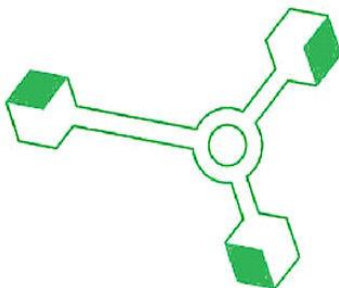


Sillamäe ammoniaagi- terminali mõju hindamine välisõhu seisundile

Tallinn 2017





Töö nimetus: Sillamäe ammoniaagiterminali mõju hindamine välisõhu seisundile

Töö autorid

Maris Paju

Töö tellija:

Skepast&Puhkim OÜ

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

Fax. 6112 901

info@klab.ee

www.klab.ee

Töö valmimisaeg: 03.10.2017

Käesolev töö on koostatud ja esitatud kasutamiseks tervikuna. Töös ja selle lisades esitatud kaardid, joonised, arvutused on autoriõiguse objekt ning selle kasutamisel tuleb järgida autoriõiguse seaduses sätestatud korda. Töö omandamine, trükkimine ja/või levitamine ärilistel eesmärkidel on ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku nõusolekuta keelatud. Töös toodud info kasutamine õppe- ja mitteärilistel eesmärkidel on lubatud, kui viidatakse algallikale. Andmete kasutamisel tuleb viidata nende loojale.



Sisukord

1	Sissejuhatus	6
2	Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused	7
3	Sillamäe piirkonna välisõhu seisund.....	8
4	Kavandatava tegevuse mõju välisõhule	14
4.1	Saasteainete heitkogused tavarežiimis	15
4.1.1	Laadimine vagunitest	15
4.1.2	Ammoniaagi laadimine laevadele	15
4.1.3	Ammoniaagiaurude põletamise tõrvik.....	16
4.2	Saasteainete heitkogused avariilukorras	17
4.2.1	Toru purunemine mahalaadimisel	17
4.2.2	Kondensorid	18
5	Hajumisarvutused.....	18
5.1	Saasteainete hajumisarvutused tavaolukorras	19
5.2	Saasteainete hajumisarvutused avariilukorras	29
5.3	Saasteallikate koosmõju	33
6	Lõhnaainete levik	43
7	Kavandatud tegevuse vastavus parima võimaliku tehnika nõuetele	43
8	Välisõhu kvaliteedi juhtimissüsteemi rakendamise vajalikkus.....	43
9	Mõju inimese tervisele ja heaolule	45
10	Kokkuvõte.....	46
11	Kasutatud materjalid	47



Joonised

Joonis 1	Tuulteroos, 2012 - 2016 (Aseri meteomast)	9
Joonis 2	NH ₃ keskmine kontsentratsioon aastate lõikes.....	10
Joonis 3	LOÜ 1 h keskmised kontsentratsioonid.....	11
Joonis 4	LOÜ keskmine kontsentratsioon aastate lõikes	11
Joonis 5	PM ₁₀ 24 h keskmine kontsentratsioon	12
Joonis 6	PM ₁₀ keskmine kontsentratsioon aastate lõikes	12
Joonis 7	Lõhnakaebuste arv Sillamäel.....	13
Joonis 8	Kaebuste jagunemine tuule suuna alusel.....	13
Joonis 9	Saasteallikate asukohakaart	14
Joonis 10	Ammoniaagi aastakeskmine kontsentratsioon tavaolukorras	20
Joonis 11	Ammoniaagi maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon tavaolukorras.....	21
Joonis 12	Lämmastikdioksiidi maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon tavaolukorras	22
Joonis 13	Lämmastikdioksiidi aastakeskmine kontsentratsioon tavaolukorras.....	23
Joonis 14	Süsinikoksiidi 8 tunni keskmine kontsentratsioon tavaolukorras	24
Joonis 15	Lenduvate orgaaniliste ühendite maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon tavaolukorras.....	25
Joonis 16	Lenduvate orgaaniliste ühendite ööpäevakeskmine kontsentratsioon tavaolukorras.....	26
Joonis 17	Peenosakeste ööpäevakeskmine kontsentratsioon tavaolukorras.....	27
Joonis 18	Peenosakeste aastakeskmine kontsentratsioon tavaolukorras	28
Joonis 18	Maksimaalne ammoniaagi kontsentratsioon toru purunemisel, kui maha voolab 20% ammoniaagist	30
Joonis 19	Maksimaalne ammoniaagi kontsentratsioon toru purunemisel, kui maha voolab 50% ammoniaagist	31
Joonis 20	Maksimaalne ammoniaagi kontsentratsioon kondensorite rikke korral	32
Joonis 22	Ammoniaagi aastakeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega	34



Joonis 23	Ammoniaagi maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega	35
Joonis 24	Lämmastikdioksiidi 1 h maksimaalne kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega	36
Joonis 25	Lämmastikdioksiidi aastakeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega	37
Joonis 26	Süsinikoksiidi kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega.....	38
Joonis 27	Lenduvate orgaaniliste ühendite 1 h maksimaalne kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega	39
Joonis 28	Lenduvate orgaaniliste ühendite ööpäevakeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega	40
Joonis 29	Peenosakeste ööpäevakeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega	41
Joonis 30	Peenosakeste aastakeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega	42
Joonis 29	Soovituslik seirejaama asukoht	44

Tabelid

Tabel 1	Välisõhu saastetaseme piir- ja sihtväärtused	7
Tabel 2	Meteoroloogilised tingimused perioodil 2012 – 2016 (Aseri meteomast)	8
Tabel 3	Tuulte esinemissagedus perioodil 2012 – 2016 (Aseri meteomast)	8
Tabel 4	Saasteainete heitkogused tõrviku kasutamisel	17
Tabel 5	Saasteainete hajumise arvutustulemused tavaolukorras	19
Tabel 6	Saasteainete hajumise arvutustulemused koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega	33



1 Sissejuhatus

EuroChem Terminal Sillamäe AS kavandab Sillamäe sadama vabakaubandustsooni alale rajada ammoniaagiterminali, mis võimaldaks veeldatud ja jahutatud ammoniaagi ajutist hoidmist ning ümberlaadimist. Terminali käibeks on arvestatud kuni 1 miljon tonni ammoniaaki aastas.

Käesoleva töö eesmärgiks on hinnata Sillamäele kavandatava ammoniaagiterminali mõju välisõhu seisundile. Töös antakse ülevaade Sillamäe piirkonna välisõhu seisundist ning arvutatakse Eurochem Terminal Sillamäe AS ammoniaagiterminali poolt välisõhku suunatavate saasteainete hetkelised ning aastased heitkogused ja hinnatakse kavandatava tegevuse mõju välisõhu kvaliteedile.

Töös on arvutatud saasteainete hetkelised heitkogused kahele erinevale stsenaariumile – saasteainete heitkogused tavaolukorras ning avariiolukorras. Emissiooniallikateks tavaolukorras on ammoniaagi laadimine vagunitest, ammoniaagi laadimine laevadele ning ammoniaagiaurude põletamise tõrvik. Emissiooniallikateks avariiolukorras on vedelfraktsioonitoru purunemine mahalaadimisel ning kondensorid. Peamised saasteained, mis kavandatava tegevuse käigus välisõhku suunatakse on ammoniaak (NH_3), lämmastikdioksiid (NO_2), süsinikoksiid (CO), lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ) ja peened osakesed (PM_{10}).

Käesolevas töös arvutatud kontsentratsioone võrreldi keskkonnaministri 27.12.2016 a. määruses nr 75 „Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused, õhukvaliteedi muud piirnormid ning õhukvaliteedi hindamiskiirid“ toodud piirväärtustega. Määruses kehtestatud piirnormid on aluseks välisõhu kvaliteedile hinnangu andmisel.



2 Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused

Õhukvaliteedi taseme piir- ja sihtväärtused on toodud keskkonnaministri 27. detsembri 2016. aasta määruses nr 75 „Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused, õhukvaliteedi muud piirnormid ning õhukvaliteedi hindamiskiirid“. Käesoleva töö raames hinnatud saasteainete välisõhu saastetaseme piir- ning sihtväärtused on toodud tabelis 1. Lämmastikdioksiidile, süsinikoksiidile, lenduvatele orgaanilistele ühenditele ning peenosakestele on kehtestatud piirväärtus, mille eesmärgiks on vältida, ennetada või vähendada saasteainete kahjulikku mõju inimese tervisele ja kogu keskkonnale. Piirtase tuleb saavutada teatava tähtaja jooksul ning hiljem seda ületada ei tohi. Erinevalt teistest töös kajastatud saasteainetest on vastavalt keskkonnaministri määrusele nr 75 ammoniaagile kehtestatud õhukvaliteedi sihtväärtus, mis on kehtestatud eesmärgiga vältida kahjulikke mõjusid inimeste tervisele ja kogu keskkonnale ning mis tuleb võimaluse korral saavutada teatava aja jooksul.

Põhjusel, et keskkonnaministri määrus nr 75 ei kehtesta lenduvatele orgaanilistele ühenditele eraldi piirväärtust, on käesolevas töös lenduvate orgaaniliste ühendite saastetaset võrreldud alifaatsetele süsivesinikele kehtestatud saastetaseme piirväärtusega ($SPV_1 = 5\,000\ \mu\text{g}/\text{m}^3$), kuna hinnanguliselt moodustavad lenduvatest orgaanilistest ühenditest 95% alifaatsed süsivesinikud.

Tabel 1 Välisõhu saastetaseme piir- ja sihtväärtused

Saasteaine	Keskmistamis-aeg	Õhukvaliteedi piirväärtus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Õhukvaliteedi sihtväärtus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aastas lubatud ületamiste arv
Ammoniaak (NH_3)	1 aasta	-	8	-
Lämmastikdioksiid (NO_2)	1 tund	200	-	18
	1 aasta	40	-	-
Süsinikoksiid (CO)	Kõrgeim 8 tunni keskmine	$10\ \text{mg}/\text{m}^3$	-	-
Lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ)	1 tund	5 000	-	-
	24 tundi	2 000	-	-
Peenosakesed (PM_{10})	24 tundi	50	-	35
	1 aasta	40	-	-



3 Sillamäe piirkonna välisõhu seisund

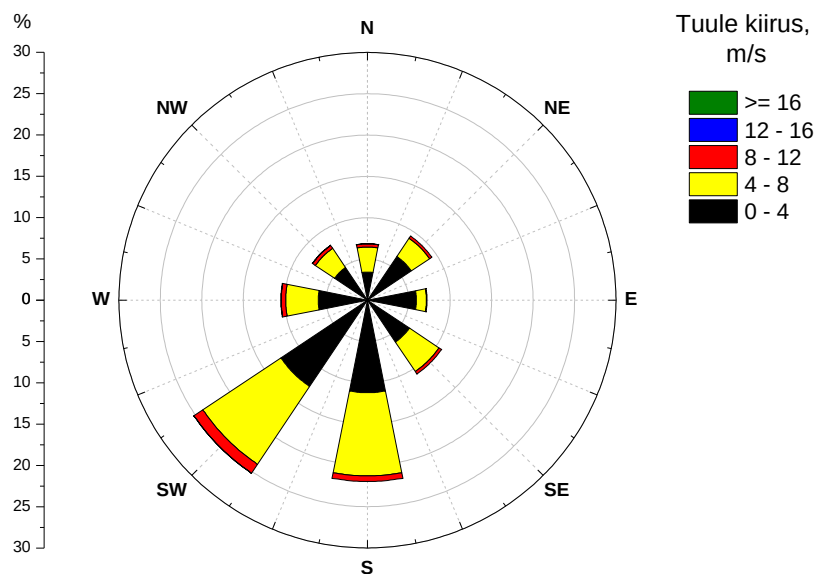
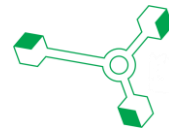
Sillamäe õhuseirejaamas on erinevate meteoroloogiliste parameetrite seiret teostatud alates 2014. aasta augustist. Käesolevas töös on pikema meteoroloogiliste parameetrite aegrea vaatlemiseks kasutatud Aseri meteomasti andmeid, mis asub Sillamäest ligikaudu 50 km kaugusel lääne suunas. Viimase viie aasta keskmised meteoroloogilised tingimused Sillamäel on toodud Tabel 2 – Tabel 3 ning tuulteroos Joonis 1.

Tabel 2 Meteoroloogilised tingimused perioodil 2012 – 2016 (Aseri meteomast)

Parameeter	Väärtus
Välisõhu temperatuur	6.1 °C
kõige soojema kuu (juuli) ööpäeva keskmine temperatuur	17.3
kõige külmema kuu (veebruar) keskmine temperatuur	-2.7
Tuule kiirus	4 m/s
Tuule suund	187° (lõunatuul)
Suhteline õhuniiskus	80.7 %

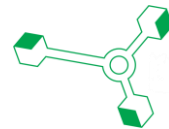
Tabel 3 Tuulte esinemissagedus perioodil 2012 – 2016 (Aseri meteomast)

Tuule suund	(kraadi)	Esinemissagedus, %
Põhi (N)	337.5-22.5	6.9
Kirre (NE)	22.5-67.5	9.4
Ida (E)	67.5-112.5	7.3
Kagu (SE)	112.5-157.5	10.8
Lõuna (S)	157.5-202.5	22.0
Edel (SW)	202.5-247.5	25.2
Lääs (W)	247.5-292.5	10.5
Loe (NW)	292.5-337.5	8.0



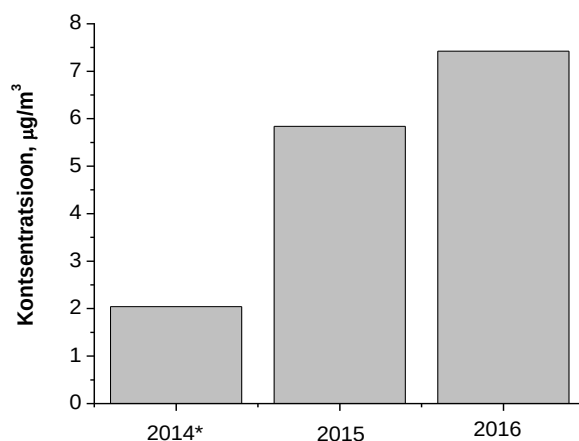
Joonis 1 Tuulteroos, 2012 - 2016 (Aseri meteomast)

Sillamäe piirkonnas on aja jooksul läbi viidud erinevaid välisõhu-uuringuid. Enamasti on tegu olnud lühiajaliste mõõtmistega, mida on peamiselt teostatud Sillamäe sadamapiirkonna seire raames. Lisaks on Eesti Keskkonnauuringute Keskus viinud Sillamäe linnas läbi mitmeid pidevmõõtmisi liikuva õhulaboriga. 2010. aastal toimunud mõõtekampaania käigus ei registreeritud ühtegi piirväärtust ületavat kontsentratsiooni, samas 2011. aastal ületas lubatud piirväärtust peente osakeste ööpäevakeskmise kontsentratsioon, teiste saasteainete kontsentratsioonid jäid madalamaks kehtestatud piirväärtustest. Viimane põhjalik õhukvaliteedi alane uuring, mille eesmärgiks oli hinnata Sillamäe piirkonna välisõhu kvaliteeti, viidi Keskkonnainspektsiooni tellimusel läbi Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt 2014. aastal. Seire käigus mõõdeti välisõhus nii lenduvate orgaaniliste ühendite kui ka vesiniksulfiidi sisaldust välisõhus. Töö hõlmas endas nii lõhnahäiringu hindamist rastermeetodil, mõõtekampaaniaid passiivsampleritega, mõõtmisi kahe ajutise pidevseirejaamaga ja Sillamäe seirejaamaga kui ka emissioonide mõõtmist. Kui tavasaasteainete puhul ei registreeritud ühtegi piirväärtuseid ületavat kontsentratsiooni, siis lõhnaainetele kehtestatud 15% piirväärtust ületati nii Sillamäe linnas kui ka linnast lõuna suunda jäävates piirkondades. Samuti selgus tulemustest, et maksimaalsed mõõdetud saasteaine sisaldused kandusid Sillamäe mõõtepunktini peamiselt kagutuulte esinemisel, samas elanike lõhnakaebused esinesid valdavalt lõunakaarte tuulte puhul.



Lisaks erinevatel aegadel toimunud lühiajalistele mõõtmistele, teostatakse alates 2014. aasta augustist Sillamäel pidevseiret, mille käigus mõõdetakse süsivesinike (benseen, toluen, ksüleen ja alifaatsed süsivesinikud), ammoniaagi (NH_3), peente osakeste (PM_{10}), eriti peente osakeste ($\text{PM}_{2.5}$) ja üldtolmu (TSP) kontsentratsioone välisõhus ning meteoroloogilisi parameetreid. Töö raames vaadeldi Sillamäe seirejaama töös oldud aja jooksul mõõdetud saasteainete tasemeid. Alljärgnevalt on esitatud käesolevas töös käsitletud saasteainete seireandmete analüüs.

