

Muuga LNG terminali mõju välisõhu kvaliteedile

Töö koostaja:

Erik Teinema

Tallinn 2016

Sisukord

1	Sissejuhatus	4
2	Terminali tööprotsessid	6
3	Metoodika kirjeldus	7
3.1	Piirväärtused	7
3.2	Piirkonna saasteallikad	8
4	Heide välisõhku	10
4.1	Aurustid	10
4.2	Tõrvik	13
5	Hajumisarvutused	15
6	Kokkuvõte	56
7	Kasutatud kirjandus	58

Joonised

Joonis 1	Muuga LNG terminali saasteallikate asukohad	14
Joonis 2	Muuga LNG terminali asukoha alternatiivid	Error! Bookmark not defined.
Joonis 3	Lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral	21
Joonis 4	Lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral	22
Joonis 5	Lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral	23
Joonis 6	Lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral	24
Joonis 7	Süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral	25
Joonis 8	Süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral	26
Joonis 9	Süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral	27
Joonis 10	Süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral	28
Joonis 11	NMHC tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral	29
Joonis 12	NMHC tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral	30
Joonis 13	NMHC tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral	31
Joonis 14	NMHC tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral	32
Joonis 15	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	33
Joonis 16	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	34
Joonis 17	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	35
Joonis 18	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	36
Joonis 19	CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	37
Joonis 20	CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	38
Joonis 21	CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	39

Joonis 22	CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	40
Joonis 23	VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	41
Joonis 24	VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	42
Joonis 25	VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	43
Joonis 26	VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega	44
Joonis 27	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral (korstna kõrgus 20 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega	45
Joonis 28	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral (korstna kõrgus 20 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega	46
Joonis 29	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral (korstna kõrgus 20 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega	47
Joonis 30	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral (korstna kõrgus 20 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega	48
Joonis 31	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral (korstna kõrgus 25 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega	49
Joonis 32	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral (korstna kõrgus 25 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega	50
Joonis 33	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral (korstna kõrgus 25 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega	51
Joonis 34	NO ₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral (korstna kõrgus 25 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega	52
Joonis 35	Lämmastikdioksiidi fooniline tunnikeskmine kontsentratsioon saastelubade põhjal	53
Joonis 36	Süsinikoksiidi fooniline tunnikeskmine kontsentratsioon saastelubade põhjal	54
Joonis 37	VOC-com fooniline tunnikeskmine kontsentratsioon saastelubade põhjal	55
Joonis 38	seirejaama võimalikud asukohad.....	57

1 Sissejuhatus

AS Tallinna Sadam (arendaja) soovib koos kaasarendajaga rajada Muuga sadama idaosas Jõelähtme valla territooriumile veeldatud maagaasi (edaspidi LNG – liquefied natural gas) terminali. LNG terminal on kavandatud Muuga sadama territooriumi idaosasse.

Kavandatava LNG terminali aluse maa pindala on ligikaudu 13 ha. Planeeringus käsitletava ala pindala ca 300 ha. Veeldatud maagaasi terminali maksimaalseks mahutipargi suuruseks on kavandatud kuni 400 000 m³LNG ja maksimaalseks väljastusvõimsuseks kuni 5 miljardit Nm³ aastas.

Terminali tehnilised parameetrid:

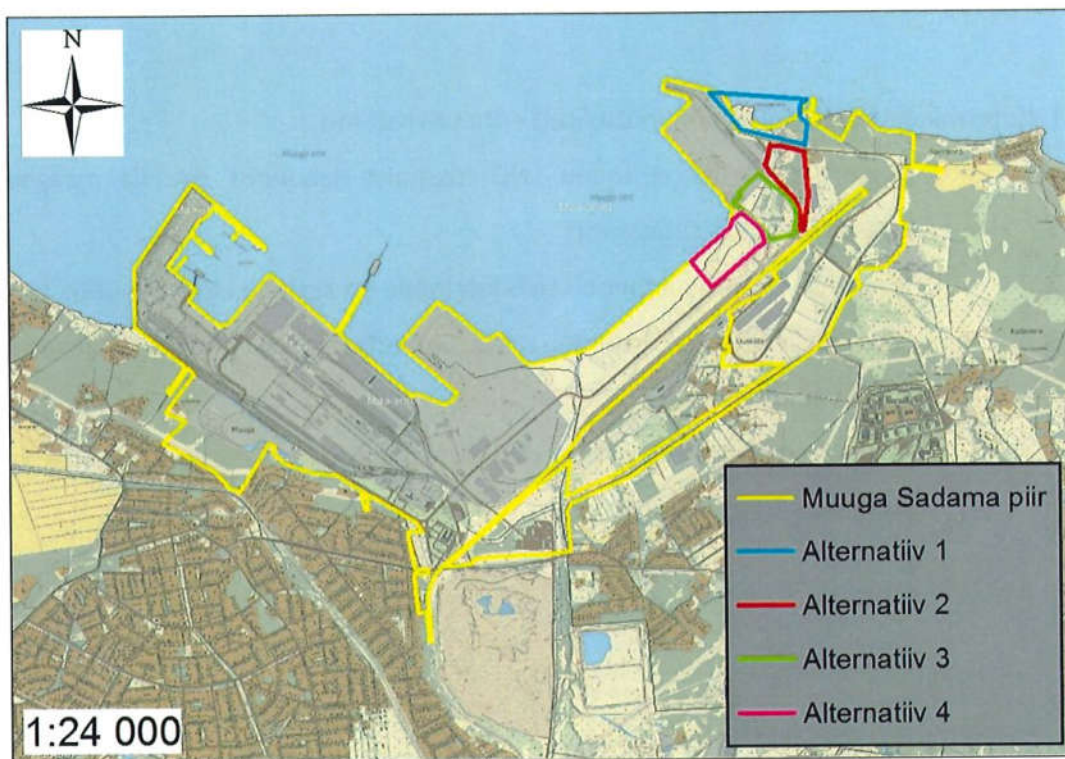
- LNG terminal maksimaalne käideldav maagaasi kogus arvestades regionaalset (Baltikum ja Soome) maagasi turgu on kuni 5 miljardit Nm³ aastas (kuni 15 miljonit Nm³ ööpäevas);
- LNG terminal suudab vastu võtta ka kõige suuremaid, Q-Max tüüpi LNG tankereid, mis mahutavad kuni 266 000 m³LNG LNG-d. I etapis kasutatakse tankereid mahutavusega kuni 75 000 m³LNG ;
- LNG laevade maksimaalne lossimisvõimsus on ligikaudu 6 000 m³LNG tunnis. I etapis on lossimisvõimsus kuni 1 000 m³LNG tunnis;
- LNG laadimisvõimsus ulatub kuni 1 000 m³LNG tunnis;
- LNG hoiustatakse mahutites, mille maksimaalne mahtuvus on kuni 400 000 m³
- LNG. I etapis rajatakse 4-8 mahutit üldmahuga kuni 4 000 m³LNG.

Terminali soovitakse rajada kahes paralleelses etapis:

I etapina rajatakse väikesemahuline LNG vastuvõtu- ja jaotusterminal mahutipargi mahuga ligikaudu 4000 m³ koos vastuvõtuseadmetega sadama kail. I etapi tulemusena tekib võimalus meritsi saabuv LNG vastu võtta, hoiustada vaakumisoleeritud mahutites ning laadida vedelas olekus punkerlaevadele ja/või tsisternveokitele. Kavandatud ka LNG taasgaasistamine (aurustamine) ning suunamine ühendustorustiku kaudu Tallinna ja Tallinna lähiümbrust varustavasse maagaasivõrku.

Paralleelselt LNG terminali I etapiga on kavandatud alustada II etapi rajamist, mille valmimise järel on võimalik lisaks I etapi võimalustele tõsta oluliselt terminali läbilaskevõimet. II etapis kavandatakse rajada täiskaitstud mahutid kogumahuga kuni 400 000 m³LNG.

Töö eesmärgiks on välja selgitada, kas ja millistel tingimustel ning millisesse Muuga sadama Jõelähtme vallas asuvasse asukohta on LNG terminali rajamine välisõhu kvaliteedi tagamise seisukohast kõige otstarbekam.



Joonis 1 Muuga LNG terminali asukohta alternatiivid

2 Terminali tööprotsessid

LNG terminalis toimub aastaringne pidev LNG aurustamise ja maagaasi väljastamise protsess. Väljastamiskogus on muutuv ning sõltub tarbijate gaasivajadusest. Terminali rajamisel eeldatakse, et normaaloludes töötab LNG terminal aastaringsest baaskoormustel lühiajaliste tipukoormuse perioodidega, mille võib põhjustada ajutine nõudluse kasv. Samuti võib esineda perioode, mille jooksul on vaja hoida minimaalse väljastamise režiime (näiteks öösel või nädalavahetustel), mis on vajalik, et vältida LNG iseeneslikust aurustumisest tekkiva maagaasi (edaspidi BOG – boil off gas) põletamist tõrvikus või väljalaskmist atmosfääri.

LNG terminal töötab neljas põhimõtteliselt erinevas režiimis:

1. „Ooterežiim,“ mil ei toimu LNG lossimist, laadimist ega ka maagaasi tavapärasest võrku suunamist;
2. „Lossimisrežiim,“ kui toimub LNG lossimine tankeritest LNG mahutitesse;
3. „Laadimisrežiim,“ kui toimub LNG ümberlaadimine punkerduslaevadele ja/või veoautodele;
4. „Väljastusrežiim,“ kui toimub LNG aurustamine ning maagaasi suunamine maagaasivõrku.

3 Metoodika kirjeldus

Heitkoguste arvutamisel on kasutatud kehtivat seadusandlust.

Tootmisprotsessis kütuse põletamisel eralduvate saasteainete heitkoguste arvutamise aluseks on:

Keskkonnaministri 2.08.2004 määrus nr 99 "Põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid".

Hetkelised heitkogused leitakse järgmise valemiga:

$$M_{pi} = 0,001 \times P \times q_i, \text{ g/s}$$

kus

P - põletusseadme soojusvõimsus, MWth

q_i - i-nda saasteaine eriheide, g/GJ

Hajumisarvutused teostati Gaussi difusioonivõrrandil põhineval arvutusmudelil Aermod, mis vastab välisõhu saastatuse taseme määramise kord §8 nõutud tingimustele. Mudel arvestab viimase viie aasta reaalseid meteoroloogilisi andmeid ning toob välja halvimal saastatuse tasemel, arvestades määruse nr 43 „Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad“ nõutud erinevaid piirväärtuseid.

3.1 Piirväärtused

Tabelis 1 on toodud kehtivad välisõhu piirväärtused vastavalt KKM määrusele nr 43 "Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad".

Tabel 1 Välisõhu saastatuse taseme piirnormid

Saasteaine	SPV ₁ µg/m ³	SPV ₈ µg/m ³	SPV ₂₄ µg/m ³	SPV _a µg/m ³
Lämmastikdioksiid	200	-	-	40
Süsinikoksiid	-	10000	-	-
Alif. süsivesinikud	5000	-	2000	-

Alifaatsete süsivesinike korral ei ole tegemist esmatähtsate saasteainetega vastavalt Välisõhu kaitse seaduse § 15. Muuga Sadamas tehakse alifaatsete ja aromaatsete süsivesinike ning vesiniksulfiidi pidevseiret, mistõttu kehtivad neile Välisõhu kaitse seaduse § 36 lg 3 erisused.

Vastavalt Välisõhu kaitse seaduse § 36 lg 3 loetakse pidevseire korral esmatähtsuseta saasteaine tunnikeskmine piirväärtus ületatuks kui 5 protsenti ühe ööpäeva jooksul võetud saasteainete proovidest ületavad ühe tunni keskmist piirväärtust enam kui 30 protsenti. Teisisõnu on esmatähtsuseta saasteainete korral lubatud piirväärtuseks keskkonnaministri 08. juuli 2011. aasta määruses nr 43 "Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad" toodud piirväärtus pluss 30%. Lisaks on vastavalt Välisõhu kaitse seaduse § 36 lg 3 lubatud 5% ööpäeva mõõtmistest ületada keskkonnaministri 08. juuli 2011. aasta määruses nr 43 "Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad" toodud kehtivat piirväärtust, mis tahes tasemega.

Töökeskkonnas kehtivad keemilistele ohuteguritele piirnormid, mis on toodud Vabariigi Valitsuse määruses nr 293 „Töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormid“. Vastavad töökeskkonna piirväärtused on toodud allolevas tabelis.

Tabel 2 Töökeskkonna keemiliste ohutegurite piirnormid

Saasteaine	SPV _{15min} mg/m ³	SPV _{8h} mg/m ³
Lämmastikdioksiid	10	4
Süsinikoksiid	120	40
Alif. süsivesinikud	500	350

3.2 Piirkonna saasteallikad

Hajumisarvutuste koosmõju aluseks võeti piirkonnas (LNG terminali asukohtadest kuni 3 km kaugusel paiknevad saasteallikad) asuvad ja välisõhu saasteluba või keskkonnakompleksluba omavate käitiste saasteallikad. Kõige olulisema koosmõjuga saasteallikad asuvad planeeritava LNG terminali asukohtade vahetus läheduses –

Muuga Betoonelement L.ÕV.HA-141539L.ÕV/300210 ja kavandatav LPG terminal.
Muud saasteallikad paiknevad Muuga sadama keskosas ja omavad vaid tühist mõju
üldisele saastetasemele.

4 Heide välisõhku

Ettevõtte tavapärase töö käigus eralduvad saasteained välisõhku järgmistest protsessidest:

- veeldatud maagaasi aurusti (SCV)
- Tõrvik - avariilukorras

Välisõhku juhitavad saasteained on:

- Süsinikdioksiid (CO₂)
- Süsinikoksiid (CO)
- Lämmastiku oksiidid (NO ja NO₂)
- Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel (VOC-com või NMHC)
- Metaan (CH₄)

4.1 Aurustid

Veeldatud maagaasi aurusti (*submerged combustion vaporizer - SCV*) on varustatud põletiga, mis kasutab kütusena veeldatud maagaasi. Kuni 1,5% terminali läbivast maagaasist kasutatakse aurustite töös ära. LNG terminali maksimaalne võimalik käideldav maagaasi kogus on kuni 5 miljardit Nm³ aastas ja kuni 15 miljonit Nm³ ööpäevas.

Kütuse põlemisel eralduvate saasteainete heitkoguste arvutamise aluseks on keskkonnaministri 2.08.2004 määrus nr 99 "Põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid" (RTL 2004, 108, 1724).

Hetkelised heitkogused leitakse järgmise valemiga:

$$M_{pi} = 0,001 \times P \times q_i, \text{ g/s}$$

kus

P - põletusseadme soojusvõimsus, MWth

q_i - i-nda saasteaine eriheide, g/GJ

Vääveldioksiidi hetkkogus leitakse järgmise valemiga:

$$M_{pSO_2} = 20 \times P \times S_r \times (1-n) / Q_{ir} \text{ g/s}$$

kus

P - põletusseadme soojusvõimsus, MWth

S_r - väävlisisaldus kütuse tarbimisaines, massi %

n - väävliarastusseadmes eraldatava või põlemisseadmes kütuse tuhaga seotava väävli suhteline hulk;

Q_{ir} - kütuse alumine kütteväärtus, MJ/kg

Ööpäevas tarbitakse kuni 15 miljonit normaalkuupmeetrit maagaasi. Maagaasi kütteväärtus on ligikaudu 34 MJ/m³. Sellest kogusest põletatakse 1,5% ehk sellise põletamise soojusvõimsus on kokku $15\,000\,000 \times 34 / (24 \times 3600) \times 1,5\% = 89 \text{ MJ/s} = 89 \text{ MW}$

Hetkelised heitkogused maagaasi põletamisel:

Lämmastikoksiidid

$$M_{89MW} = 0,001 \times 89 \times 100 = 8,900 \text{ g/s}$$

Süsinikoksiid

$$M_{89MW} = 0,001 \times 89 \times 40 = 3,560 \text{ g/s}$$

Lenduvad orgaanilised ühendid kütuse põletamisel

$$M_{89MW} = 0,001 \times 89 \times 2,5 = 0,223 \text{ g/s}$$

Vastavalt eelnimetatud määrusele eraldub kütuse kuivaine stöhhiomeetrilisel põlemisel 0,25 Nm³/MJ kuivi suitsugaase.

$$V = 0,25 \text{ Nm}^3/\text{MJ} \times 89 \text{ MJ/s} = 22,25 \text{ Nm}^3/\text{s}$$

Liigõhutegur 3 %-lise hapniku sisalduse puhul:

$$20,9 / (20,9 - 3) = 1,17$$

Standardse 3%-lise hapniku sisalduse juures on gaaside mahtkulu:

$$22,25 \times 1,17 = 26,0 \text{ Nm}^3/\text{s}$$

Töotemperatuuril 180 °C on mahtkulu:

$$26,0 \times 453 / 273 = 43,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Aastased heitkogused maagaasi põletamisel arvutatakse valemiga:

$$M_i = 10^{-6} \times B_1 \times q_i, \text{ t}$$

kus

B_1 - on kütuse kulu soojusühikutes, GJ

q_i - i -nda saasteaine eriheide, g/GJ

Põletite maagaasi aastane kulu kokku on $1,5\% \times 5\,000\,000\,000 \text{ m}^3 = 75\,000\,000 \text{ m}^3$

Maagaasi kütteväärtus on 34 MJ/m^3

$$B_1 = 75\,000\,000 \text{ m}^3 \times 34 \text{ MJ/m}^3 / 1000 \text{ MJ/GJ} = 2\,550\,000 \text{ GJ}$$

Lämmastikoksiidid

$$M = 10^{-6} \times 2\,550\,000 \times 100 = 255,0 \text{ t/a}$$

Süsinikoksiid

$$M = 10^{-6} \times 2\,550\,000 \times 40 = 102,0 \text{ t/a}$$

Lenduvad orgaanilised ühendid

$$M = 10^{-6} \times 2\,550\,000 \times 2,5 = 6,375 \text{ t/a}$$

Süsinikdioksiidi arvutus.

Kütuse aastakulu on $75\,000\,000 \text{ m}^3$ maagaasi.

Kütuse kulu soojusühikutes:

$$B_1 = 75\,000\,000 \text{ m}^3 \times 34 \text{ MJ/m}^3 / 10^6 \text{ MJ/TJ} = 2\,550,0 \text{ TJ}$$

$$M_c = 10^{-3} \times 2\,550 \times 15,3 \times 0,995 = 38,820 \text{ GgC}$$

$$M_{\text{CO}_2} = 38,820 \times 44 / 12 = 142,340 \text{ Gg}_{\text{CO}_2}$$

so. 142 340 tonni CO₂ aastas.

