

Välisõhu kvaliteedi mõõtmised Tallinna Vanasadamas

Tallinn 2022



Välisõhu kvaliteedi mõõtmised Tallinna Vanasadamas

Tallinn 2022

Kinnitas:

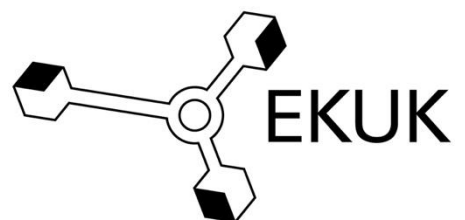
Toivo Truuts

Õhulabori juhataja

Aruande koostaja:

Maris Paju

Õhukvaliteedi osakonna spetsialist





Töö nimetus:

Välisõhu kvaliteedi mõõtmised Tallinna Vanasadamas

Töö autor:

Maris Paju, spetsialist

Töö tellija:

AS Tallinna Sadam
Sadama 25
15051 Tallinn

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D
Tallinn, 10617
Tel. 6112 900
Fax. 6112 901
info@klab.ee
www.klab.ee

EAK poolt akrediteeritud katselabor registreerimisnumbriga L008.

Töö valmimisaeg: 26.09.2022

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. Labor ei vastuta kliendi esitatud teabe õigsuse eest.



Sisukord

1	Sissejuhatus	7
2	Õhukvaliteedi piirväärtused	8
3	Mõõtmistulemused	9
3.1	Meteoroloogilised tingimused mõõteperioodil	9
3.2	Mõõdetud saastainete saastetasemed	11
3.3	Heitkoguste võrdlus.....	18
3.4	Saasteainete suundanalüüs.....	20
4	Mõõteperioodi episoodid.....	22
5	Kruisilaevadelt tulenev õhusaaste.....	34
6	Kokkuvõte.....	41



Tabelid

Tabel 1	Õhukvaliteedi piirväärtused	8
Tabel 2	Meteoroloogilised tingimused mõõteperioodil	9
Tabel 3	Tuule suundade esinemissagedus mõõteperioodil	10
Tabel 4	Episoodid	26
Tabel 5	Kruisilaevad Tallinna Vanasadamas	35

Joonised

Joonis 1	Konteinerjaama asukoht	7
Joonis 2	Tuulterooos	10
Joonis 3	NO ₂ 1h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas	11
Joonis 4	NO ₂ kontsentratsiooniroos Tallinna Vanasadamas	12
Joonis 5	SO ₂ 1h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas	13
Joonis 6	SO ₂ 24h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas	13
Joonis 7	SO ₂ kontsentratsiooniroos Tallinna Vanasadamas	14
Joonis 8	PM ₁₀ 24h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas	15
Joonis 9	PM ₁₀ kontsentratsiooniroos Tallinna Vanasadamas	15
Joonis 10	Transpordist pärineva BC 1h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas	16
Joonis 11	Transpordist pärineva BC 24h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas	17
Joonis 12	Transpordist pärineva BC kontsentratsiooniroos Tallinna Vanasadamas	17
Joonis 13	SO ₂ kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas ning Konteinerjaamas	18
Joonis 14	NO ₂ kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas ning Konteinerjaamas	19
Joonis 15	PM ₁₀ kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas ning Konteinerjaamas	19
Joonis 16	BC kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas ning Konteinerjaamas	20
Joonis 17	Summaarsed saastevood Tallinna Vanasadamas	21
Joonis 18	Vääveldioksiidi kontsentratsioon Konteinerjaamas ning Tallinna seirejaamades	24



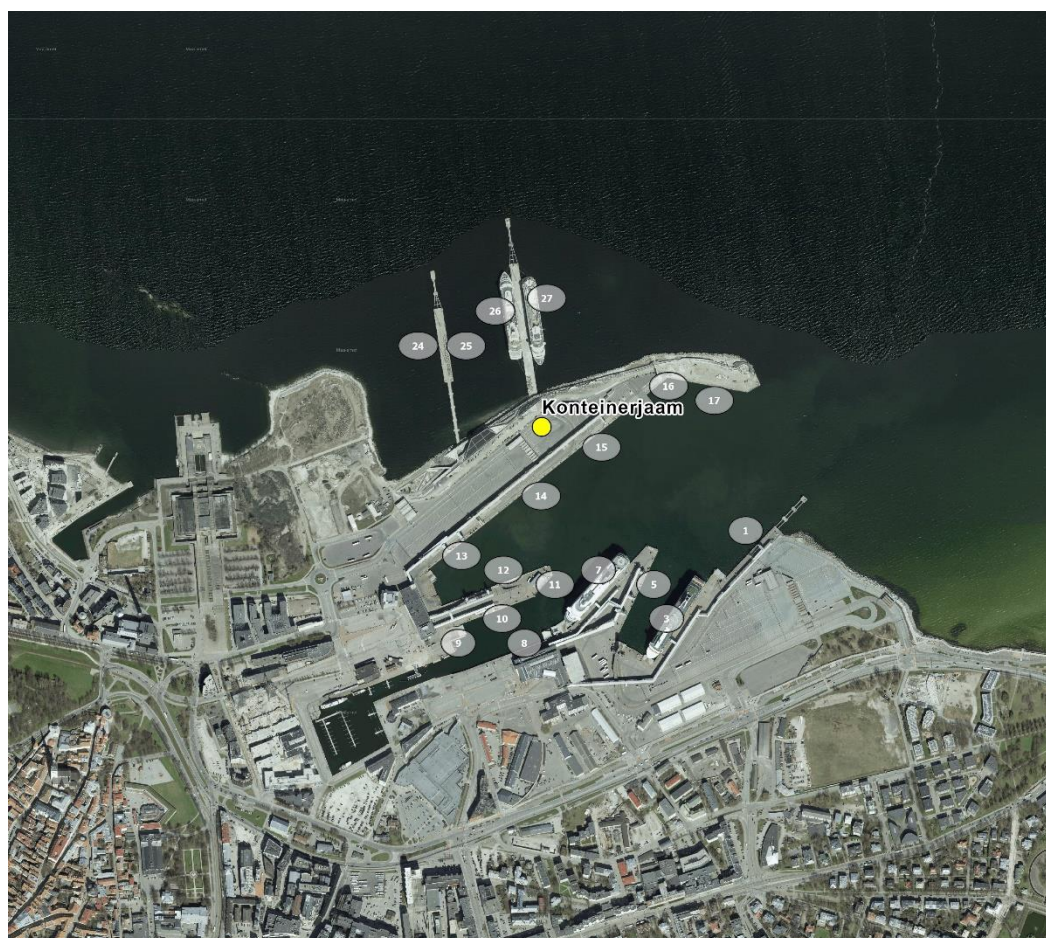
Joonis 19	Lämmastikdioksiidi kontsentratsioon Konteinerjaamas ning Tallinna seirejaamades.....	24
Joonis 20	Peenosakeste kontsentratsioon Konteinerjaamas ning Tallinna seirejaamades	25
Joonis 21	Musta süsiniku kontsentratsioon Konteinerjaamas ning Tallinna seirejaamades	25



1 Sissejuhatus

Tallinna Vanasadama piirkonnas on olulisteks heiteallikateks nii liiklus kui ka sadamas peatuvad laevad. Hindamaks õhusaaste olukorra muutumist sadamas laevade sisenemisel, väljumisel, sadamas seismise ajal ning laevale suunduvate autode mõju, viidi Tallinna Vanasadamas ajavahemikul 15.07 – 02.08.2022 teiseldata konteinerjaamaga läbi õhukvaliteedi pidevmõõtmised. Konteinerjaama asukoht on toodud Joonis 1.

Mõõteperioodil määrati välisõhust lämmastikdioksiidi (NO_2), vääveldioksiidi (SO_2), peenosakeste (PM_{10}) ning musta süsiniku (BC) kontsentratsioone ning lisaks meteoroloogilisi parameetreid nagu tuule suund ja kiirus, välisõhu temperatuur ja suhteline õhuniiskus. Mõõtmised toimusid pidevalt ja tulemused salvestati mõõtejaamas asuvasse salvestusseadmesse 30 minuti keskmistena ning kanti Eesti Keskkonnauuringute Keskuse serverisse üle tunnise intervalliga. Aruandes leiavad kajastamist tunnikeskised väärtused.



Joonis 1 Konteinerjaama asukoht

Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)

1:10 000



2 Õhukvaliteedi piirväärtused

Õhukvaliteedi taseme piir- ja sihtväärtused on toodud keskkonnaministri 27. detsembri 2016. aasta määruses nr 75 „Õhukvaliteedi piir- ja sihtväärtused, õhukvaliteedi muud piirnormid ning õhukvaliteedi hindamispiirid“.

Õhukvaliteedi piirväärtus on saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus, mis on kehtestatud teaduslike andmete alusel ning mille eesmärk on vältida või vähendada saasteaine ebasoodsat mõju inimese tervisele ja keskkonnale. Ületamise korral tuleb saavutada piirväärtusele vastavus kindlaksmääratud aja jooksul. Õhukvaliteedi piirväärtuse ületamise korral eeldatakse olulise keskkonnahäiringu tekkimist.

Käesoleva töö raames hinnatud saasteainete välisõhu saastetaseme piirväärtused on toodud Tabel 1. Mustale süsinikule (BC) pole vastavalt keskkonnaministri määrusele nr 75 õhukvaliteedi piirväärtust kehtestatud.

Tabel 1 Õhukvaliteedi piirväärtused

Saasteaine	Keskmistamise ajavahemik	Õhukvaliteedi piirväärtus, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Aastas lubatud ületamiste arv
Lämmastikdioksiid (NO_2)	1 tund	200	18
	1 aasta	40	-
Väeveldioksiid (SO_2)	1 tund	350	24
	24 tundi	125	3
Peenosakesed (PM_{10})	24 tundi	50	35
	1 aasta	40	-



3 Mõõtmistulemused

Põhjusel, et esimene ning viimane mõõtepäev on konteineri teisaldamise tõttu poolikud, arvestati andmete analüüsimisel täispäevadega, s.o 16.07 – 01.08.

