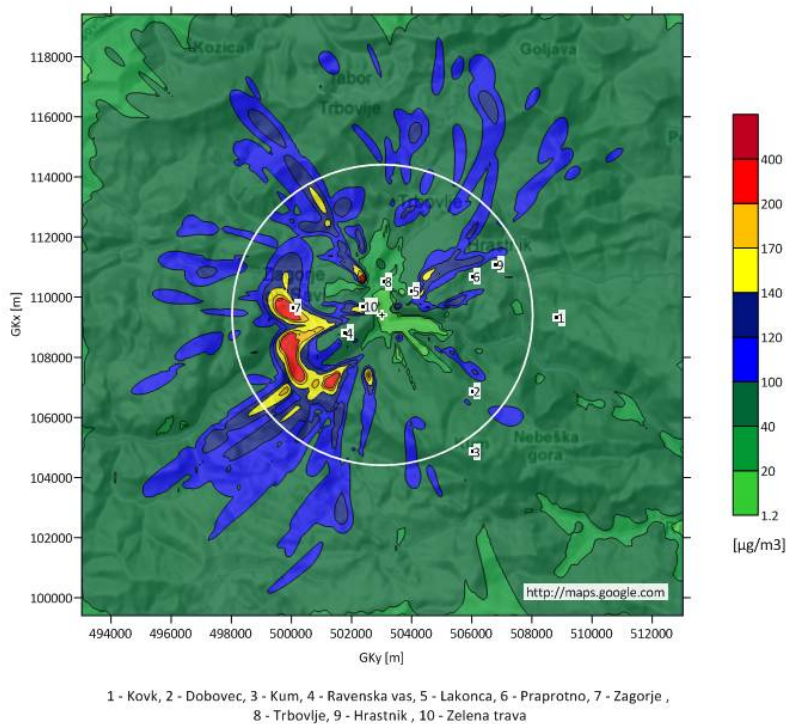
Prikazani so rezultati modelskega izračuna ob predpostavki o celoletnem obratovanju LC v obdobju od 1.12.2010 do 1.12.2011 z mejno emisijsko koncentracijo NO_x enako 800 mg/m³. Takšna mejna emisijska koncentracija je veljala v starem OVD. Širjenje onesnaženja v tem primeru je prikazano na slikah 4.8, 4.9 in 4.10, najvišje izračunane vrednosti iz posamezne slike pa so zbrane v tabeli 4.5.



Slika 4.8: Izračunana povprečna letna koncentracija NO_x ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju LC z emisijo NO_x enako 800 mg/m³.



Slika 4.9: Izračunana povprečna letna koncentracija NO_2 ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju LC z emisijo NO_x enako 800 mg/m^3 .

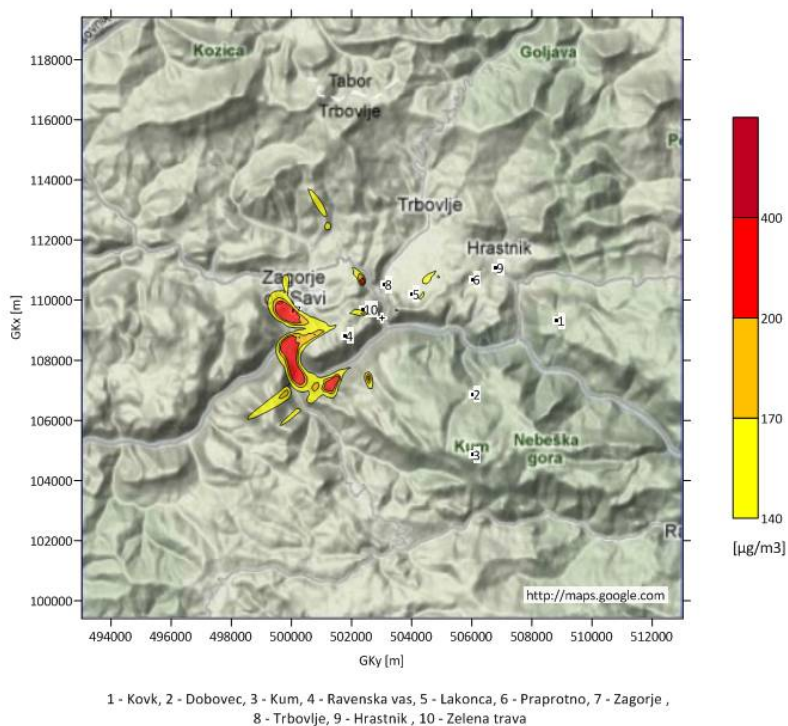


Slika 4.10: Izračunana najvišja urna koncentracija NO_2 ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju LC z emisijo NO_x enako 800 mg/m^3 .

Tabela 4.5: Najvišje izračunane vrednosti v točki z najvišjo vrednostjo ob predpostavki celoletnega obratovanja LC z emisijsko koncentracijo NO_x enako 800 mg/m³.

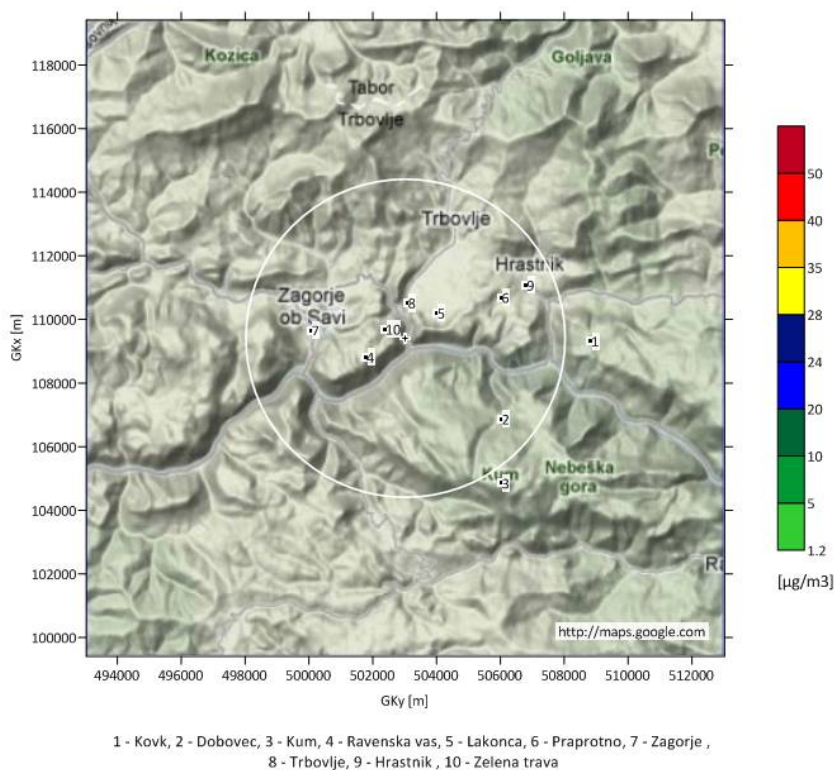
| parameter | modelski izračun | | zakonodaja | |
|--|------------------------------------|---|-------------------------|----|
| | koncentracije [μg/m ³] | N | MV [μg/m ³] | N |
| NO ₂ - letno povprečje | 5,0 | - | 40 | - |
| NO ₂ - najvišja urna vrednost | 342,3 | 7 | 200 | 18 |
| NO _x - letno povprečje | 7,7 | - | 30 | - |

Tudi v primeru višje mejne emisijske koncentracije NO_x ne prihaja do čezmerne obremenitve zunanjega zraka in zato lahko tudi v tem primeru govorimo samo o območju povišanih koncentracij in ne o vplivnem območju. Ker je v primeru upoštevanja višje mejne emisijske koncentracije NO_x izračunano onesnaženje višje, se spremeni tudi velikost in oblika območja povišanih koncentracij. Ocena območja povišanih koncentracij v tem primeru je prikazana na sliki 4.11.