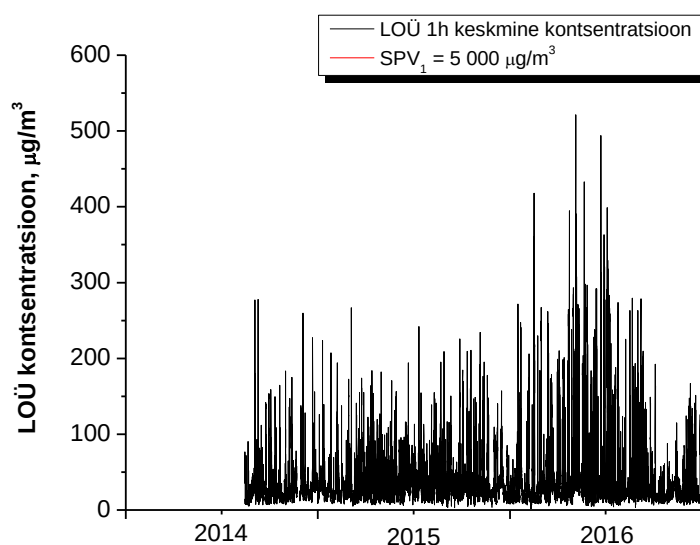
Ammoniaagile on kehtestatud aastakeskmine sihtväärtus $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jooniselt 2 tuleb esile, et ammoniaagi aastakeskmine kontsentratsioon on aastate lõikes tõusnud. Kui 2015. aastal ulatus ammoniaagi aastakeskmine kontsentratsioon $5.84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, siis 2016. aasta keskmine ammoniaagi kontsentratsioon oli $7.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 2).



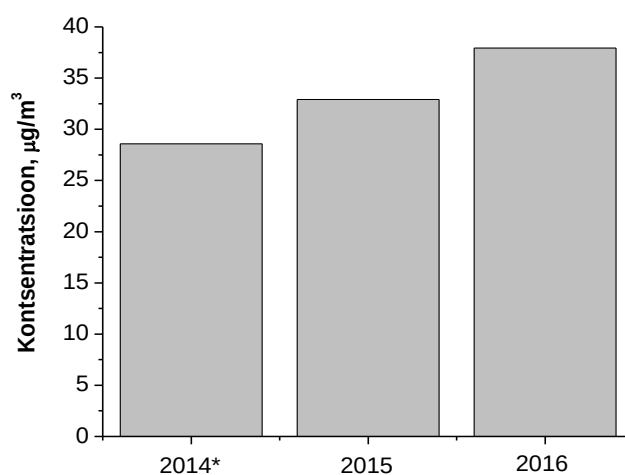
*perioodi august – detsember keskmine

Joonis 2 NH_3 keskmine kontsentratsioon aastate lõikes

LOÜ-le kehtestatud piirväärtuseid võrreldakse alifaatsete süsivesinikele kehtestatud 1 tunni ja 24 tunni keskmiste piirväärtustega, mis on vastavalt $5\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $2\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Perioodil august 2014 kuni detsember 2016 pole Sillamäe õhuseirejaamas registreeritud ühtegi 1h keskmist piirväärtust ületavat kontsentratsiooni (Joonis 3). Sarnaselt ammoniaagile on ka LOÜ aastakeskmine kontsentratsioon tõusnud. Kui 2015. aastal ulatus LOÜ aastakeskmine kontsentratsioon $32.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, siis 2016. aasta keskmine LOÜ kontsentratsioon oli $37.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 4).



Joonis 3 LOÜ 1 h keskmised kontsentratsioonid



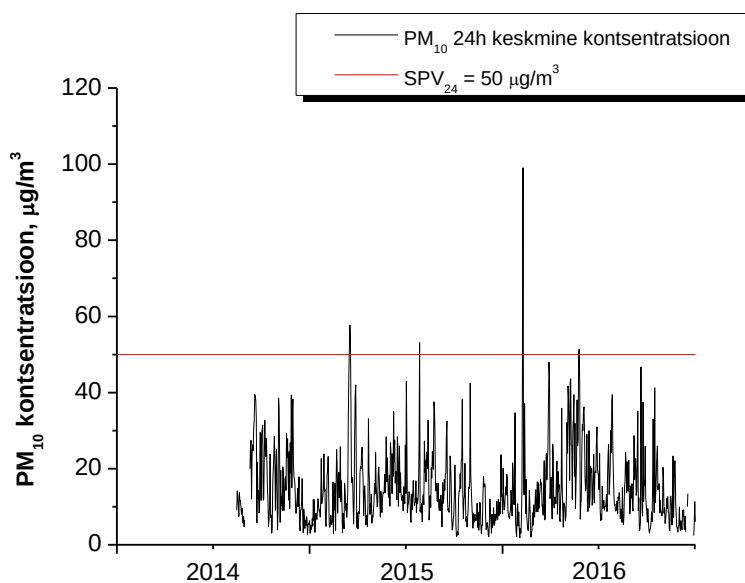
*perioodi august – detsember keskmine

Joonis 4 LOÜ keskmine kontsentratsioon aastate lõikes

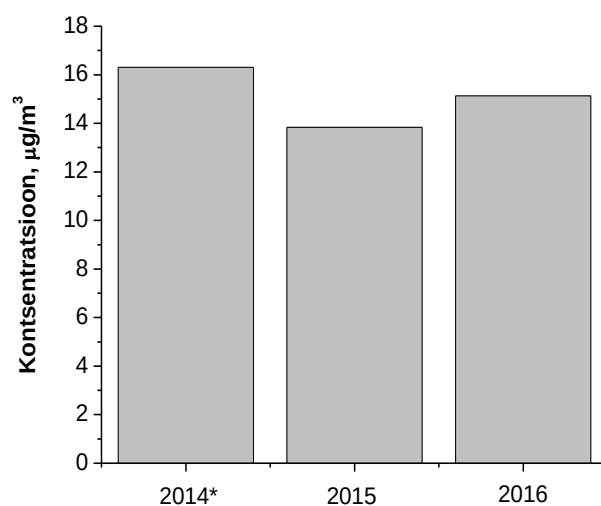
Peentele osakestele on kehtestatud nii ööpäeva- kui aastakeskmine piirväärtus, vastavalt $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ööpäevakeskmist kontsentratsiooni on aasta jooksul lubatud ületada kuni 35 korral. Perioodil august 2014 kuni detsember 2016 on Sillamäe õhuseirejaamas esinenud ööpäevakeskmise piirväärtuse ületamist 7 korral, 2015. aastal esines piirväärtuste ületamist 4 korral ning 2016. aastal 3 korral (Joonis 5). Sarnaselt ammoniaagile ja LOÜ-le, on ka peenosakeste aastakeskmine



kontsentratsioon tõusnud. 2015. aastal ulatus peenosakeste kontsentratsioon $13.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2016. aastal aga $15.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 6).



Joonis 5 PM₁₀ 24 h keskmine kontsentratsioon

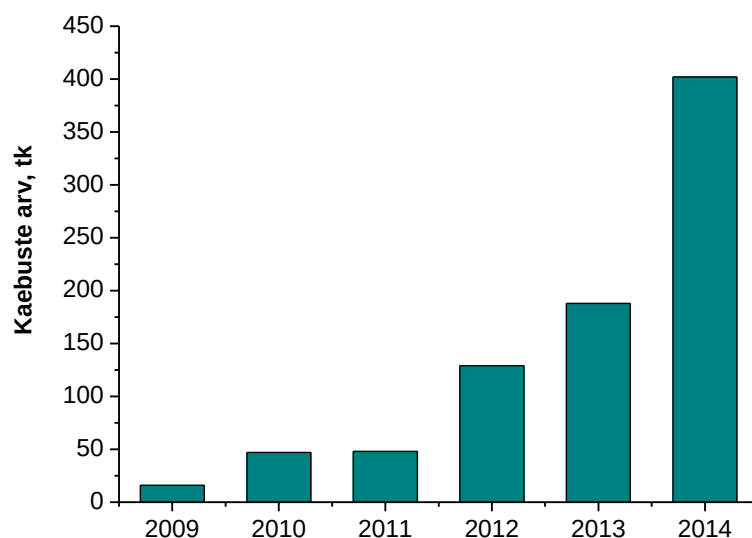


* perioodi august – detsember keskmine

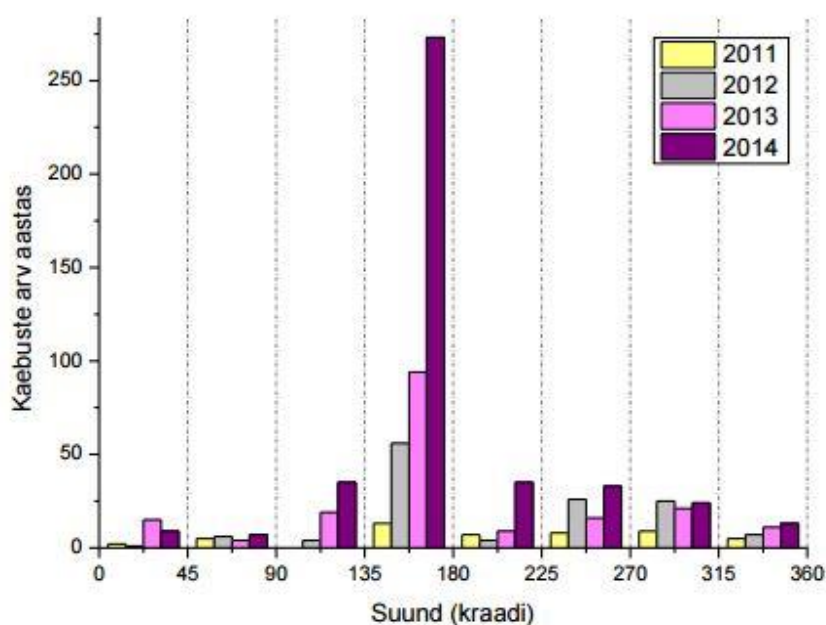
Joonis 6 PM₁₀ keskmine kontsentratsioon aastate lõikes



Samuti on aastatega tõusnud ka elanikkonna poolt tehtud kaebuste arv ebameeldiva lõhna kohta nii Sillamäe linnas kui selle lähiümbruses. Võrreldes 2009. aastaga on lõhnakaebuste arv 2014. aastal tõusnud ligikaudu 25 korda (Joonis 7). Vastavalt läbi viidud uuringule on kaebuste arv suurenenud eelkõige kagutuulte esinemise korral, mis viitab Sillamäe linnast kagusuunda lisandunud täiendavatele saasteallikatele (Joonis 8).



Joonis 7 Lõhnakaebuste arv Sillamäel



Joonis 8 Kaebuste jagunemine tuule suuna alusel



4 Kavandatava tegevuse mõju välisõhule

Ammoniaagi käitlemine terminalis toimub suletud süsteemis. Tavapärase töö käigus on saasteainete välisõhku eraldumine võimalik järgmiste protsesside käigus:

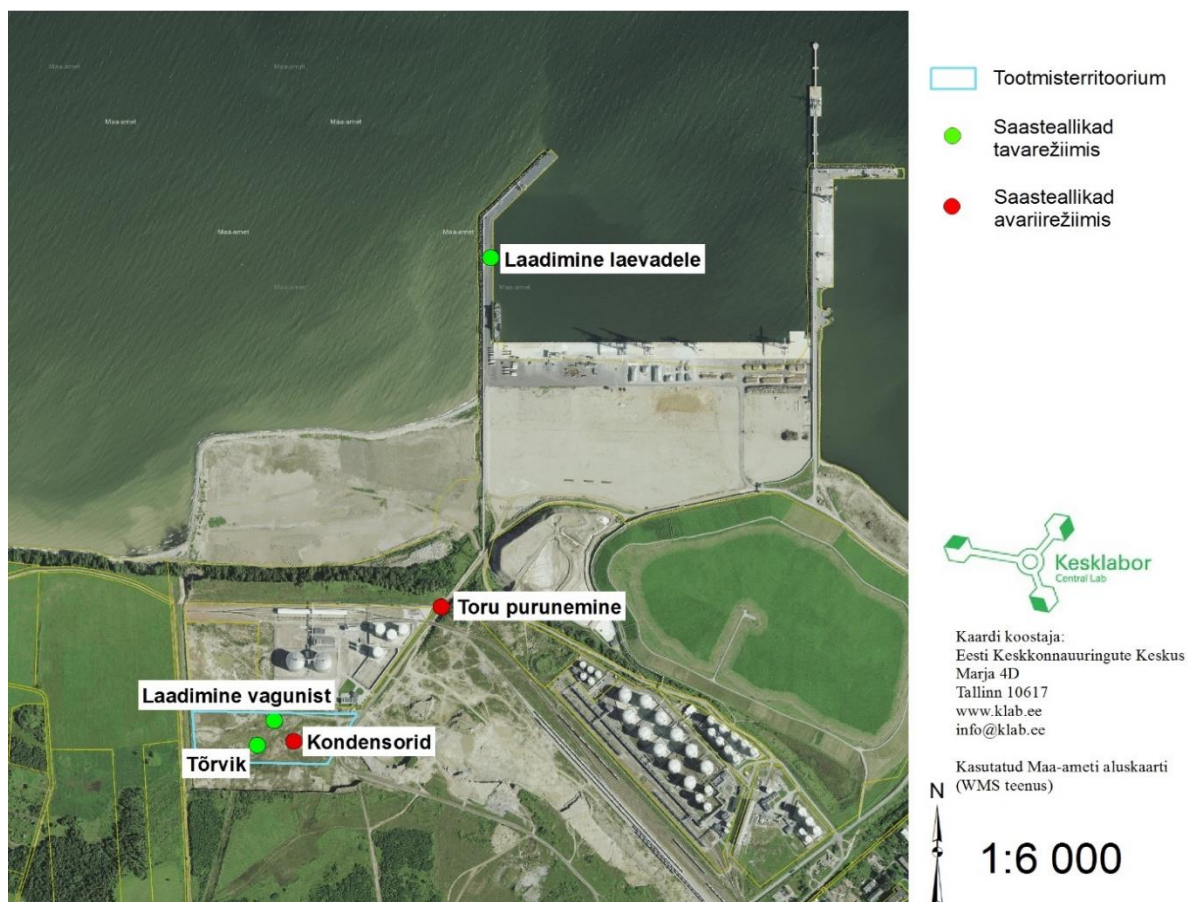
1. Ammoniaagi laadimine vagunitest;
2. Ammoniaagi laadimine laevadele;
3. Ammoniaagiaurude põletamise tõrvik.

Saasteained, mis tavapärase töö käigus välisõhku suunatakse, on lisaks ammoniaagile lämmastikdioksiid, süsinikoksiid, lenduvad orgaanilised ühendid ning peenosakesed, mis satuvad välisõhku läbi tõrviku põlemisprotsesside.

Terminalis tekkida võivate avariilukordade korral võivad saasteained välisõhku eralduda järgmiste protsesside käigus:

1. Toru purunemine mahalaadimisel;
2. Kondensoriid.

Saasteallikate asukohad on toodud alljärgneval joonisel (Joonis 9).



Joonis 9 Saasteallikate asukohakaart



4.1 Saasteainete heitkogused tavarežiimis

4.1.1 Laadimine vagunitest

Raudtee-estakaadil on 2 x 31 laadimiskohta paakvagunite tühjendamiseks. Ammoniaak tuuakse terminali raudteetranspordiga Venemaalt, Kingiseppa linnas asuvast ammoniaagitehasest. Raudteevagunites on ammoniaak gaasilises fraktsioonis, mida hoitakse temperatuur kuni +20°C ning rõhul kuni 9 bari. Raudteekoosseis koosneb 62 vagunist, raudteekoosseisude arv ööpäevas on 1.6. Maksimaalseks laadimiskiiruseks arvestatakse 150 t/h. Kuna mahalaadimissüsteemid on suletud, toimub ammoniaagi eraldumine välisõhku üksnes torude lahti ühendamisel.

Ammoniaagi heitkogus tekib raudteevagunite lahtiühendamisel pärast mahalaadimise lõpetamist. Vagunite lahtiühendamisel eraldub välisõhku hinnanguliselt **5.5 kg ammoniaaki aastas**. Kavandatud pumpamiskiiruse juures oleks maksimaalne laaditava ammoniaagi kogus aastas 2 miljoni tonni. Ettevõtte reaalne aastane ammoniaagi käive on aga 1 miljon tonni, mistõttu kulub laadimisele 1/2 aasta tundidest. Välisõhku eralduva ammoniaagi heitkoguse arvutamisel jaotati 5.5 kg vastavalt tegelikule laadimisajale, kasutades kordajat 2.

Saasteallika kõrgus	$h = 10 \text{ m}$
Saasteallika diameeter	$d = 0.5 \text{ m}$
Väljuvate gaaside mahtkiirus	$v_m = 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$
Temperatuur	$t = 20^\circ\text{C}$
Hetkeline heitkogus	$q_{\text{NH}_3} = 0.0003 \text{ g/s}$
Aastane heitkogus	$Q_{\text{NH}_3} = 0.011 \text{ t/a}$

4.1.2 Ammoniaagi laadimine laevadele

Jahutatud ning veeldatud ammoniaak laaditakse laevadele ammoniaagi mahutitest pumpade abil. Vedelat ammoniaaki hoitakse atmosfäärirõhul ja temperatuuril -32°C. Tankerite arvuks ühes aastas on planeeritud 42, ühes kuus keskmiselt 4 tankurit. Maksimaalne võimalik ammoniaagi laadimiskiirus laevale on 1 500 t/h. Tankeri keskmine laadimise aeg on 16 tundi.