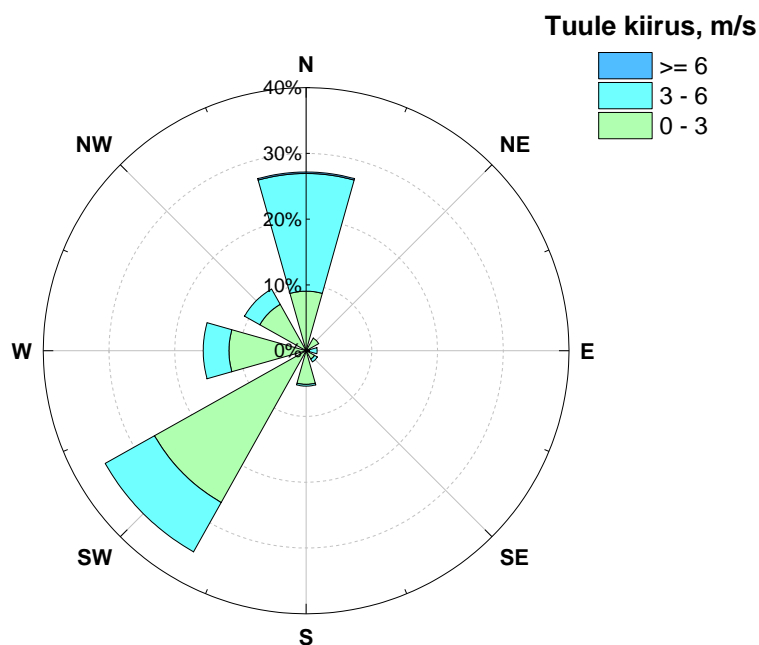
3.1 Meteoroloogilised tingimused mõõteperioodil

Tuule suund ja kiirus määravad ära saasteainete püsimise ja levimise õhus. Tuulise ilmaga on saasteainete kontsentratsioonid reeglina madalamad, mis on tingitud parematest hajumistingimustest. Mida tugevam tuul, seda rohkem on õhus turbulentsid ning seda kiiremini hajub õhusaaste. Oluline saaste hajumist soodustav tegur on päikesekiirgus, mis tekitab aluspinna ebaühtlase soojenemise kaudu vertikaalseid õhuvoolusid ja sellest tulenevalt ka õhurõhu erinevusi, mis omakorda käivitavad õhu horisontaalse liikumise. Seega tekivad kohalikud õhusaaste probleemid peamiselt nõrga tuule korral ja tõusvate õhuvoolude puudumisel.

Mõõteperioodi keskmised meteoroloogilised tingimused konteinerijaama mõõtepunktis on toodud Tabel 2, tuule suundade ja kiiruste esinemissagedused Joonis 2 ning Tabel 3. Tabelist 3 ning tuulterosilt tuleb esile, et mõõtmiste ajal puhusid valdavalt põhja-, edela ning läänetuuled.

Tabel 2 Meteoroloogilised tingimused mõõteperioodil

Parameeter	Väärtus
Välisõhu temperatuur	18,7 °C
sh maksimaalne välisõhu temperatuur	29,8 °C
sh minimaalne välisõhu temperatuur	11,2 °C
Tuule kiirus	2,6 m/s
sh maksimaalne tuule kiirus	6,2 m/s
Tuule suund	260° (läänetuul)
Suhteline õhuniiskus	68 %
sh maksimaalne suhteline õhuniiskus	91 %
sh minimaalne suhteline õhuniiskus	42 %



Joonis 2 Tuulteroos

Tabel 3 Tuule suundade esinemissagedus mõõteperioodil

Tuule suund	°(kraadi)	Esinemissagedus, %
Põhi (N)	337.5-22.5 °	27,5
Kirre (NE)	22.5-67.5 °	2,2
Ida (E)	67.5-112.5 °	1,7
Kagu (SE)	112.5-157.5 °	2,0
Lõuna (S)	157.5-202.5 °	5,4
Edel (SW)	202.5-247.5 °	34,8
Lääs (W)	247.5-292.5 °	15,7
Loe (NW)	292.5-337.5 °	10,8



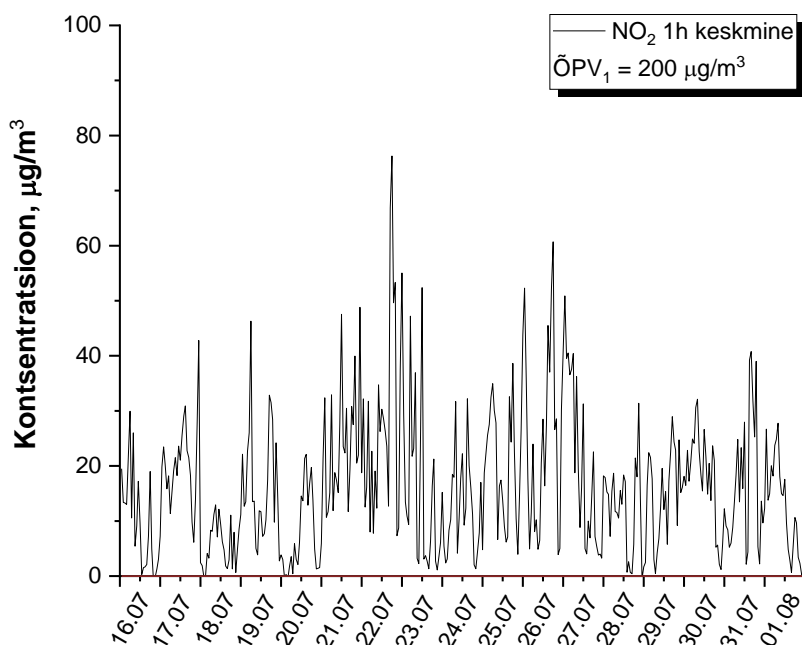
3.2 Mõõdetud saastainete saastetasemed

Lämmastikdioksiidi (NO_2) sisaldusele välisõhus on kehtestatud tunnikeskmine piirväärtus $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ning aastakeskmine piirväärtus $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mõõteperioodi jooksul ei registreeritud välisõhu koostises ühelgi korral lämmastikdioksiidile kehtestatud 1h keskmist piirväärtust ületavat kontsentratsiooni.

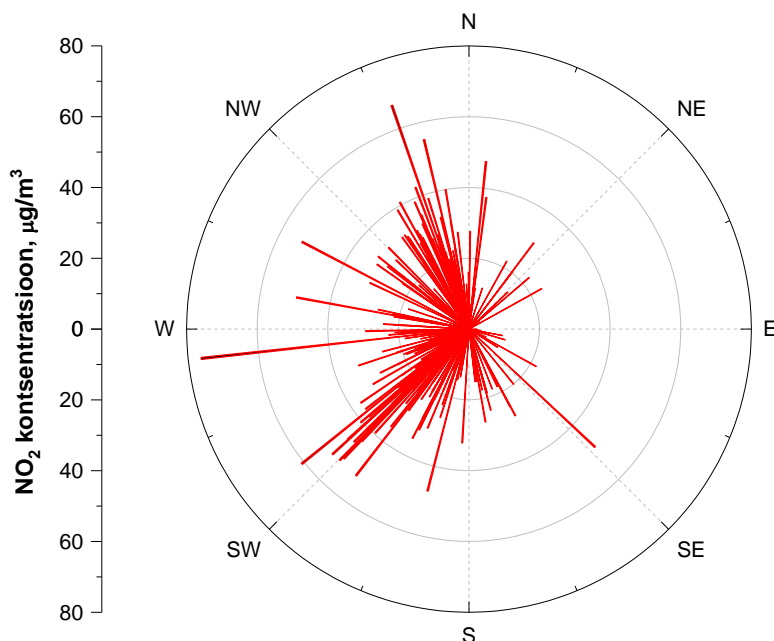
Maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon **$76,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$** mõõdeti 22. juulil kell 17:00 (samal ajal Liivalaia seirejaamas $7,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Joonis 3). Mõõtehetkel puhus läänetuul keskmise kiirusega $1,8 \text{ m/s}$, keskmine välisõhu temperatuur oli $28,2^\circ\text{C}$. Mõõteperioodi keskmine lämmastikdioksiidi sisaldus oli **$16,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Riiklikus linnaõhuseirejaamas Liivalaia tänaval mõõdeti sama perioodi maksimaalseks NO_2 tunnikeskmiseks kontsentratsiooniks **$78,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$** (21. juulil kell 15:00). Perioodi keskmine lämmastikdioksiidi sisaldus kesklinna välisõhu koostises oli **$7,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$** .

Kontsentratsiooniroosi kohaselt kandusid maksimaalsed lämmastikdioksiidi kontsentratsioonid mõõtejaamani valdavalt edela ning loode suundadest (Joonis 4).



Joonis 3 **NO_2 1h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas**



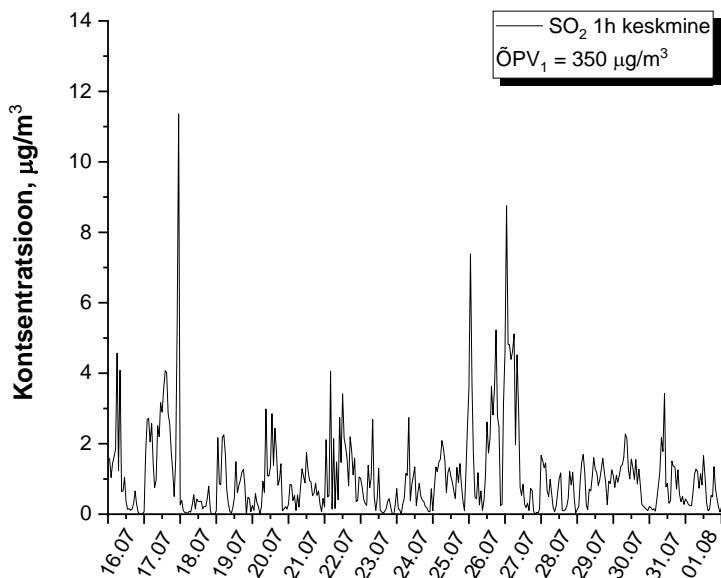
Joonis 4 **NO₂ kontsentratsiooniroos Tallinna Vanasadamas**

Vääveldioksiidi (SO₂) sisaldusele välisõhus on kehtestatud nii tunnikeskmine (350 µg/m³) kui ka ööpäevakeskmise (125 µg/m³) piirväärtus. Kogu mõõteperioodi jooksul jäid vääveldioksiidi saastetasemed kehtestatud piirväärtustest oluliselt madalamaks.