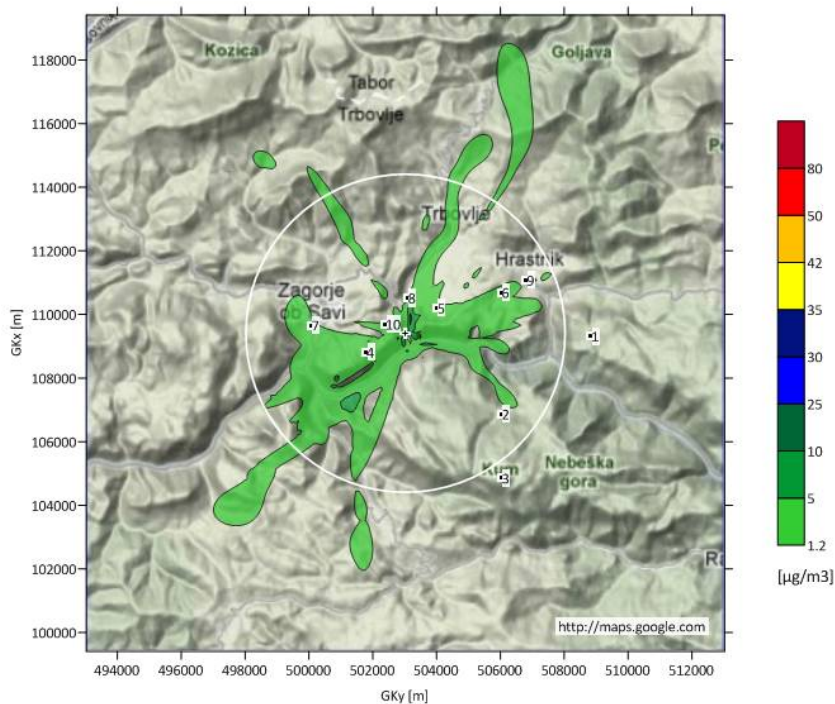
Slika 4.11: Ocena območja povišanih koncentracij na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO₂ ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju LC z emisijo NO_x enako 800 mg/m³.

PRILOGA C: MODELSKI IZRAČUN BREZ RAZPRŠENE EMISIJE

Prikazane so še dodatne slike širjenja onesnaženja z delci PM_{10} in so namenjene dopolnitvi podpoglavja 3.1.1. Pri izračunu širjenja delcev PM_{10} v zunanem zraku na slikah 3.4, 3.5 in 3.6 je prikazan skupen vpliv razpršenih emisij in emisij iz odvodnikov odpadnih dimnih plinov, v tej prilogi pa je prikazan samo vpliv emisije iz odvodnikov. Smisel te razdelitve lahko poiščemo v dejstvu, da je vpliv na okolje zaradi dimnega dviga odpadnih dimnih plinov emisije iz odvodnikov veliko manjši od razpršene emisije. Rezultati so prikazani na spodnjih dveh slikah, najvišje vrednosti iz teh dveh slik pa so zbrane v tabeli 4.6.



Slika 4.12: Izračunane povprečne letne koncentracije delcev PM_{10} ob upoštevanju samo emisije iz vseh odvodnikov odpadnih dimnih plinov iz table 2.5 in ob predpostavki o celoletnem, enakomernem obratovanju.



1 - Kovk, 2 - Dobovec, 3 - Kum, 4 - Ravenska vas, 5 - Lakonca, 6 - Praprotno, 7 - Zagorje ,
8 - Trbovlje, 9 - Hrastnik , 10 - Zelena trava

Slika 4.13: Izračunane najvišje dnevne koncentracije delcev PM_{10} ob upoštevanju samo emisije iz vseh odvodnikov odpadnih dimnih plinov iz table 2.5 in ob predpostavki o celoletnem, enakomernem obratovanju.

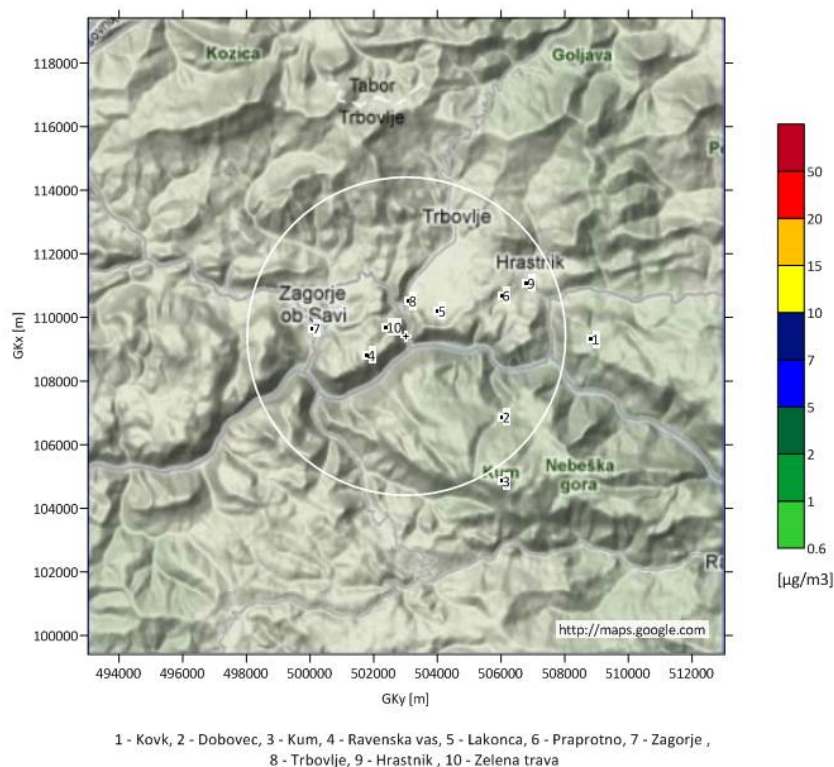
Tabela 4.6: Izračunane koncentracije delcev PM_{10} v točki z najvišjo vrednostjo v prostoru ob predpostavki o celoletnem enakomernem obratovanju in neupoštevanju razpršene emisije prašnih delcev.