Laevade laadimiseks paigaldatakse kaile laadimisstender, mis varustatakse gaasitagastussüsteemiga. Ammoniaagi torustik ühendatakse laevade laadimisstenderi konstruktsiooniga kinnituste abil. Laadimisotsad varustatakse spetsiaalsete ühendustega, mis võimaldavad kiiret lahti ühendamist laevaga, tagades seeläbi minimaalsed produktikaod.



Laeva laadimisel eraldub välisõhku hinnanguliselt **5.5 kg ammoniaaki aastas**. Kavandatud pumpamiskiiruse juures oleks maksimaalne laaditava ammoniaagi kogus aastas 13 miljoni tonni. Ettevõtte reaalne aastane ammoniaagi käive on aga 1 miljon tonni, mistõttu kulub laadimisele 1/13 aasta tundidest. Välisõhku eralduva ammoniaagi heitkoguse arvutamisel jaotati 5.5 kg vastavalt tegelikule laadimisajale, kasutades kordajat 13.

Saasteallika kõrgus	$h = 10 \text{ m}$
Saasteallika diameeter	$d = 0.5 \text{ m}$
Väljuvate gaaside mahtkiirus	$v_m = 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$
Temperatuur	$t = 20^\circ\text{C}$
Hetkeline heitkogus	$q_{\text{NH}_3} = 0.002 \text{ g/s}$
Aastane heitkogus	$Q_{\text{NH}_3} = 0.071 \text{ t/a}$

4.1.3 Ammoniaagaurude põletamise tõrvik

Tõrvik on mõeldud ammoniaagi mahutites tekkivate ammoniaagaurude ohutuks utiliseerimiseks (põletamiseks) külmutusjaama rikkell või terminali elektritoite kadumisel. Tõrvik võimaldab ära põletada vähemalt 95% ammoniaaki. Tõrviku kõrguseks on projekteeritud 40 m. Ammoniaagaurud süüdatakse pilootpõletite abil, mille kütuseks on LPG. Pilootpõletid põlevad pidevalt. Põhjusel, et andmed tõrviku võimsuse ning kasutatava kütuse koguse kohta viibivad, võeti tõrvikust eralduvate lämmastikdioksiidi, süsinikoksiidi, lenduvate orgaaniliste ühendite ning peenosakeste heitkoguste arvutusel aluseks AS BCT ammoniaagiterminalis kasutatava tõrviku andmed, kuna sealne kasutatav tõrvik on analoogne EuroChem Terminal Sillamäe AS ammoniaagiterminalis kasutusele võetava tõrvikuga.

Ammoniaagaurude põletamise tõrviku varustusse kuuluvad:

- tõrviku otsik koos tuuledeflektoriga, õhulukuga ja kahe pilootpõletiga;
- molekulaartihend;
- lämmastiku läbipuhe;
- iseseisev tõrviku toru;
- süttimise süsteem;
- pilootleegi kontrollsüsteem;
- juhtimiskilp;



- LPG mahuti või balloonid.

Tõrviku parameetrid on järgmised:

Saasteallika kõrgus	$h = 40 \text{ m}$
Saasteallika diameeter	$d = 0.5 \text{ m}$
Väljuvate gaaside mahtkiirus	$v_m = 2.4 \text{ m}^3/\text{s}$
Temperatuur	$t = 200^\circ\text{C}$

Ammoniaagi kogus, mis läbi tõrviku välisõhku suunatakse, on 151 kg/a. Arvestades, et tõrvik võimaldab sellest ära põletada vähemalt 95%, on läbi tõrviku välisõhku eralduva ammoniaagi tegelik kogus **7.5 kg**. Sellest tulenevalt on tõrvikust eralduva ammoniaagi hetkeline heitkogus 0.0002 g/s ning aastane heitkogus 0.006 t/a.

Tõrvikust eralduvate lämmastikdioksiidi, süsinikoksiidi, lenduvate orgaaniliste ühendite ning peenosakeste heitkoguste määramisel lähtuti keskkonnaministri 24. novembri 2016. aasta määrusest nr 59 „Põletusseadmetest välisõhku väljutatavate saasteainete heidete mõõtmise ja arvutusliku määramise meetodid“ toodud arvutusmeetodikast. Heitkoguste arvutused viidi läbi eeldusel, et tõrviku kasutamisel kulub aastas 24 781 m³ vedelgaasi kütteväärtusega 90.9 MJ/m³. Tõrvikust eralduvate saasteainete heitkogused on esitatud alljärgnevas tabelis (Tabel 4).

Tabel 4 Saasteainete heitkogused tõrviku kasutamisel

Saasteaine	Heitkogus kg/h	Hetkeline heitkogus g/s	Aastane heitkogus t/a
Süsinikoksiid	13.1	3.639	7.860
Lämmastikdioksiid	0.37	0.103	0.222
Osakesed	0.62	0.172	0.372
Lenduvad orgaanilised ühendid	2.53	0.703	1.518

4.2 Saasteainete heitkogused avariilukorras

4.2.1 Toru purunemine mahalaadimisel

Toru purunemisel avariilukorras arvutati heitkogused kahele erinevale stsenaariumile. Esimese stsenaariumi kohaselt voolab toru purunemisel välja 20% torus olevast ammoniaagist ning teise stsenaariumi kohaselt 50%.



AristaTek¹ on oma arvutuste käigus leidnud, et torustiku lekke korral on ammoniaagi maha voolamise kiirus 0.114 kg/min/m². Vastavalt sellele võeti mõlema stsenaariumi korral heitkoguste arvutuste juures aluseks eeldus, et ammoniaagi voolamise kiirus on 5 kg/s, mis teeb ammoniaagi heitkoguseks toru purunemisel, mil korraga voolab maha 20% torus olnud vedelast ammoniaagist, **5 000 g/s** ning 50% maha voolamisel **12 500 g/s**.

4.2.2 Kondensorid

Avariolukorras on kondensoritest võimalik ammoniaagi leke vedelal kujul. Hetkelise heitkoguse arvutamisel võeti aluseks eeldus, et avariolukorras võib kondensoritest eralduda välisõhku maksimaalselt 630 kg ammoniaaki, mis jagati laiali 1 tunni peale. Seega on ammoniaagi heitkoguseks avarii korral **0.175 g/s**.

5 Hajumisarvutused

Arvutatud heitkoguste põhjal koostati Airviro keskkonda saasteallikate andmebaas, mis võeti aluseks saasteainete hajumisarvutuste tegemisel. Kondensorid sisestati andmebaasi pindallikatena, kõik teised saasteallikad punktallikatena. Hajumisarvutuste aluseks võeti arvutatud heitkogused (g/s) ning saasteallikate tehnilised parameetrid nagu õhu mahtkulu (m³/s), kõrgus maapinnast (m) ning temperatuur (°C).

Saastetasemete modelleerimiseks kasutati Gaussi adveksioon-difusioonivõrrandil põhinevat matemaatilist mudelit. Hajumismudelis kasutatakse sisendandmetena reaalseid meteoroloogilisi tingimusi ja emissiooniallikaid ning arvutatakse saasteainete kontsentratsioon kindlas piirkonnas kindlal ajavahemikul. Tavaolukorras eralduvate saasteainete hajumisarvutuste teostamisel võeti modelleerimisvõrgustiku ruudu suuruseks 50 × 50 m ja võrgustiku suuruseks 95 × 78 ruutu. Nii avariolukordade kui koosmõju arvutuste korral võeti aluseks suurem modelleerimisala toomaks paremini esile võimalikku mõjuala suurust. Võrgustiku suuruseks võeti nii avariolukordade kui koosmõju hindamisel 88 × 70 ruutu ning modelleerimisvõrgustiku ruudu suuruseks 200 × 200 m. Hajumisarvutused teostati nii ammoniaagi, lämmastikdioksiidi, süsinikoksiidi, lenduvate orgaaniliste ühendite kui ka peenosakestega.

¹ AristaTek – HAZMAT tarkvarale spetsialiseerunud ettevõtte, mis aitab esmareageerijaid ja operatiivjuhte kemikaalilekete korral.



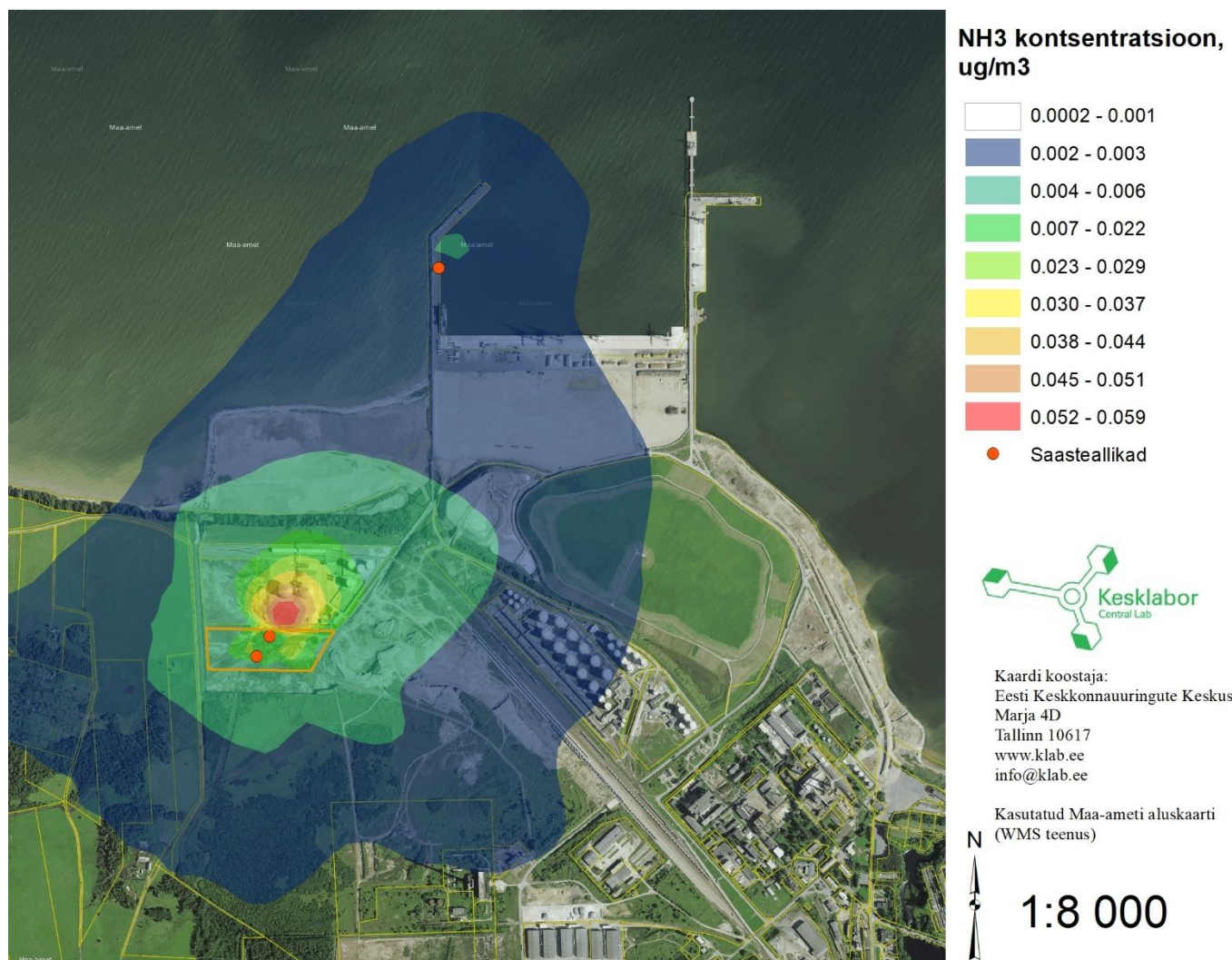
5.1 Saasteainete hajumisarvutused tavaolukorras

Saasteainete hajumisarvutused tavaolukorras viidi läbi eeldusel, et samaaegselt töötab nii tõrvik kui ka leiab aset laadimine vagunitest ja laadimine laevadele. Hajumisarvutused teostati vastavalt sellele, mis keskmistamisajaga piirväärtused on saasteainetele kehtestatud.

Saasteainete hajumisarvutuste tulemused on toodud Joonis 10 – Joonis 18. Joonistelt tuleb esile, et terminali tavapärase töö käigus eralduvate saasteainete kontsentratsioonid on madalad ning kehtestatud piir- või sihtväärtuseid ei ületata ühegi saasteaine osas. Kuigi ammoniaagile kehtib üksnes aastakeskmise õhukvaliteedi sihtväärtus, on joonisel 11 välja toodud ka maksimaalne ammoniaagi kontsentratsioon, mis vastavalt hajumisarvutustele võib tõusta kuni $2.58 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hajumisarvutuste vastavus kehtestatud piirväärtustele on toodud alljärgnevas tabelis (Tabel 5).

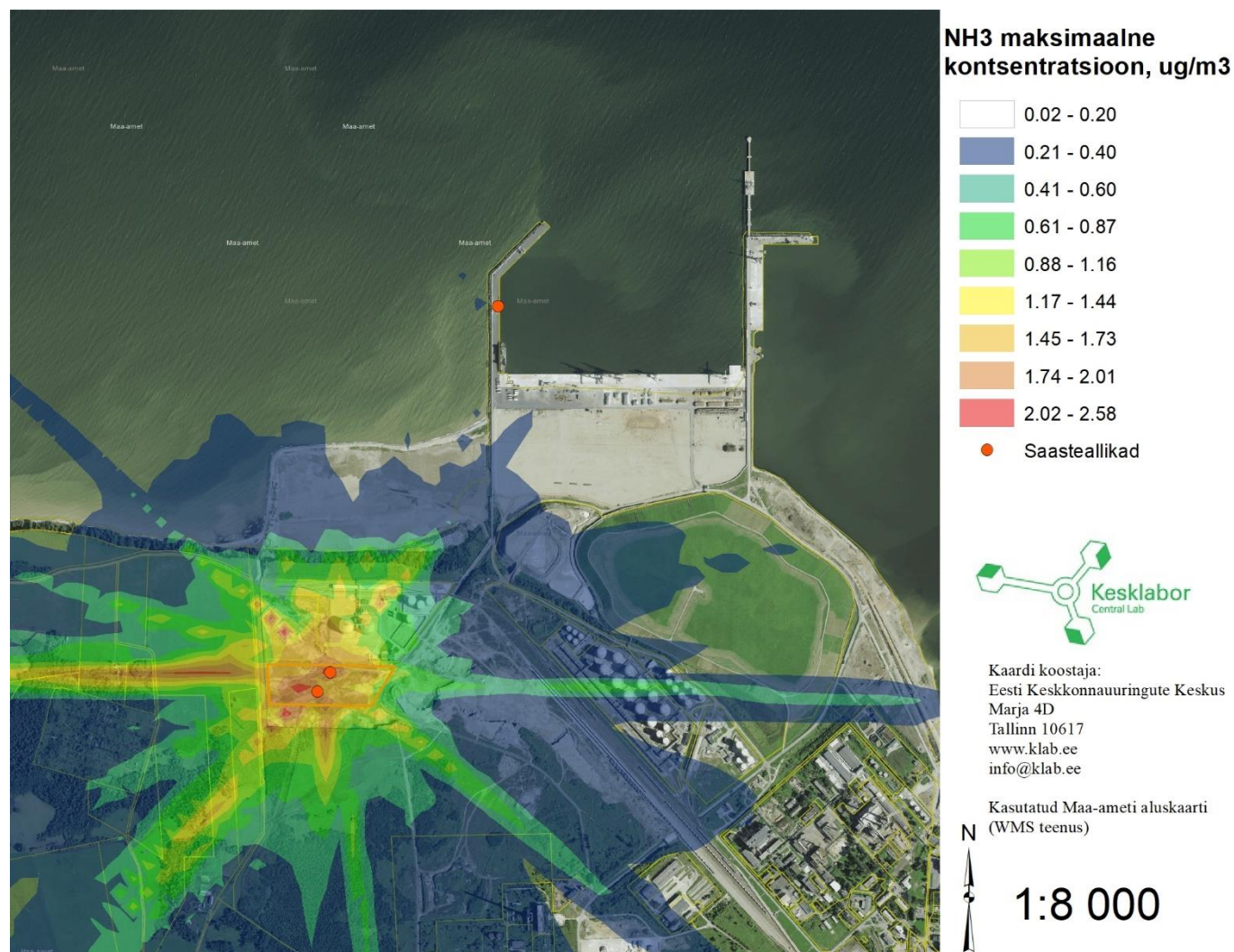
Tabel 5 Saasteainete hajumise arvutustulemused tavaolukorras

Saasteaine	Õhukvaliteedi taseme piirväärtus	Õhukvaliteedi taseme sihtväärtus	Maksimaalne arvutuslik tase, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ammoniaak (NH_3)	-	$\text{SPV}_a = 8 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0.06
Lämmastikdioksiid (NO_2)	$\text{SPV}_1 = 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2.1
	$\text{SPV}_a = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	0.05
CO	$\text{SPV}_8 = 10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	42.7
Lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ)	$\text{SPV}_1 = 5\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	14.6
	$\text{SPV}_{24} = 2\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	6.8
Peenosakesed (PM_{10})	$\text{SPV}_{24} = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	0.30
	$\text{SPV}_a = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	0.08