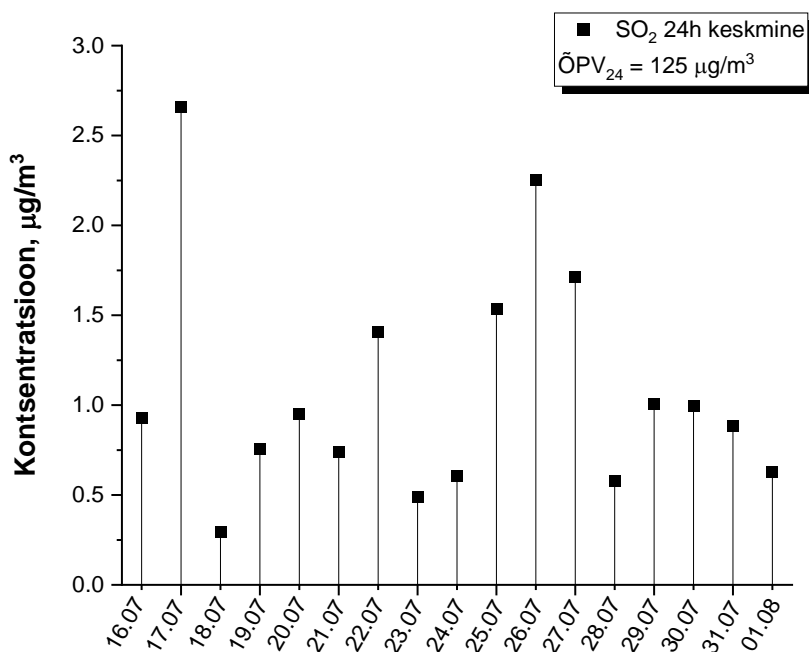
Maksimaalne vääveldioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon **11,36 µg/m³** mõõdeti 17. juulil kell 22:00 (samal ajal Liivalaia seirejaamas 0,11 µg/m³) (Joonis 5). Mõõtetetkel puhus põhjatuul keskmise kiirusega 2,5 m/s ning välisõhu temperatuur oli 15,0°C. Maksimaalne ööpäevakeskmise SO₂ sisaldus **2,66 µg/m³** mõõdeti samuti 17. juulil (Joonis 6). Mõõteperioodi keskmine vääveldioksiidi sisaldus välisõhu koostises oli **1,09 µg/m³**.

Riiklikus linnaõhuseirejaamas Liivalaia tänaval mõõdeti sama perioodi maksimaalseks SO₂ tunnikeskmiseks kontsentratsiooniks **3,20 µg/m³** (21. juuli kell 16:00), ööpäevakeskmiseks kontsentratsiooniks **0,82 µg/m³** (21. juuli) ning keskmiseks kontsentratsiooniks **0,22 µg/m³**.

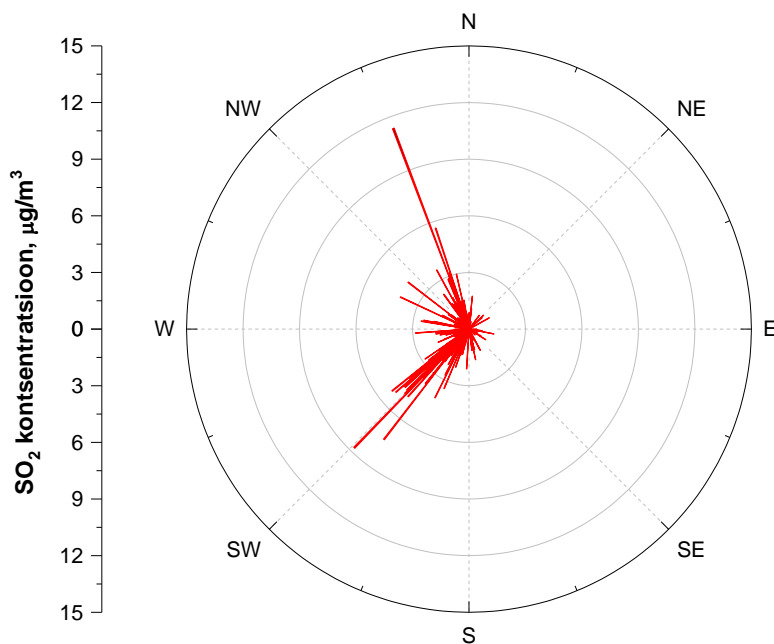
Kontsentratsiooniroosi kohaselt kandusid maksimaalsed vääveldioksiidi kontsentratsioonid mõõtejaamani valdavalt edela ning loode suundadest (Joonis 7).



Joonis 5 SO₂ 1h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas



Joonis 6 SO₂ 24h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas

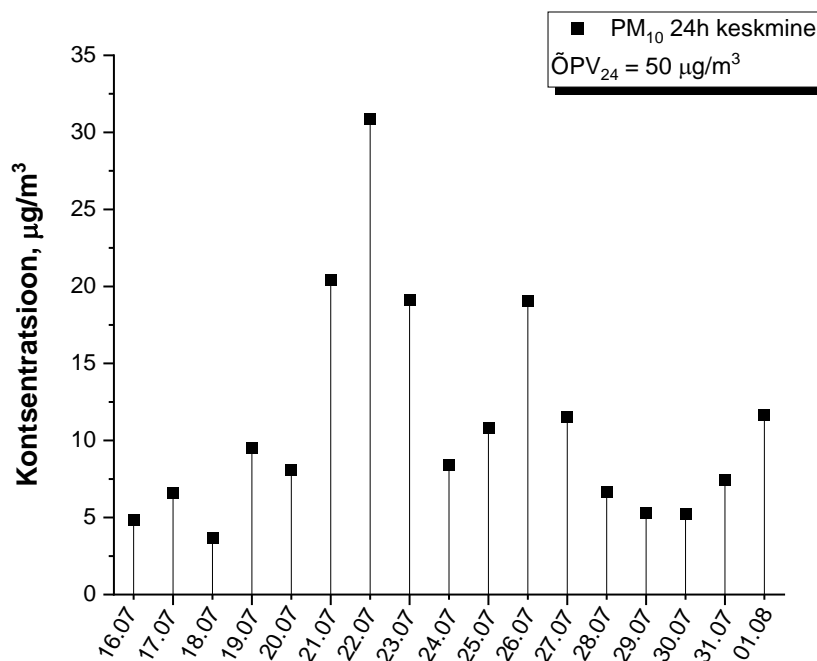


Joonis 7 SO₂ kontsentratsiooniroos Tallinna Vanasadamas

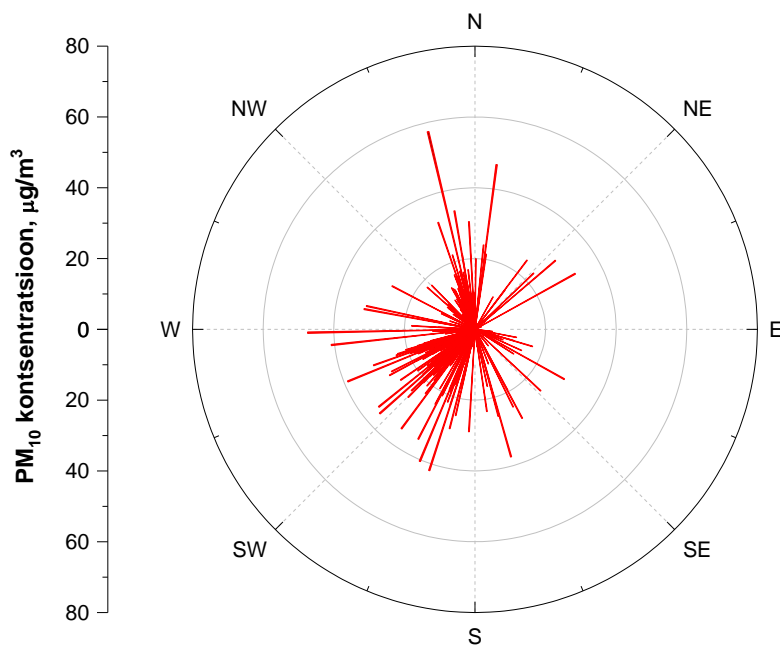
Peenosakeste (PM₁₀) sisaldusele välisõhus kehtib ööpäeva- ja aastakeskmine piirväärtus, vastavalt 50 µg/m³ ja 40 µg/m³. Ööpäevakeskmist piirväärtust on aasta jooksul lubatud ületada 35 korda. Peenosakeste maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon **30,88 µg/m³** mõõdeti 22. juulil (Joonis 8). Mõõteperioodi keskmine peenosakeste sisaldus oli **11,13 µg/m³**.

Riiklikus linnaõhuseirejaamas Liivalaia tänaval mõõdeti sama perioodi maksimaalseks PM₁₀ ööpäevakeskmiseks kontsentratsiooniks **27,76 µg/m³** (22. juuli) ning keskmiseks kontsentratsiooniks **10,55 µg/m³**.

Kontsentratsiooniroosi kohaselt kandusid maksimaalsed peenosakeste kontsentratsioonid mõõtejaamani valdavalt edela ning põhja suunast (Joonis 9).