| parameter | modelski izračun | | zakonodaja | |
|--------------------------------------|--|---|---------------------------------|----|
| | koncentracije [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | N | MV [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | N |
| PM_{10} - letno povprečje | 0,7 | - | 40 | - |
| PM_{10} - najvišja dnevna vrednost | 11,9 | 0 | 50 | 35 |

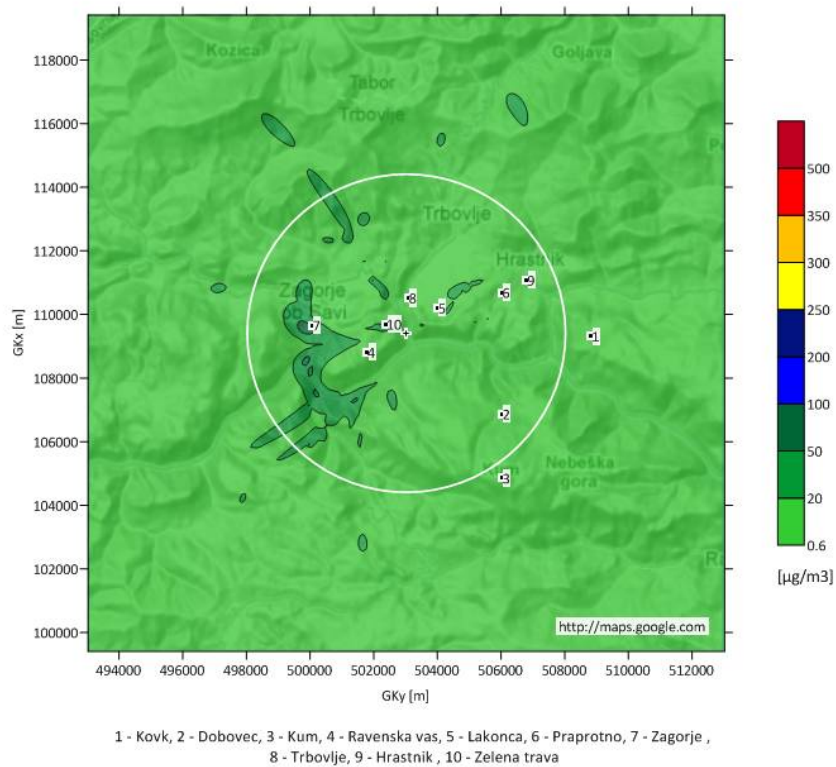
PRILOGA D: MODELSKI IZRAČUN ZA OSTALA ONESNAŽEVALA

Pripravljen je bil tudi modelski izračun širjenja onesnaženja za onesnaževala iz tabele 2.8, katerih emisija je nižja od najmanjšega masnega pretoka iz Priloge v Uredbi [3]. Za ta onesnaževala izračun širjenja onesnaženja ni potreben, vseeno pa smo prikazali modelske rezultate tudi za ta onesnaževala. Za izračun širjenja teh onesnaževal je bilo predpostavljeno enakomerno celoletno obratovanje z najvišjo emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo odpadnih snovi v zrak. Izračuni v tej prilogi so bili pripravljeni za enako obdobje kot v prejšnjih poglavjih, torej za enoletno obdobje od 1.12.2010 do 1.12.2011.

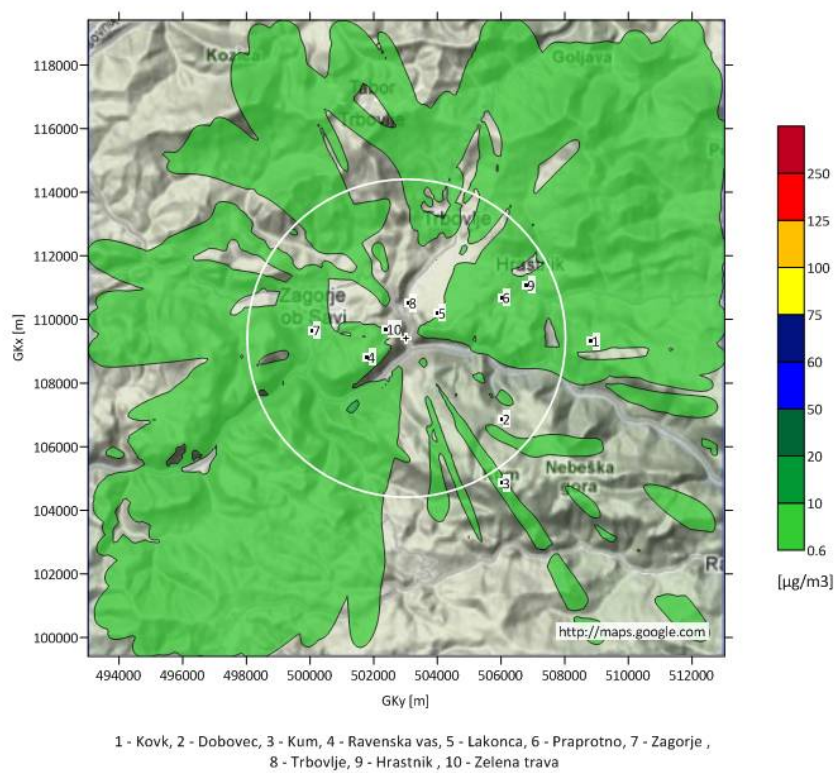
Širjenje onesnaženja SO_2 je prikazano na slikah 4.14, 4.15 in 4.16. Za onesnaževalo SO_2 so predpisane mejne vrednosti in ocenjevalni pragovi, zato je za prikaz rezultatov uporabljena enaka barvna skala kot za druge rezultate. Vse izračunane povprečne letne koncentracije SO_2 so nižje od 3% mejne letne koncentracije SO_2 , ostale izračunane vrednosti SO_2 pa so nižje od spodnjega ocenjevalnega pragu.



Slika 4.14: Povprečna letna koncentracija SO_2 , izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo SO_2 .



Slika 4.15: Najvišja urna koncentracija SO₂, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo SO₂.



Slika 4.16: Najvišja dnevna koncentracija SO₂, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo SO₂.

Ker je iz zgornjih slik, ki prikazujejo rezultate, težko razbrati najvišjo vrednost iz posamezne slike, so za lažji pregled te vrednosti zbrane v tabeli 4.7.