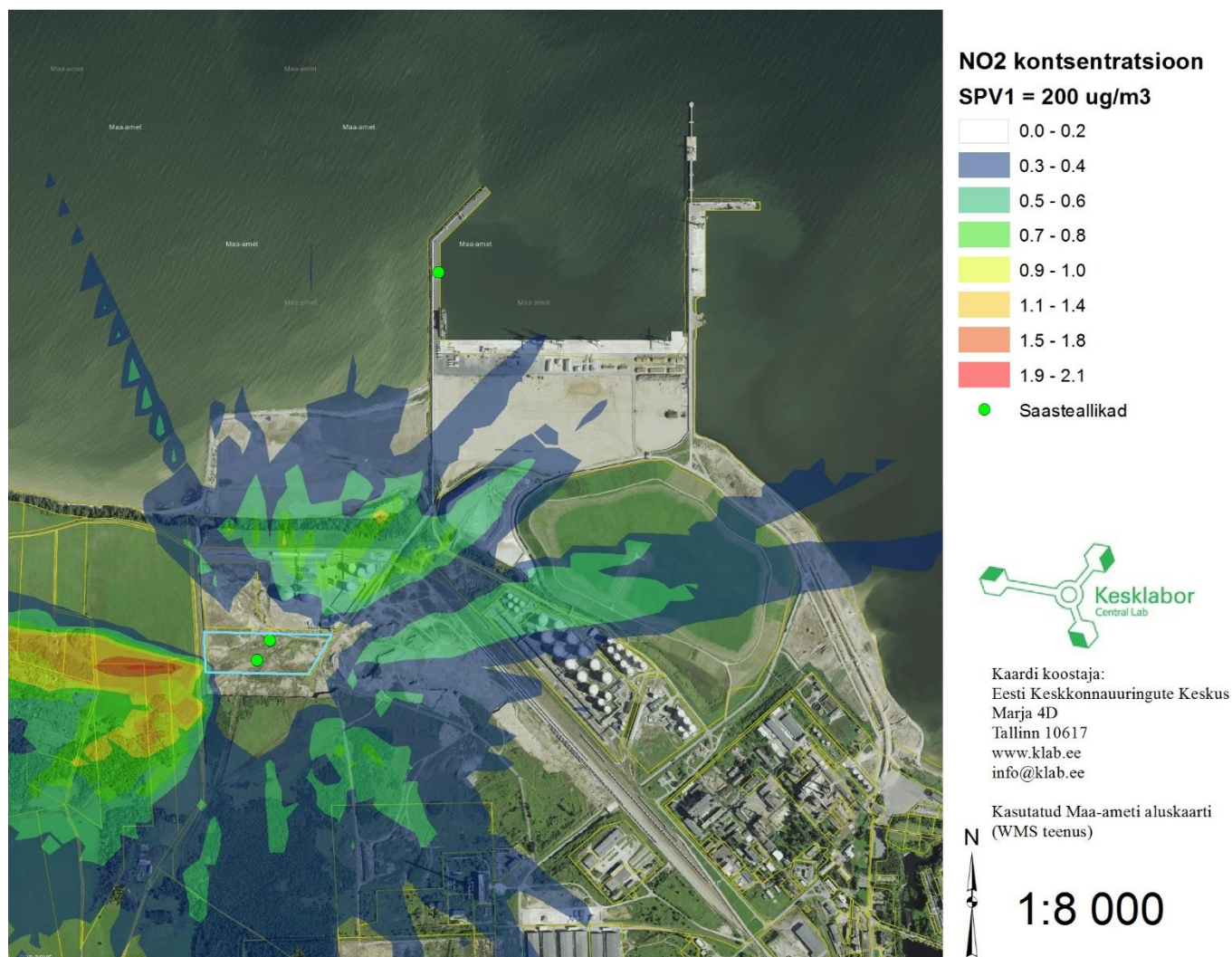


Joonis 10

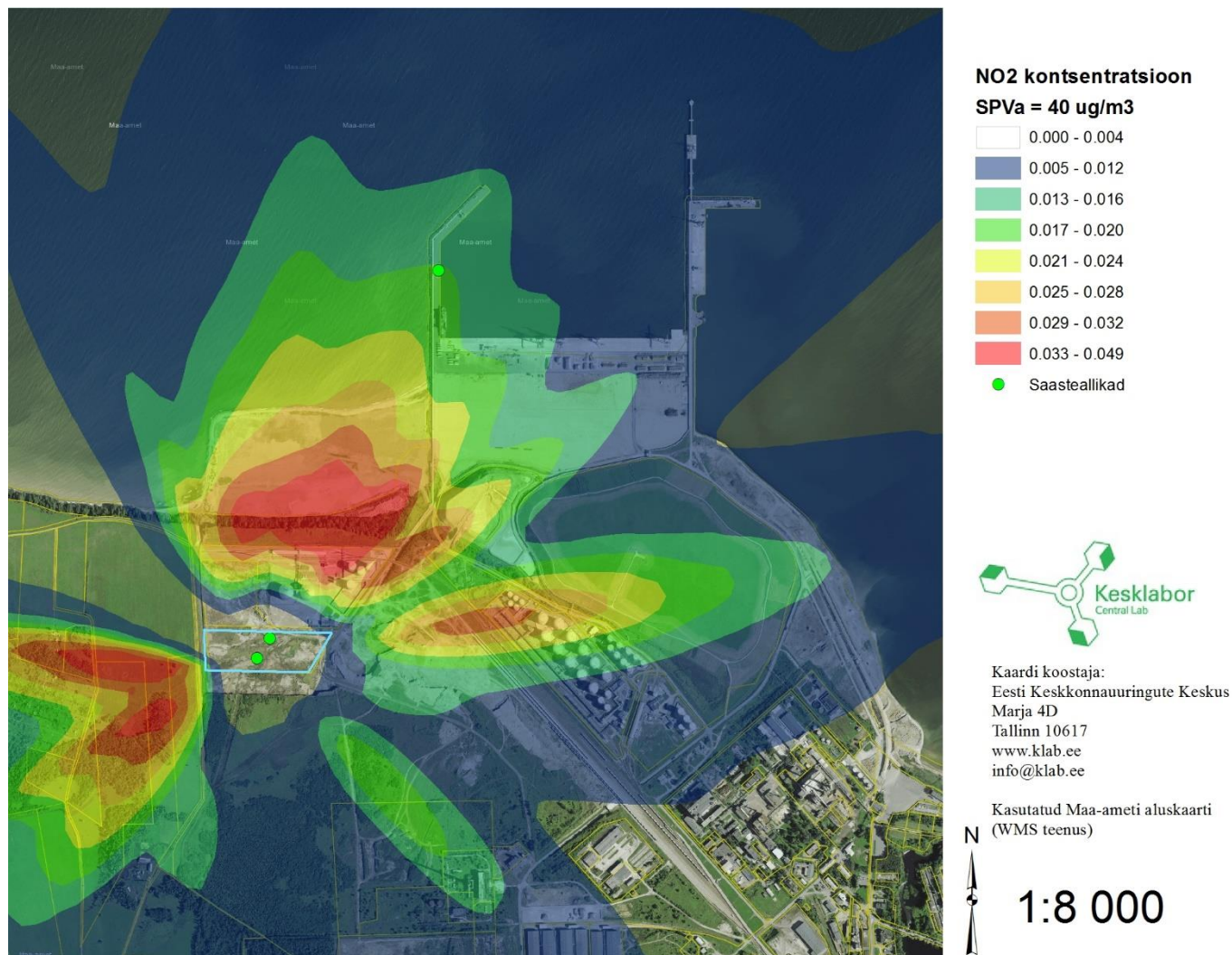
Ammoniaagi aastakeskmise kontsentratsioon tavaolukorras



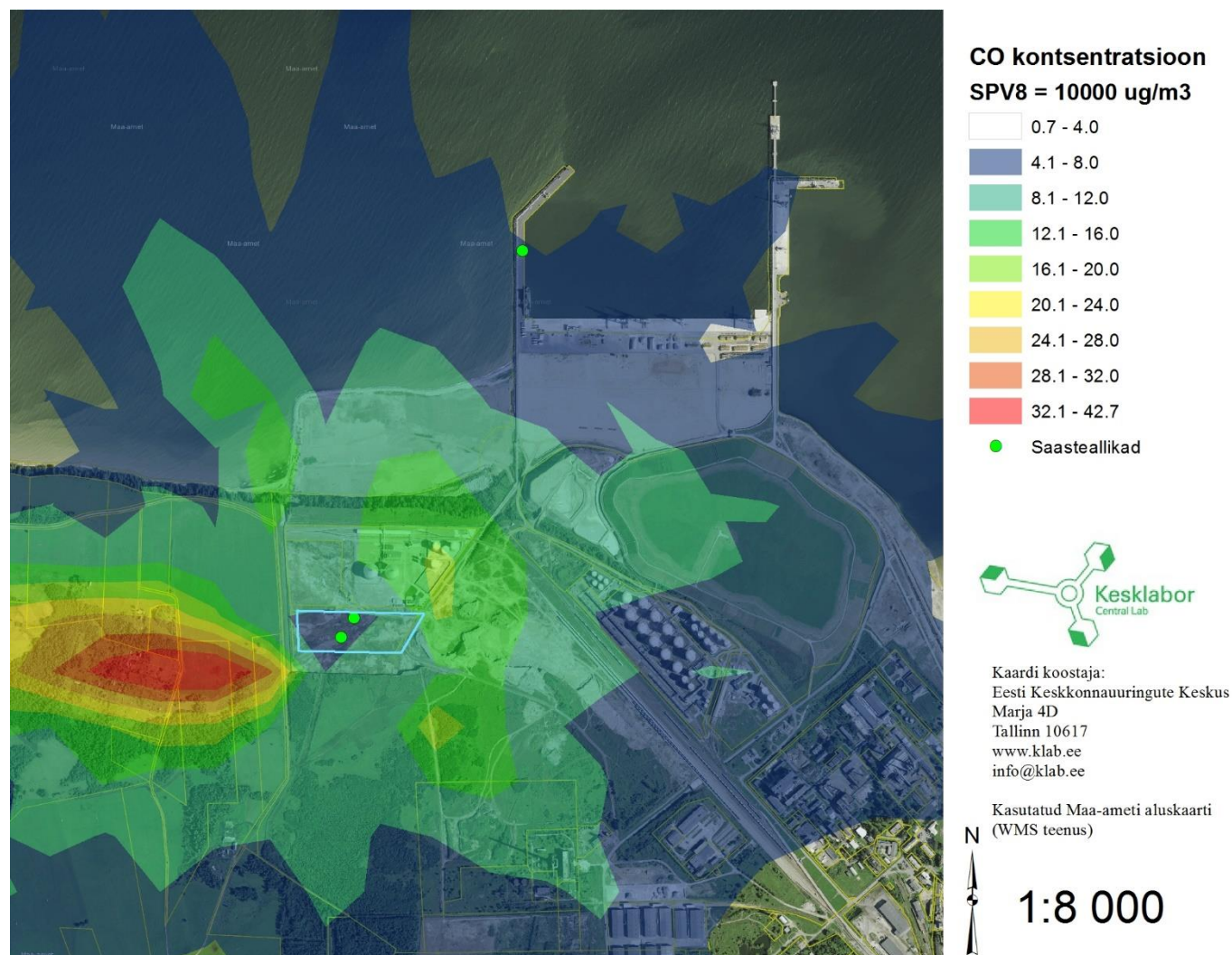
Joonis 11 Ammoniaagi maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon tavaolukorras



Joonis 12 Lämmastikdioksiidi maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon tavaolukorras