Joonis 8 PM₁₀ 24h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas



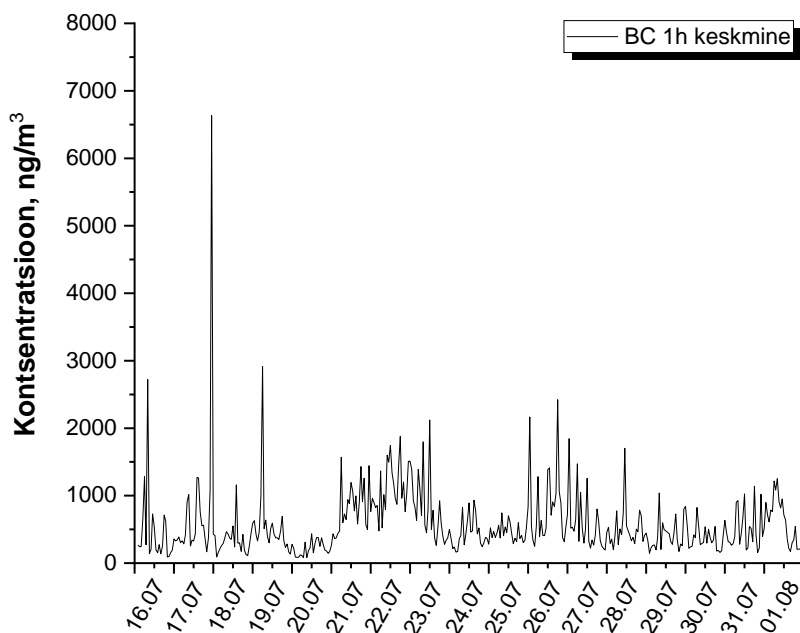
Joonis 9 PM₁₀ kontsentratsiooniroos Tallinna Vanasadamas



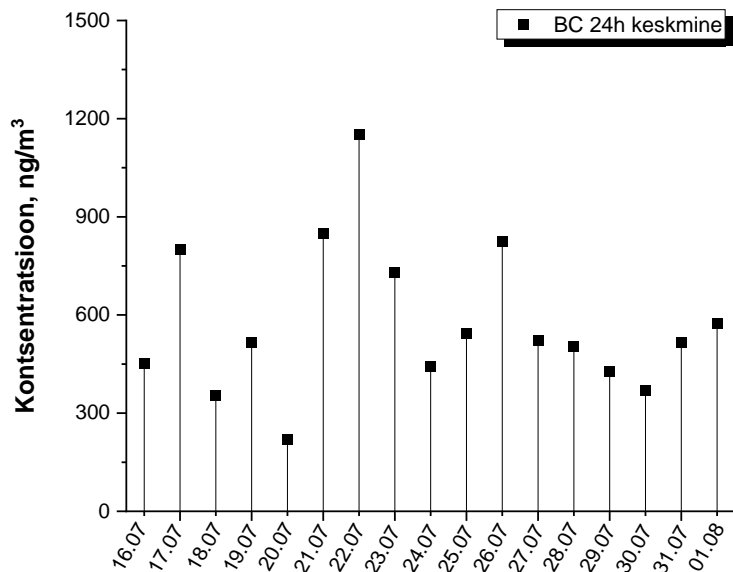
Musta süsiniku ehk tahma (BC) mõõtmistel on võimalik määrata eraldi transpordist ja puidu põletamisest pärineva tahma osakaalu. Liiklusest pärineva tahma maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon **6 630,0 ng/m³** mõõdeti 17. juulil kell 22:00 (samal ajal Liivalaia seirejaamas 128,5 ng/m³) (Joonis 10). Mõõtehetkel puhus põhjatuul keskmise kiirusega 2,5 m/s ning välisõhu temperatuur oli 15,0°C. Maksimaalne ööpäevakeskmise BC sisaldus **1 151,7 ng/m³** mõõdeti 22. juulil (Joonis 11). Mõõteperioodi keskmine musta süsiniku sisaldus välisõhu koostises oli **577,2 ng/m³**.

Riiklikus linnaõhuseirejaamas Liivalaia tänaval mõõdeti sama perioodi maksimaalseks BC tunnikeskmiseks kontsentratsiooniks **3 039 ng/m³** (29. juuli kell 21:00), ööpäevakeskmiseks kontsentratsiooniks **1 099,7 ng/m³** (21. juuli) ning keskmiseks kontsentratsiooniks **389,1 ng/m³**.

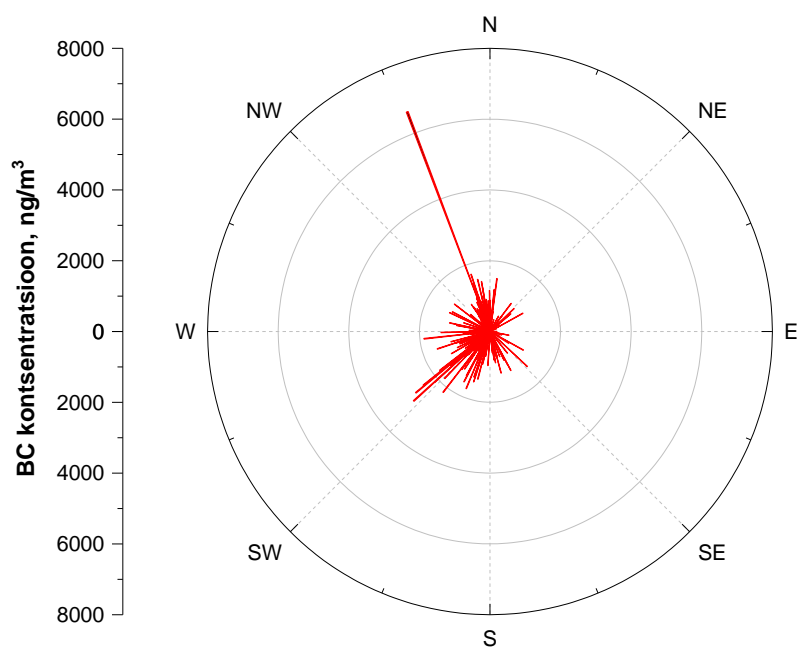
Kontsentratsiooniroosi kohaselt kandusid maksimaalsed musta süsiniku kontsentratsioonid mõõtejaamani valdavalt edela ning põhja suundadest (Joonis 12).



Joonis 10 Transpordist pärineva BC 1h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas



Joonis 11 Transpordist pärineva BC 24h keskmine kontsentratsioon Tallinna Vanasadamas



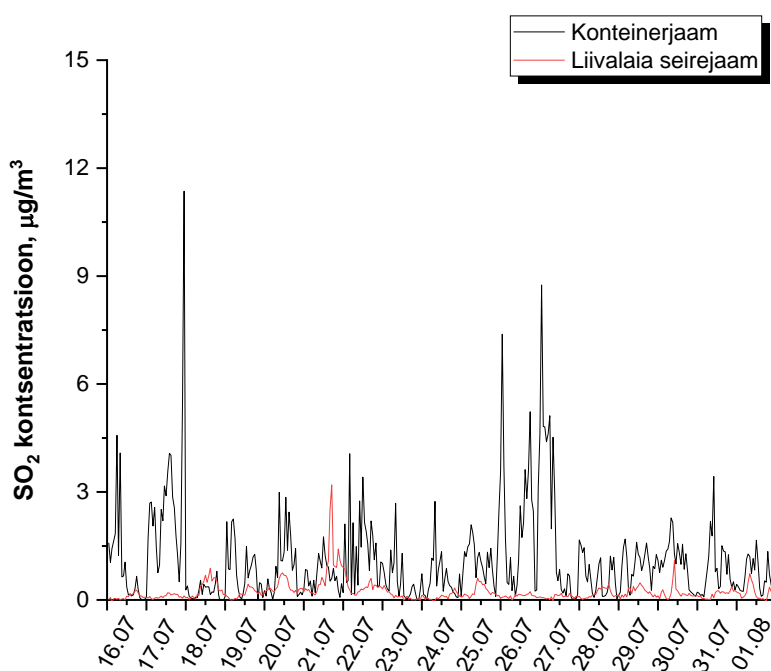
Joonis 12 Transpordist pärineva BC kontsentratsiooniroos Tallinna Vanasadamas



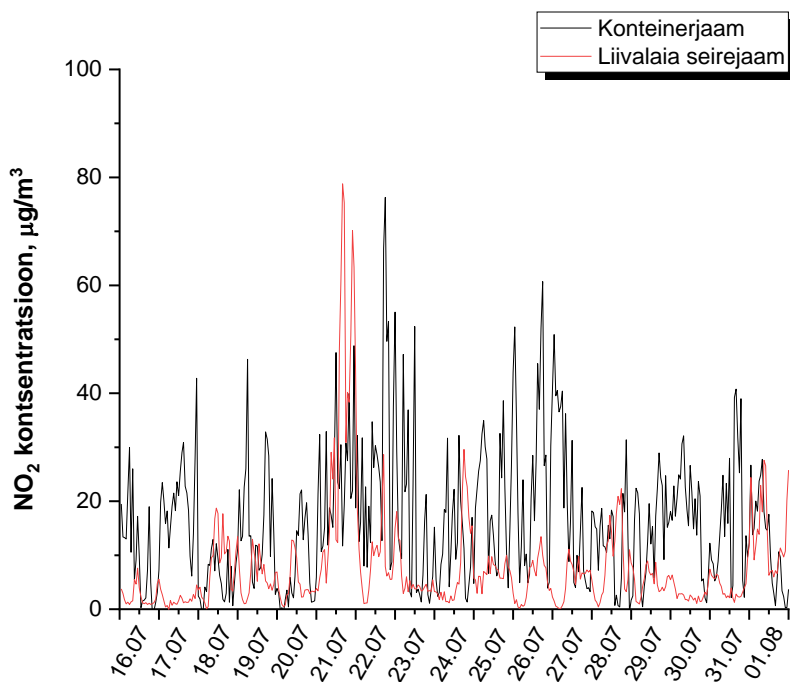
3.3 Heitkoguste võrdlus

Võrreldes sama perioodi tunnikeskmiseid kontsentratsioone Konteinerjaamas ja Liivalaia seirejaamas, tuleb esile, et sadama piirkonnas mõõdetud lämmastikdioksiidi ja vääveldioksiidi tasemed on mõnevõrra kõrgemad võrreldes kesklinna seirejaamaga, viidates selgelt nende pärinemisele laevadelt, sh sadama territooriumil toimuvast liiklusest (Joonis 13, Joonis 14). Vaatamata sellele, et nii vääveldioksiidi kui ka lämmastikdioksiidi tasemed on kesklinnaga võrreldes kõrgemad, jäävad mõlema saasteaine mõõdetud maksimaalsed tasemed oluliselt alla kehtestatud piirväärtuste.