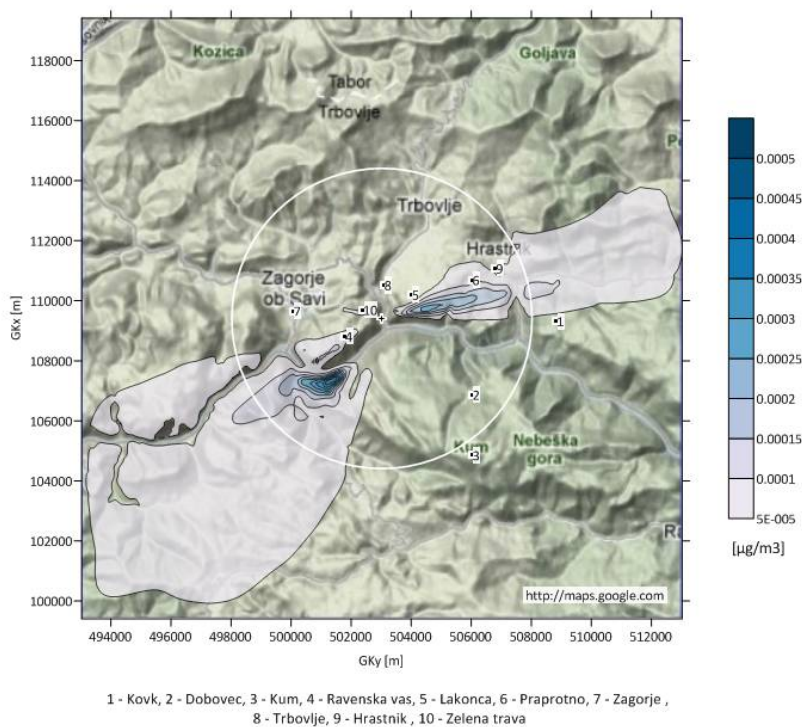
Tabela 4.7: Izračunane koncentracije SO₂ v točki z najvišjo vrednostjo v prostoru.

| parameter | modelski izračun | | zakonodaja | |
|--|--|---|---------------------------------|----|
| | koncentracije [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | N | MV [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | N |
| SO ₂ - letno povprečje | 0,5 | - | 20 | - |
| SO ₂ - najvišja urna vrednost | 65,5 | 0 | 350 | 24 |
| SO ₂ - najvišja dnevna vrednost | 12,3 | 0 | 125 | 3 |

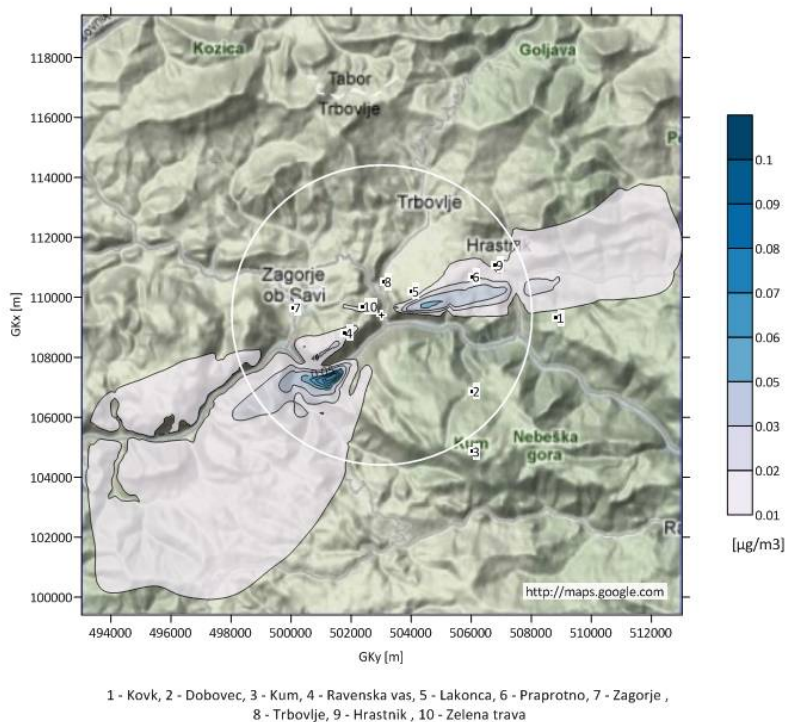
Rezultate širjenja onesnaženja za onesnaževala, za katere ni predpisanih mejnih vrednosti in ocenjevalnih pragov, je težko vrednotiti in se opredeliti glede njihove ustreznosti. V nadaljevanju so prikazani rezultati izračunov za ostala onesnaževala, rezultati pa so predstavljeni z avtomatsko barvno skalo, ki je prilagojena vsakemu rezultatu posebej.

Največ pozornosti je smiselno nameniti onesnaževalom PCDD in PCDF, saj spadajo med najbolj strupene spojine. V smernicah, podanih s strani WHO [11], ni priporočenih mejnih vrednosti za zunanji zrak za ta onesnaževala, kar je bilo utemeljeno z dejstvom, da v povprečju 95 % teh snovi človeško telo sprejme z vnosom hrane in samo približno 5 % z vdihavanjem zraka in so posledično vdihane vrednosti nizke. Našli smo priporočeno povprečno letno vrednost v zunanjem zraku, ki za te snovi velja na Japonskem [13] in ta vrednost znaša 0,6 pg/m³. Izračunana povprečna letna koncentracija onesnaževal PCDD in PCDF v točki z najvišjo vrednostjo in ob predpostavki, da LC med obratovanjem konstantno spušča emisijo v velikostnem redu mejne emisijske vrednosti, znaša 0,001 pg/m³. Prostorsko razširjanje teh onesnaževal je prikazano na sliki 4.21.

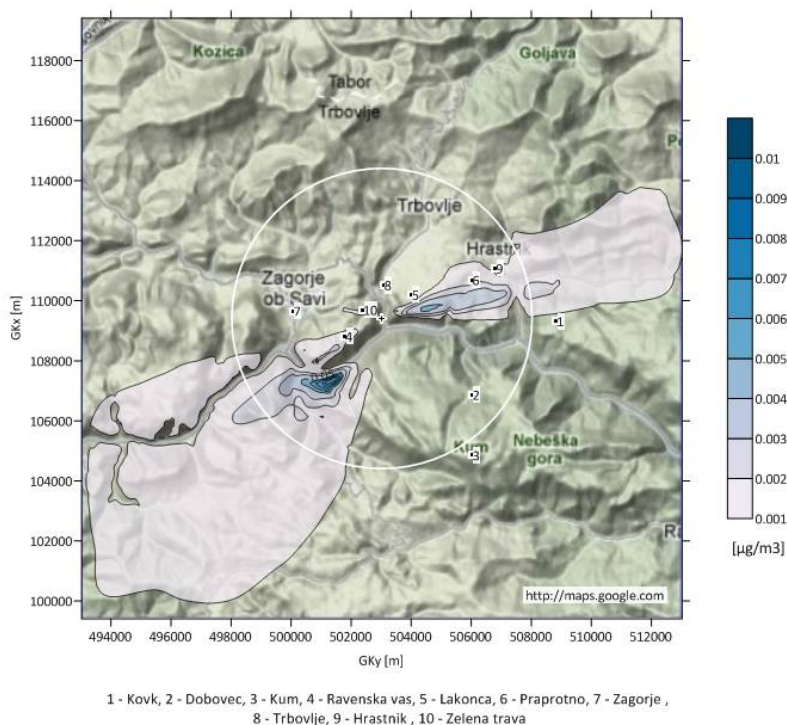
V tabeli 4.8 so zbrane še najvišje vrednosti iz posamezne slike. Poleg izračunanih vrednosti so dodane še smernice, ki jih predlaga WHO [12].