Saasteallika hinnangulised parameetrid on:

$$h = 20 \text{ m}$$

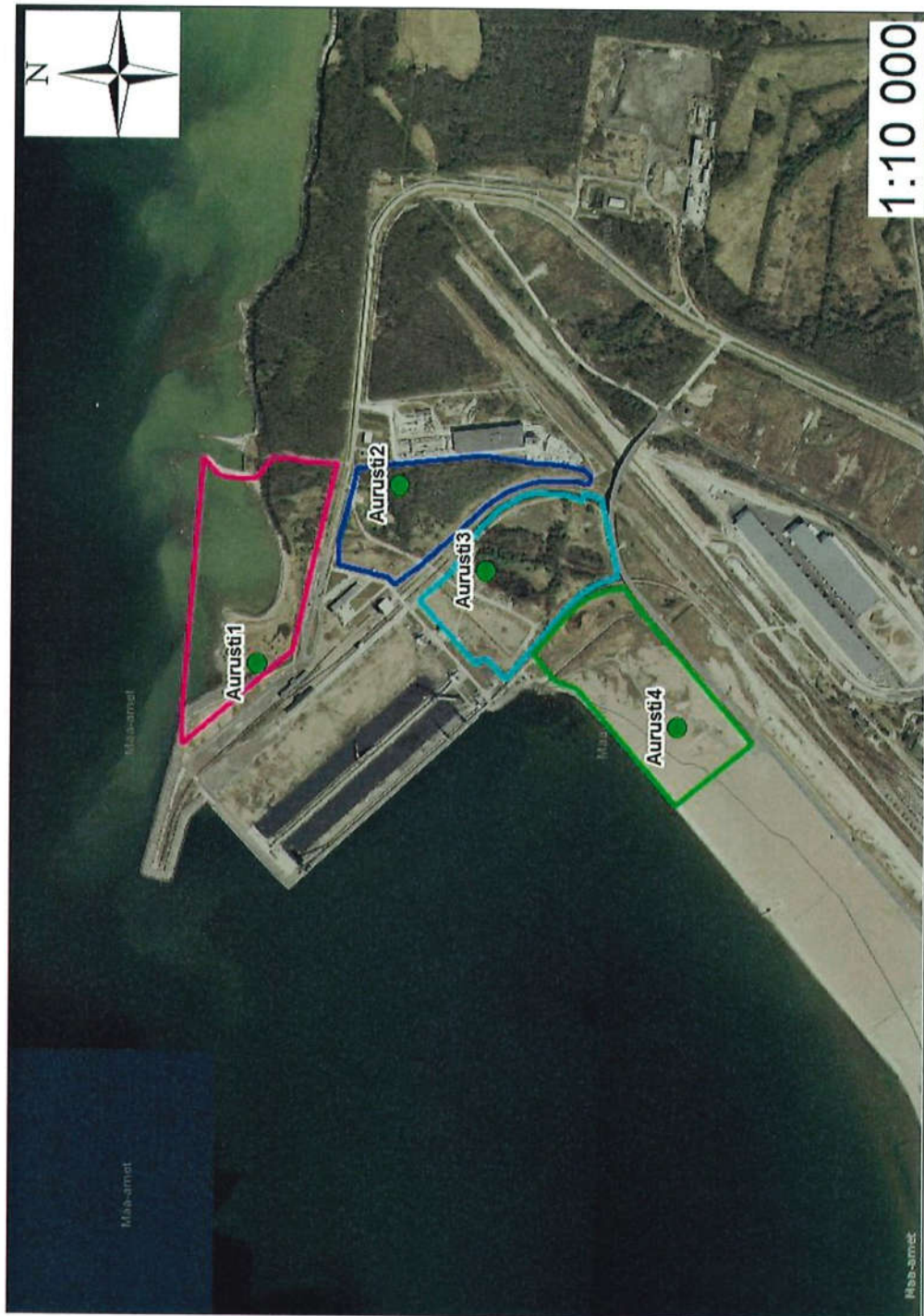
$$d = 2 \text{ m}$$

$$T = 180 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$v = 14 \text{ m/s}$$

4.2 Tõrvik

Planeeritud terminali seiskamist pikaajalisteks hooldustöödeks on ette näha kuni üks nädalane periood kolme aasta kohta. Sellisel perioodil on maagaasi kulu kuni 8110 kg/h ja lisaks 4 päeva jooksul 4715 kg/h (torustike tühjendamine ja jahutamine).



Joonis 2 Muuga LNG terminali saasteallikate asukohad

5 Hajumisarvutused

Peatükkides 3 ja 4 toodud lähteandmete ja meteoroloogiliste parameetrite põhjal arvutati välja maksimaalne maapinnalähedane kontsentratsioon lämmastikdioksiidi, süsinikoksiidi ja lenduvate orgaaniliste ühendite jaoks. Selleks kasutati US-EPA poolt välja töötatud Gaussi difusioonivõrrandil põhinevat arvutusmudelit Aermod. Mudel on kinnitatud ametliku arvutusmudelina riikides nagu näiteks USA, Suurbritannia, Austraalia jm. Mudeli lähtekood ja kirjeldus on vabalt saadaval US-EPA kodulehel aadressil: <http://www.epa.gov/>. Modelleerimisvõrgustiku ruudu suuruseks oli 50 × 50 m ja võrgustiku suuruseks 125 × 100 ruutu ehk 6,25 × 5 km.

Joonisel 3 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 100 µg/m³.

Joonisel 4 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 150 µg/m³.

Joonisel 5 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 110 µg/m³.

Joonisel 6 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 110 µg/m³.

Joonisel 7 on toodud maksimaalne süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 40 µg/m³.

Joonisel 8 on toodud maksimaalne süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 9 on toodud maksimaalne süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 10 on toodud maksimaalne süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 11 on toodud maksimaalne põletamisest eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC-com ehk NMHC) tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 12 on toodud maksimaalne põletamisest eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC-com ehk NMHC) tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $5.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 13 on toodud maksimaalne põletamisest eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC-com ehk NMHC) tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 14 on toodud maksimaalne põletamisest eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC-com ehk NMHC) tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 15 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 170 µg/m³.

Joonisel 16 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 240 µg/m³.

Joonisel 17 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 190 µg/m³.

Joonisel 18 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 190 µg/m³.

Joonisel 19 on toodud maksimaalne süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna CO saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 165 µg/m³.

Joonisel 20 on toodud maksimaalne süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna CO saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 180 µg/m³.

Joonisel 21 on toodud maksimaalne süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna CO saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 180 µg/m³.

Joonisel 22 on toodud maksimaalne süsinikoksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna CO saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 23 on toodud maksimaalne põletamisest eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC-com ehk NMHC) tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid piirkonna VOC-com saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 24 on toodud maksimaalne põletamisest eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC-com ehk NMHC) tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid piirkonna VOC-com saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 25 on toodud maksimaalne põletamisest eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC-com ehk NMHC) tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid piirkonna VOC-com saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 26 on toodud maksimaalne põletamisest eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC-com ehk NMHC) tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid piirkonna VOC-com saasteallikad. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 27 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad ning aurusti korstna kõrgus on 20 m. Maksimaalne tunnikeskmine tase on $155 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Joonisel 28 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali

tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad ning aurusti korstna kõrgus on 20 m. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 220 µg/m³.

Joonisel 29 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad ning aurusti korstna kõrgus on 20 m. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 180 µg/m³.

Joonisel 30 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad ning aurusti korstna kõrgus on 20 m. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 160 µg/m³.

Joonisel 31 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad ning aurusti korstna kõrgus on 25 m. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 170 µg/m³.

Joonisel 32 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad ning aurusti korstna kõrgus on 25 m. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 200 µg/m³.

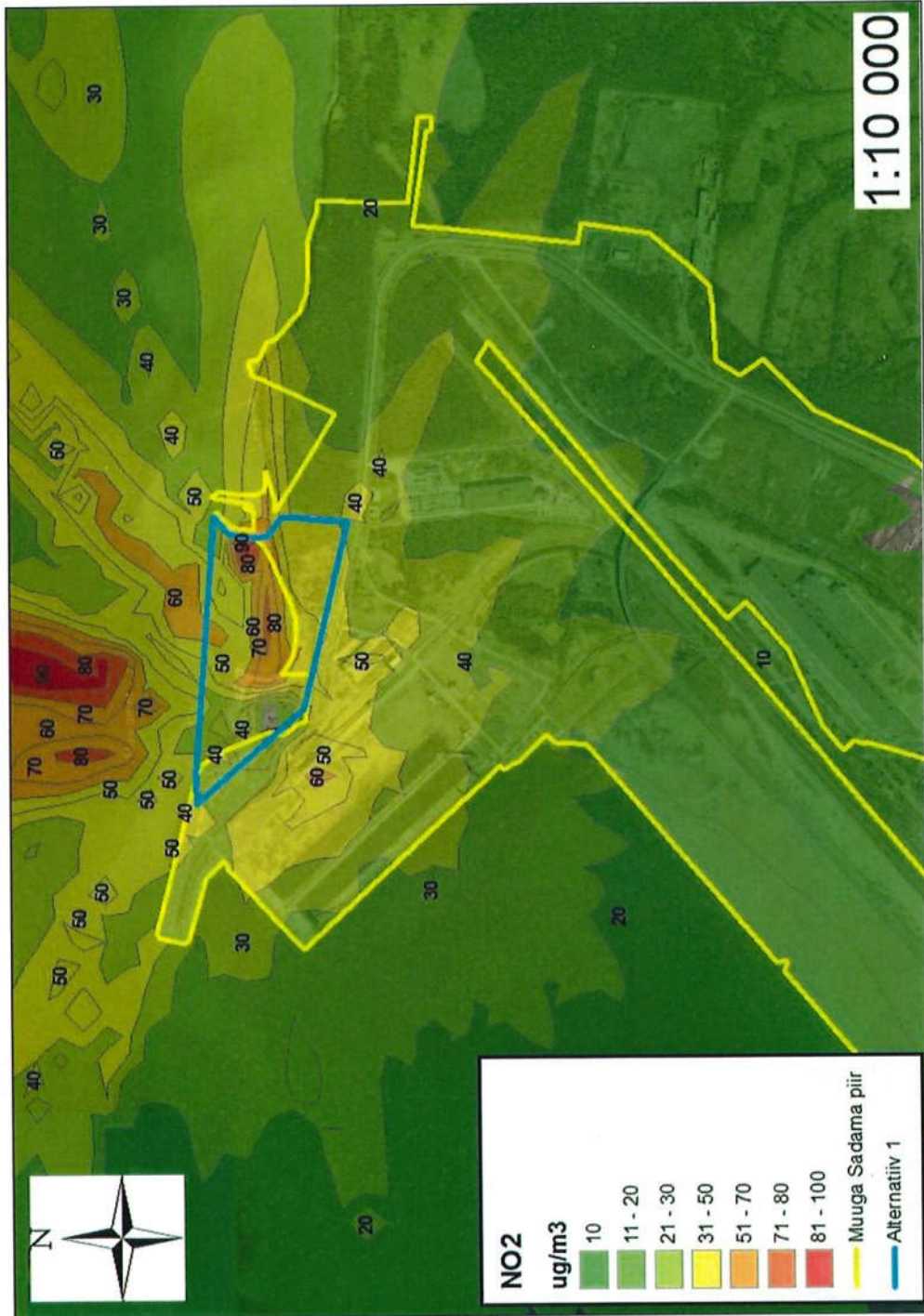
Joonisel 33 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad ning aurusti korstna kõrgus on 25 m. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 160 µg/m³.

Joonisel 34 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 puhul, kui korraga töötavad kõik LNG terminali tootmisprotsessid ja piirkonna NO₂ saasteallikad ning aurusti korstna kõrgus on 25 m. Maksimaalne tunnikeskmine tase on 160 µg/m³.

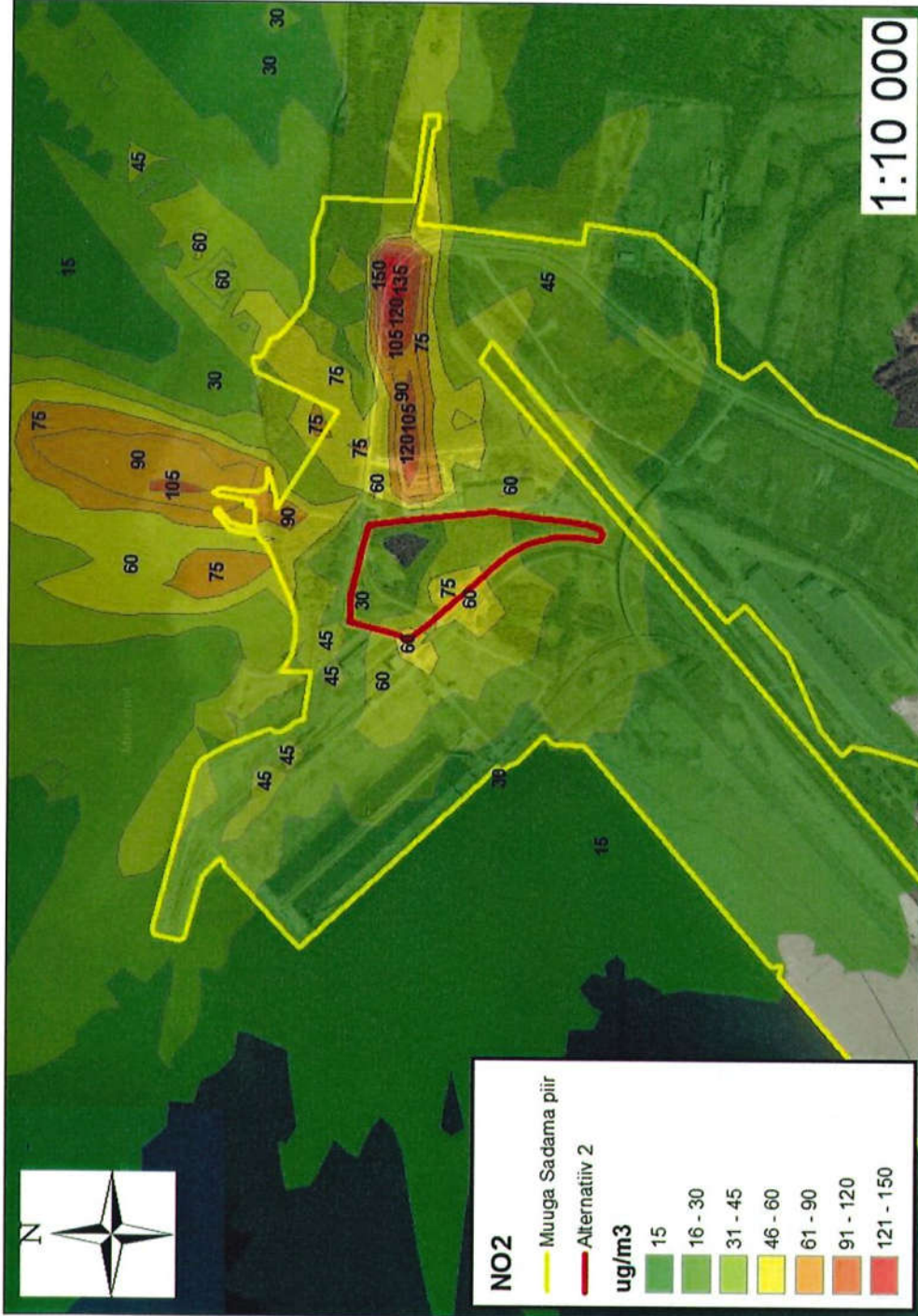
Joonisel 35 on toodud maksimaalne lämmastikdioksiidi tunnikeskmine fooniline kontsentratsioon OSIS2013 andmebaasi põhjal.

Joonisel 36 on toodud maksimaalne süsinikoksiidi tunnikeskmine fooniline kontsentratsioon OSIS2013 andmebaasi põhjal.

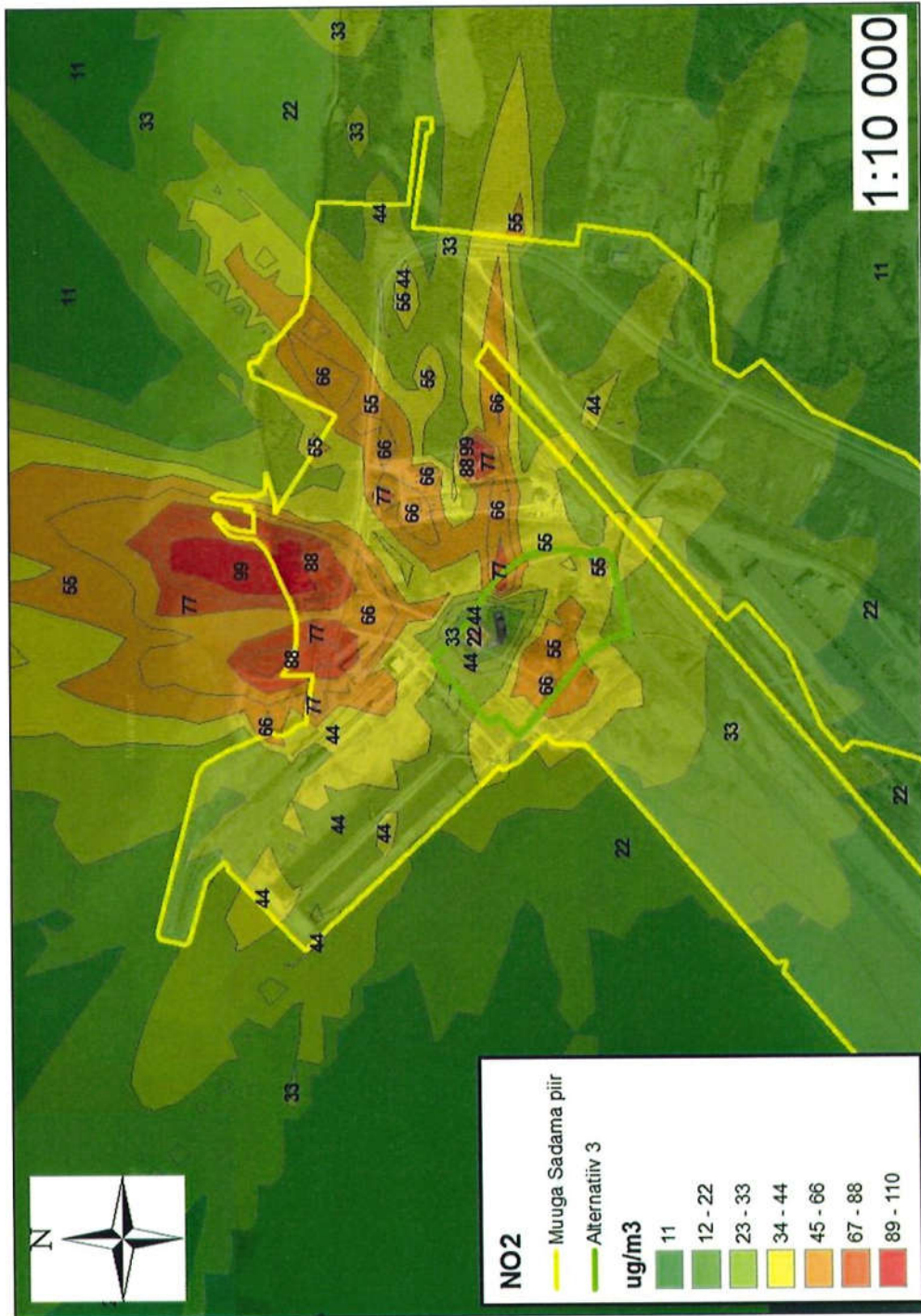
Joonisel 37 on toodud maksimaalne põletamisest eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite (VOC-com ehk NMHC) tunnikeskmine fooniline kontsentratsioon OSIS2013 andmebaasi põhjal.