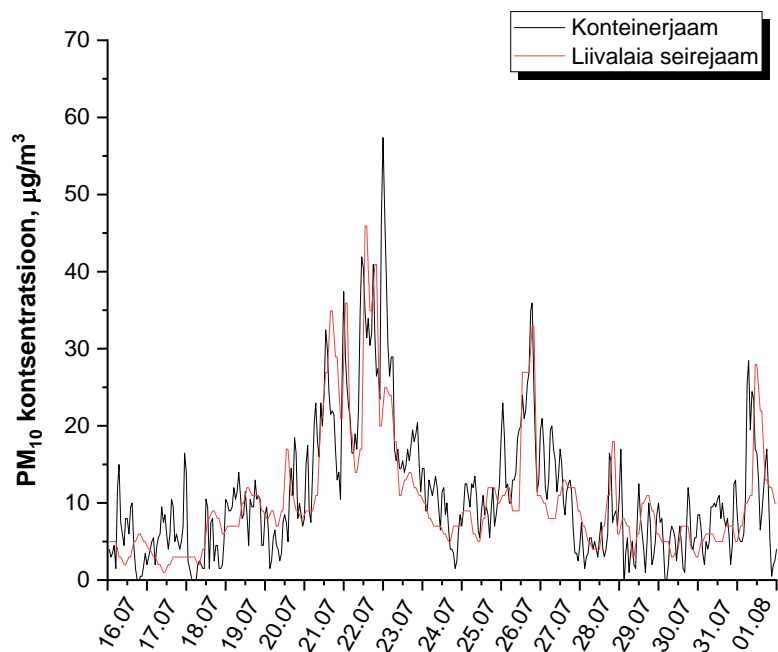
Peenosakeste ja musta süsiniku andmetes suuri erinevusi esile ei tule ning tasemed on pigem ühtlasemad. Peenosakeste tasemed käivad täielikult korrelatsioonis Liivalaia mõõdetuga (Joonis 15, Joonis 16).



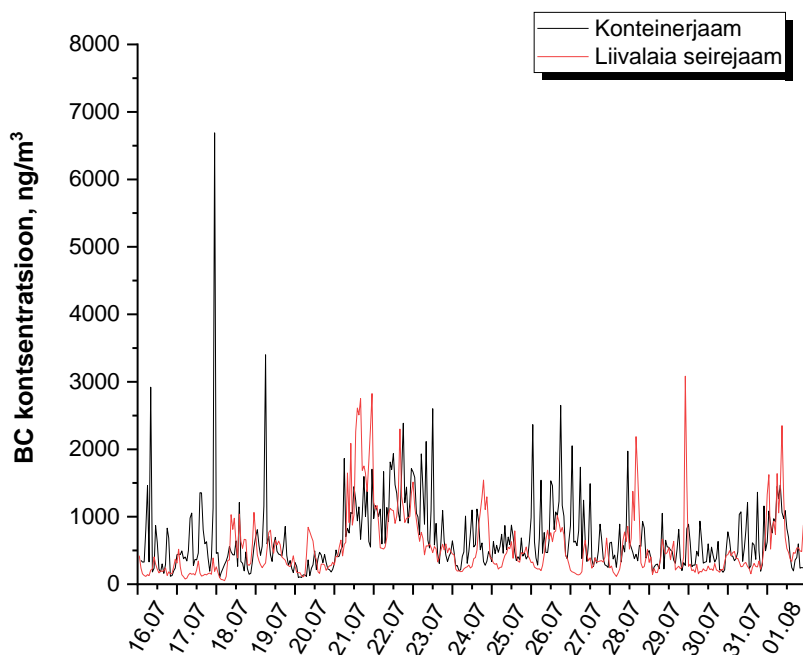
Joonis 13 SO₂ kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas ning Konteinerjaamas



Joonis 14 NO₂ kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas ning Konteinerjaamas



Joonis 15 PM₁₀ kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas ning Konteinerjaamas

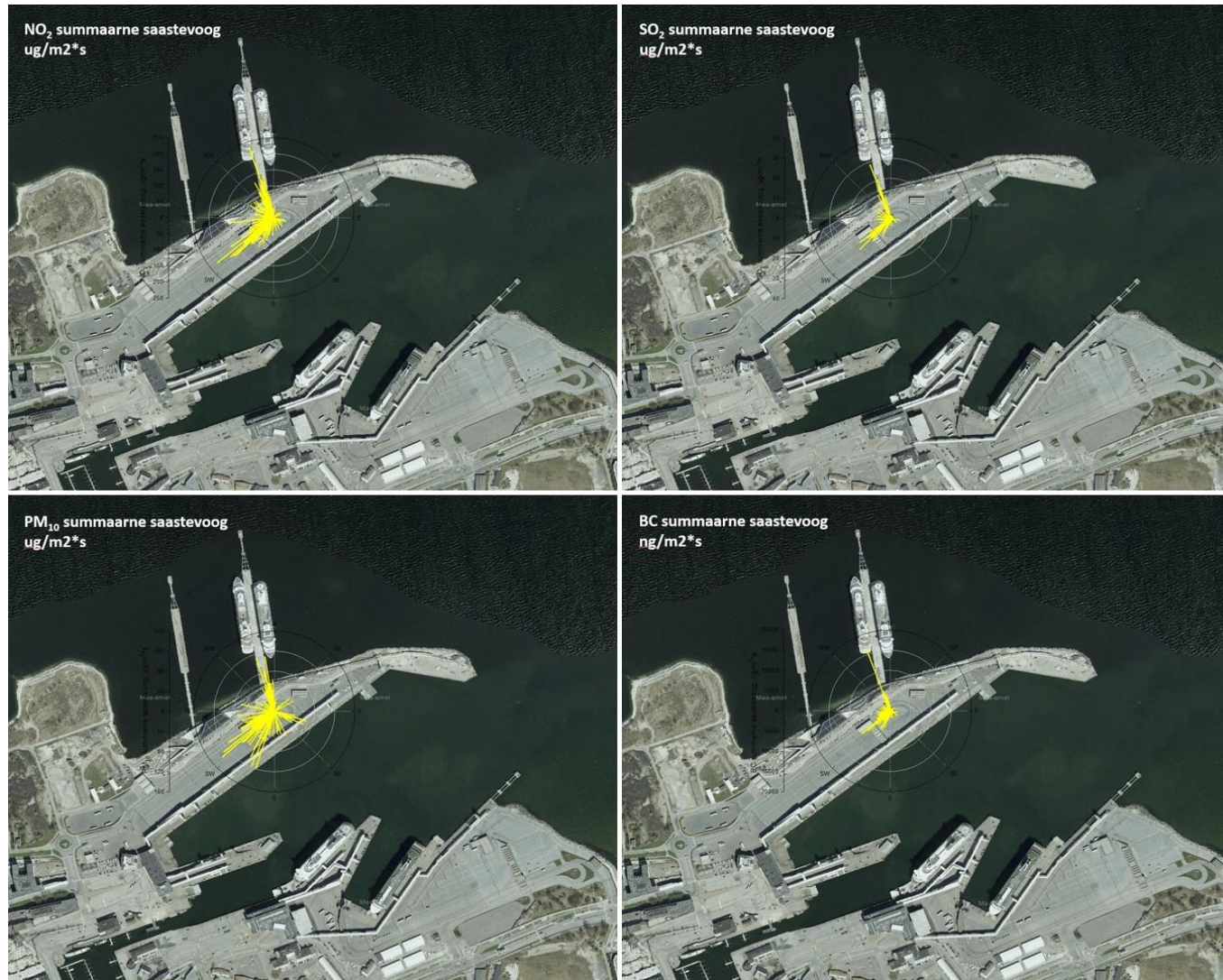


Joonis 16 BC kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas ning Konteinerjaamas

3.4 Saasteainete suundanalüüs

Suundanalüüsi aluseks on summaarse saastevoog graafikud, mis annavad infot, kust suunast pärineb koguliselt suurem osa seirejaamas mõõdetud saastest. Summeeritud saastevoog arvutamise aluseks on tuule kiiruse ja saasteaine kontsentratsiooni korrutis (voog) summeerituna tuule suundade järgi, mis näitab ära, millisest suunast summaarselt kõige rohkem saastet pärineb.

Vaadates lämmastikdioksiidi, vääveldioksiidi, peenosakeste ning musta süsiniku summaarse saastevoog ja tuule suuna vahelisi sõltuvusi, siis on näha nende ühendite pärinemist valdavalt samadest suundadest, s.o põhja ning edela suunast (Joonis 13).



Joonis 17 Summaarsed saastevood Tallinna Vanasadamas



4 Mõõteperioodi episoodid

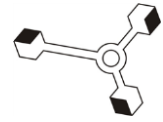
Mõõtekampania jooksul (s.o 15.07 – 01.08) läbis Tallinna Vanasadamat kokku 278 laeva. Hindamaks laevade võimalikku mõju saasteainete kontsentratsioonidele, valiti välja 6 episoodi, mida täpsemalt analüüsiti, sh vaadati samaaegseid tegevusi sadamas.

Varasemad uuringud on näidanud, et laevadel on oluline mõju eelkõige vääveldioksiidi ning lämmastikdioksiidi tasemetele. Tulenevalt sellest loeti üheks episoodiks korda, mil üheaegselt olid keskmisest kõrgemad nii vääveldioksiidi (keskmise mõõdetud kontsentratsioon $1,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$) kui ka lämmastikdioksiidi (keskmise mõõdetud kontsentratsioon $16,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tasemed ning seda vähemalt 5 järjestikuse tunni jooksul. Töös käsitletud episoodid on esitatud Tabel 4.

Tabelist 4 tuleb esile, et I episoodil (17.07 kell 08:00 – 22:00) saabus sadamasse 12 ning väljus 16 laeva, 1 tunnil sadamas tegevust ei toimunud. Episoodi maksimaalne SO_2 kontsentratsioon ($11,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ning maksimaalne NO_2 kontsentratsioon ($42,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mõõdeti ajal, mil sadamasse saabusid samaaegselt nii Viking XPRS (kai nr 13) kui Star (kai nr 5). Võttes arvesse, et samal tunnil puhus põhjatuul ning nii kai nr 13 kui ka nr 5 jäävad konteinerjaamast lõunakaarde, on võimalik, et antud tasemeid võisid teatud määral mõjutada sadamas seisnud ning järgmisel tunnil sadamast lahkunud kruisilaevad Artania (kai nr 24) ning Azamara Pursuit (kai nr 25).