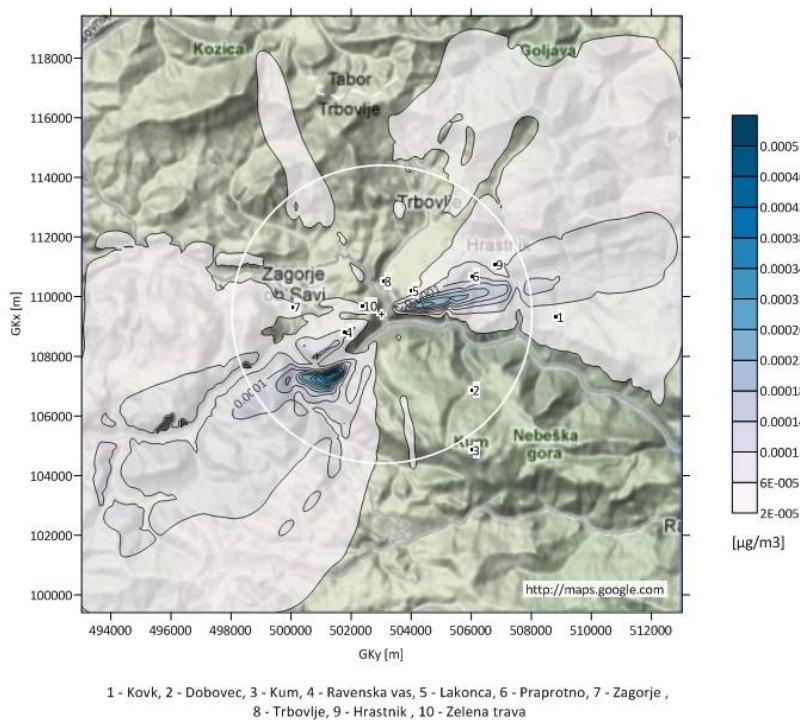
Slika 4.17: Povprečna letna koncentracija Cd in Tl skupaj, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo, ki velja za vsoto Cd in Tl.



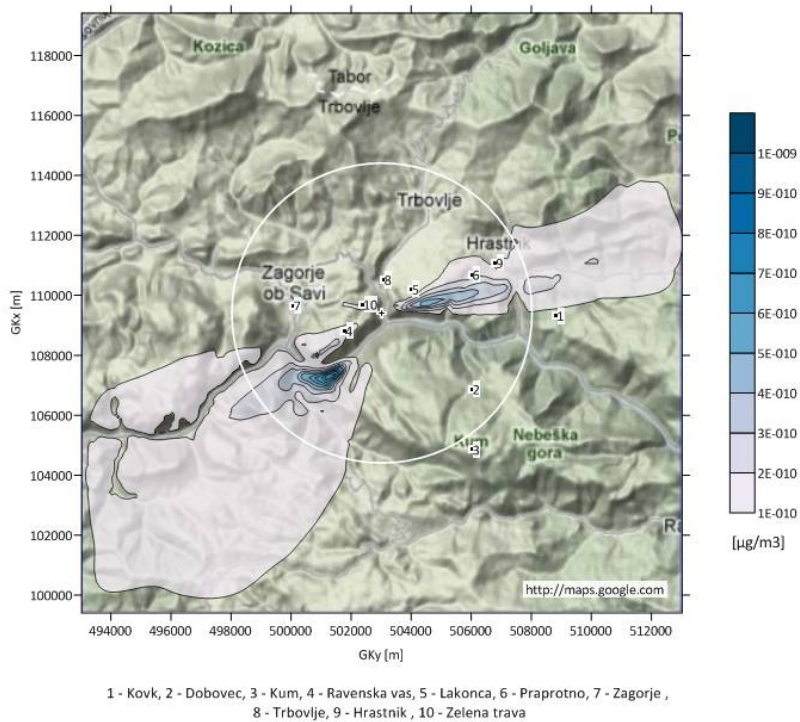
Slika 4.18: Povprečna letna koncentracija klora in hlapnih kloridov, izraženih kot HCl, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo HCl



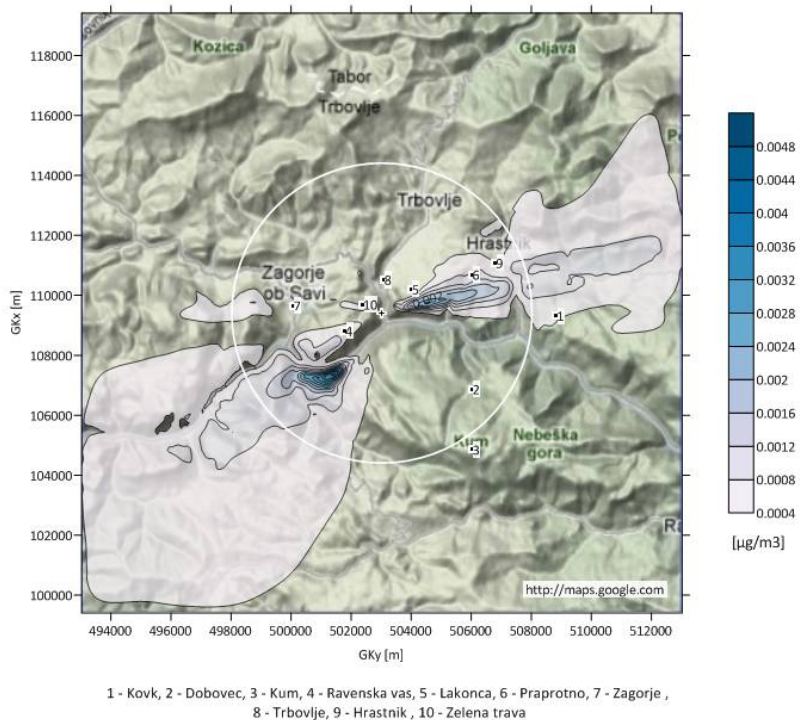
Slika 4.19: Povprečna letna koncentracija flora in njegovih hlapnih spojin, izraženih kot HF, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo HF.