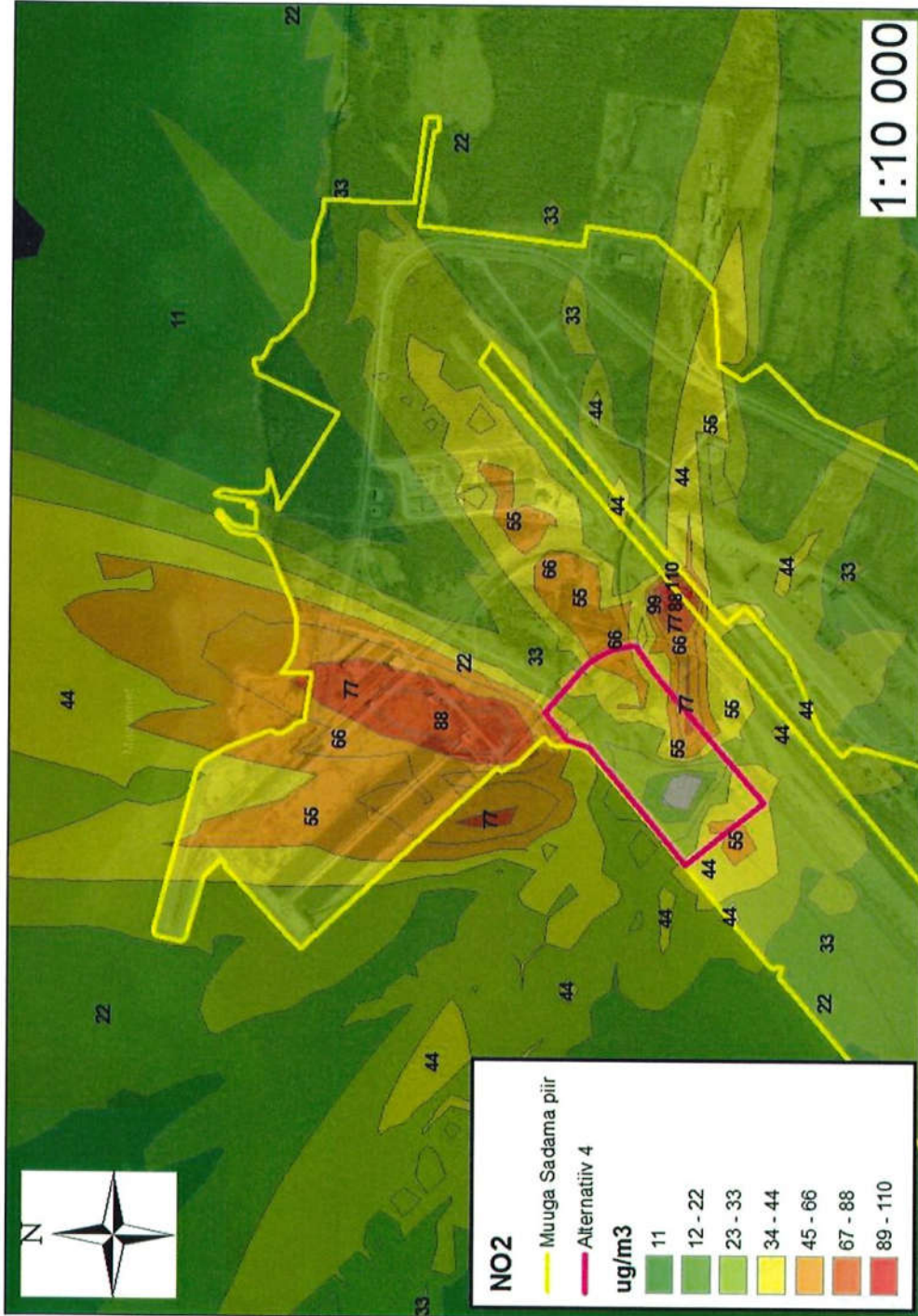
Joonis 3 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral



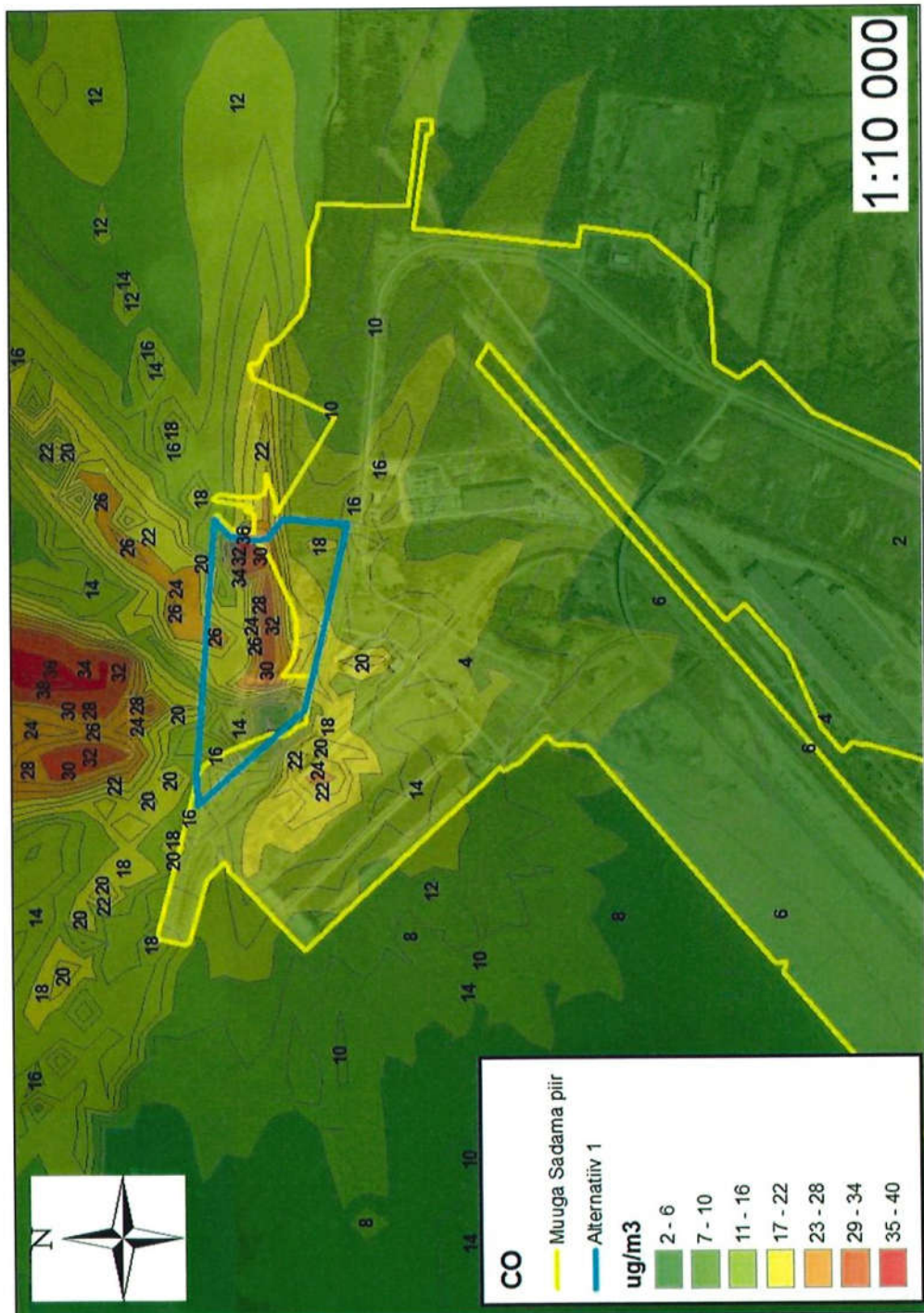
Joonis 4 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral



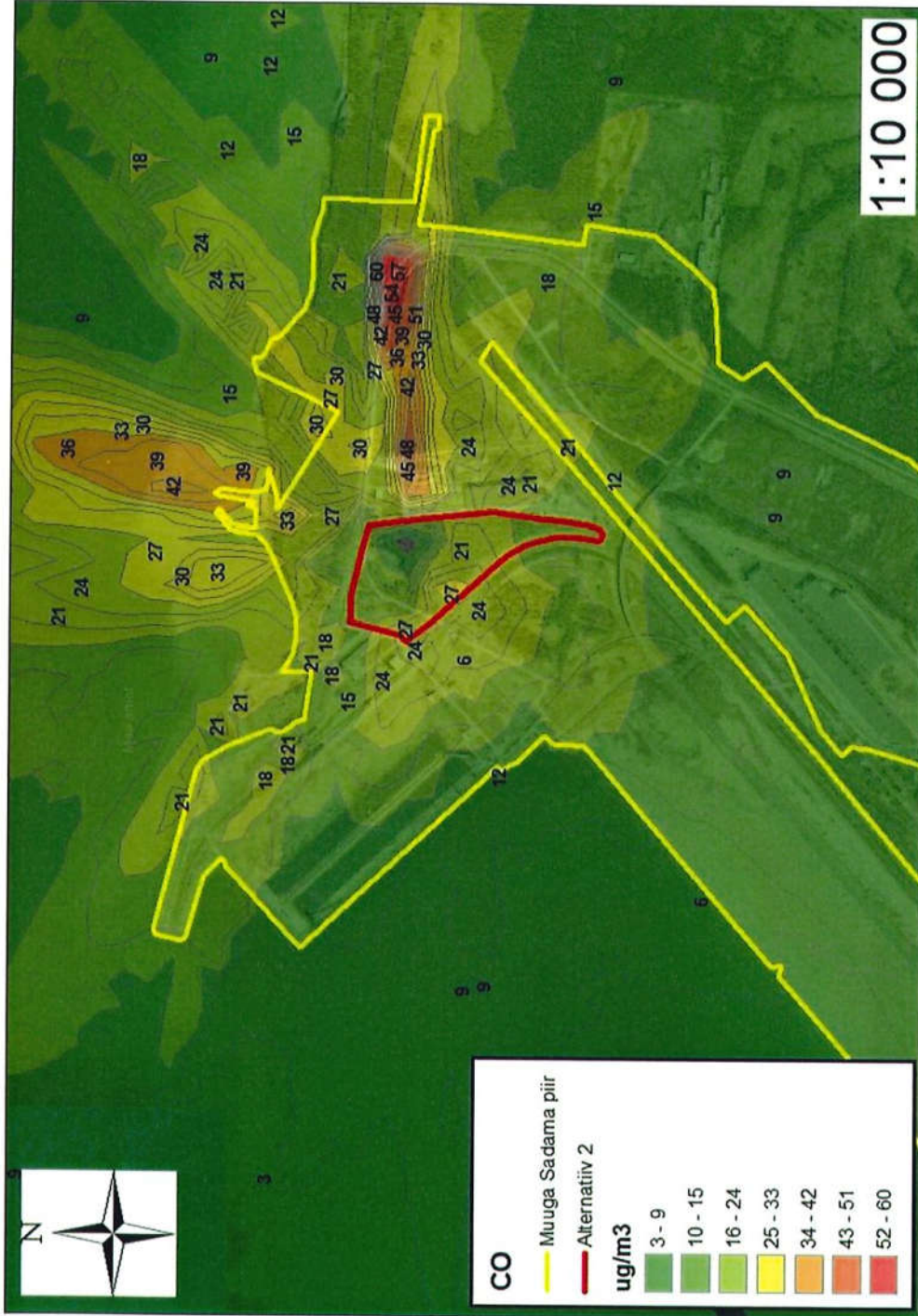
Joonis 5 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral



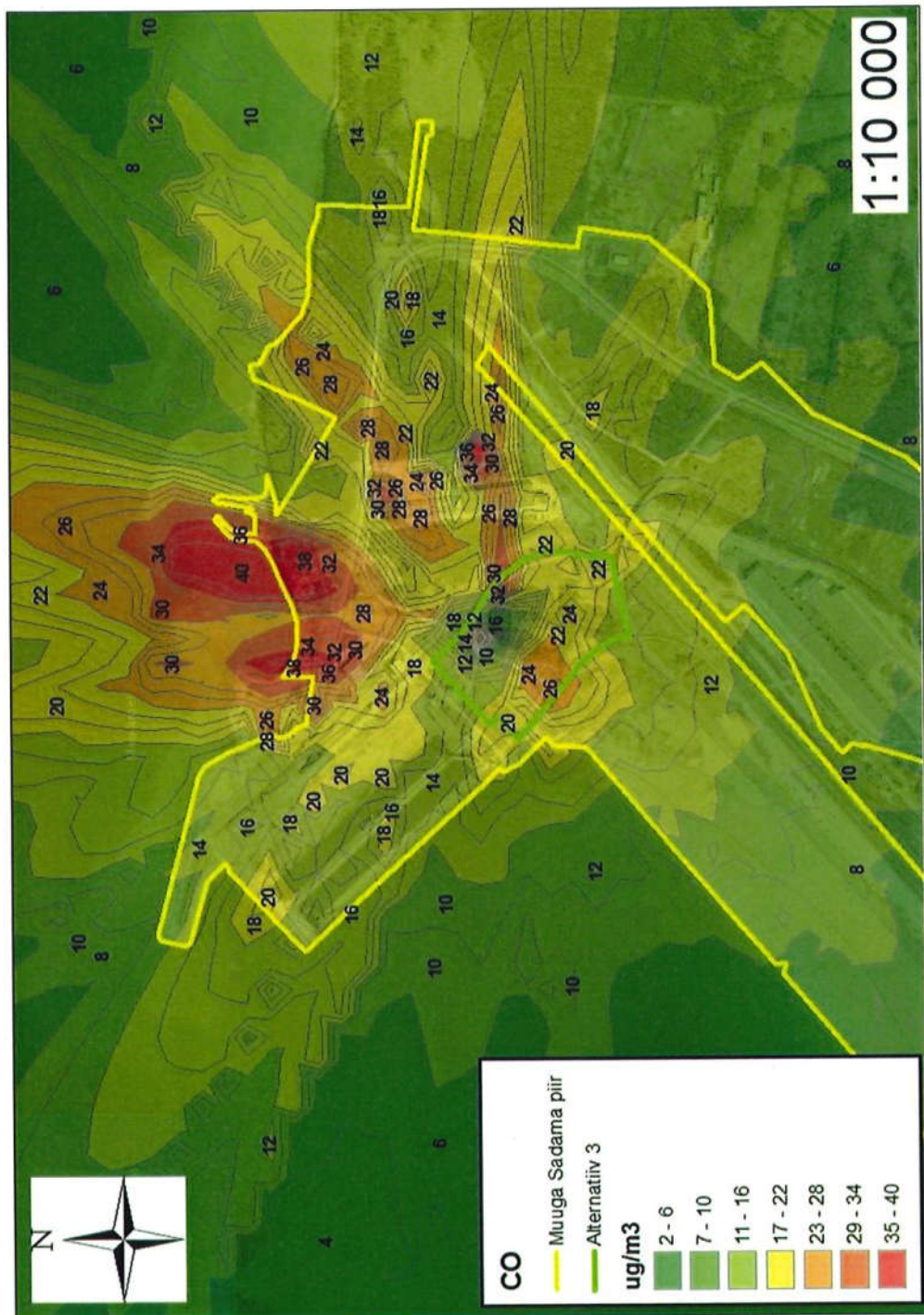
Joonis 6 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral



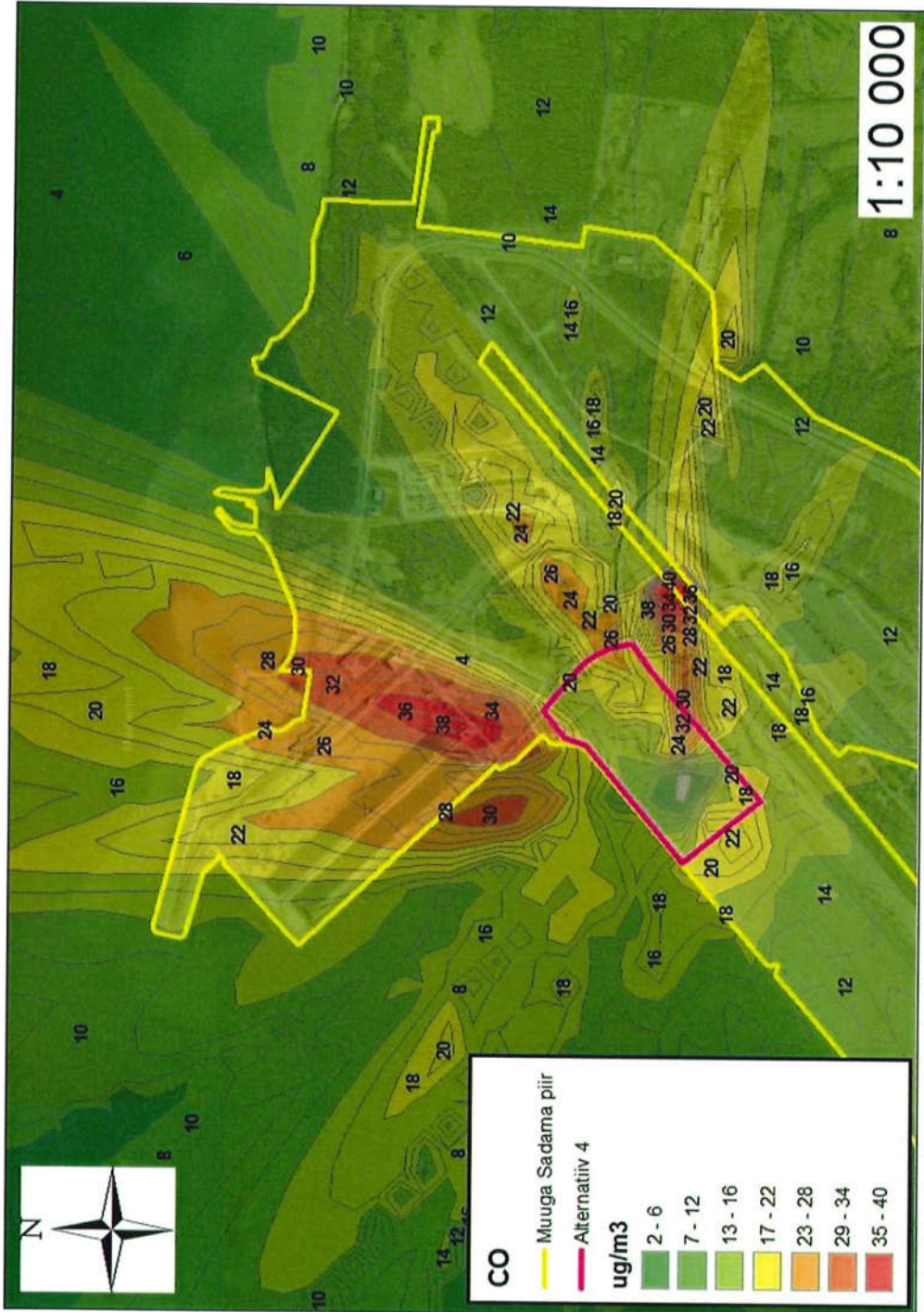
Joonis 7 CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral



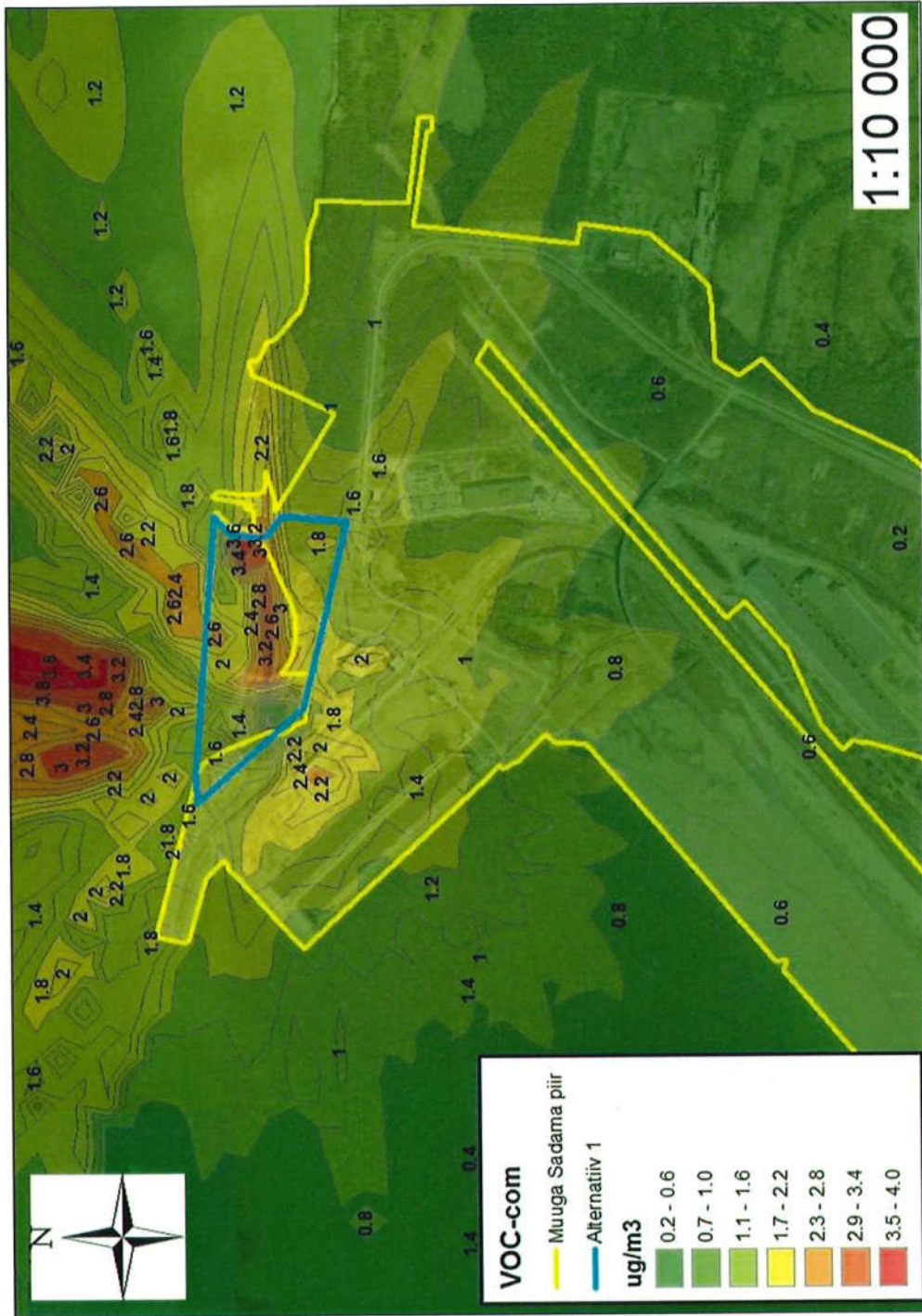
Joonis 8 CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral



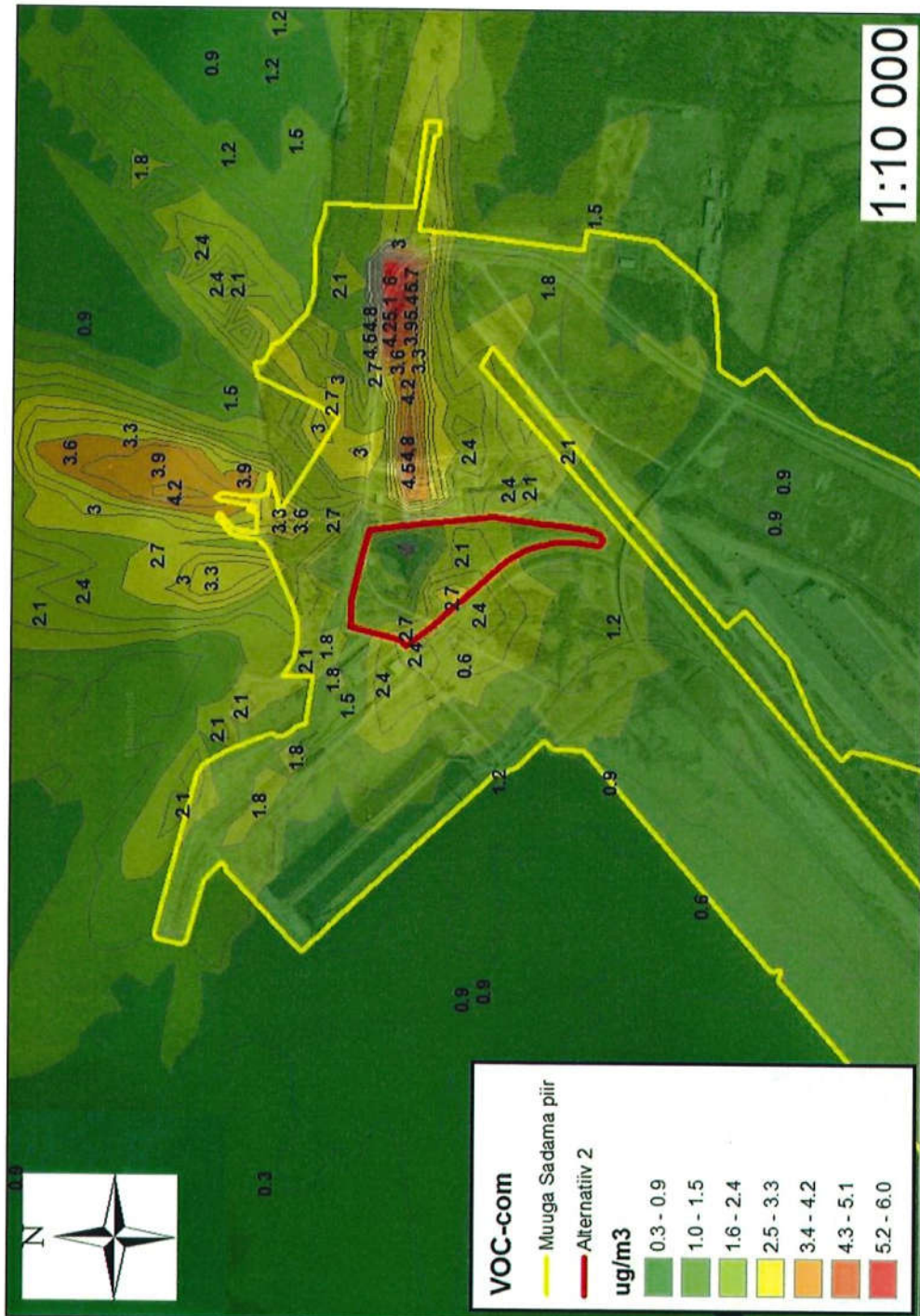
Joonis 9 CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral



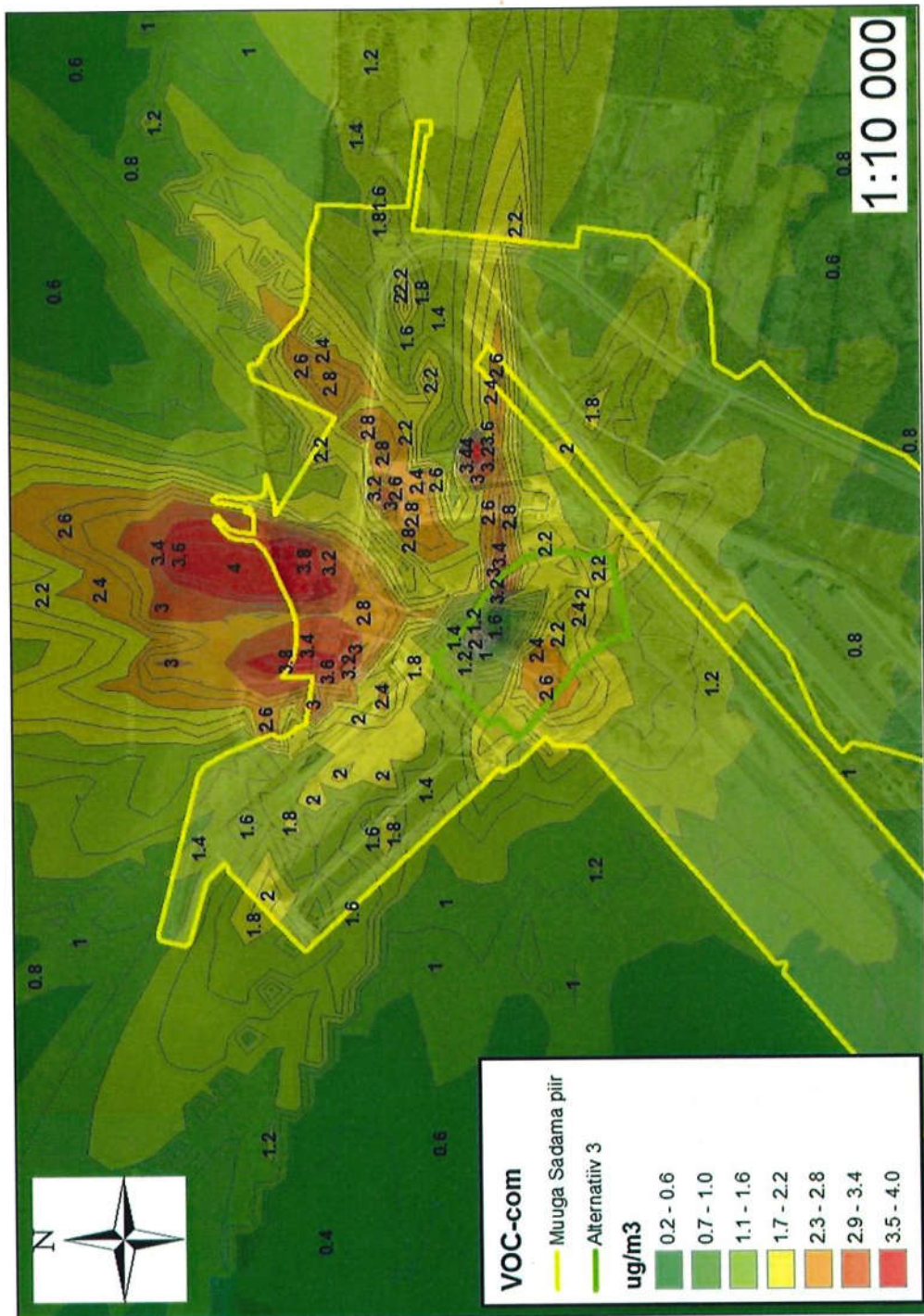
Joonis 10 CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral



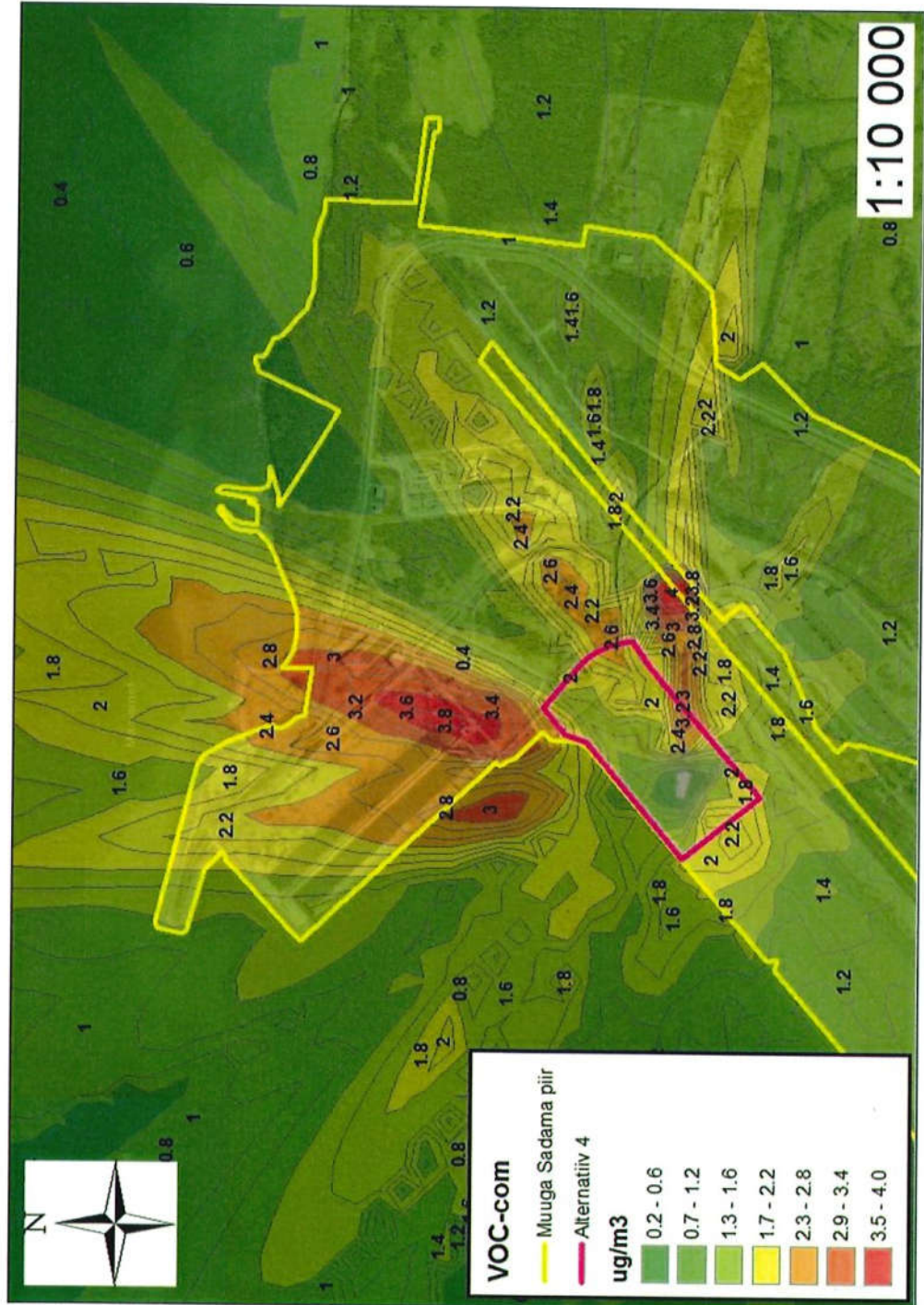
Joonis 11 VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral



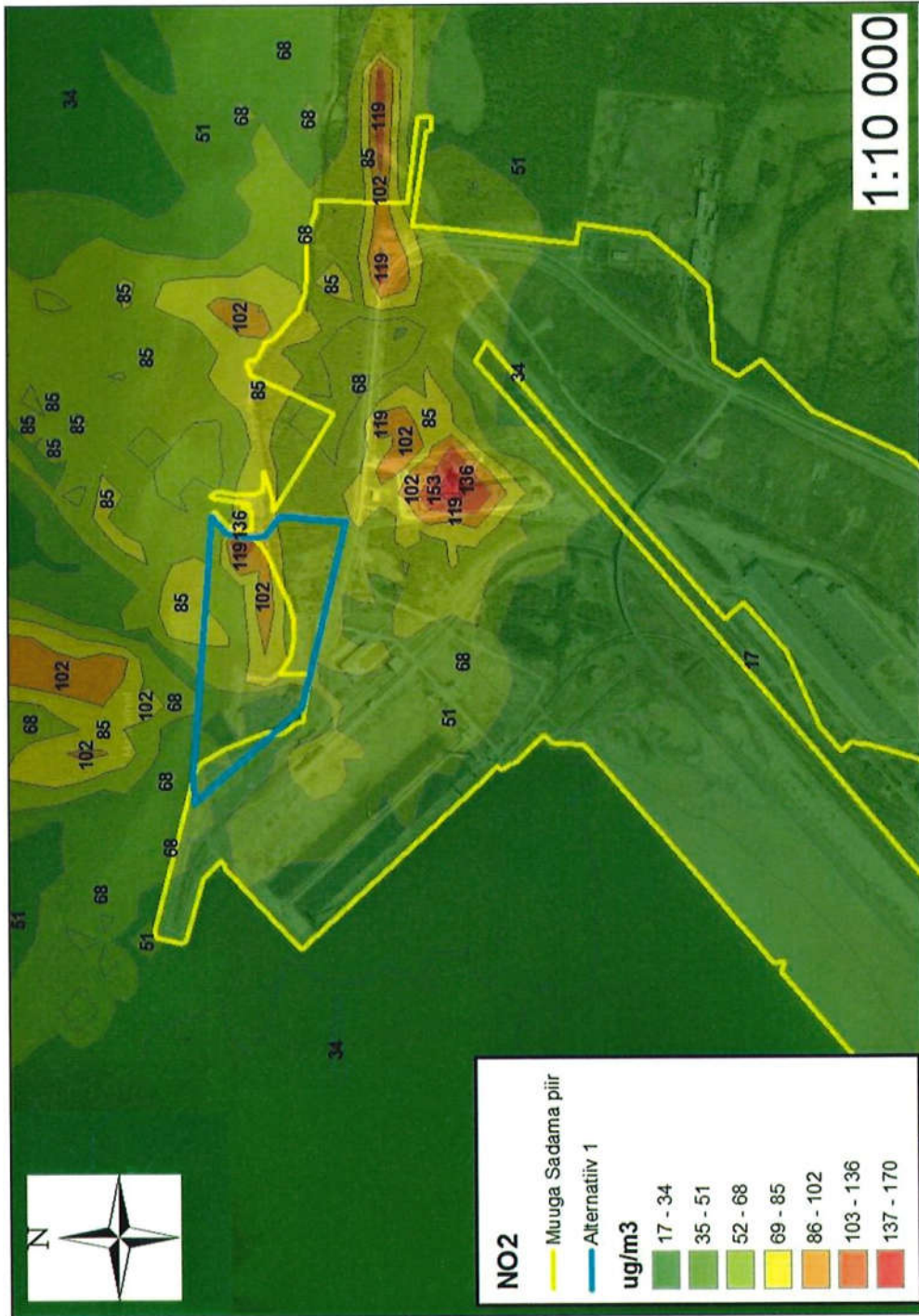
Joonis 12 VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral



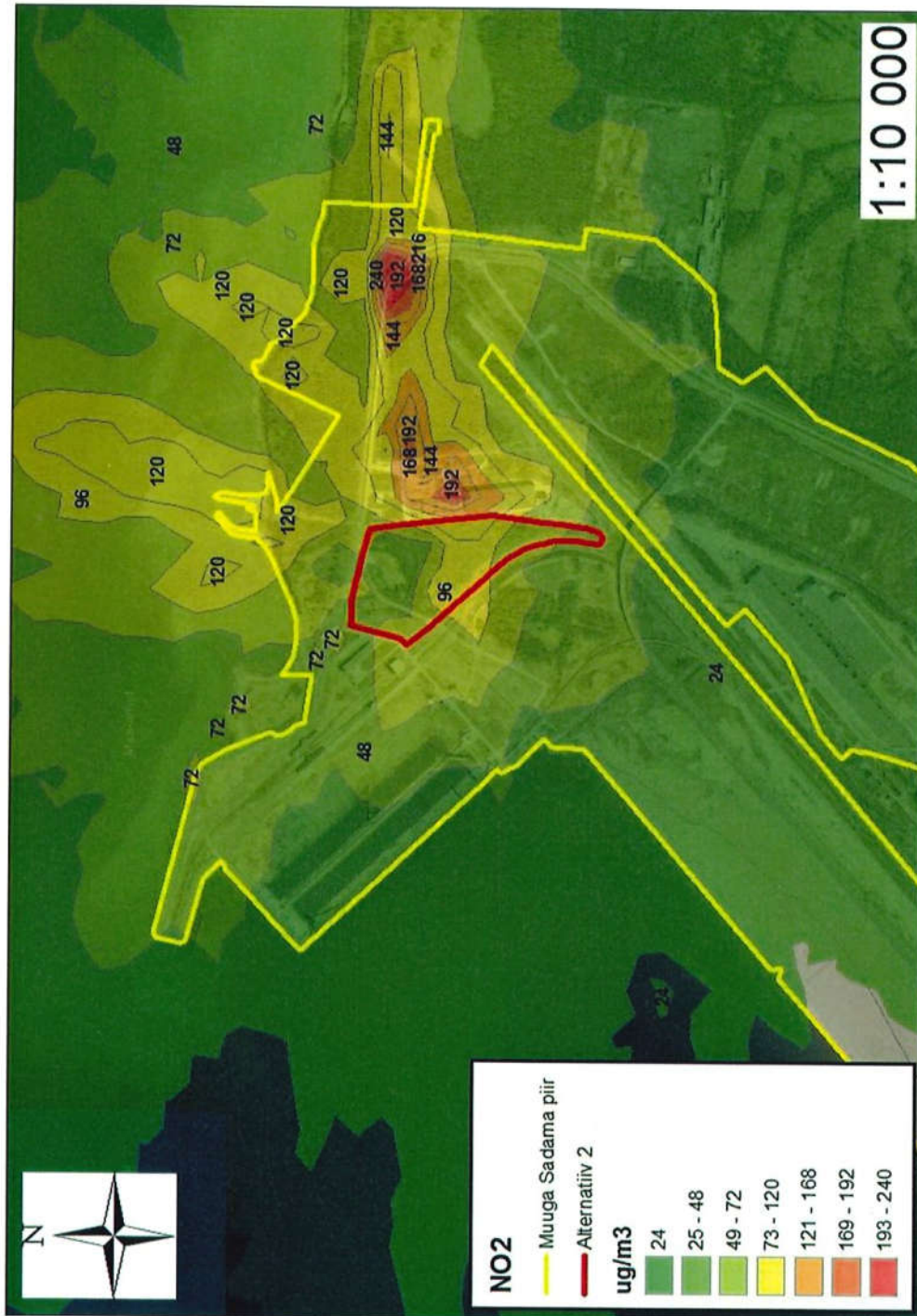
Joonis 13 VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral



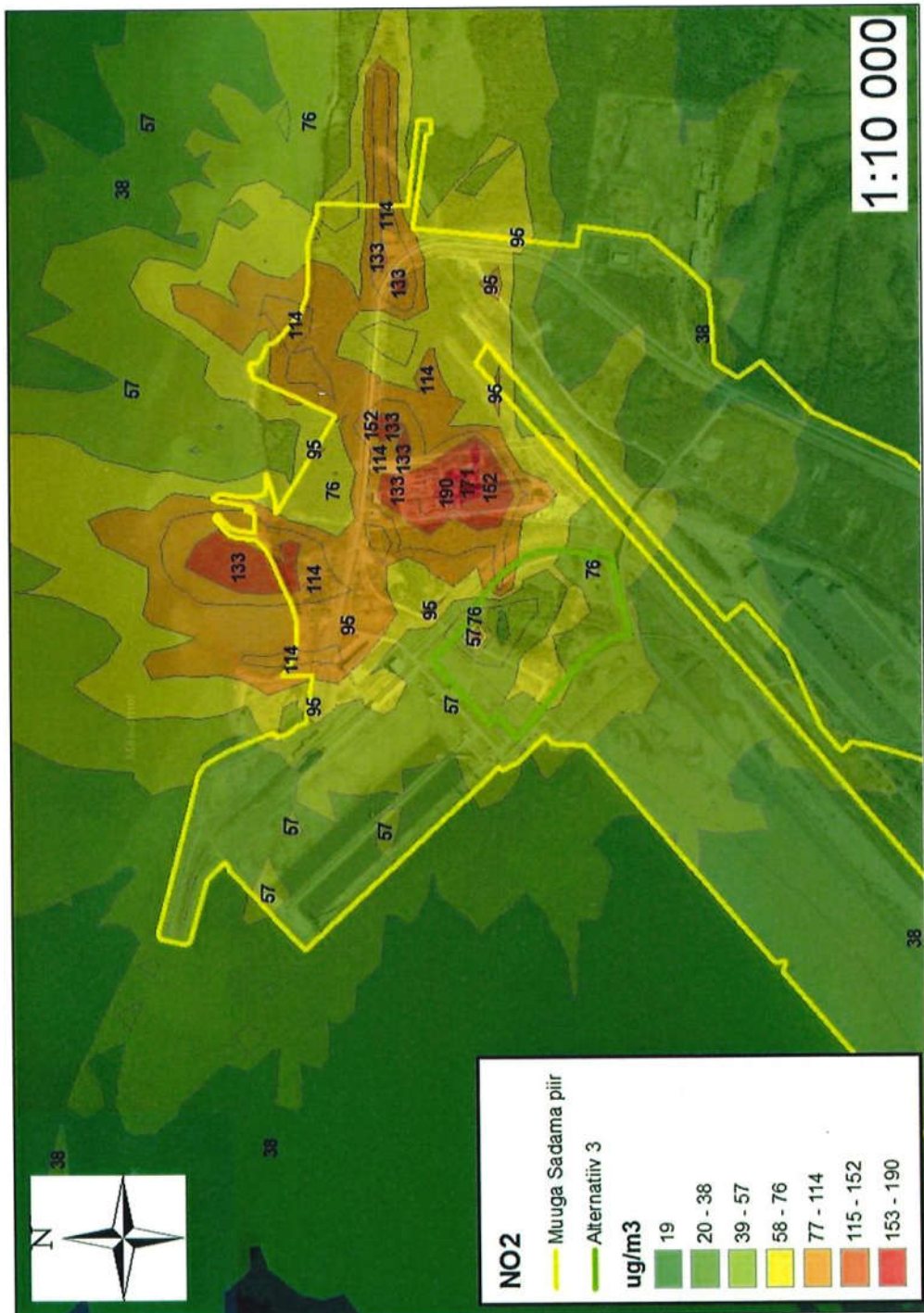
Joonis 14 VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral



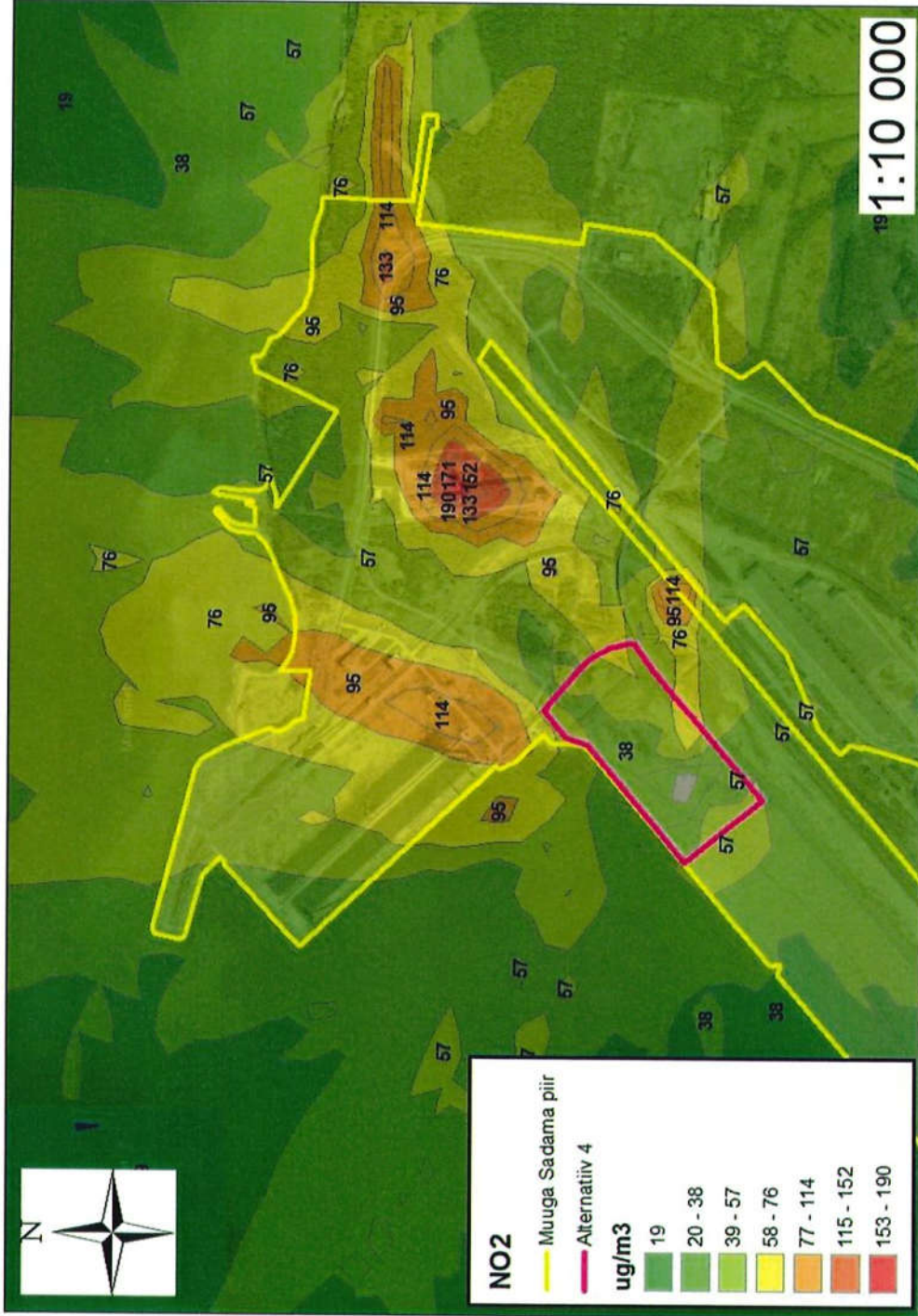
Joonis 15 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



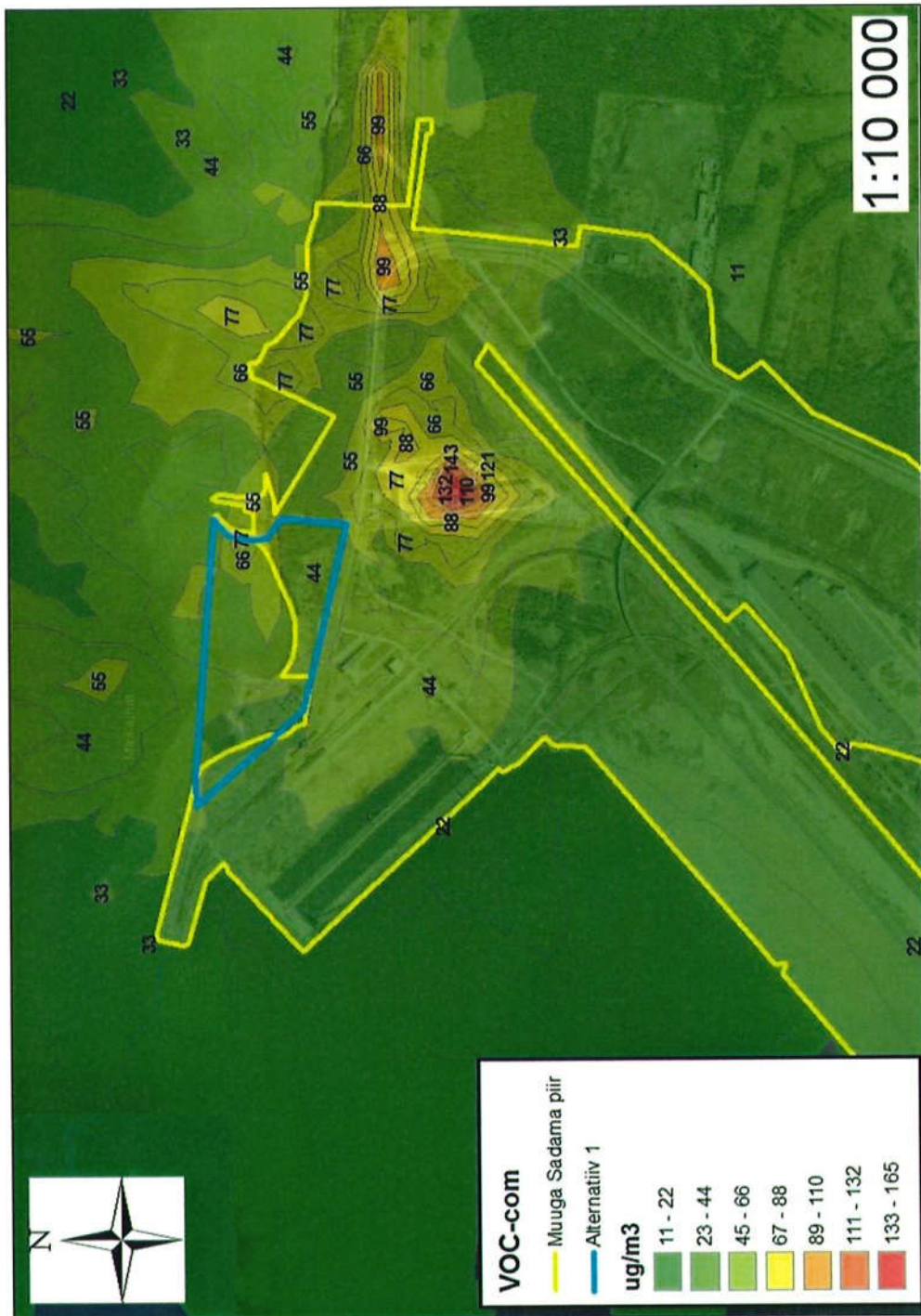
Joonis 16 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



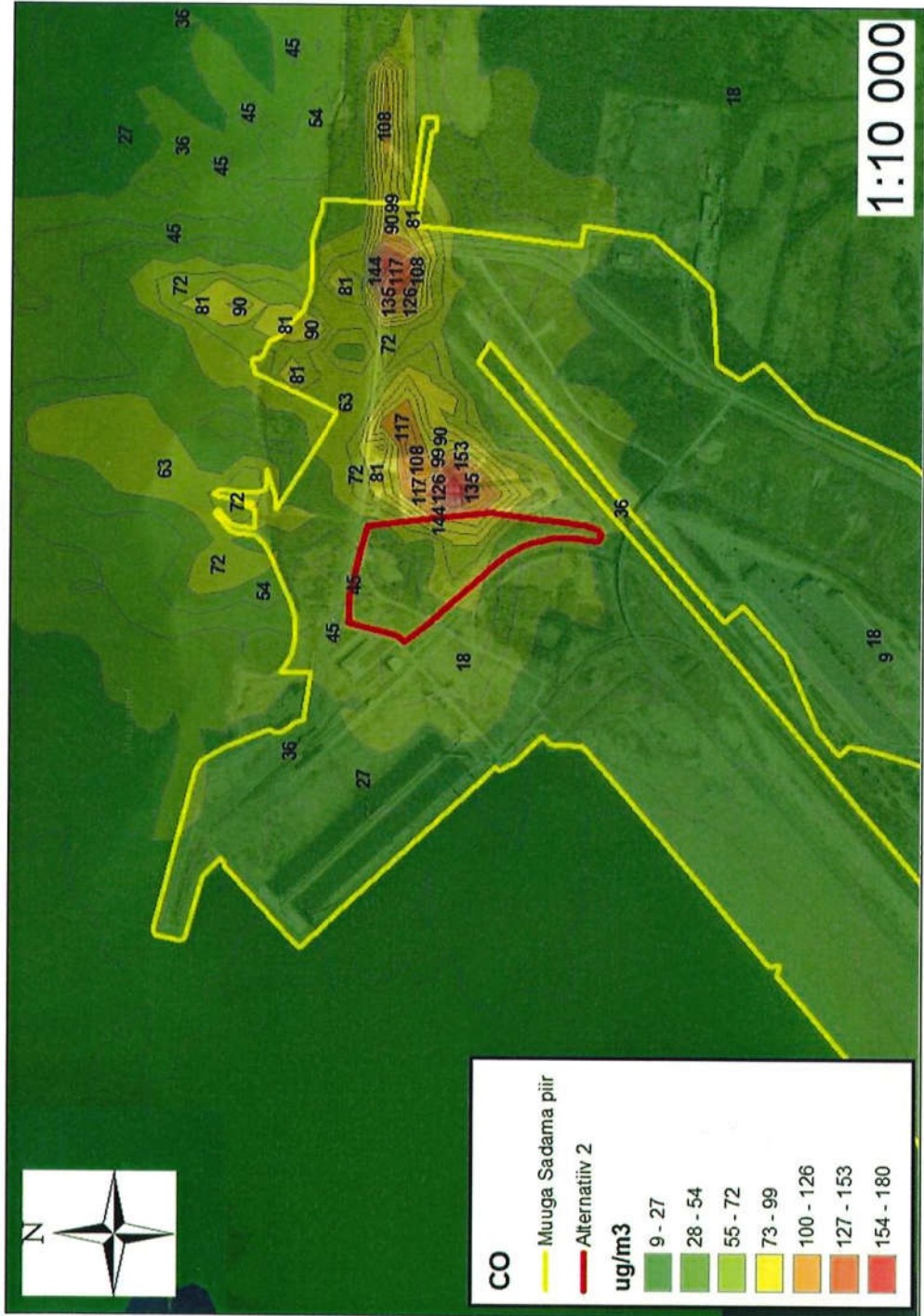
Joonis 17 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



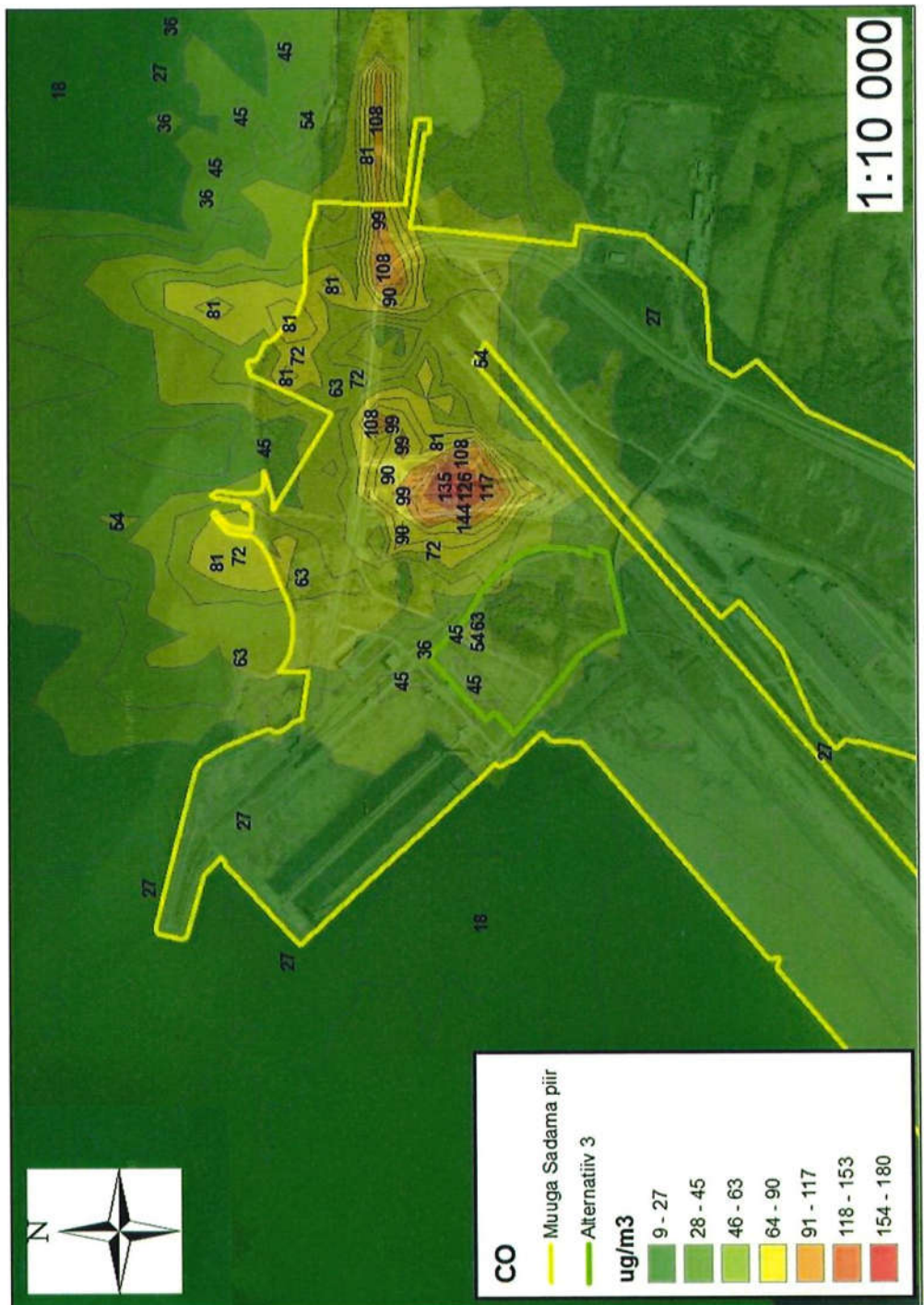
Joonis 18 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



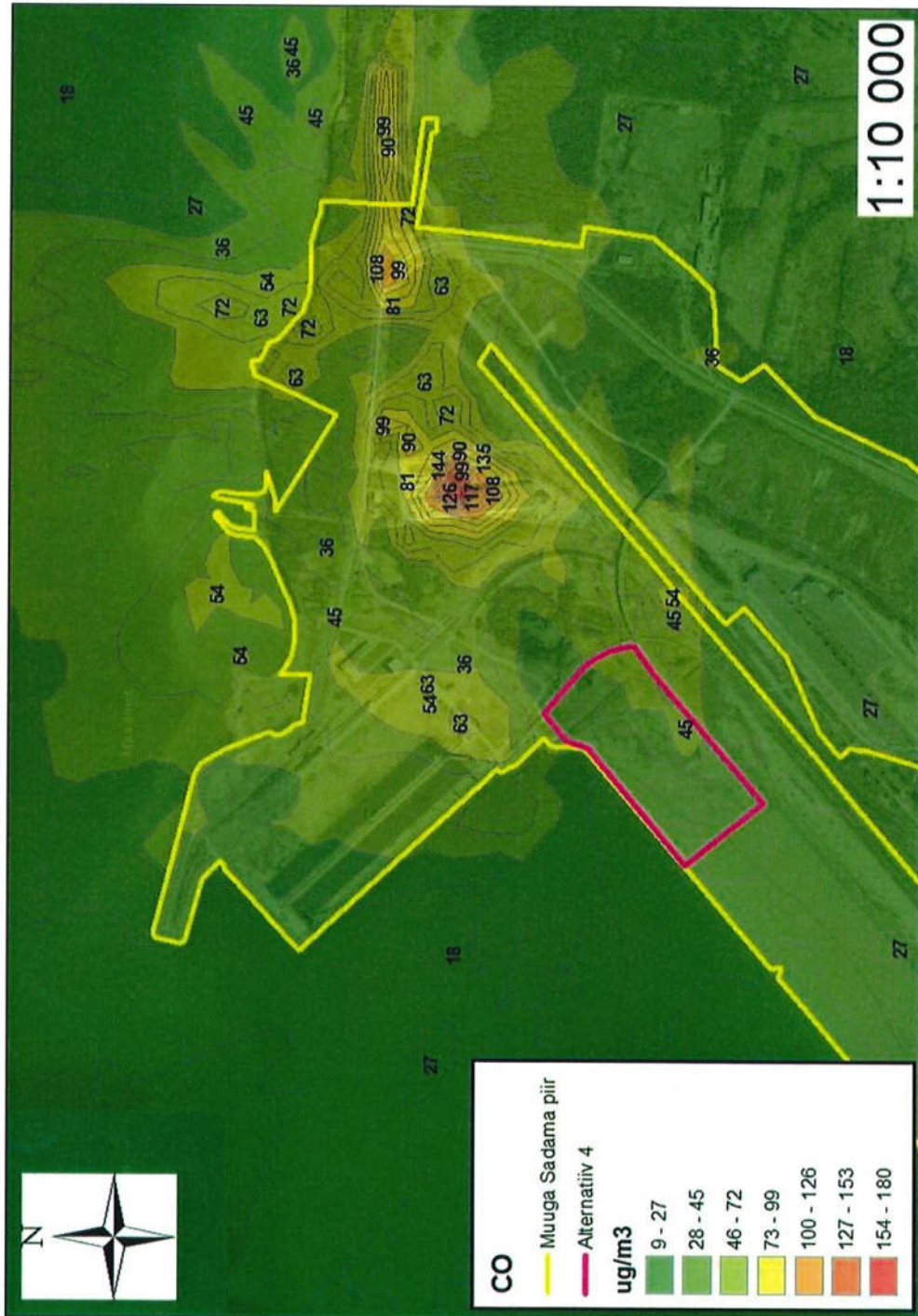
Joonis 19 CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