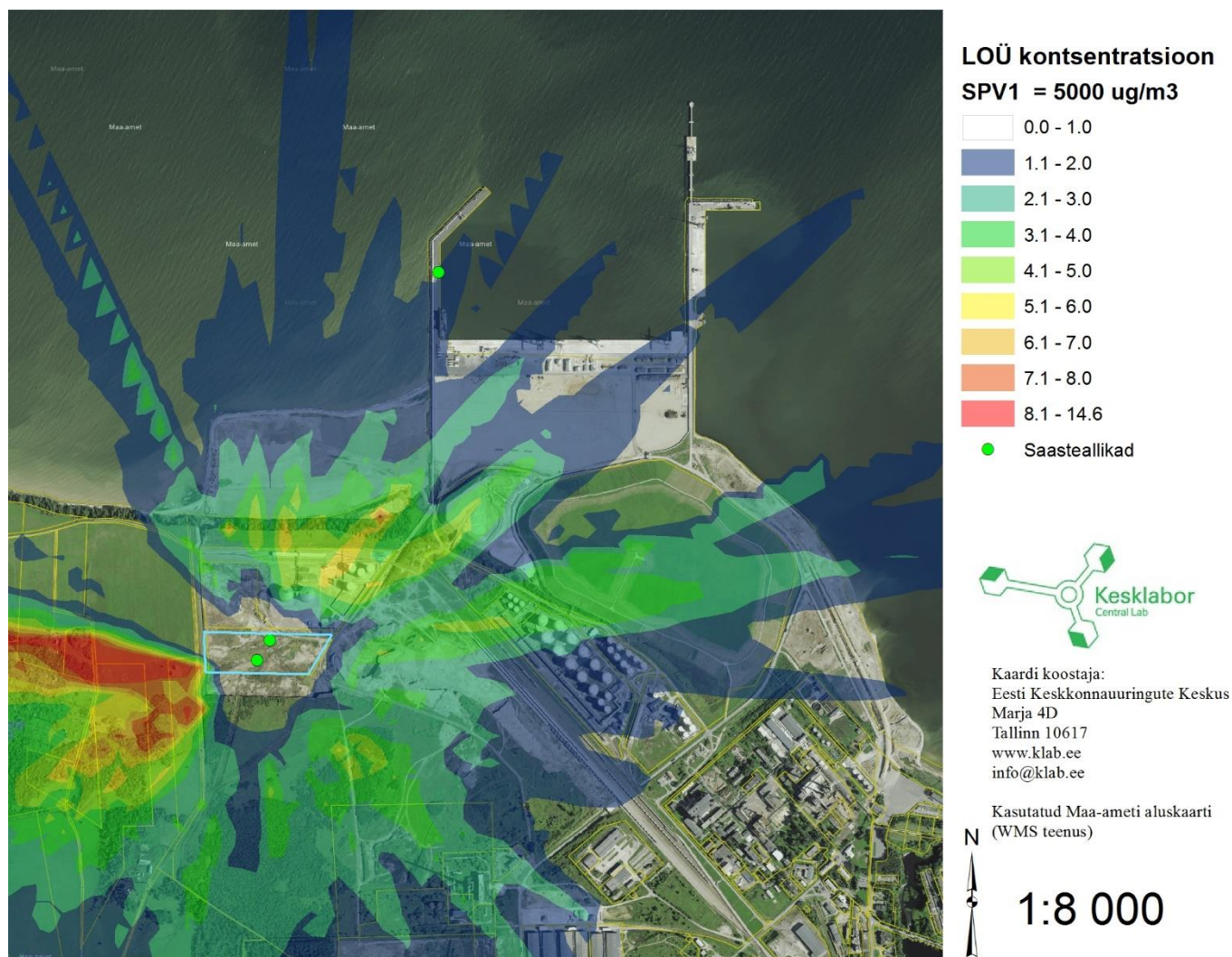


Joonis 13 Lämmastikdioksiidi aastakeskmine kontsentratsioon tavaolukorras

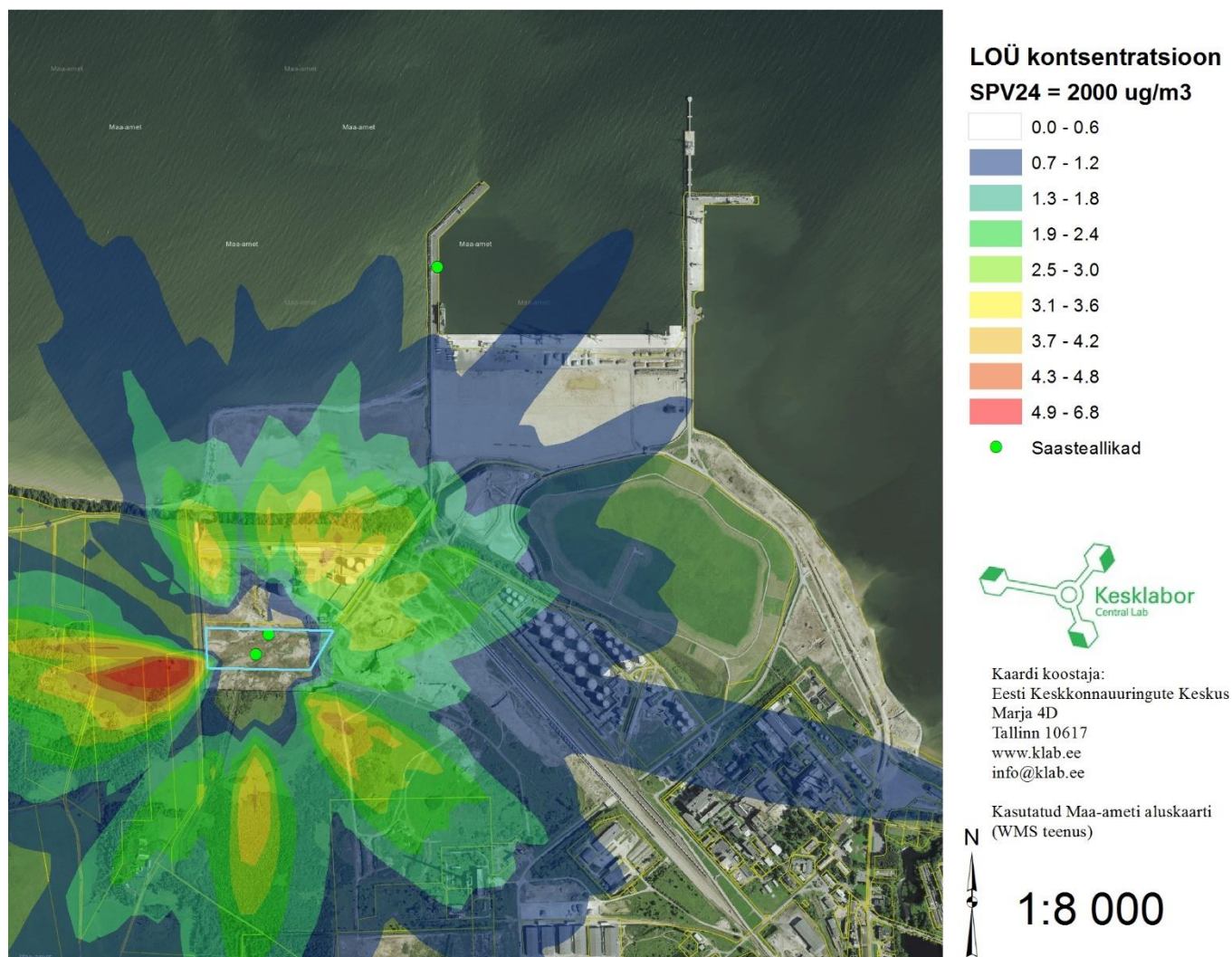


Joonis 14

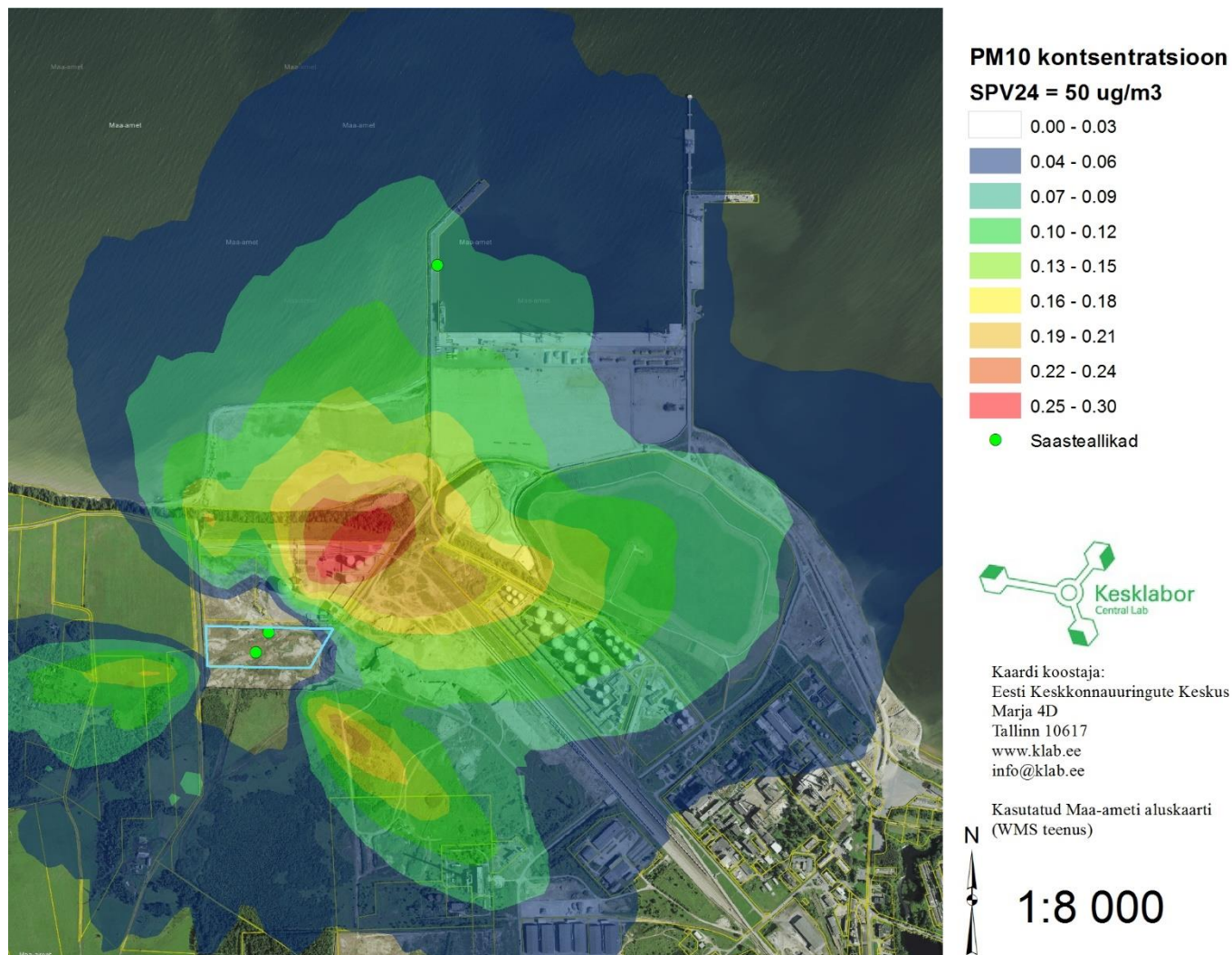
Süsinikoksiidi 8 tunni keskmine kontsentratsioon tavaolukorras



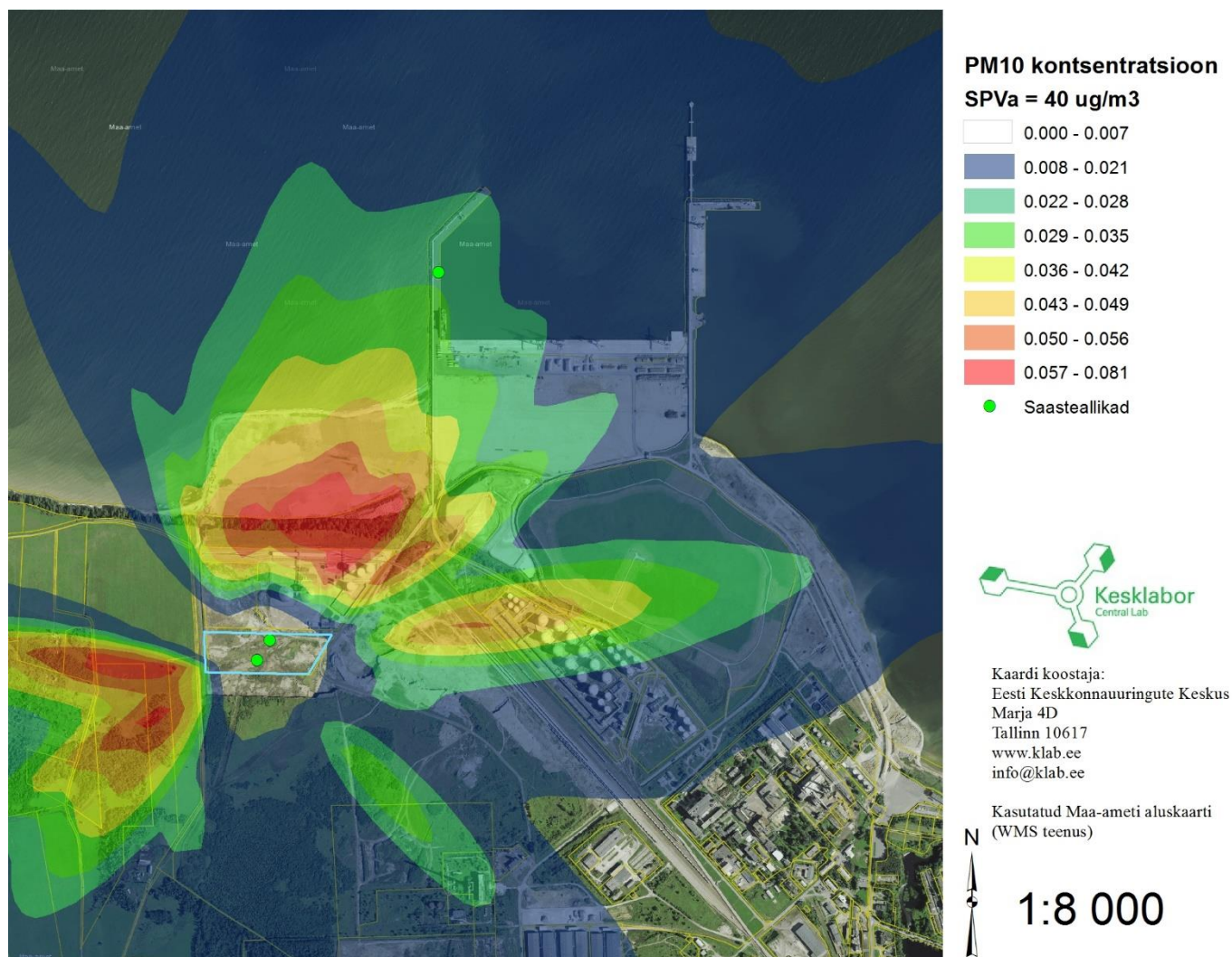
Joonis 15 Lenduvate orgaaniliste ühendite maksimaalne tunnikeskmise kontsentratsioon tavaolukorras



Joonis 16 Lenduvate orgaaniliste ühendite ööpäevakeskmine kontsentratsioon tavaolukorras



Joonis 17 Peenosakeste ööpäevakeskmine kontsentratsioon tavaolukorras



Joonis 18

Peenosakeste aastakeskmise kontsentratsioon tavaolukorras



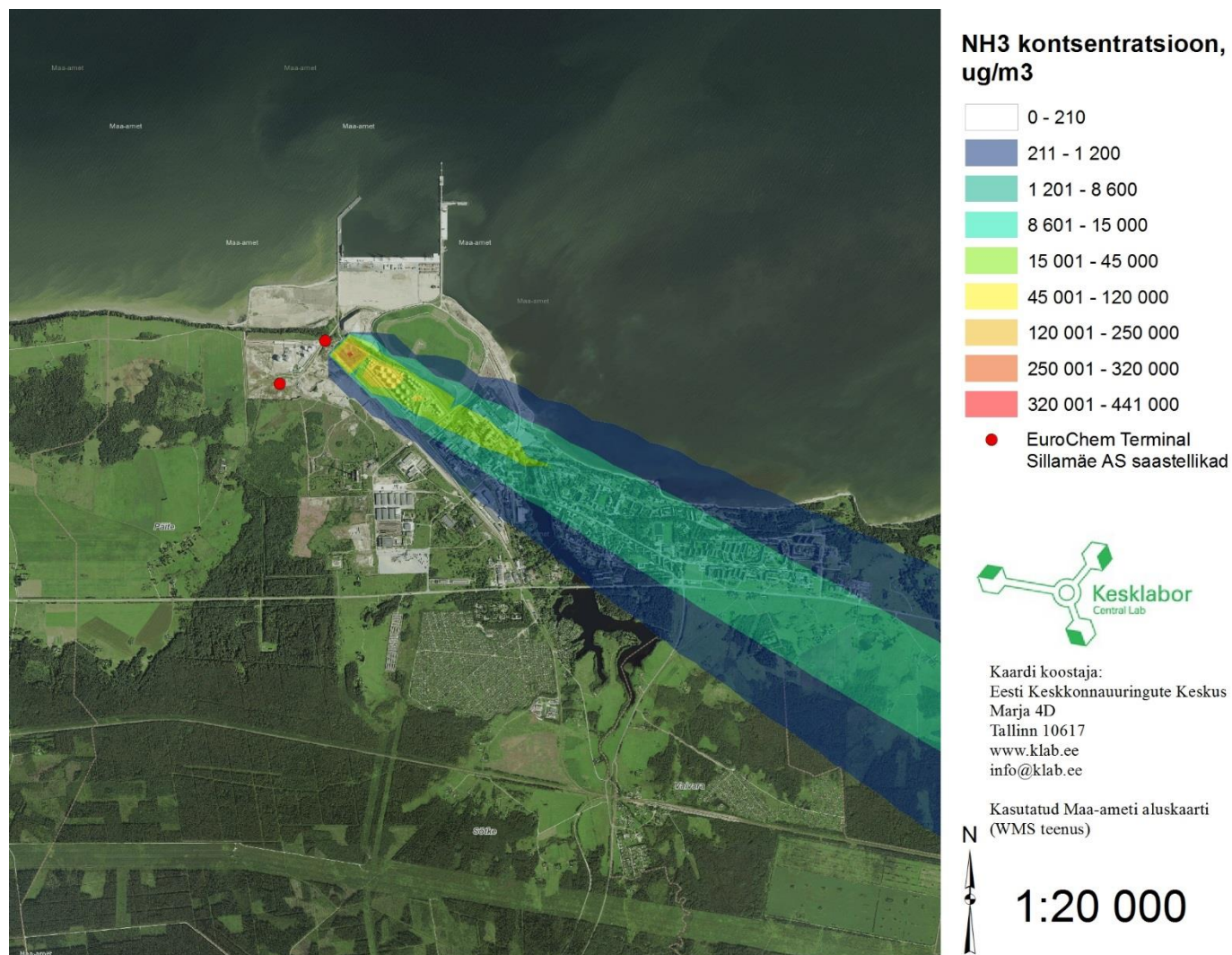
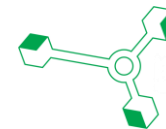
5.2 Saasteainete hajumisarvutused avariilukorras

Maksimaalsed ammoniaagi kontsentratsioonid avariilukordades on välja toodud kummagi avarii puhul eraldi. Kuna avariilukorras on emissioon hetkeline, arvestati hajumisarvutuste tegemisel võimaliku halvima olukorraga, mis tähendab, et atmosfääri stabiilsusklassiks valiti „väga stabiilne“, tuule kiiruseks arvestati 2 m/s ning tuule suunaks võeti loodetuul, mis avariilukorras viiks võimaliku saaste otse Sillamäe linnale.

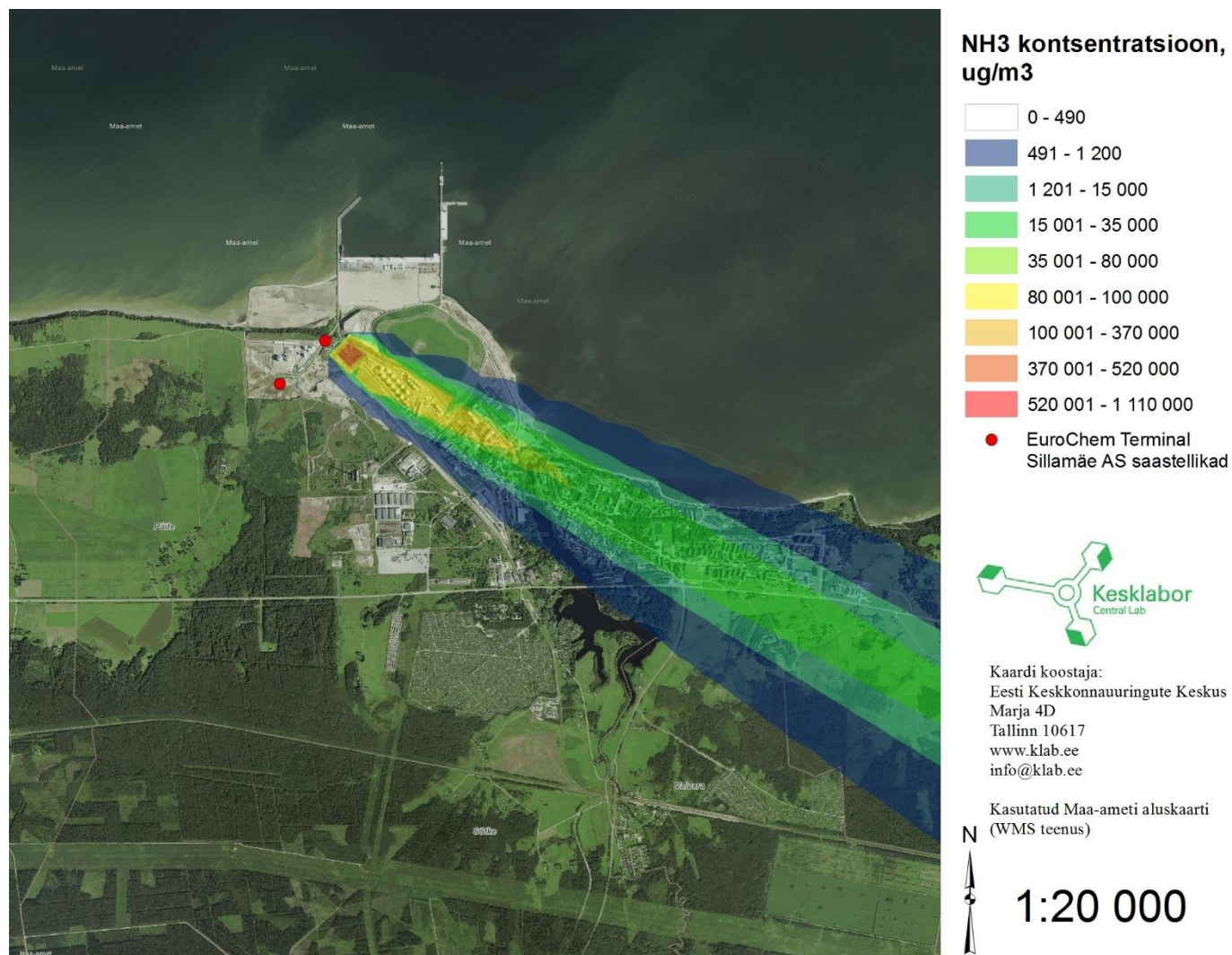
Toru purunemisel tehti hajumisarvutused läbi kahe erineva stsenaariumiga. Esimese stsenaariumi kohaselt voolab avarii korral torust välja 20% ammoniaagist, teise stsenaariumi kohaselt 50% torus olevast vedelast ammoniaagist. Vastavalt hajumisarvutustele võib ammoniaagi maksimaalne kontsentratsioon avariilukorras väga stabiilse atmosfääriklassi korral, kui torust voolab korraga välja 20% ammoniaagist, ulatuda kuni 441 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 19).