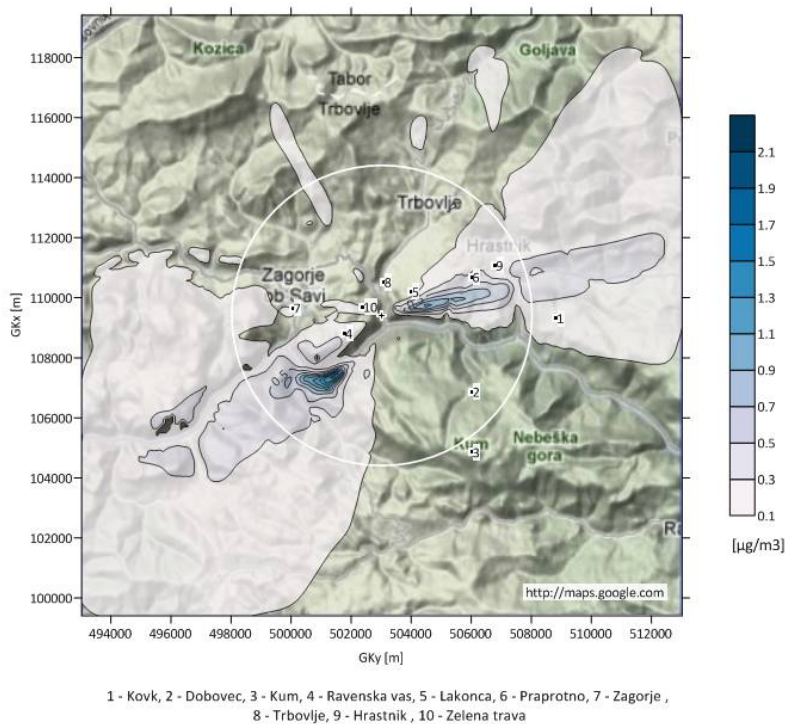
Slika 4.20: Povprečna letna koncentracija živega srebra in njegovih spojin, izraženih kot Hg, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo Hg.



Slika 4.21: Povprečna letna koncentracija vsote PCDD in PCDF, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo teh dveh onesnaževal.



Slika 4.22: Povprečna letna koncentracija vsote As, Sb, Cr, Cu, Mn, V, Pb, CO in Ni, izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo.



Slika 4.23: Povprečna letna koncentracija celotne organske snovi (TOC), izračunana ob predpostavki, da LC celo leto obratuje z najvišjo možno emisijo, torej z mejno emisijsko koncentracijo TOC.

Tabela 4.8: Izračunane povprečne letne vrednosti v točki prostora, kjer se je v izračunih pojavila najvišja vrednost.

| Parameter | izračunana povprečna letna vrednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] | priporočena vrednost s strani WHO [12] |
|---|--|--|
| Klor in hlapni kloridi, izraženo kot HCl | 0,1 | - |
| Fluor in njegove hlapne spojine, izraženo kot HF | 0,01 | - |
| Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd | skupaj 0,001 | 5 [ng/m^3] |
| Talij in njegove spojine, izražene kot Tl | | - |
| Živo srebro in njegove spojine izražene kot Hg | 0,001 | 1 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
| Arzen in njegove spojine, izražene kot As | skupaj 0,005 | - ^f |
| Antimon in njegove spojine, izraženih kot Sb | | - |
| Krom in njegove spojine, izražene kot Cr | | - ^f |
| Baker in njegove spojine, izražene kot Cu | | - |
| Mangan in njegove spojine, izražene kot Mn | | 0,15 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
| Vanadij in njegove spojine, izražene kot V | | - ^g |
| Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb | | 0,5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] |
| Kobalt in njegove spojine, izražene kot Co | | - |
| Nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni | | - ^f |
| Poliklorirani dibenzodioxini (PCDD) in poliklorirani dibenzofurani (PCDF) | | $1,01 * 10^{-9}$ |
| Celotne organske snovi razen organskih delcev (TOC) | 2,0 | - |

^f Vrednost, pod katero ni mogoče pričakovati vplivov na zdravje, ni podana, podane pa so samo verjetnosti za tveganje vpliva na zdravje.^g Predlagana je samo najvišja dnevna koncentracija in znaša $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.^h S strani WHO smernica za PCDD in PCDF za zunanji zrak ni podana, našli pa smo mejno vrednost, ki velja na Japonskem in je enaka $0,6 \text{ pg}/\text{m}^3$ [13].

PRILOGA E: PRIKAZ VPLIVNEGA OBMOČJA IN OBMOČJA POVIŠANIH KONCENTRACIJ NA 3D TERENU

Za 3D prikaz rezultatov modeliranja in določitve vplivnega območja ter območja povišanih koncentracij smo uporabili orodje Google Zemlja [31]. Pripravljena je bila datoteka formata .kml za nadzoren prikaz območij, v tej prilogi pa so pripravljene slike, ki prikazujejo posnetek območij.



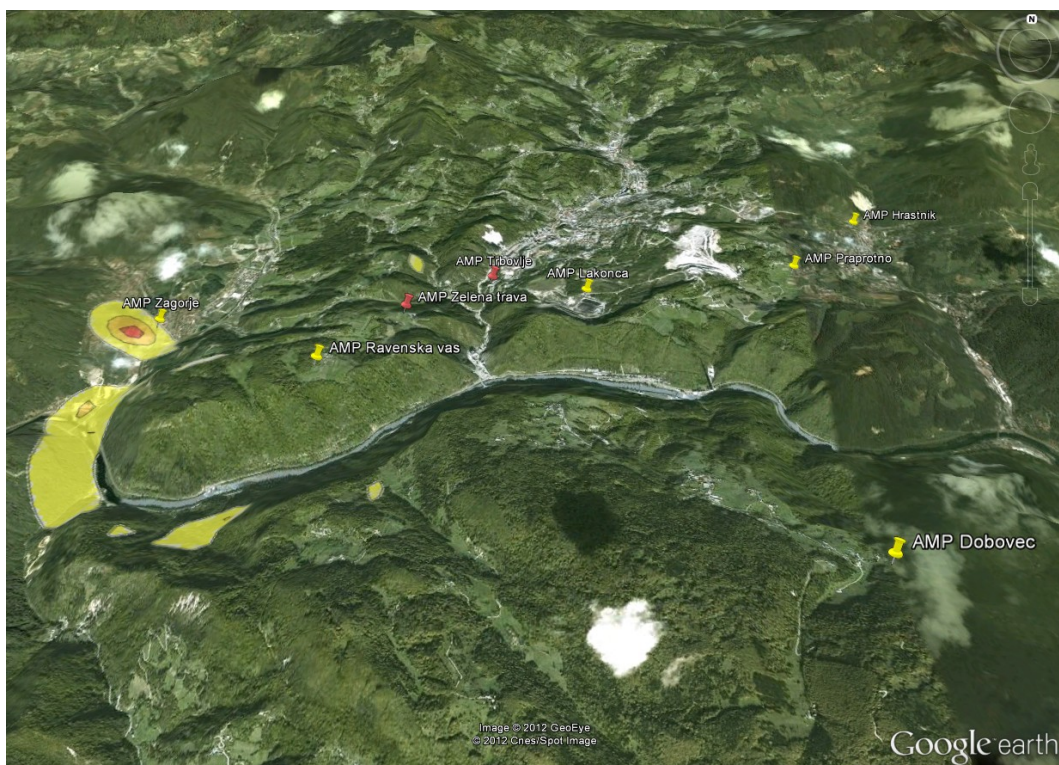
Slika 4.24: Pogled proti severu na vplivno območje LC, določeno na podlagi izračuna povprečne letne koncentracije delcev PM_{10} [31].