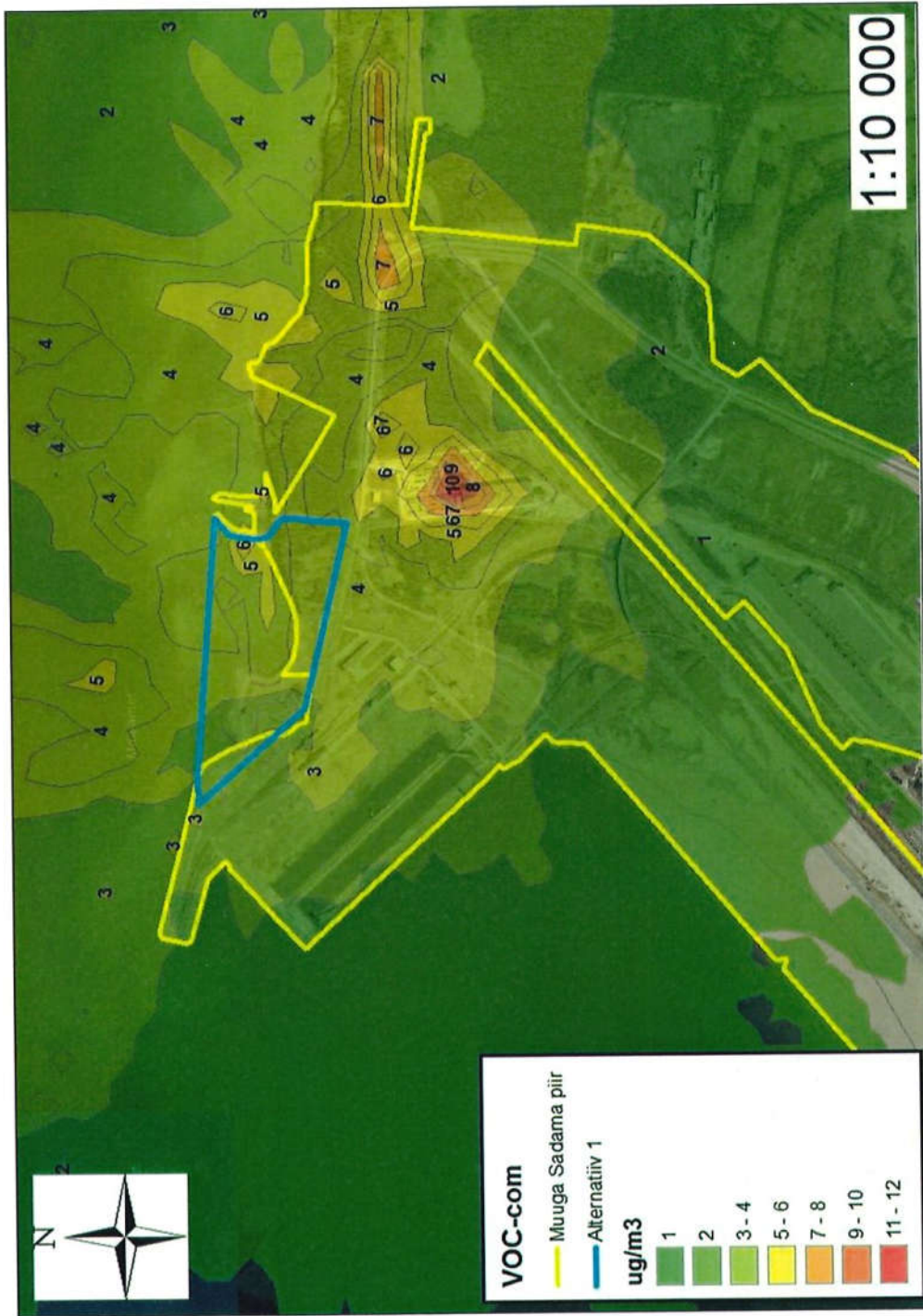
Joonis 20 CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



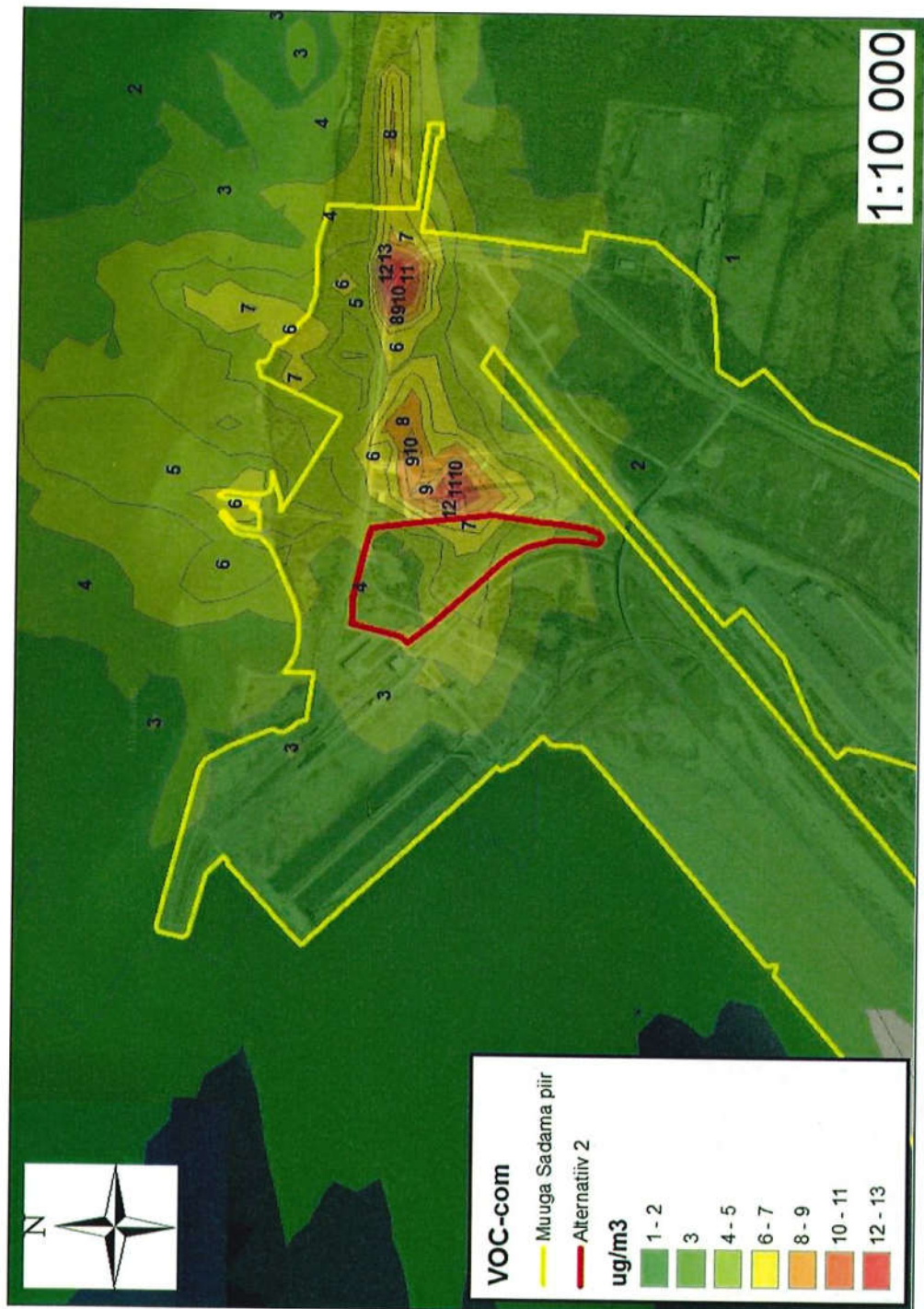
Joonis 21 CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



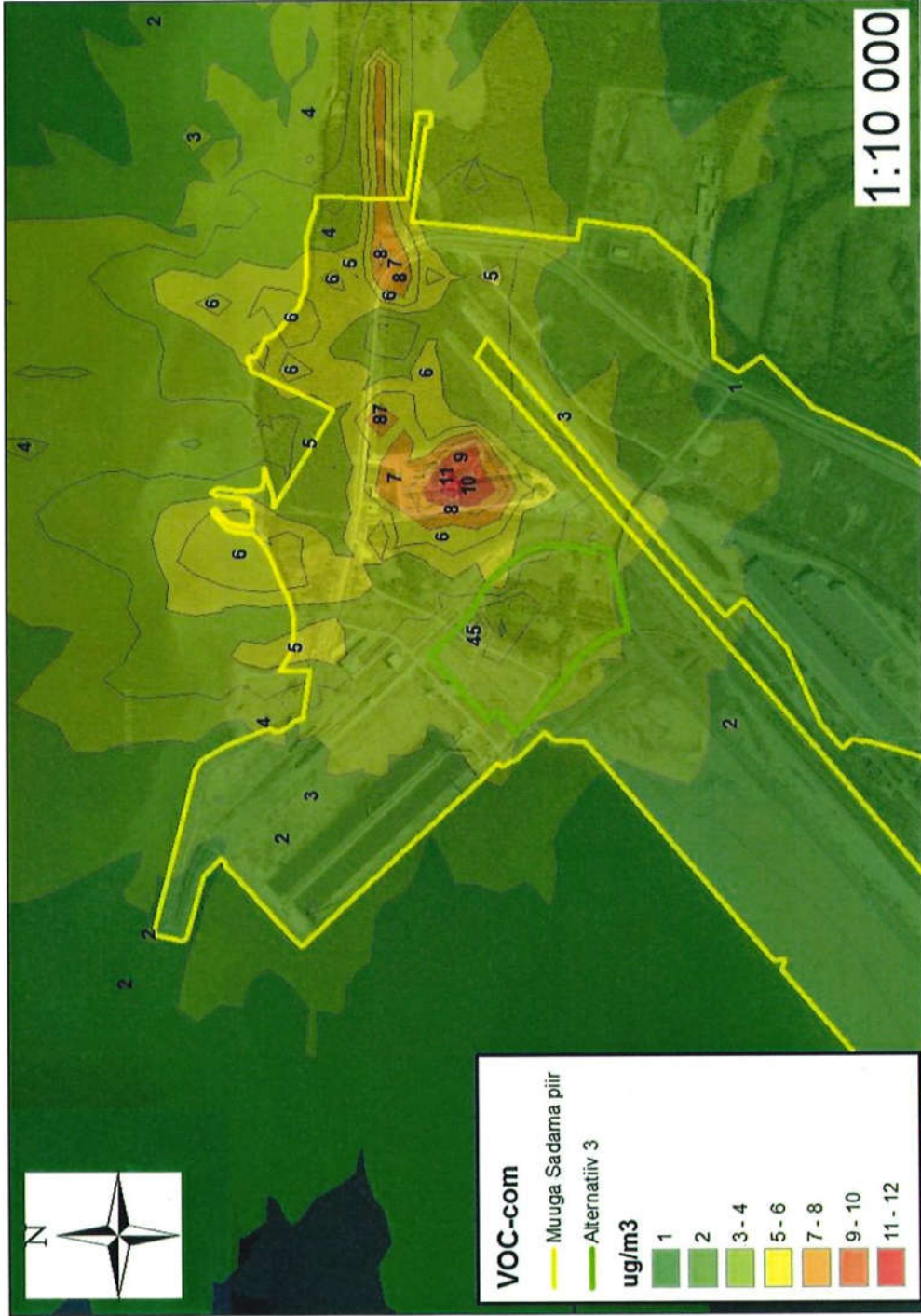
Joonis 22 CO tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



Joonis 23 VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



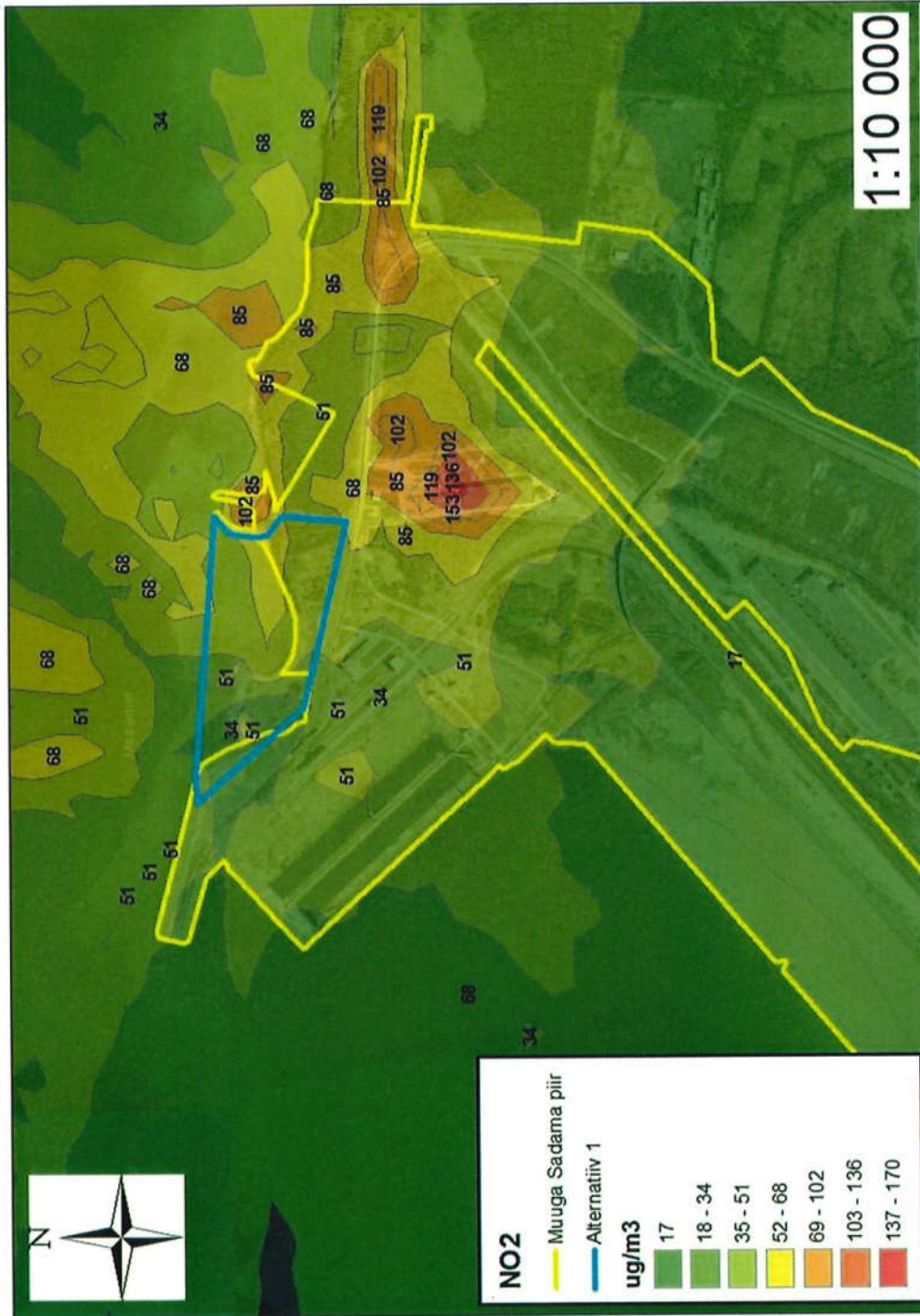
Joonis 24 VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



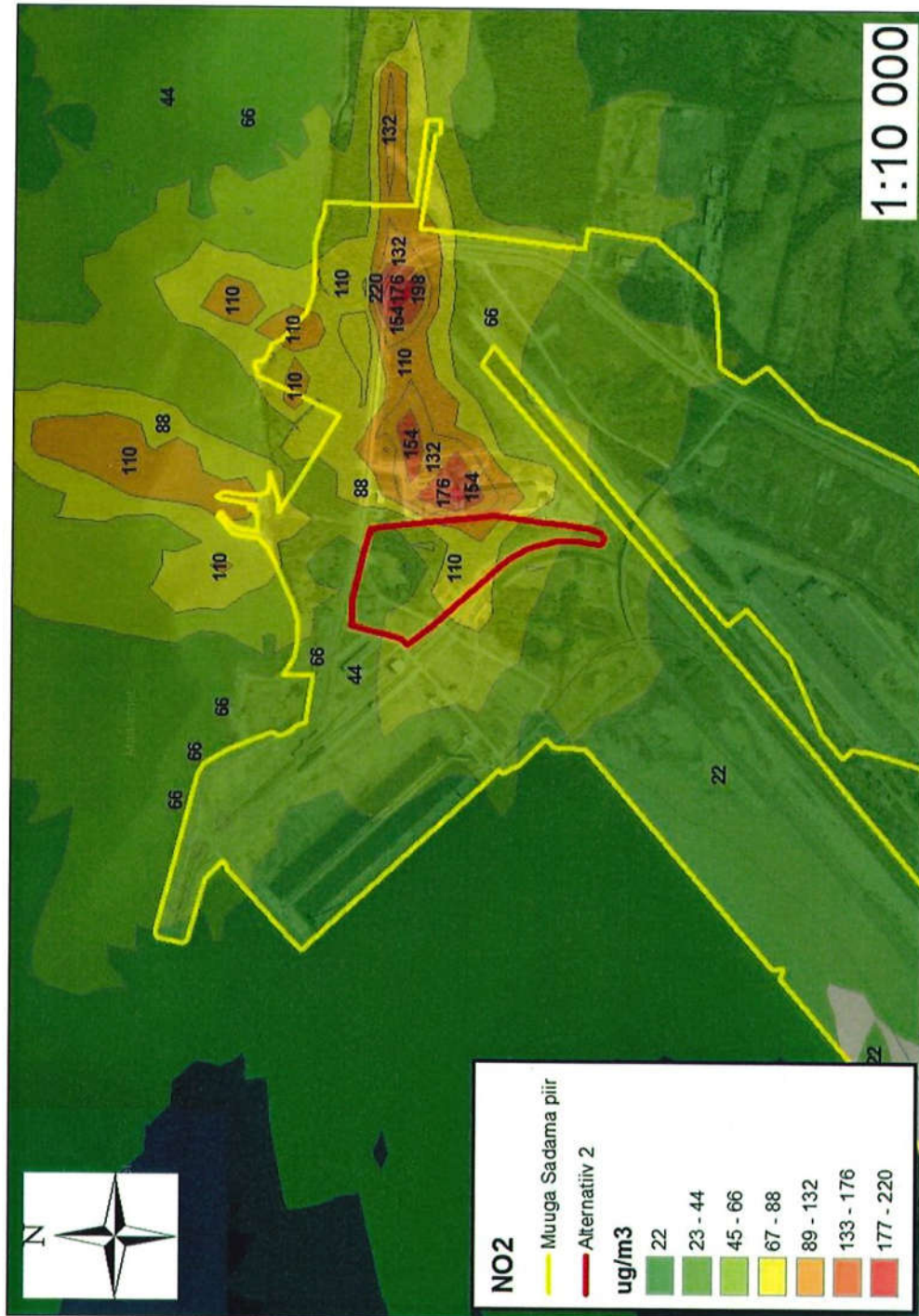
Joonis 25 VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