Stsenaariumi puhul, mil torust voolab avarii korral välja 50% ammoniaagist, võib ammoniaagi maksimaalne kontsentratsioon ulatuda kuni 1 110 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 20).

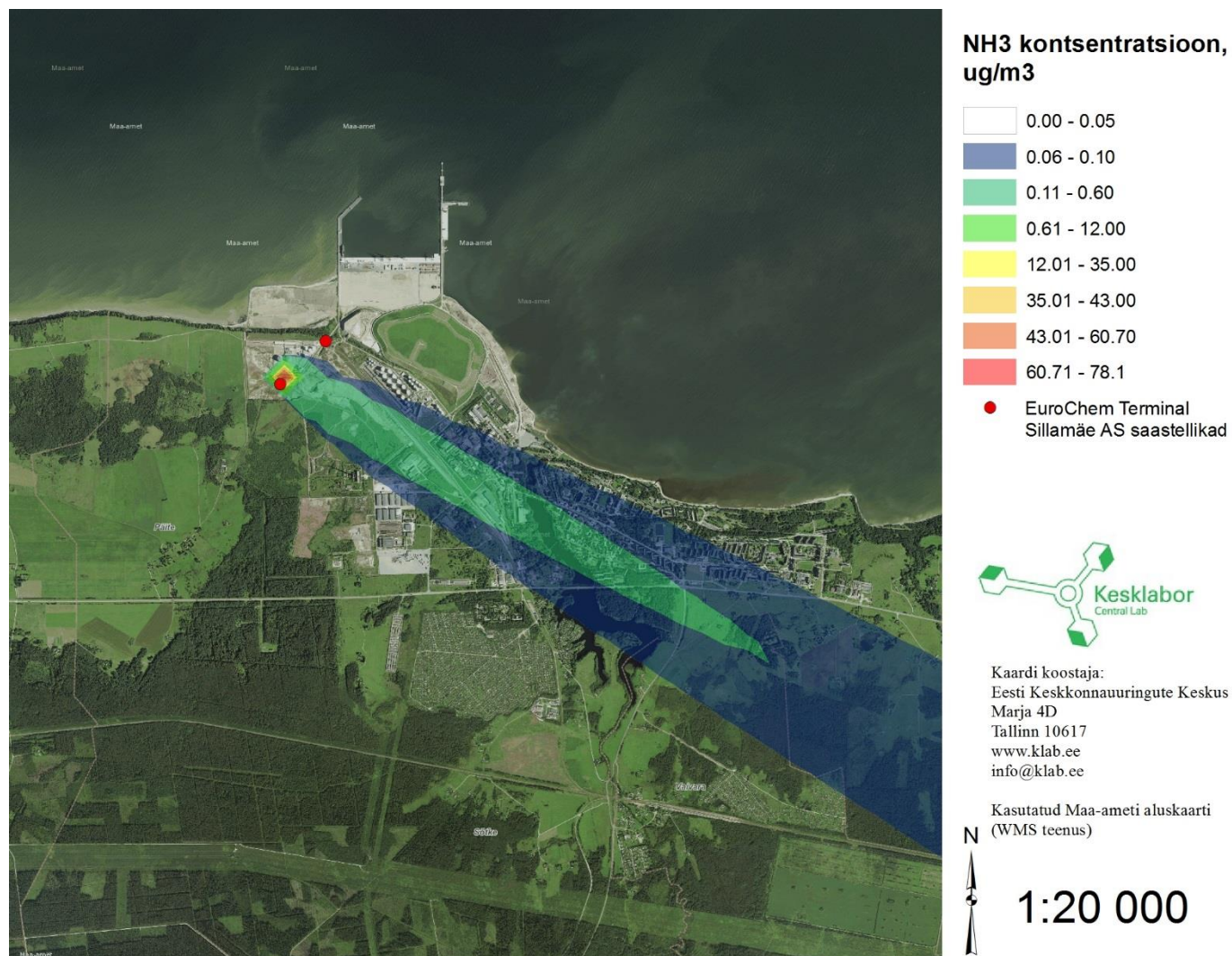
Avariilukorras võib kondensoritest eralduv ammoniaagi maksimaalne kontsentratsioon väga stabiilse atmosfääriklassi korral ulatuda maksimaalselt kuni 78.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 21).



Joonis 19 Maksimaalne ammoniaagi kontsentratsioon toru purunemisel, kui maha voolab 20% ammoniaagist



Joonis 20 Maksimaalne ammoniaagi kontsentratsioon toru purunemisel, kui maha voolab 50% ammoniaagist



Joonis 21 Maksimaalne ammoniaagi kontsentratsioon kondensorite rikke korral



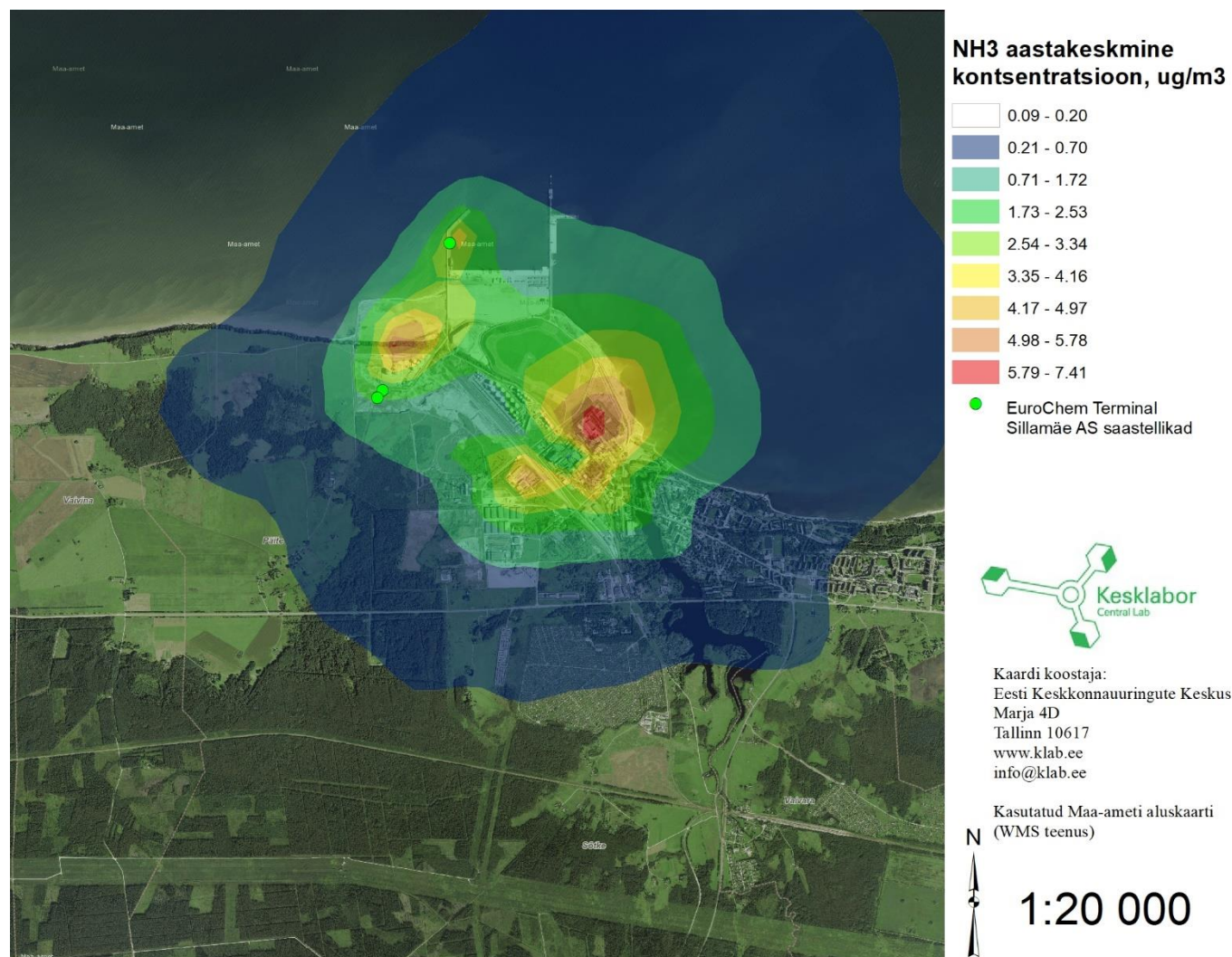
5.3 Saasteallikate koosmõju

Saasteallikate koosmõju hindamisel võeti arvesse kõik need Sillamäe linna ja selle lähiümbruse ettevõtted, mille tegevuse käigus eraldub välisõhku ammoniaaki, lämmastikdioksiide, süsinikoksiide, lenduvaid orgaanilisi ühendeid ja peenosakesi. Vastavalt OSIS 2014 andmebaasile on selliseid ettevõtteid Sillamäe piirkonnas kokku 8: MolyCorp Silmet AS, AS BCT, EuroChem Terminal Sillamäe AS, AS Norwes Metall, Lemminkäinen Eesti, Artekno Eesti OÜ, Alexela Sillamäe AS ning Silsteve AS. Koosmõju arvutustel arvestati nii 2016. aasta meteoroloogiliste tingimustega kui ka pidevseirejaama mõõtmistulemustega.

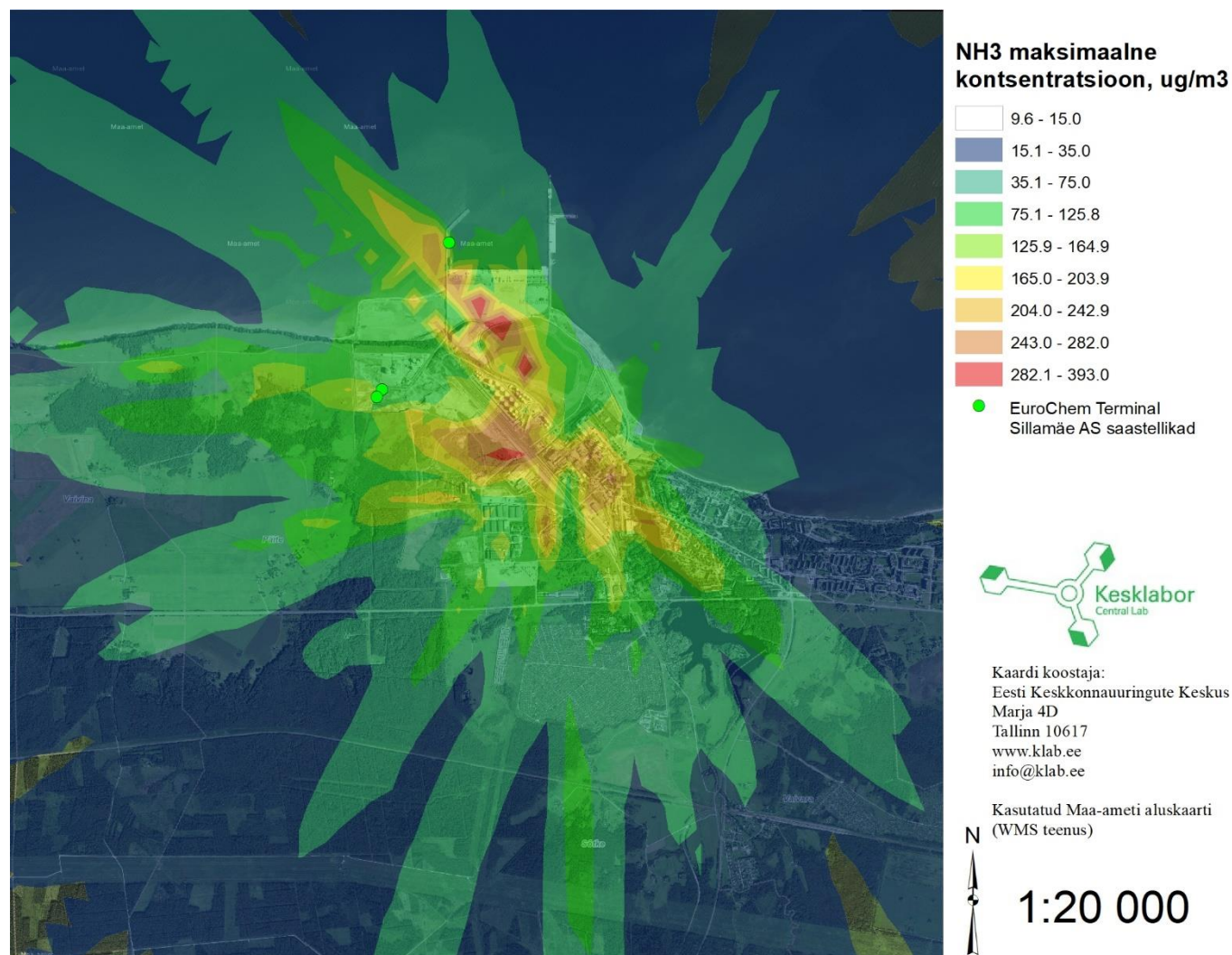
Saasteainete hajumisarvutused koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega on toodud Joonis 22 – Joonis 30 ning hajumisarvutuste vastavus kehtestatud piir- või sihtväärtustele tabelis 6. Vastavalt hajumisarvutustele jäävad nii lämmastikdioksiidi, süsinikoksiidi, lenduvate orgaaniliste ühendite kui ka peenosakeste kontsentratsioonid koosmõjus kõikide piirkonna saasteallikatega kehtestatud piirväärtustest oluliselt madalamaks. Samuti jääb kehtestatud sihtväärtusest madalamaks ka ammoniaagi aastakeskmise kontsentratsioon. Joonisel 23 on lisaks välja toodud ka ammoniaagi maksimaalne tunnikeskmise kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega, mis vastavalt hajumisarvutusele võib tõusta kuni $393 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabel 6 Saasteainete hajumise arvutustulemused koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega

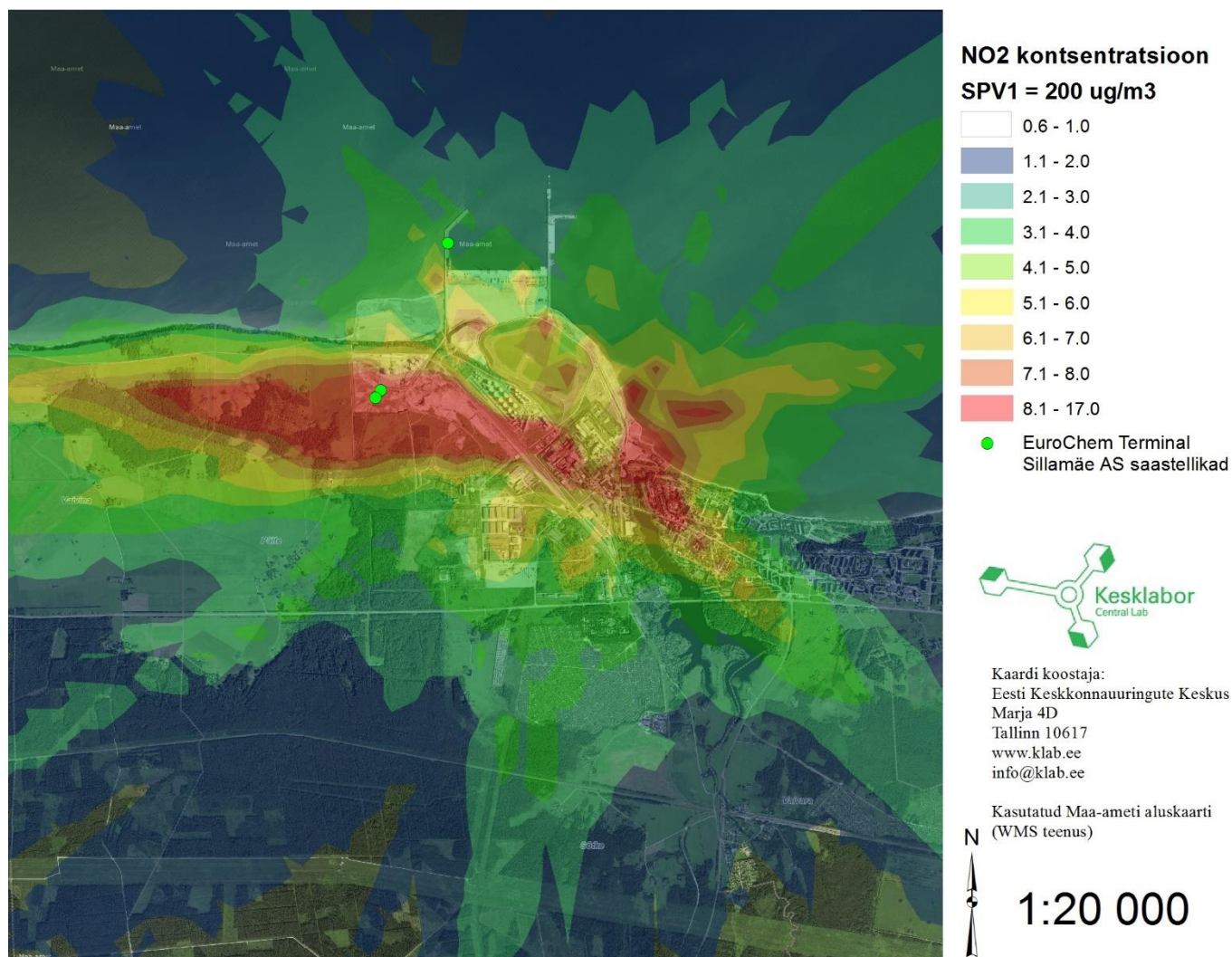
Saasteaine	Õhukvaliteedi taseme piirväärtus	Õhukvaliteedi taseme sihtväärtus	Maksimaalne arvutuslik tase, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Ammoniaak (NH_3)	-	$\text{SPV}_a = 8 \mu\text{g}/\text{m}^3$	7.41
Lämmastikdioksiid (NO_2)	$\text{SPV}_1 = 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	17.0
	$\text{SPV}_a = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1.20
CO	$\text{SPV}_8 = 10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	45.7
Lenduvad orgaanilised ühendid (LOÜ)	$\text{SPV}_1 = 5\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	720
	$\text{SPV}_{24} = 2\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	423
Peenosakesed (PM_{10})	$\text{SPV}_{24} = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	3.20
	$\text{SPV}_a = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1.17



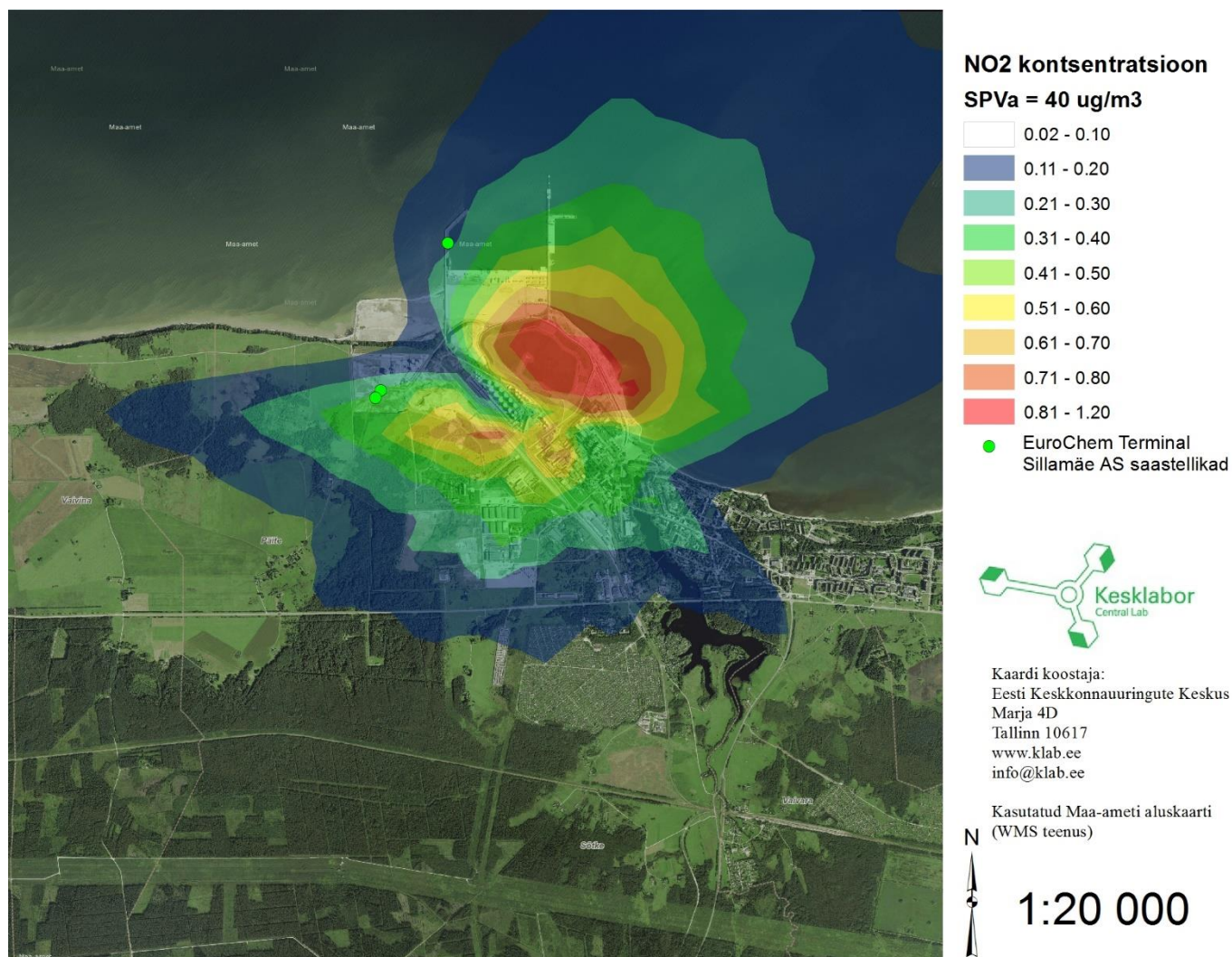
Joonis 22 Ammoniaagi aastakeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega



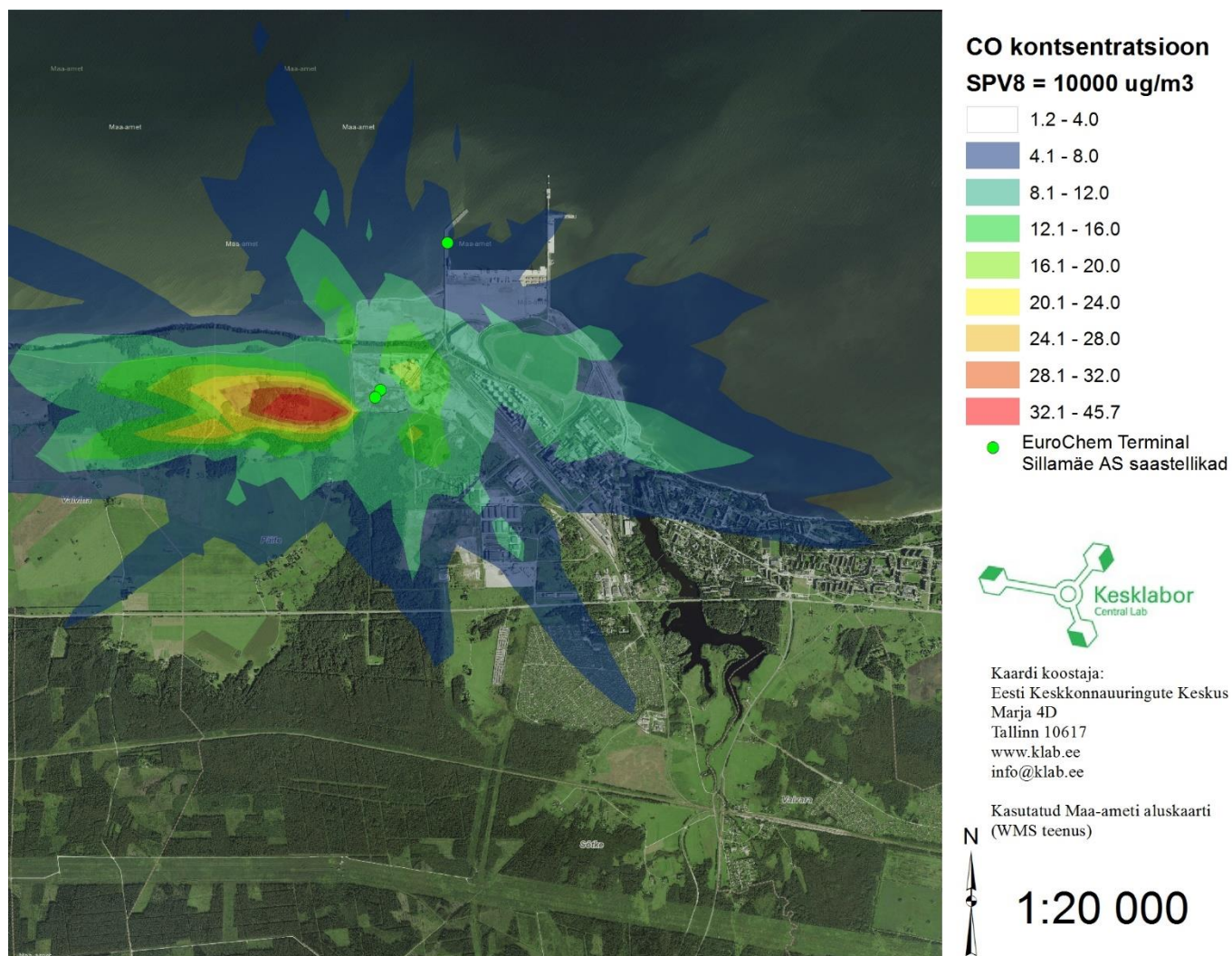
Joonis 23 Ammoniaagi maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega



Joonis 24 Lämmastikdioksiidi 1 h maksimaalne kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega

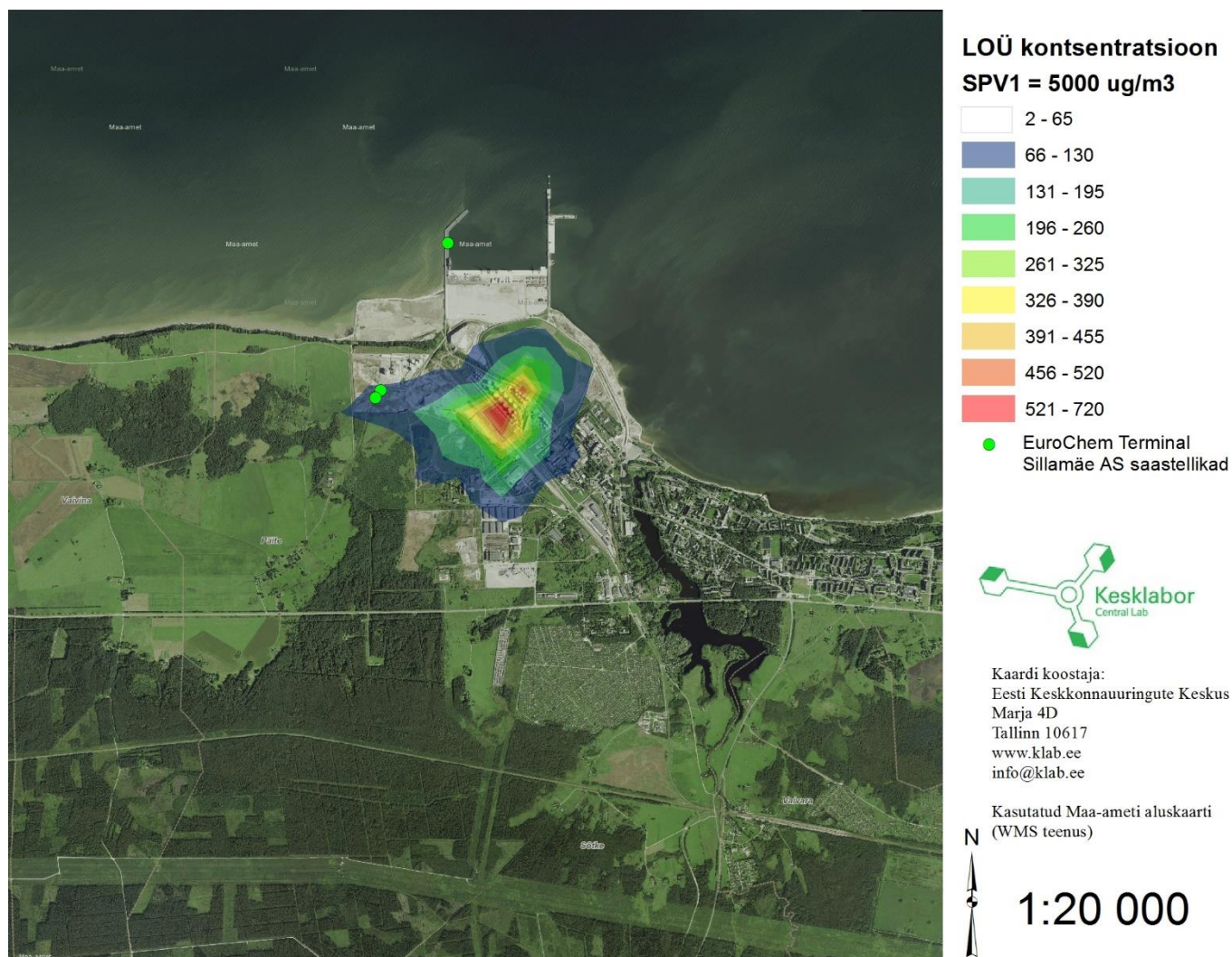


Joonis 25 Lämmastikdioksiidi aastakeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega