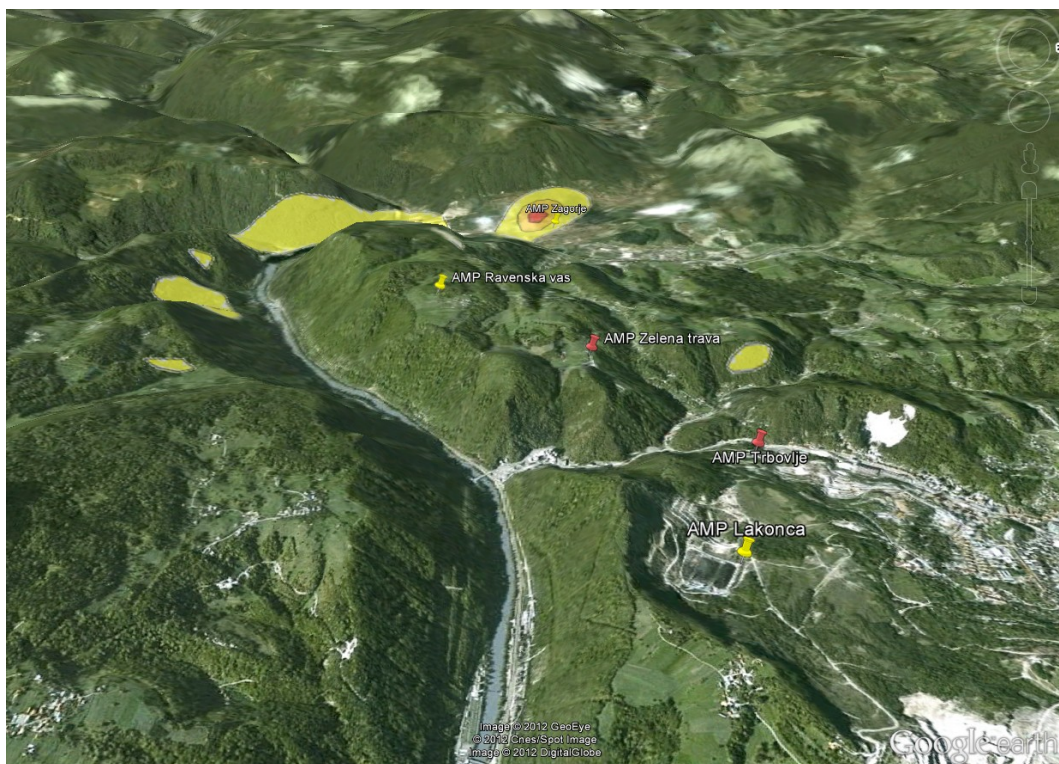
Slika 4.25: Pogled proti severu na vplivno območje LC, določeno na podlagi izračuna več kot 35 preseganj mejne dnevne koncentracije delcev PM_{10} [31].



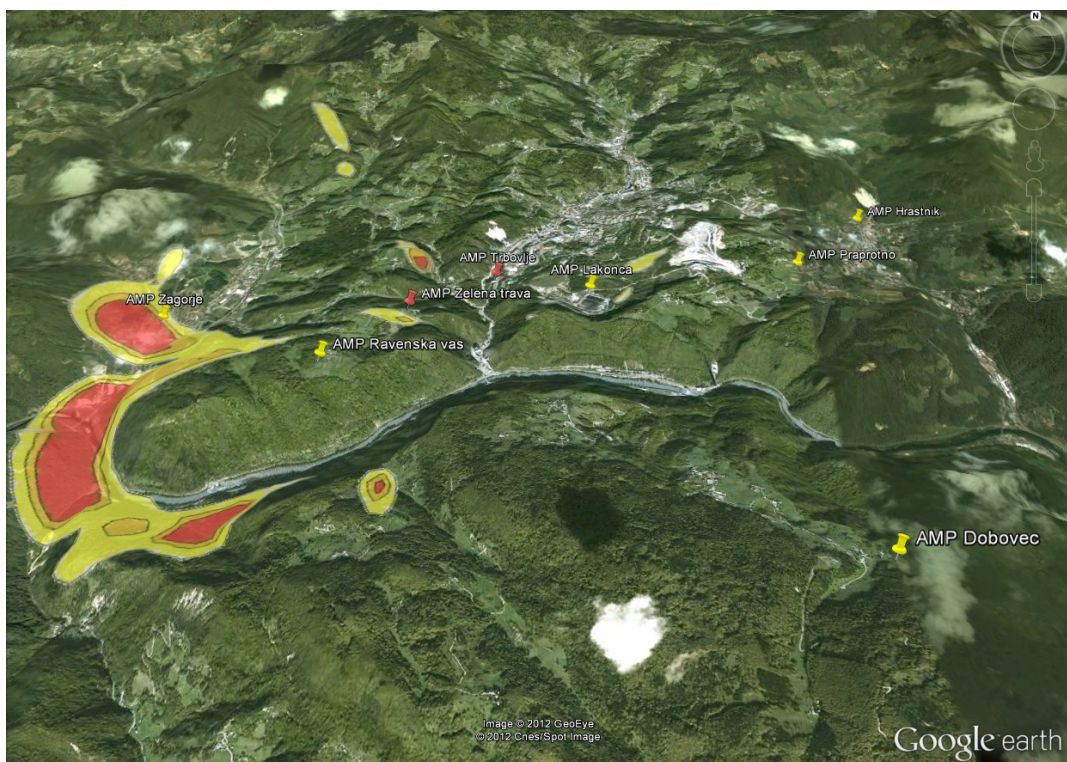
Slika 4.26: Pogled proti severu na območje povišanih koncentracij LC, določeno na podlagi izračuna najvišje dnevne koncentracije delcev PM_{10} [31].



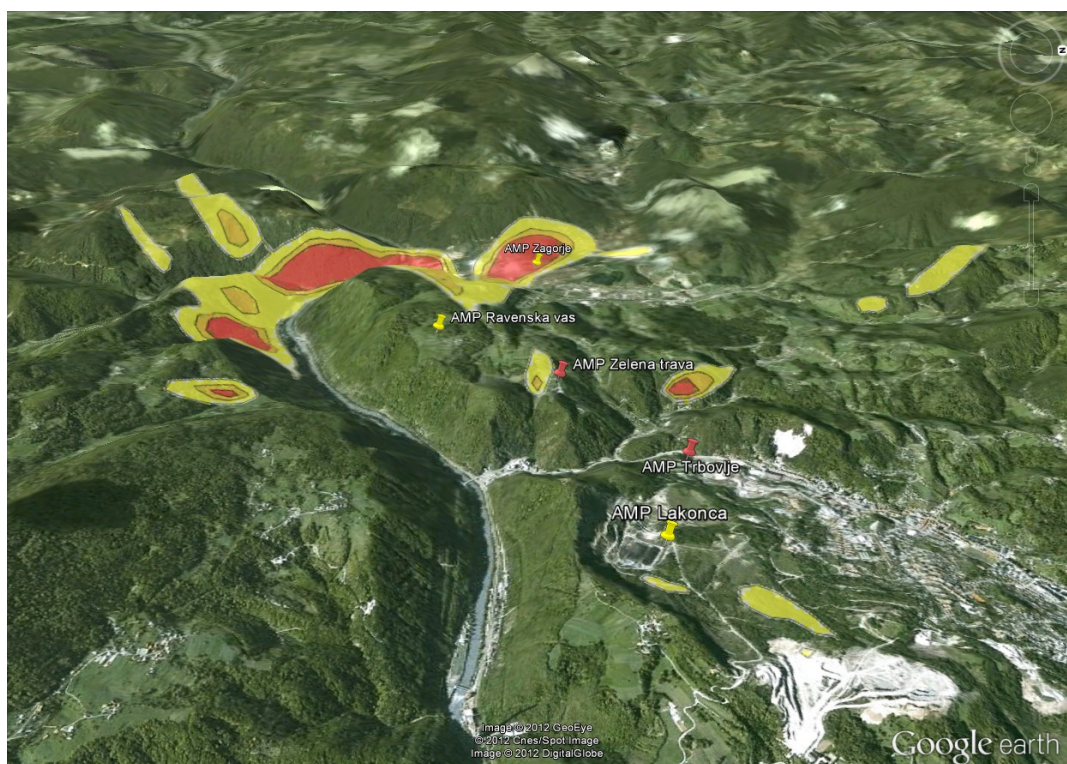
Slika 4.27: Pogled proti severu na območje povišanih koncentracij LC, določeno na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO_2 ob upoštevanju, da LC celo leto obratuje z mejno emisijsko koncentracijo NO_x enako 500 mg/m^3 [31].