II episoodil (22.07 kell 09:00 – 19:00) saabus sadamasse 11 ning väljus 10 laeva. Episoodi maksimaalne SO_2 kontsentratsioon ($3,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mõõdeti ajal, mil sadamasse saabusid Viking XPRS (kai nr 13) ja Baltic Queen (kai nr 3) ning lahkusid Star (kai nr 5) ning Viking XPRS (kai nr 13). Mõõtmiste hetkel puhus edelatuul. Maksimaalne NO_2 kontsentratsioon ($76,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$) registreeriti ajal, mil sadamasse saabus Viking XPRS (kai nr 13) ning lahkus Star (kai nr 5). Mõõtmiste hetkel puhus läänetuul. Arvestades, et kogu episoodi jooksul on puhunud muutliku suunaga tuul ehk on esinenud nii edela-, lõuna-, lääne-, loode- kui põhjatuul, on kõrgeenenud kontsentratsioonid tingitud mitme faktori koosmõjul. Kuna maksimaalsed tasemed mõõdeti lääne-edela tuulega, on tõenäoline, et enim on antud saastetasemeid mõjutanud laevale pääsemist ootavad sõidukid, mille ooteala jääb mõõtejaamast samuti lääne-edela suunda.

III episoodil (25.07 kell 02:00 – 07:00) saabus sadamasse 1 laev ning väljus samuti 1 laev, 4 tunnil sadamas samaaegselt tegevust ei toimunud. Episoodi maksimaalne SO_2 kontsentratsioon ($2,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ning maksimaalne NO_2 kontsentratsioon ($34,94 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mõõdeti ajal, mil sadamasse ei saanud ega lahkunud ühtki laeva. Episoodi jooksul puhus põhja-loode tuul, mistõttu sadamasse saanud või sadamast väljunud liinilaevad antud saastetasemeid mõjutada ei saanud. Samuti ei peatunud samaaegselt sadamas ka ühtegi kruisilaeva.

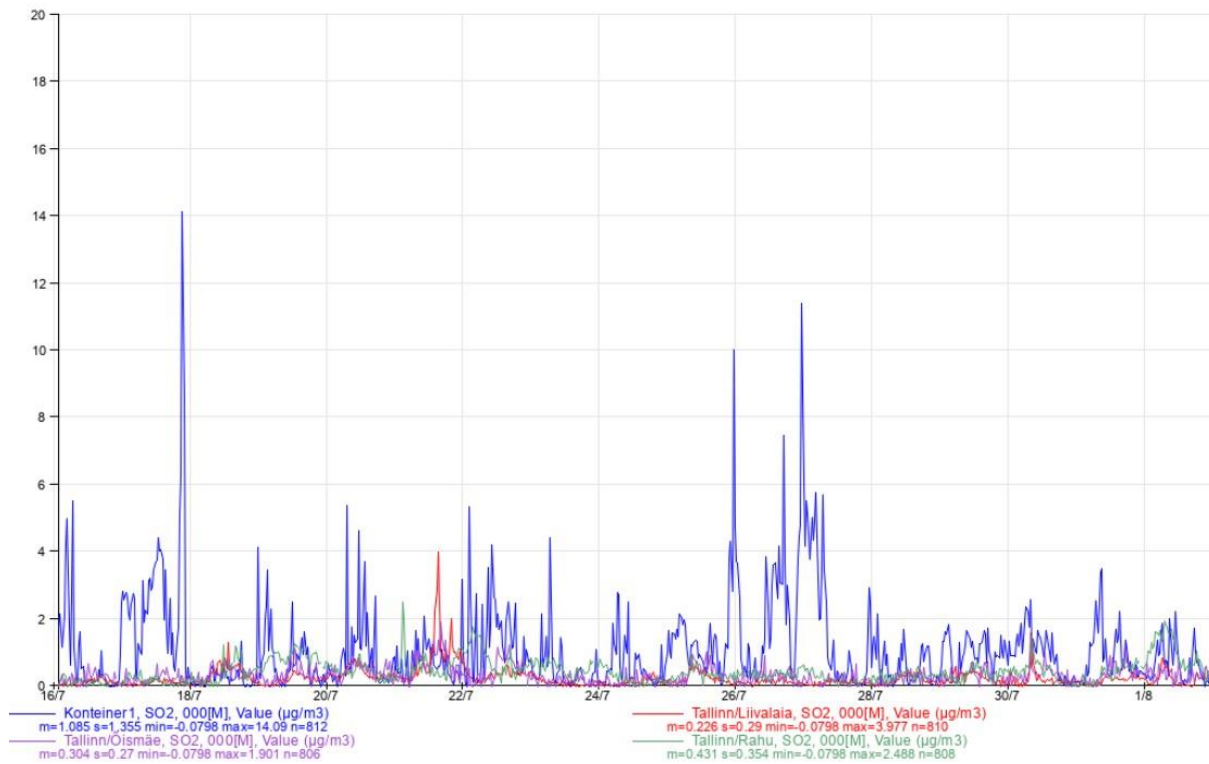
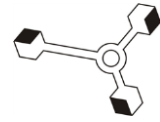


IV episoodil (25.07 kell 22:00 – 26.07 kell 02:00) saabus sadamasse 4 ning väljus 1 laev, 1 tunnil sadamas samaaegselt tegevus ei toimunud. Episoodi maksimaalne SO₂ kontsentratsioon (7,38 µg/m³) ning maksimaalne NO₂ kontsentratsioon (52,30 µg/m³) mõõdeti ajal, mil sadamasse saabus Viking XPRS (kai nr 13). Mõõtmiste hetkel puhus edelatuul, mistõttu võib eeldada, et saastetasemeid on enim mõjutanud laevale pääsemist ootavad sõidukid.

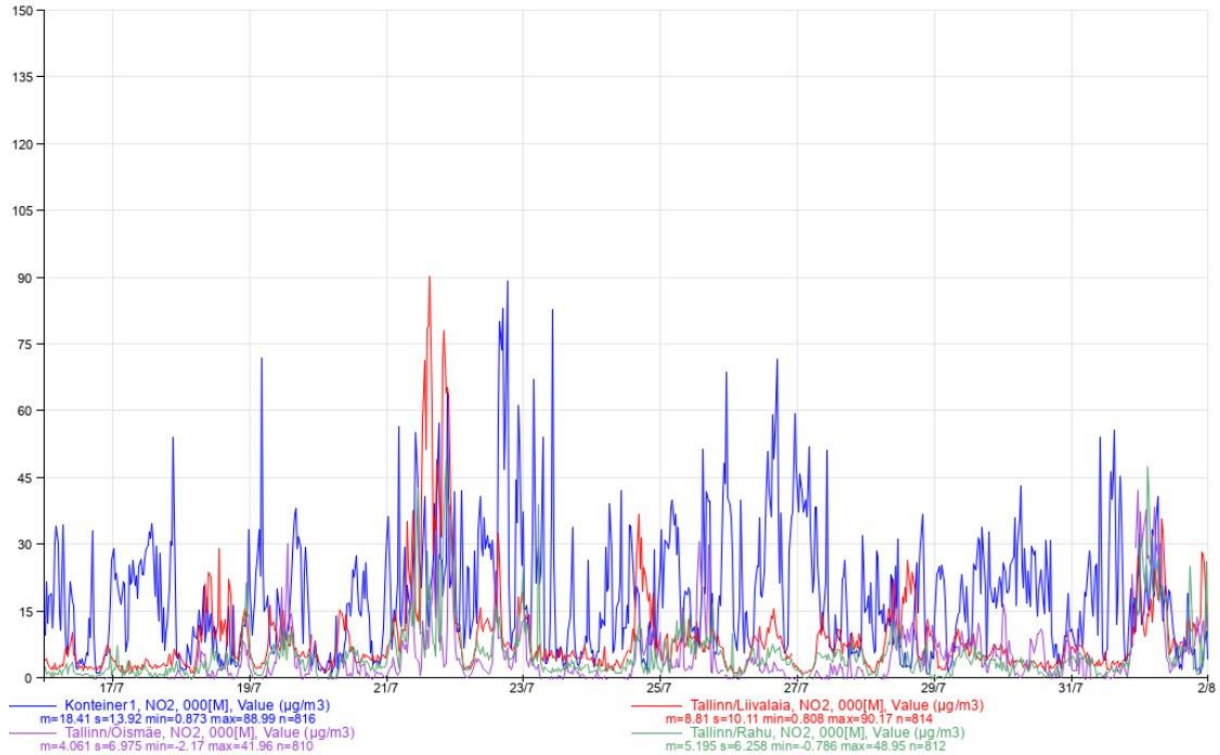
V episoodil (26.07 kell 13:00 – 27.07 kell 08:00) saabus sadamasse 13 ning väljus samuti 13 laeva, 4 tunnil sadamas tegevust ei toimunud. Episoodi maksimaalne SO₂ kontsentratsioon (8,75 µg/m³) mõõdeti ajal, mil sadamasse saabus Viking XPRS (kai nr 13) ning maksimaalne NO₂ kontsentratsioon (60,71 µg/m³) registreeriti ajal, mil sadamast lahkus Star (kai nr 5). Arvestades, et kogu episoodi jooksul puhus edelatuul, sadamasse saabus ning lahkus igal tunnil mõni liinilaev, samas kruisilaevu sadamas antud perioodil ei peatunud, võib eeldada, et kõrgenenud kontsentratsioonid on tingitud mitme faktori koosmõjul – st nii sõidukitest sadamaalal (liinilaevadele pääsemist ootavad sõidukid) kui laevadest.

VI episoodil (30.07 kell 04:00 – 08:00) saabus sadamasse 2 ning väljus 3 laeva, 2 tunnil sadamas tegevust ei toimunud. Episoodi maksimaalne SO₂ kontsentratsioon (2,28 µg/m³) ning maksimaalne NO₂ kontsentratsioon (32,12 µg/m³) registreeriti ajal, mil sadamasse ei saanud ega väljunud ühtegi laeva. Episoodi jooksul puhus põhja-loode tuul, kuid samaaegselt sadamas kruisilaevu ei peatunud, mistõttu võib eeldada, et saastetasemeid on enim mõjutanud laevale pääsemist ootavad sõidukid.