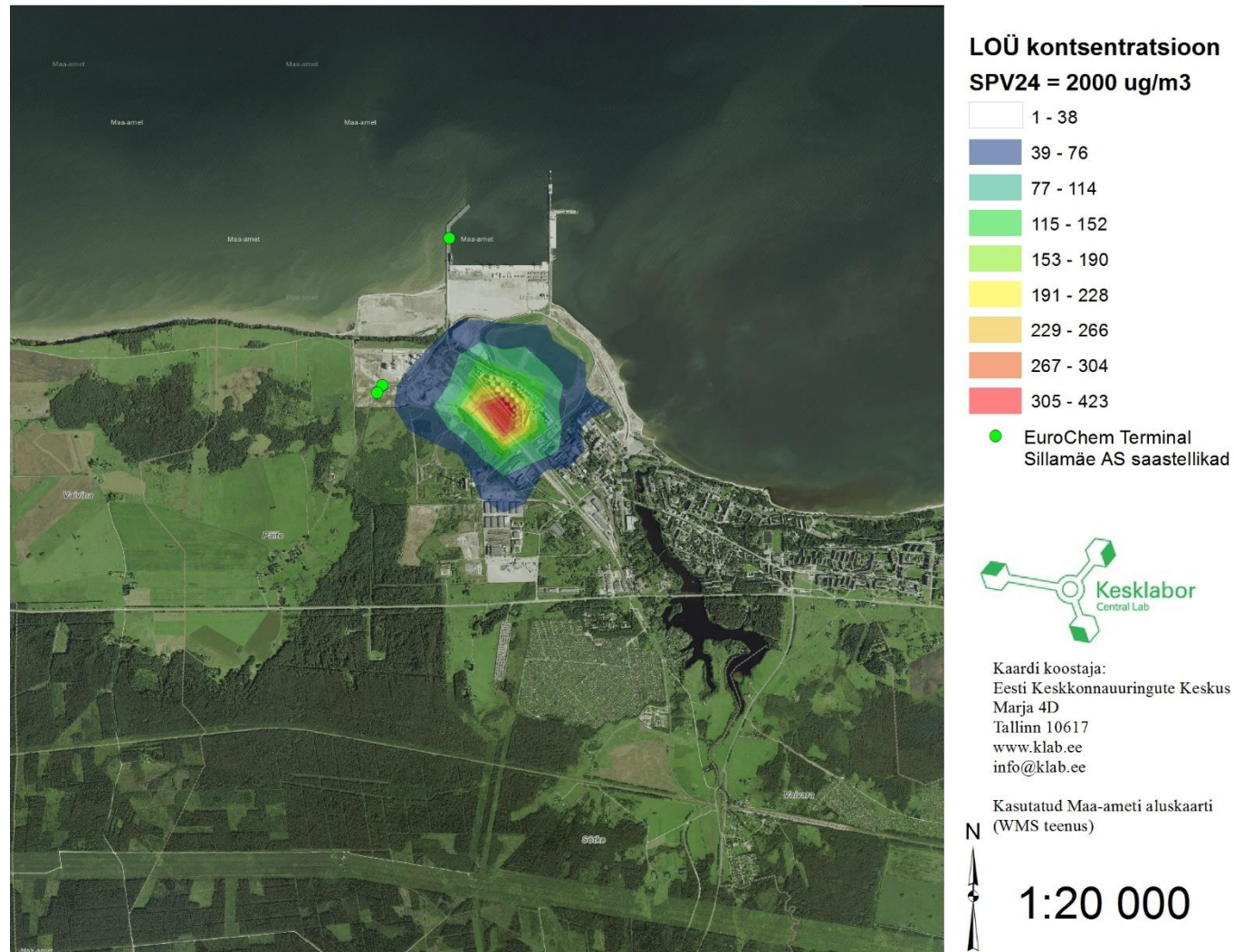


Joonis 26

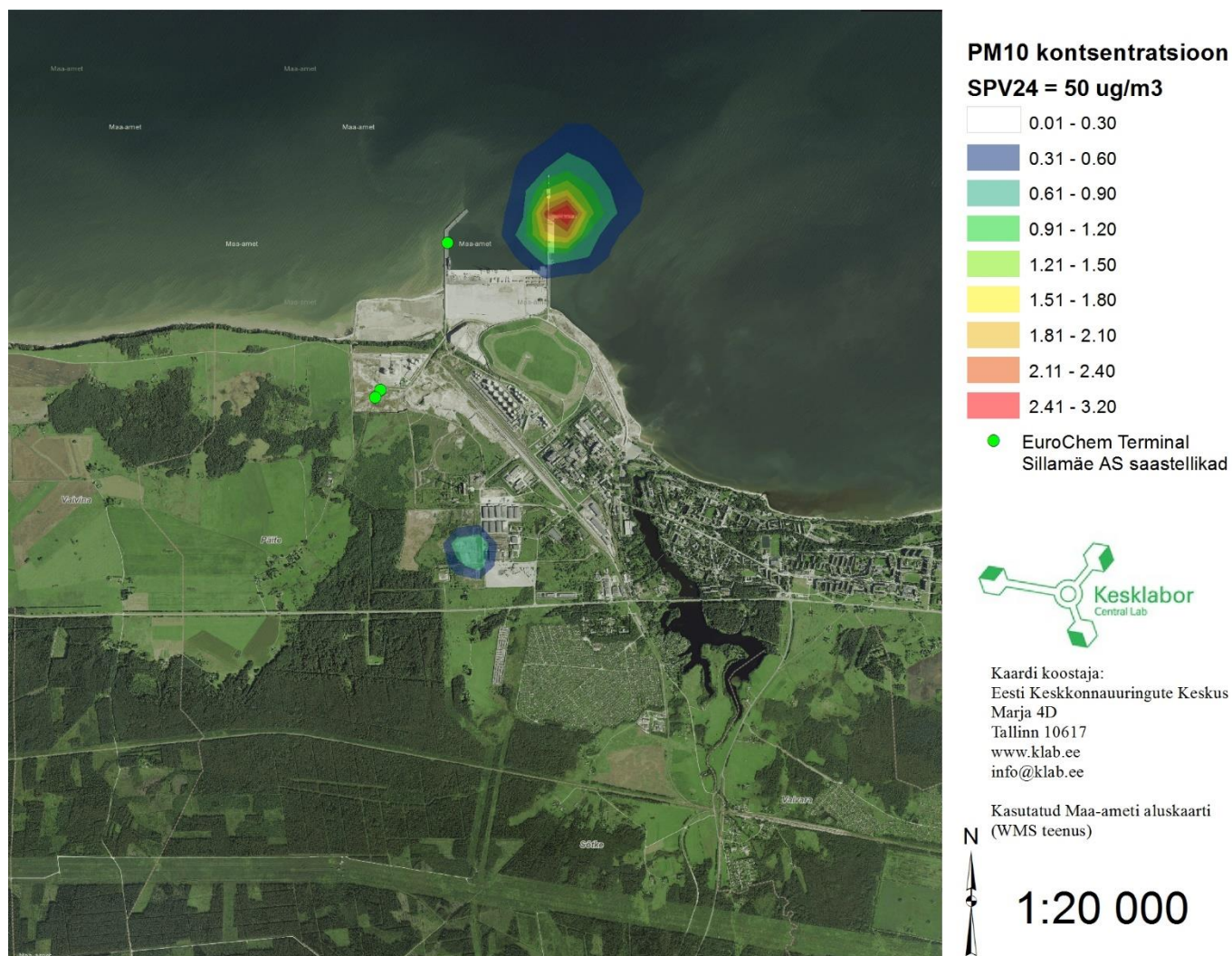
Süsinikoksiidi kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega



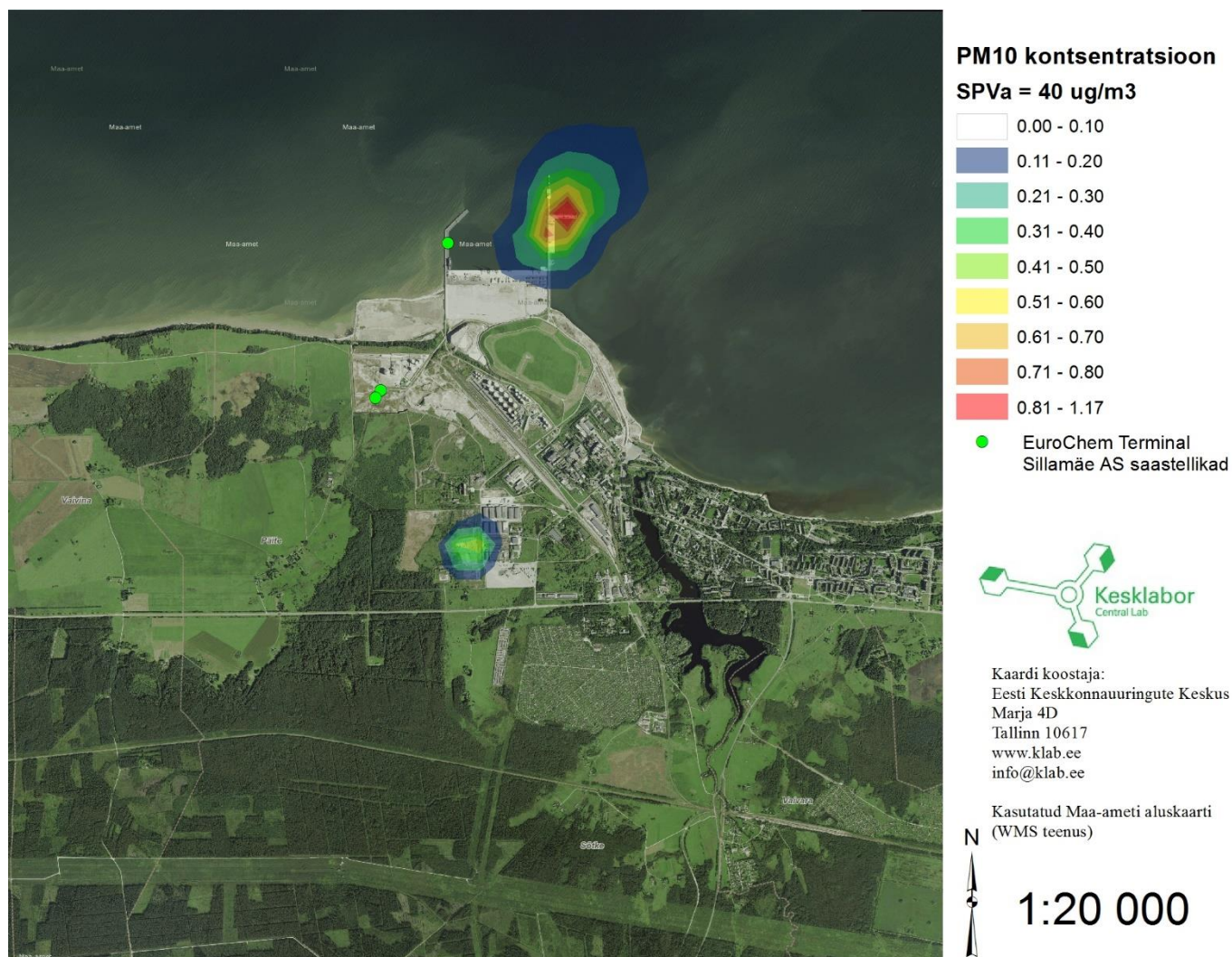
Joonis 27 Lenduvate orgaaniliste ühendite 1 h maksimaalne kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega



Joonis 28 Lenduvate orgaaniliste ühendite ööpäevakeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega



Joonis 29 Peenosakeste ööpäevakeskmise kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega



Joonis 30 Peenosakeste aastakeskmine kontsentratsioon koosmõjus piirkonna teiste saasteallikatega



6 Lõhnaainete levik

Andmed ammoniaagi lõhnaläve kohta on uuringuti väga erinevad, kuid jäävad keskmiselt vahemikku 5 – 50 ppm ehk 3 750 – 37 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tundlikumad inimesed võivad õhus ammoniaagi lõhna tunda ka juba 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ juures. Vastavalt hajumisarvutustele võib ammoniaagi kontsentratsioon ulatuda 0.06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, jäädes seega oluliselt madalamaks ammoniaagi lõhnaläve tasemetest.

Seega võib hajumisarvutustele tuginedes öelda, et terminal ei too tööle hakkamisel endaga kaasa lõhnaäiringu suurenemist Sillamäe linnas ega selle lähiümbruses, kuna tavapärase töö käigus eralduv ammoniaagi kontsentratsioon on väga madal. Samuti ei suurenda lõhnaäiringut ka gaasikatlamajast eralduvad lenduvad orgaanilised ühendid, kuna sarnaselt ammoniaagile on ka nende tase väga madal ning sellest tulenevalt mõju keskkonnale minimaalne.

7 Kavandatud tegevuse vastavus parima võimaliku tehnika nõuetele

Vastavalt atmosfääriõhu kaitse seaduse §29 lg 1 toodule, on paikse heiteallika käitaja kohustatud kasutama parimat võimalikku tehnikat niivõrd, kuivõrd seda saab mõistlikult eeldada tehtavaid kulusi ja saastamisega tekkida võivat ebasoodsat mõju arvestades.

Erinevate variantide soovituslikud kasutusvahemikud on toodud PVT dokumendis ning ettevõtte peavad ise otsustama, milliseid meetmeid rakendada lähtudes nende poolt kasutatavast tehnoloogiast ja käideldavatest produktidest. Terminali projekteerimisel on lähtutud parimast võimalikust tehnikast ning terminali tavapärase töö käigus on välistatud ammoniaagi sattumine välisõhku.

8 Välisõhu kvaliteedi juhtimissüsteemi rakendamise vajalikkus

Välisõhu kvaliteedi tagamiseks on oluline, et terminal hakkaks osalema Sillamäe õhuseirejaama töös, kus teiste saasteainete kõrval mõõdetakse ka nende saasteainete tasemeid, mis terminali tegevuse käigus välisõhku suunatakse – ammoniaak, lämmastikdioksiid, süsinikoksiid, lenduvad orgaanilised ühendid ning peenosakesed. Seirejaam võimaldab hinnata õhukvaliteedi vastavust kehtestatud piirväärtustele, andes operaatoritele koheselt infot, kui mõne saasteaine tase on tavapärasest kõrgem. Kuna Sillamäe õhuseirejaam kuulub riiklikku õhukvaliteedi juhtimissüsteemi, on vastavaid retseptormudeleid kasutades võimalik kõrgeenenud tasemete korral teha vastavad tagasiarvutused, aidates seeläbi kindlaks teha võimaliku saasteallika asukoha ning sellest väljuvate saasteainete heitkoguse. Seirejaamas mõõdetud saastetasemed on reaalselt kättesaadavad ka avalikkusele.

Saamaks paremat ülevaadet kavandata tegevuse mõjust piirkonna õhukvaliteedile tasub kaaluda ka teise seirejaama paigaldamist. Kui olemasolev seirejaam asub linna põhjaosas, oleks teine seirejaam otstarbekas paigaldada linna lõunaosasse, katmaks lõunapoolse jäävaid elamualasid. Soovituslik asukoht on toodud alljärgneval joonisel (Joonis 31).



Joonis 31 Soovituslik seirejaama asukoht

Kuigi terminali tavapärase töö käigus eralduvate saasteainete kontsentratsioonid on madalad ning arvutuste kohaselt kehtestatud piirväärtuseid ei ületata, tuleks kaaluda tootmisterritooriumi piirile vastava hoiatussüsteemi rajamist, kuna tegevuse käigus võib esineda seni ettenägemata emissioone. Loodava häiresüsteemi loomine eeldaks vastavate andurite paigaldamist ettevõtte territooriumi erinevatesse punktidesse, mis edastavad hoiatuse, kui ammoniaagi tunnikeskmised tasemed on tavapärasemast kõrgemad.



9 Mõju inimese tervisele ja heaolule

Saasteainete piirväärtused on kehtestatud eesmärgiga vältida, ennetada või vähendada saasteainete ebasoodsat mõju inimese tervisele või keskkonnale. Seadusest tulenevalt, on ettevõtetel kohustus kasutada parimat võimalikku tehnikat, energiasäästlikku tehnoloogiat ning püüdeseadmeid, et vähendada nende tegevuse tagajärjel välisõhku suunatavate saasteainete heitkoguseid.

Põhjusel, et terminali tavapärase töö käigus eralduvate saasteainete kontsentratsioonid on madalad, ei tohiks terminal endaga kaasa tuua märgatavat õhukvaliteedi halvenemist piirkonnas ning seega puudub terminalil täiendav keskkonnamõju. Samas koosmõjus teiste ettevõtetega võib piirkonnas esineda lühiajalisi häiringuid, seda peamiselt ebameeldiva lõhna näol. Negatiivne mõju inimeste tervisele on ebatõenäoline.



10 Kokkuvõte

Käesolevas töö eesmärgiks oli hinnata kavandatava ammoniaagiterminali võimalikku mõju Sillamäe linna ning selle lähipiirkonna õhukvaliteedile. Eesmärgi saavutamiseks arutati heitkogused kahele erinevale stsenaariumile, s.o töötamisele tavarežiimis ning avariiolukorras. Saasteained, mis terminali tegevuse käigus välisõhku suunatakse on ammoniaak, lämmastikdioksiid, süsinikoksiid, lenduvad orgaanilised ühendid ning peenosakesed.

Vastavalt arvatud heitkogustele viidi läbi hajumisarvutused, millest selgus, et terminali tavapärase tegevuse käigus välisõhku eralduvate saasteainete kontsentratsioonid jäävad oluliselt alla kehtestatud piirväärtuste. Samuti ei ületata piirväärtuseid ka koosmõjus teiste Sillamäe linna ja selle lähipiirkonna saasteallikatega. Sellest tulenevalt võib öelda, et ehitatav ammoniaagiterminal ei too endaga kaasa märkimisväärset õhukvaliteedi halvenemist Sillamäe linnas ega selle lähipiirkonnas. Samuti ei suurenda rajatav ammoniaagiterminal ka lõhnahäiringut piirkonnas, kuna tavaolukorras tekkivad ammoniaagi tasemed on oluliselt madalamad kui ammoniaagi lõhnalävi.

Juhul, kui ettevõtte territooriumile peaks lisanduma uusi välisõhusaasteallikaid või uusi seadmeid, tuleb läbi viia uus saasteainete heitkoguste hindamine.



11 Kasutatud materjalid

Atmosfääriõhu kaitse seadus (RT I, 23.12.2016, 2)

Anhydrous Ammonia Spills. Aristatek. Kättesaadav:

<http://www.aristatek.com/newsletter/0602February/TechSpeak.aspx>

AS BCT saasteallikatest välisõhku eralduvate saasteainete lubatud heitkoguse projekt. Erik Teinemaa, Tallinn 2012

AS TankChem välisõhu saasteloa taotluse keskkonnamõju hindamine, KMH aruanne. Teinemaa, E., Rahno, E., Nurmsalu, H. Tallinn 2011

EUROCHEM TERMINAL SILLAMÄE AS, Sillamäe ammoniaagiterminali eskiisprojekt. SWECO Projekt AS, Tallinn 2015

Loading and Unloading Emission Report for Ammonia Terminal in Port of Sillamäe, Estonia. Koostaja: Proton Ventures Engineering BV (Holland), dokumendi number 1L0026C-0000-JSD-0002, 16.01.2017

Põletusseadmetest välisõhku väljutatavate saasteainete heidete mõõtmise ja arvutusliku määramise meetodid (RT I, 29.11.2016, 6)

Sillamäe ammoniaagiterminali keskkonnamõju hindamise programm. Skepast&Puhkim OÜ, Tallinn 2016

Välisõhu kvaliteedi, lõhnahäiringu ja saasteainete heitkoguste hindamine Ida-Virumaal Sillamäe linnas ja Vaivara piirkonnas. Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ, Tallinn 2014