Slika 4.28: Pogled proti zahodu na območje povišanih koncentracij LC, določeno na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO_2 ob upoštevanju, da LC celo leto obratuje z mejno emisijsko koncentracijo NO_x enako 500 mg/m^3 [31].



Slika 4.29: Pogled proti severu na območje povišanih koncentracij LC, določeno na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO_2 ob upoštevanju, da LC celo leto obratuje z mejno emisijsko koncentracijo NO_x enako 800 mg/m^3 [31].



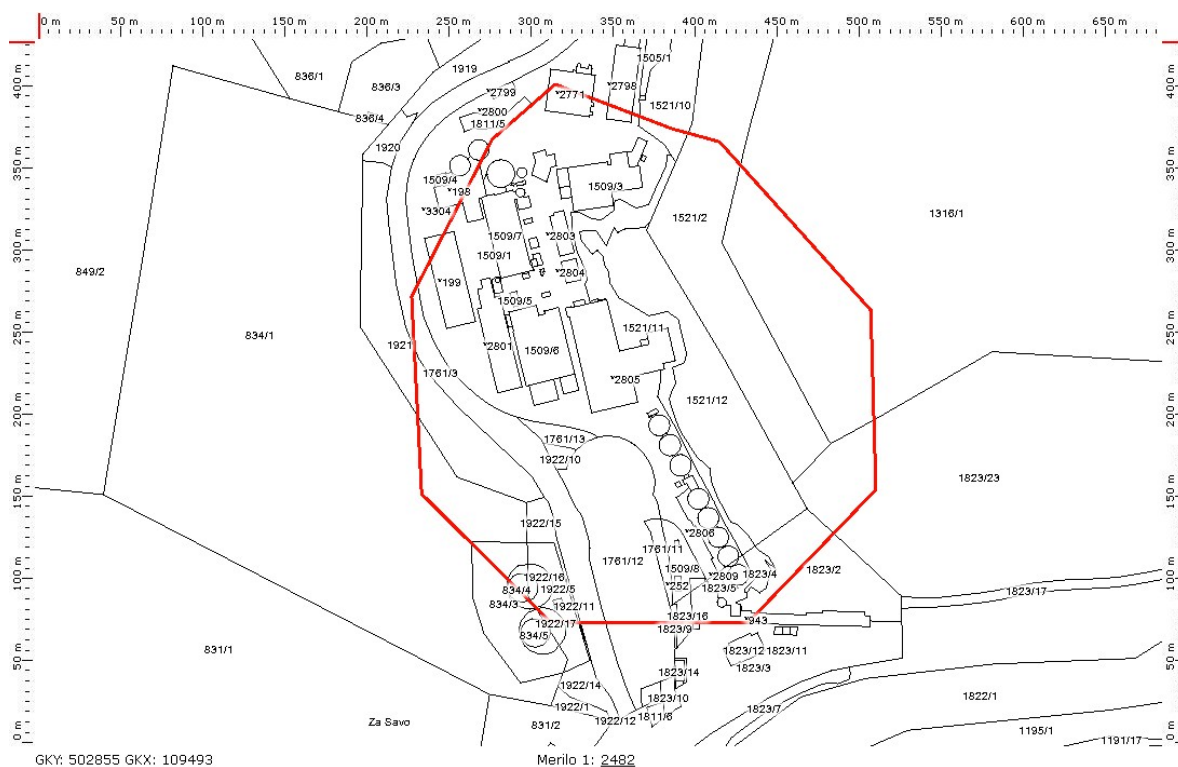
Slika 4.30: Pogled proti zahodu na območje povišanih koncentracij LC, določeno na podlagi izračuna najvišje urne koncentracije NO_2 ob upoštevanju, da LC celo leto obratuje z mejno emisijsko koncentracijo NO_x enako 800 mg/m^3 [31].

PRILOGA F: PARCELE NA VPLIVNEM OBMOČJU

Zbrane so bile tudi številke parcel, na katerih se nahaja vplivno območje, ki je prikazano v poglavju 4 in v prilogi E.

Kot smo že opozorili, se pojavi vprašanje smiselnosti določevanja vplivnega območja na parcelo natančno. Modelski izračuni se izvajajo na mreži s prostorsko resolucijo 100 m. Izračuni na tako dobri prostorski resoluciji so prednost uporabljenega modela, vseeno pa so parcele določene z veliko večjo natančnostjo in se pri takem početu lahko pojavijo sistematične napake.

Grafični prikaz vplivnega območja in parcel je pripravljen na sliki 4.31, kot podloga je uporabljen Atlas okolja [32]. V nadaljevanju pa je pripravljen še spisek parcel iz vplivnega območja.



Slika 4.31: Vplivno območje, prikazano na Atlasu okolja [32].

Spisek parcel na vplivnem območju podjetja LC (z zvezdico so označene parcele s stavbami):

- katastrska občina Trbovlje: 1919, 1920, 1921, 1922/1, 1922/11, 1922/12, 1922/15, 1922/16, 1922/17, 1922/18, 1761/3, 1509/1, 1509/3, 1509/4, 1509/6, 1509/7, 1509/8, *198, *199, *2801, *2803, *2804, *2771, *2805, *2797, *2798, *2799, 1811/5, 1811/6, 1505/1, 1505/2, 1521/4, *197/1, *197/2, *197, *2795, 1521/11, 1521/12, 1316/1, 1823/2, 1823/4, 1823/5, 1823/7, 1823/9, 1823/10, 1823/11, 1823/12, 1823/14, 1823/15, 1823/16, *943, *2808, *2807, *262, 1922/10, 1922/12, 1761/11, 1761/12, 1761/13 in 1823/3
- katastrska občina Bevško: 834/1, 834/3, 834/4 in 834/5