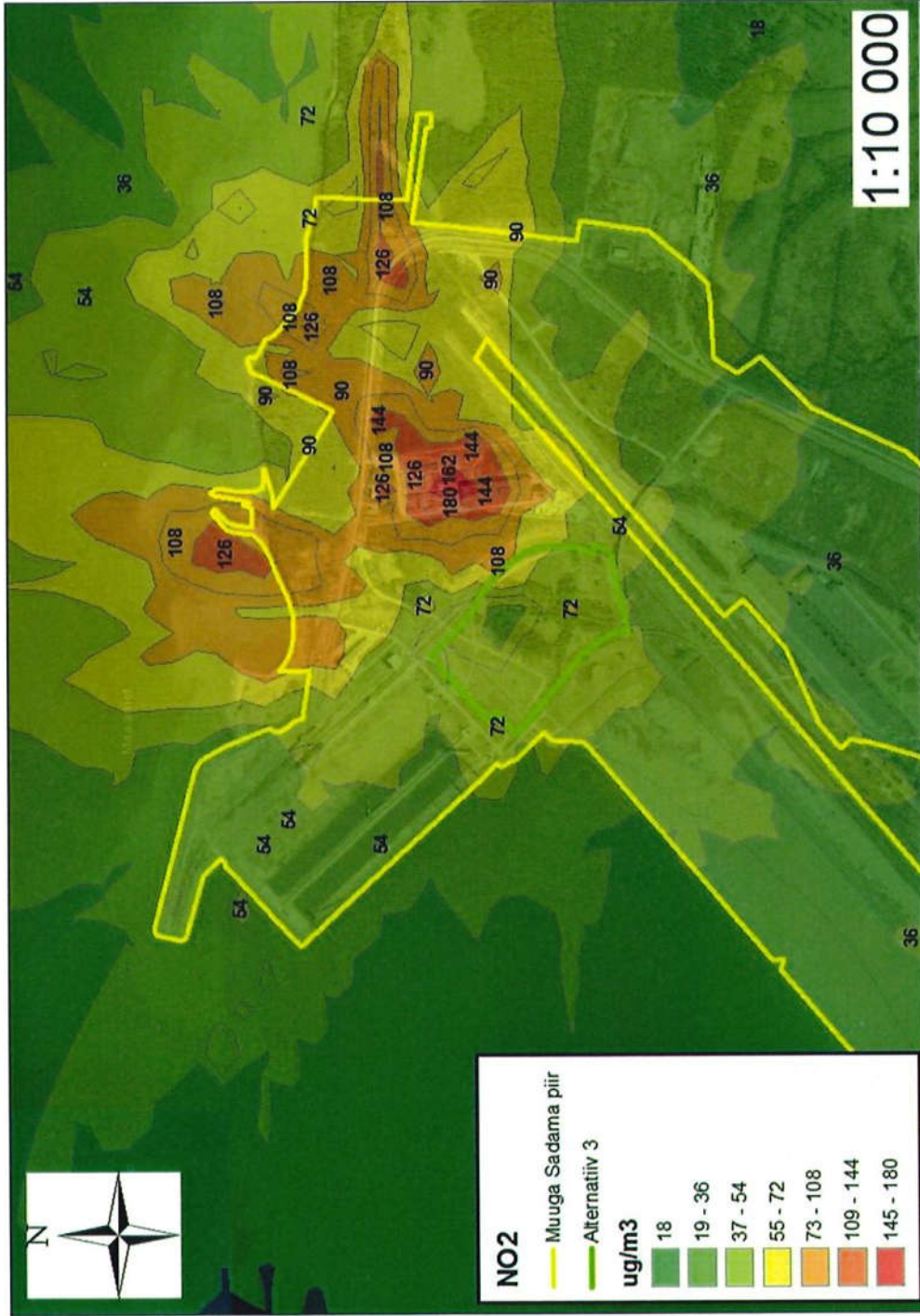
Joonis 26 VOC-com tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral koosmõjus piirkonna saasteallikatega



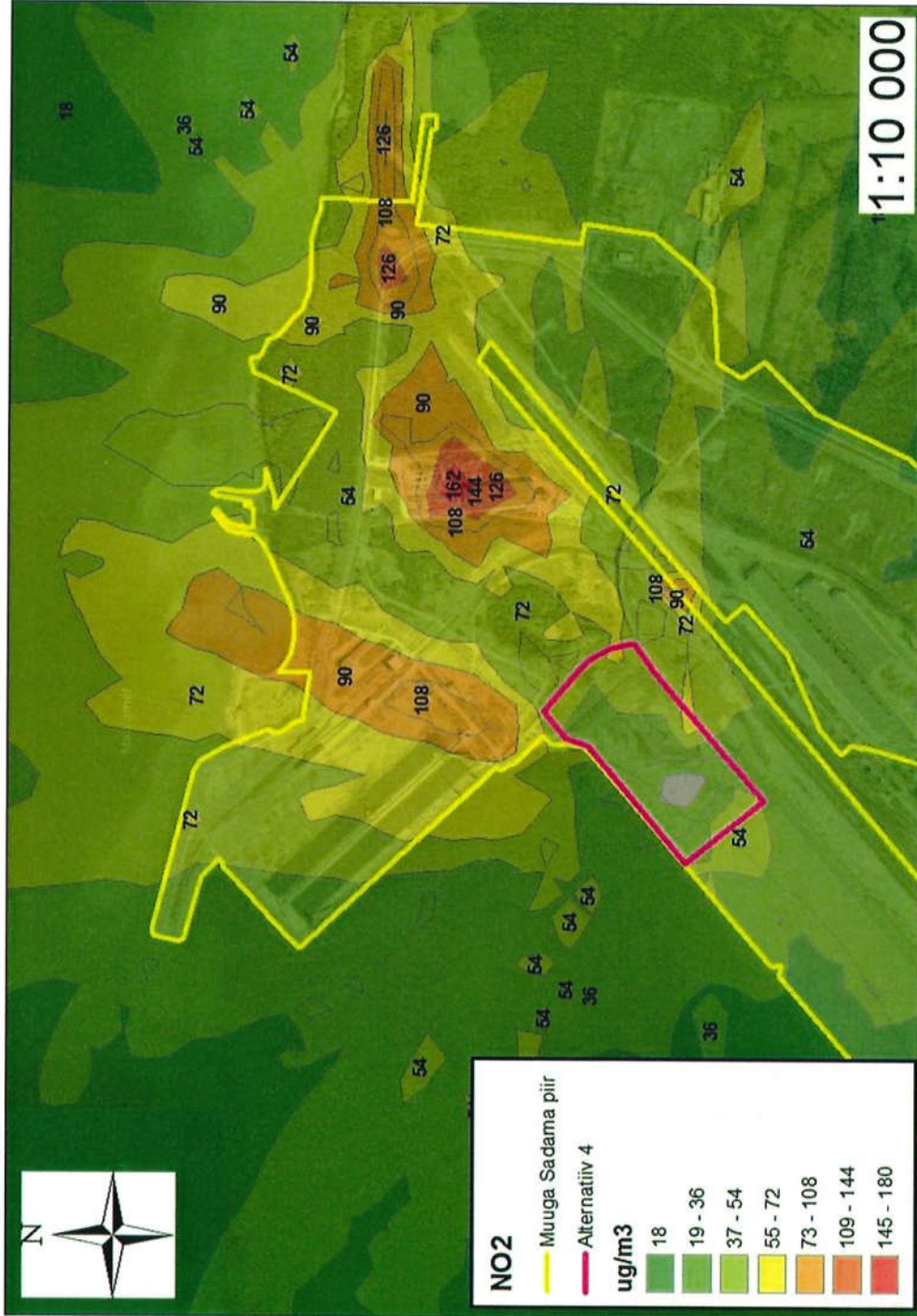
Joonis 27 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral (korstna kõrgus 20 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega



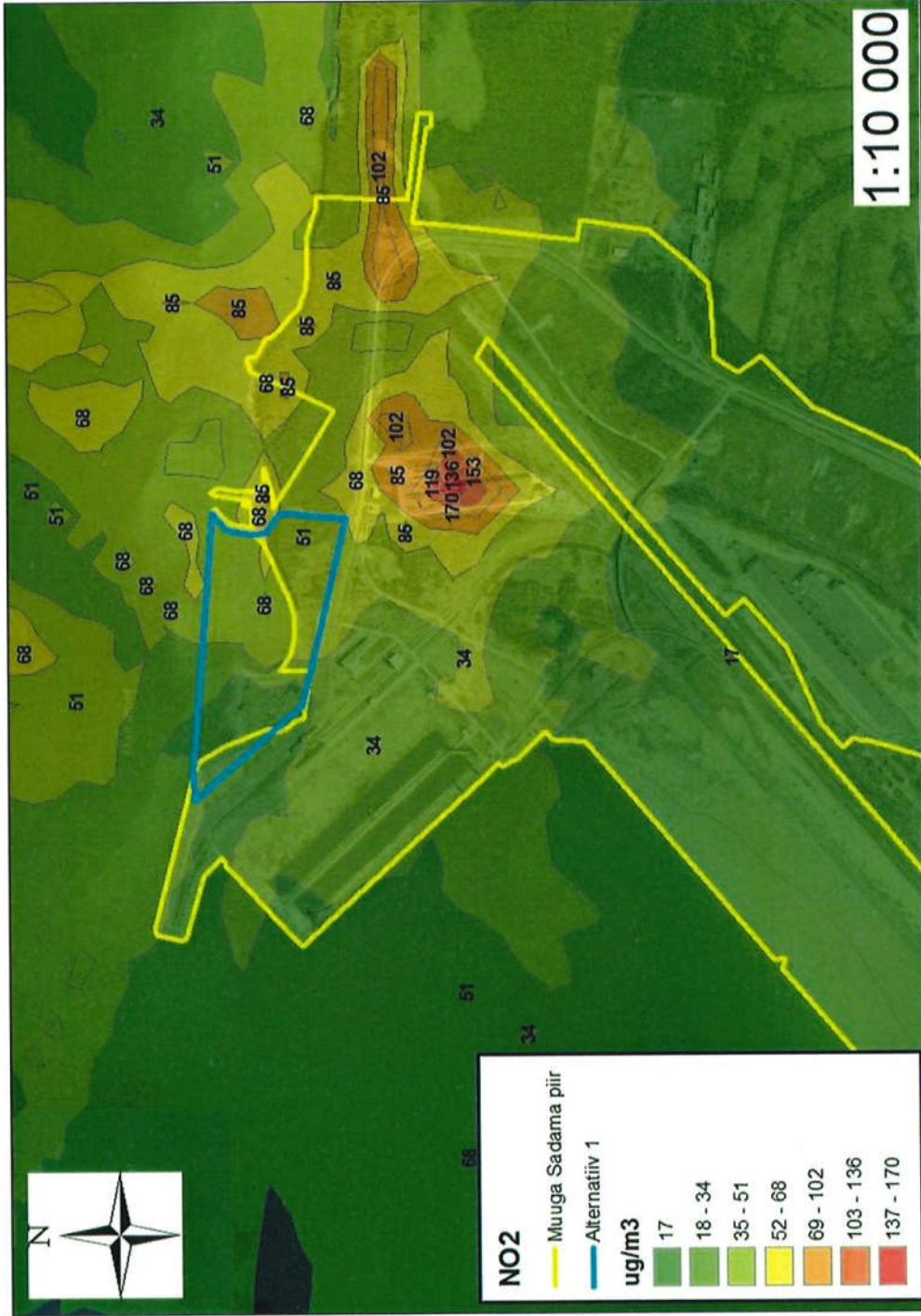
Joonis 28 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral (korstna kõrgus 20 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega



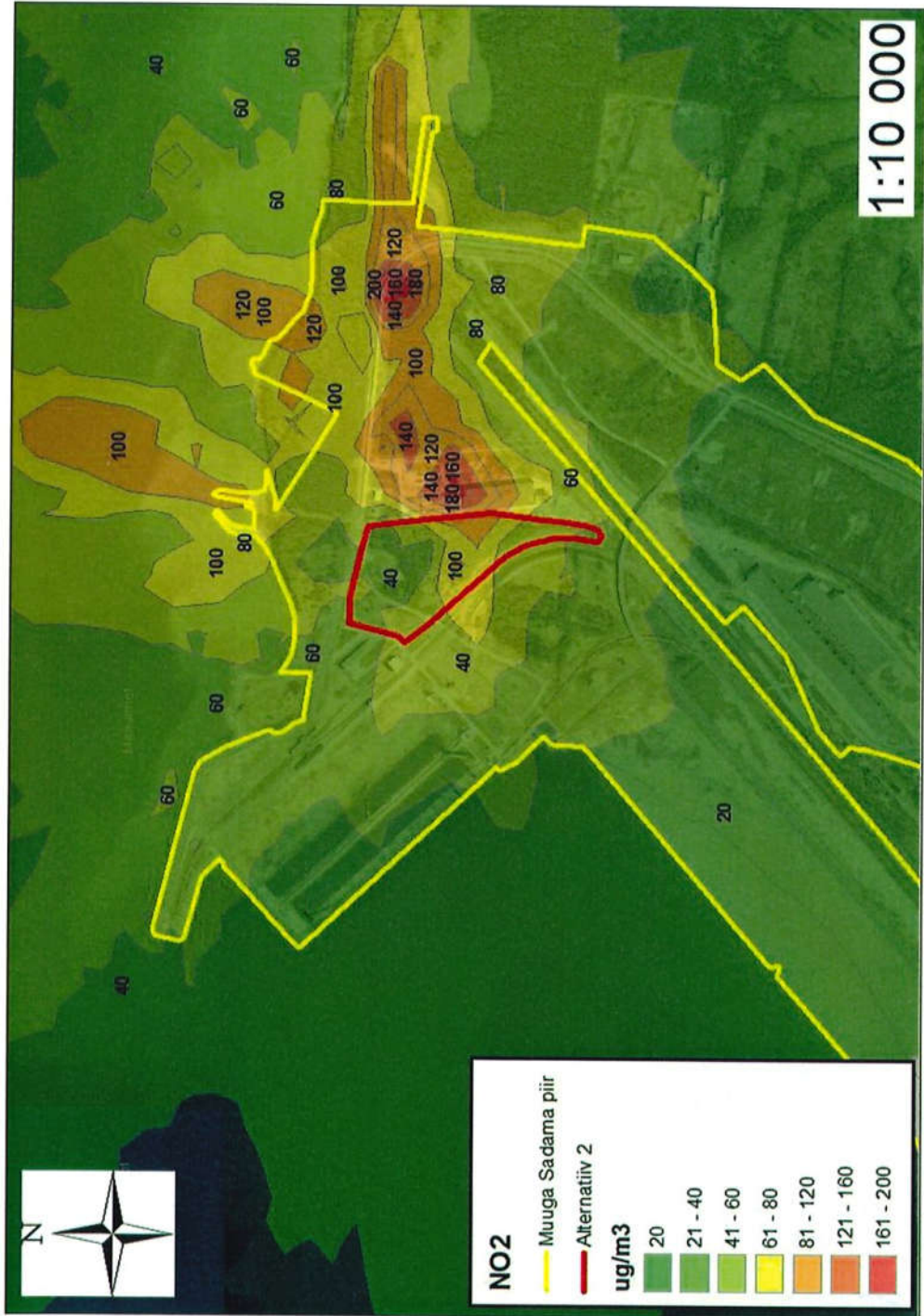
Joonis 29 NO₂ tunnikeskmise kontsentratsioon alternatiiv 3 korral (korstna kõrgus 20 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega



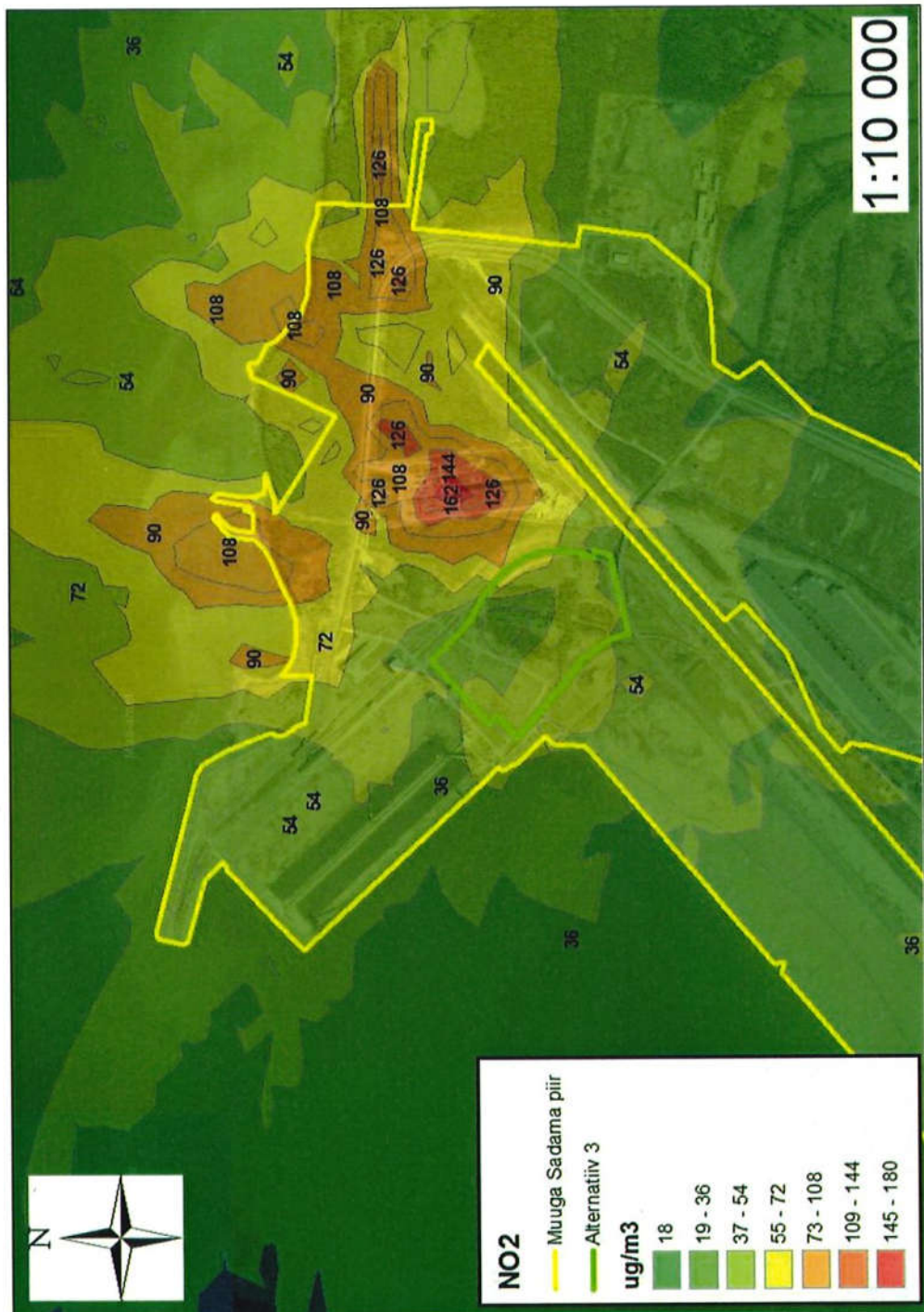
Joonis 30 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral (korstna kõrgus 20 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega



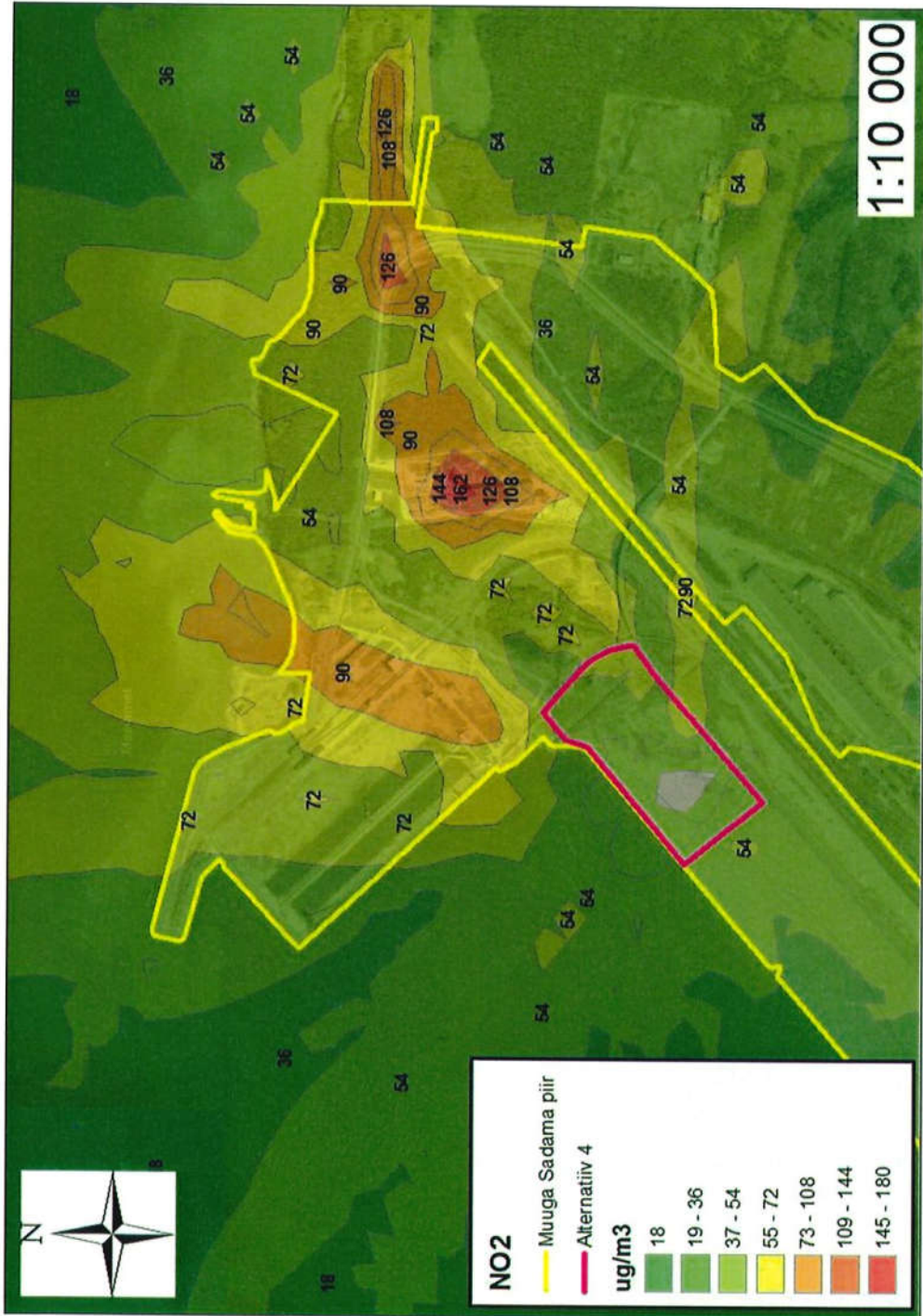
Joonis 31 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 1 korral (korstna kõrgus 25 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega



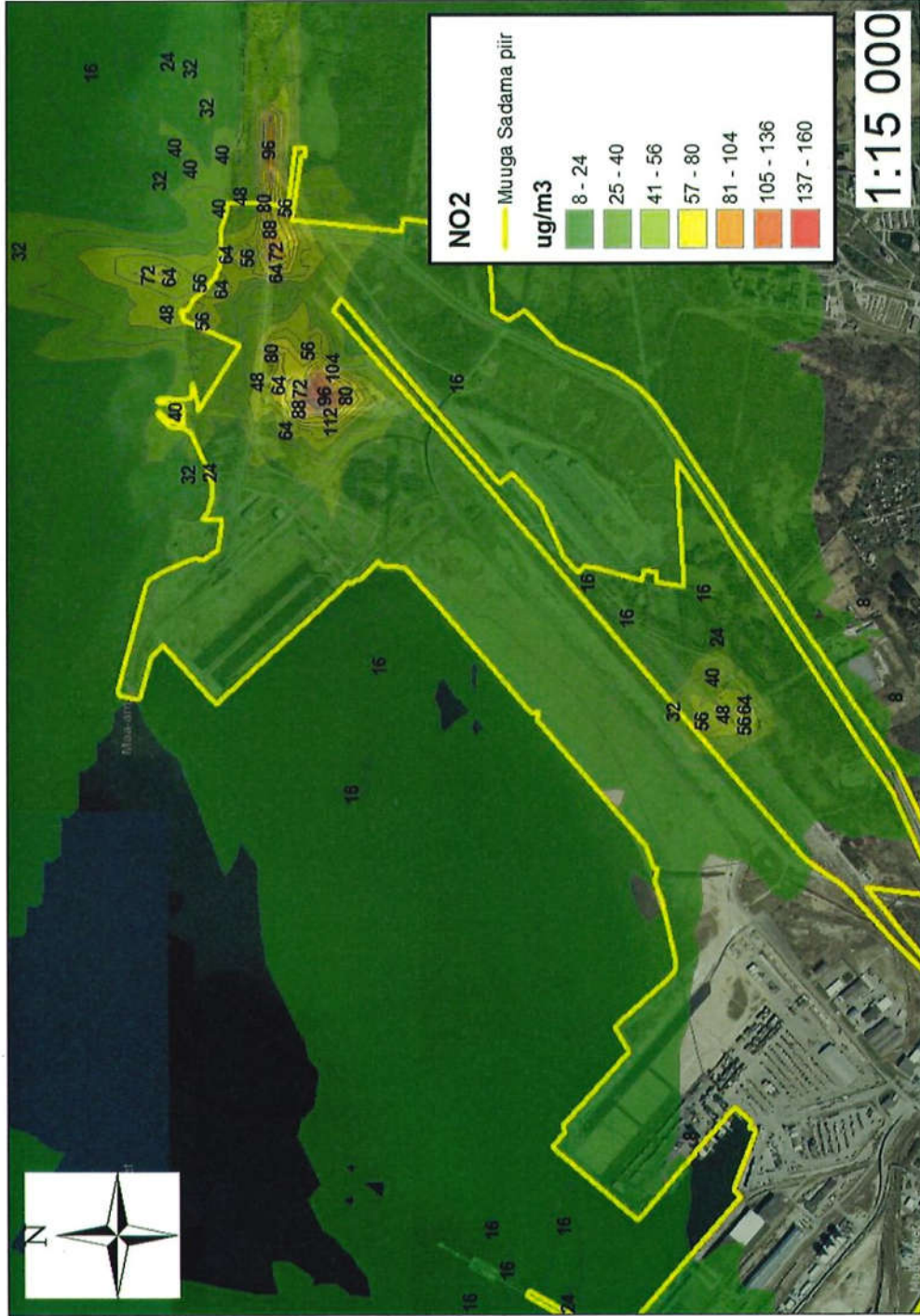
Joonis 32 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 2 korral (korstna kõrgus 25 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega



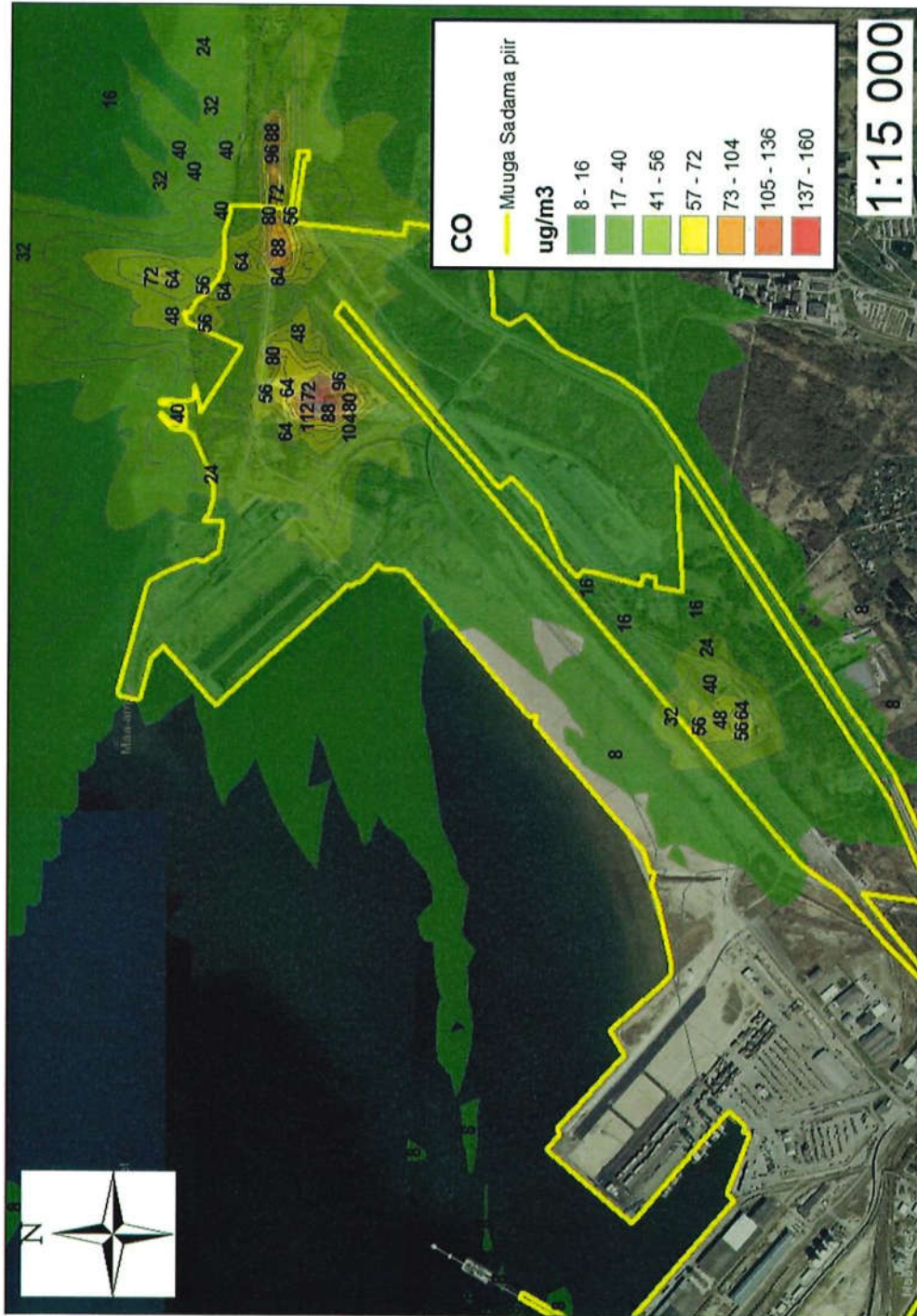
Joonis 33 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 3 korral (korstna kõrgus 25 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega



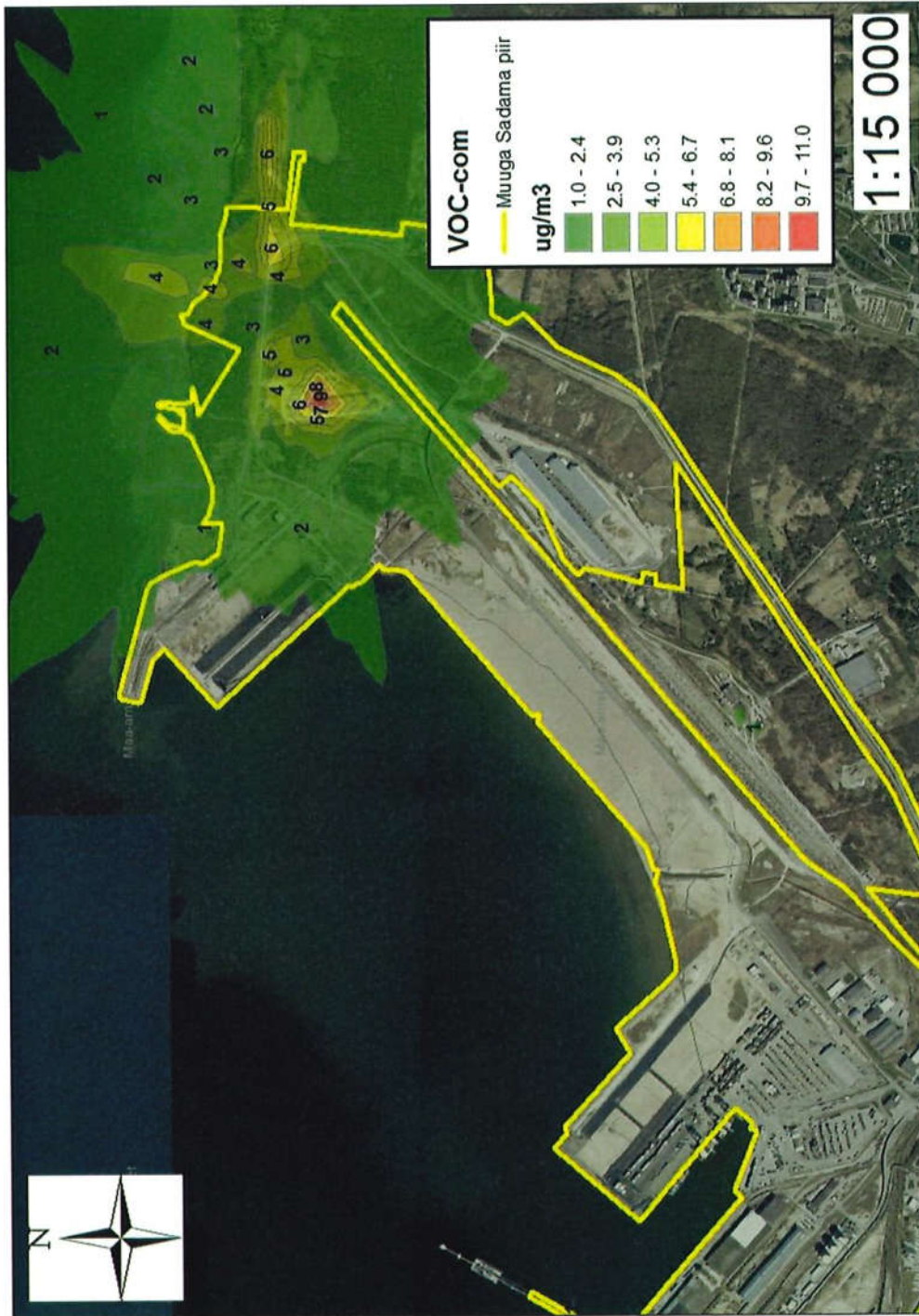
Joonis 34 NO₂ tunnikeskmine kontsentratsioon alternatiiv 4 korral (korstna kõrgus 25 m) koosmõjus piirkonna saasteallikatega



Joonis 35 Lämmastikdioksiidi fooniline tunnikeskmine kontsentratsioon saastelubade põhjal



Joonis 36 Süsinikoksiidi fooniline tunnikeskmine kontsentratsioon saastelubade põhjal



Joonis 37 VOC-com fooniline tunnikeskmine kontsentratsioon saastelubade põhjal

6 Kokkuvõte

Teoreetiliselt halvimatel tingimustel kui töötavad kõik LNG terminali protsessid ja samal ajal esinevad hajumiseks kõige ebasoodsamad ilmastikutingimused ületab lämmastikdioksiidi kontsentratsioon alternatiiv 2 puhul vastavale saasteainele kehtestatud piirväärtust Muuga sadama tootmisterritooriumil. Kõige kõrgemad tasemed on I 1,1 SPV₁. Väljapool tootmisterritooriumi on maksimaalne kontsentratsioon 0,6 SPV₁. Aurusti korstna kõrguse suurendades kuni 25 m kõrguseni jääb maksimaalne lämmastikdioksiidi kontsentratsioon ka sadama territooriumil vastavast piirväärtusest madalamaks.

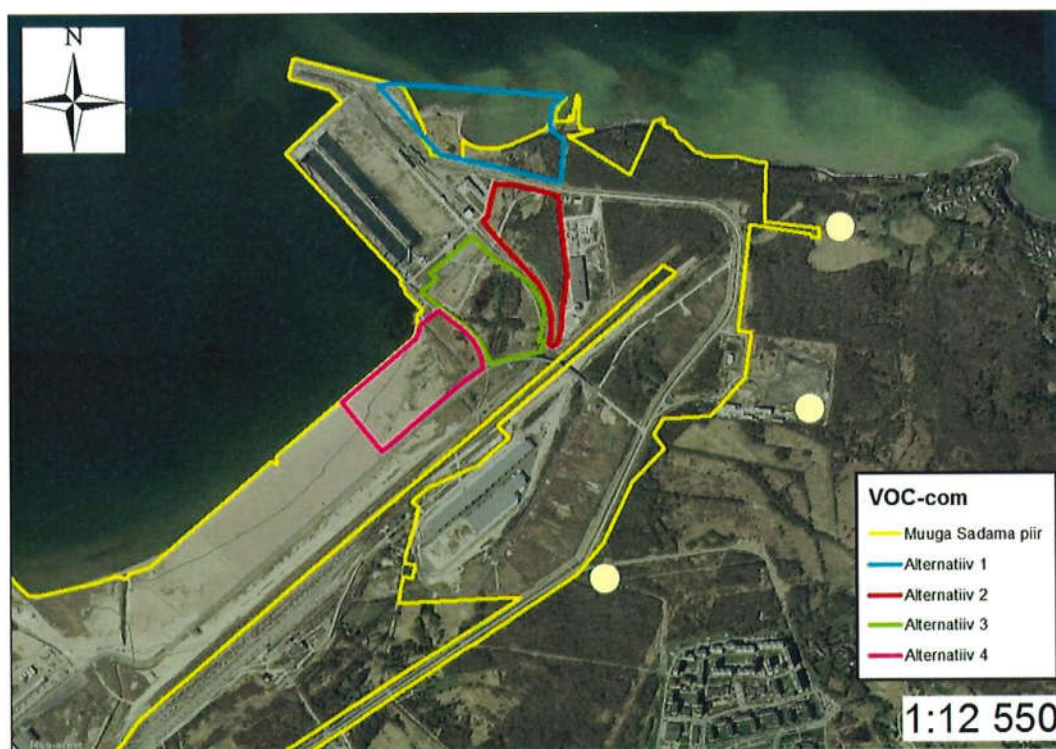
Süsinikoksiidi ja põletamisel eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite tasemed on kõikide alternatiivide puhul mitu suurusjärku madalamad kehtivast piirväärtusest. Maksimaalne põletamisel eralduvate lenduvate orgaaniliste ühendite tase on alternatiiv 2 puhul 13 µg/m³ ehk 0,0026 SPV₁. Süsinikoksiidi maksimaalne kontsentratsioon on koosmõjus piirkonna muude saasteallikatega 180 µg/m³ ehk 0,018 SPV₈.

Lämmastikdioksiidi ja süsinikoksiidi kontsentratsioonid jäävad koosmõjus kõikide piirkonna saasteallikatega madalamaks piirväärtusest kõikide alternatiivide puhul peale alternatiiv 2. Maksimaalne lenduvate orgaaniliste ühendite tase LNG terminali saasteallikatest on vaid 6 µg/m³ ehk võrreldes sadamas paiknevate naftasaaduste terminalide mõjuga on see praktiliselt olematu. LNG terminali mõju välisõhu kvaliteedile Muuga piirkonnas on küllalt vähene ja terminali tegevus ei too kaasa välisõhu kvaliteedi piirväärtuste ületamist ka kõige ebasoodsamatel ilmastikutingimustel koosmõjus piirkonna muude välisõhu saasteluba omavate saasteallikatega.

Projektlahendus vastab PVT-le ja eraldi ei ole vaja rakendada täiendavaid leevendavaid meetmeid aurustitele.

Terminali asukohtadest on kõige vähem eelistatud alternatiiv 2, alternatiiv 1, 3 ja 4 puhul on piirkonna saasteallikate koosmõjus tekkivad tasemed võrreldavad.

Kuna lämmastikdioksiidi tasemed moodustavad üle 40% saastetaseme piirväärtusest, siis vastavalt välisõhu kaitse seaduse § 89 lg 7 peab paikse saasteallika käitaja hindama vähemalt üks kord aastas, kui saasteloas või keskkonnakompleksloas ei ole sätestatud teisiti, välisõhu kvaliteedi vastavust inimese tervise kaitseks kehtestatud välisõhu saastatuse taseme ühe tunni keskmisele piirväärtusele käitise tootmisterritooriumist väljaspool. Alloleval joonisel on toodud seirejaama võimalikud asukohad. Täpne asukoht sõltub milline LNG terminali alternatiiv realiseerub ja seirejaama asukoha valikule rajamisele peab eelnema piirkonna saasteallikate võimalikke muutusi hindav täiendav hinnang.



Joonis 38 seirejaama võimalikud asukohad

7 Kasutatud kirjandus

1. Keskkonnaministri 02.08.2004 määrus nr 99 "Põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid" (RTL 2004, 108, 1724)
2. VÄLISÕHU KAITSE SEADUS, Vastu võetud 5.05.2004. a seadusega (RT I 2004, 43, 298);
3. Välisõhu saastatuse taseme määramise kord, Keskkonnaministri 22. septembri 2004. a määrus nr 120;
4. Keskkonnaministri 08. juuli 2011. aasta määrus nr 43 "Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad";
5. Saasteainete heitkogused ja kasutatavate seadmete võimsused, millest alates on nõutav välisõhu saasteluba ja erisaasteluba, Keskkonnaministri 2. augusti 2004. a määrus nr 101;