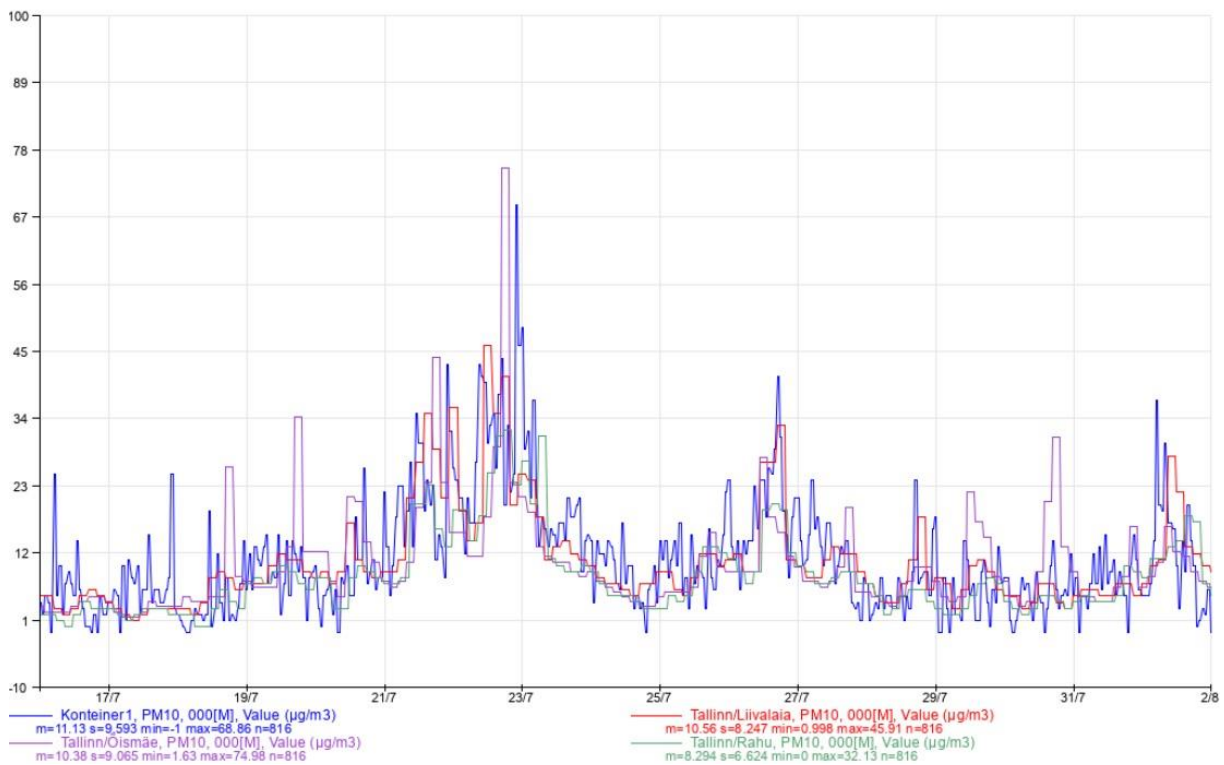
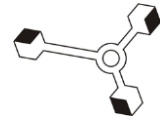
Episoodide analüüsist tuleb esile, et kõrgenenud saastetasemed on jõudnud mõõtejaamani nii põhja-, loode-, lääne-, edela- kui lõuna suunast, mis näitab, et lisaks laevaliiklusele ning sadama alal toimuvale muule liiklusele, omab olulist mõju saasteainete tasemetele ka üldine saaste, mis jõudis mõõtejaamani väljapoolt sadama territooriumi. Vaadates kogu andmestikku, sh ka eelpool kirjeldatud episoodide, siis esines olukordi, mil saasteainete tasemed olid keskmisest mõnevõrra kõrgemad, kuid sadamas samaaegset tegevust ei toimunud ehk nendel tundidel ei saanud ega väljunud sadamast ühtegi laeva. Antud kontsentratsiooni tõusud viitavadki eelkõige üldisele saastele, mida kinnitavad ka alljärgnevad joonised (Joonis 18 – Joonis 21), millel on kajastatud nii Konteinerjaama kui kõikide teiste Tallinna seirejaamade (s.o Liivalaia, Õismäe ning Rahu) saastetasemed antud mõõteperioodil. Kuigi vääveldioksiidi tasemetes esineb Konteinerjaamas, võrreldes teiste seirejaamadega, kõrgemaid piike, siis lämmastikdioksiidi, peenosakeste ning musta süsiniku joonistelt on näha, et tasemed jälgivad valdavalt samu tõusu- ja langustrende.



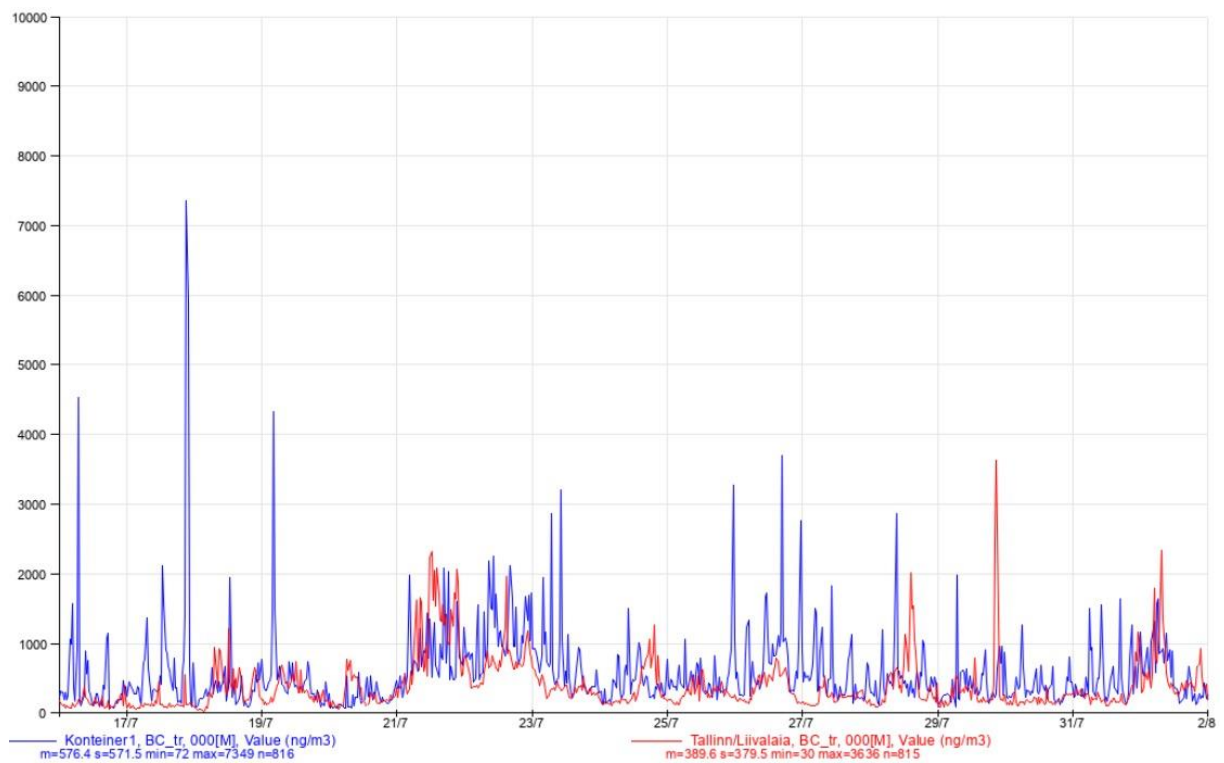
Joonis 18 Väeveldioksiidi kontsentratsioon Konteinerjaamas ning Tallinna seirejaamades



Joonis 19 Lämmastikdioksiidi kontsentratsioon Konteinerjaamas ning Tallinna seirejaamades



Joonis 20 Peenosakeste kontsentratsioon Konteinerjaamas ning Tallinna seirejaamades



Joonis 21 Musta süsiniku kontsentratsioon Konteinerjaamas ning Tallinna seirejaamades



Tabel 4 Episoodid

Kuupäev ja kellaaeg	Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	Tegevus sadamas
I episood							
17.07.2022 08:00	338	5.4	2.51	21.50	9.48	1055.00	Saabumised sadamasse: • MEIN SCHIFF 6 – kell 07:18, kai 27 Väljumised sadamast: • MEGASTAR – kell 07:14, kai 5 • VIKING XPRS – kell 07:50, kai 13
17.07.2022 09:00	338	5.3	2.20	18.26	7.49	275.50	Saabumised sadamasse: • ARTANIA – kell 08:16, kai 24
17.07.2022 10:00	341	5.0	3.17	23.59	8.48	366.50	Saabumised sadamasse: • STAR – kell 09:33, kai 5 Väljumised sadamast: • SILJA EUROPA – kell 09:54, kai 7
17.07.2022 11:00	338	5.2	2.89	21.04	5.99	359.50	Väljumised sadamast: • STAR – kell 10:15, kai 5
17.07.2022 12:00	331	3.5	3.57	25.56	3.99	462.00	Saabumised sadamasse: • FINLANDIA – kell 11:11, kai 12
17.07.2022 13:00	308	1.9	4.07	29.04	5.99	1356.00	Saabumised sadamasse: • MEGASTAR – kell 12:36, kai 5 Väljumised sadamast: • FINLANDIA – kell 12:04, kai 12
17.07.2022 14:00	295	1.9	4.02	30.91	10.48	1354.00	Saabumised sadamasse: • GABRIELLA – kell 13:15, kai 12



Kuupäev ja kellaaeg	Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	Tegevus sadamas
							<ul style="list-style-type: none">• AZAMARA PURSUIT – kell 13:54, kai 25 Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none">• MEGASTAR – kell 13:14, kai 5• GABRIELLA – kell 13:57, kai 12
17.07.2022 15:00	266	2.8	2.85	22.77	9.48	807.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none">• VIKING XPRS – kell 14:02, kai 13
17.07.2022 16:00	279	2.6	2.57	21.54	4.99	600.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none">• STAR – kell 15:32, kai 5 Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none">• VIKING XPRS – kell 15:29, kai 13• MARINA – kell 15:52, kai
17.07.2022 17:00	262	2.7	1.78	18.27	5.99	628.50	Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none">• STAR – kell 16:23, kai 5
17.07.2022 18:00	256	2.4	1.26	9.83	4.99	390.00	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none">• FINLANDIA – kell 17:29, kai 12 Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none">• MEIN SCHIFF 6 – kell 17:59, kai
17.07.2022 19:00	242	1.6	0.50	6.15	3.99	192.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none">• MEGASTAR – kell 18:35, kai 5• SILJA EUROPA – kell 18:56, kai 7 Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none">• FINLANDIA – kell 18:28, kai 12
17.07.2022 20:00	259	1.3	1.57	13.96	4.99	396.00	Väljumised sadamast:



Kuupäev ja kellaaeg	Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	Tegevus sadamas
							<ul style="list-style-type: none"> • MEGASTAR – kell 19:20, kai 5 • SILJA EUROPA – kell 19:50, kai 7
17.07.2022 21:00	342	3.6	5.63	28.06	6.99	1129.00	Tegevus sadamas puudus
17.07.2022 22:00	339	2.5	11.36	42.79	16.47	6690	<p>Väljumised sadamast:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VIKING XPRS – kell 21:29, kai 13 • STAR – kell 21:30, kai 5 <p>Kuna laevade mootorid käivitatakse varem (seda eelkõige kruisilaevad, mis kaldaelektrit ei kasuta), võisid teatavat mõju saasteainete kontsentratsioonidele avaldada sadamas seisvad ning järgmisel tunnil sadamast lahkunud laevad ning lisaks liinilaevadele pääsemist ootavad sõidukid:</p> <ul style="list-style-type: none"> • AZAMARA PURSUIT – kell 22:01, kai nr 25; • VIKING XPRS – kell 22:18, kai nr 13; • STAR – kell 22:26, kai nr 5; • ARTANIA – kell 22:57, kai nr 24
II episood							
22.07.2022 09:00	207	2.9	2.75	34.71	34.93	1811.00	<p>Saabumised sadamasse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SEVEN SEAS SPLENDOR – kell 08:52, kai 26
22.07.2022 10:00	198	2.8	1.47	26.26	41.92	1700.50	<p>Saabumised sadamasse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • STAR – kell 09:32, kai 5
22.07.2022 11:00	203	2.9	3.41	30.30	40.42	1936.00	<p>Saabumised sadamasse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • VIKING XPRS – kell 10:01, kai 13 • BALTIC QUEEN – kell 10:47, kai 3 <p>Väljumised sadamast:</p> <ul style="list-style-type: none"> • STAR – kell 10:15, kai • VIKING XPRS – kell 10:47, kai 13



Kuupäev ja kellaaeg	Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	Tegevus sadamas
22.07.2022 12:00	217	2.4	2.15	28.57	34.93	1473.50	Saabumised sadamasse: • FINLANDIA – kell 11:11, kai 12 Väljumised sadamast: • FINLANDIA – kell 11:56, kai 12
22.07.2022 13:00	282	2.1	1.90	26.29	31.44	1350.00	Saabumised sadamasse: • MEGASTAR – kell 12:34, kai 5 Väljumised sadamast: • SILJA EUROPA – kell 12:29, kai 7
22.07.2022 14:00	350	3.2	1.56	23.57	33.93	1074.50	Saabumised sadamasse: • AMORELLA – kell 13:19, kai 12 Väljumised sadamast: • MEGASTAR – kell 13:15, kai 5
22.07.2022 15:00	357	2.1	0.82	12.71	30.44	937.00	Väljumised sadamast: • AMORELLA – kell 14:07, kai 12
22.07.2022 16:00	341	3.5	2.19	66.85	31.94	1642.50	Saabumised sadamasse: • STAR – kell 15:36, kai 5
22.07.2022 17:00	264	1.8	1.79	76.29	40.92	2386.00	Saabumised sadamasse: • VIKING XPRS – kell 16:45, kai 13 Väljumised sadamast: • STAR – kell 16:15, kai 5
22.07.2022 18:00	280	1.2	1.12	49.62	31.94	1209.50	Saabumised sadamasse: • FINLANDIA – kell 17:27, kai 12



Kuupäev ja kellaaeg	Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	Tegevus sadamas
							Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • VIKING XPRS – kell 17:30, kai 13 • BALTIC QUEEN – kell 17:54, kai
22.07.2022 19:00	298	1.5	1.58	53.30	26.45	1440.00	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • MEGASTAR – kell 18:31 Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • FINLANDIA – kell 18:23
III episood							
25.07.2022 02:00	340	2.2	1.20	25.59	12.48	577.00	Tegevus sadamas puudus
25.07.2022 03:00	338	2.5	1.48	27.53	10.98	473.00	Tegevus sadamas puudus
25.07.2022 04:00	336	2.1	1.56	32.50	9.48	559.00	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • VIKING XPRS – kell 03:30, kai 13
25.07.2022 05:00	337	1.9	2.09	34.94	12.48	740.00	Tegevus sadamas puudus
25.07.2022 06:00	333	1.5	1.89	30.12	11.98	460.50	Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • FINLANDIA – kell 05:42, kai 12
25.07.2022 07:00	331	2.0	1.53	27.81	13.47	869.00	Tegevus sadamas puudus.
IV episood							
25.07.2022 22:00	227	2.2	2.44	26.48	12.48	641.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • STAR – kell 21:32, kai 5
25.07.2022 23:00	224	1.9	3.55	43.83	18.46	985.00	Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • STAR – kell 22:17, kai 5
26.07.2022 00:00	218	2.0	7.38	52.30	22.95	2364.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • VIKING XPRS – kell 23:32, kai 13
26.07.2022 01:00	219	2.1	3.69	35.30	18.46	629.50	Saabumised sadamasse:



Kuupäev ja kellaaeg	Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	Tegevus sadamas
							<ul style="list-style-type: none"> • FINLANDIA – kell 00:10, kai 12 • MEGASTAR – kell 00:35, kai 5
26.07.2022 02:00	214	2.1	1.70	17.82	11.98	389.50	Tegevus sadamas puudus
V episood							
26.07.2022 13:00	220	3.9	2.16	27.53	20.96	811.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • MEGASTAR – kell 12:32, kai 5 Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • FINLANDIA – kell 12:04, kai 12 • SILJA EUROPA – kell 12:34, kai 7
26.07.2022 14:00	226	3.8	3.62	45.51	21.96	1070.00	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • AMORELLA – kell 13:20, kai 12 Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • MEGASTAR – kell 13:14, kai 5
26.07.2022 15:00	236	4.3	2.82	37.04	25.45	1019.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • VIKING XPRS – kell 14:04, kai 13 Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • AMORELLA – kell 14:09, kai 12
26.07.2022 16:00	225	3.1	3.60	52.07	26.95	1228.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • STAR – kell 15:31, kai 5
26.07.2022 17:00	231	3.7	5.23	60.71	34.93	2650.00	Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • STAR – kell 16:29, kai 5
26.07.2022 18:00	229	3.8	2.78	26.60	35.93	1168.00	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • FINLANDIA – kell 17:28, kai 12 Väljumised sadamast:



Kuupäev ja kellaaeg	Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	Tegevus sadamas
							<ul style="list-style-type: none"> • VIKING XPRS – kell 17:47, kai 13 • BALTIC QUEEN – kell 17:57, kai 3
26.07.2022 19:00	226	3.6	2.47	28.56	24.95	1009.00	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • MEGASTAR – kell 18:34, kai 5 Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • FINLANDIA – kell 18:37, kai 12
26.07.2022 20:00	232	3.3	0.25	3.91	16.97	432.50	Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • MEGASTAR – kell 19:32, kai 5
26.07.2022 21:00	232	2.9	0.28	5.00	11.48	378.50	Tegevus sadamas puudus
26.07.2022 22:00	226	3.0	3.12	30.25	12.97	622.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • STAR – kell 21:32, kai 5 • SILJA EUROPA – kell 21:54, kai 7
26.07.2022 23:00	226	2.9	4.61	40.68	19.46	864.00	Väljumised sadamast: <ul style="list-style-type: none"> • STAR – kell 22:55, kai 5
27.07.2022 00:00	224	2.5	8.75	50.86	20.96	2051.00	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • VIKING XPRS – kell 23:30, kai 13
27.07.2022 01:00	222	2.6	4.82	39.54	17.47	621.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • FINLANDIA – kell 00:06, kai 12
27.07.2022 02:00	225	2.6	4.81	40.52	11.98	637.50	Saabumised sadamasse: <ul style="list-style-type: none"> • MEGASTAR – kell 01:05, kai 5
27.07.2022 03:00	226	2.9	4.39	36.56	10.48	570.50	Tegevus sadamas puudus
27.07.2022 04:00	229	3.2	4.62	37.54	12.97	793.50	Tegevus sadamas puudus
27.07.2022 05:00	229	3.0	5.12	40.40	19.46	1733.00	Tegevus sadamas puudus
27.07.2022 06:00	234	2.7	1.98	18.76	19.96	380.00	Väljumised sadamast:



Kuupäev ja kellaaeg	Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	Tegevus sadamas
							• FINLANDIA – kell 05:38, kai 12
27.07.2022 07:00	229	2.2	4.52	36.21	16.97	1246.00	Saabumised sadamasse: • NORWEGIAN DAWN – kell 06:40, kai 27
27.07.2022 08:00	229	2.6	2.97	19.47	15.47	626.50	Saabumised sadamasse: • VOYAGER OF THE SEAS – kell 07:20, kai 26 Väljumised sadamast: • MEGASTAR – kell 07:48, kai 5 • VIKING XPRS – kell 07:48, kai 13
VI episood							
30.07.2022 04:00	342	3.5	1.35	24.89	0.00	490.00	Saabumised sadamasse: • REGAL STAR – kell 03:54, kai 1
30.07.2022 05:00	329	1.8	1.41	24.11	2.00	416.00	Tegevus sadamas puudus
30.07.2022 06:00	327	1.3	1.62	30.63	5.49	934.50	Väljumised sadamast: • FINLANDIA – kell 05:39, kai 12
30.07.2022 07:00	324	1.7	2.28	32.12	6.99	647.00	Tegevus sadamas puudus
30.07.2022 08:00	324	1.8	2.16	22.60	6.49	312.50	Saabumised sadamasse: • SEVEN SEAS SPLENDOR – kell 07:39, kai 26 Väljumised sadamast: • MEGASTAR – kell 07:14, kai 5 • VIKING XPRS – kell 07:48, kai 13



5 Kruiisilaevadelt tulenev õhusaaste

Hindamaks kas ja kui palju mõjutavad saasteainete saastetasemeid sadamasse saabuvad ning sadamast väljuvad kruiisilaevad ning nende seisuaeg kai ääres, viidi eraldi läbi ka kruiisilaevade episoodide analüüs. Mõõteperioodil külastas Vanasadamat kokku 24 kruiisilaeva.

Tabelis 5 on välja toodud kõik kruiisilaevad, mis mõõteperioodil Tallinna Vanasadamat külastasid. Lisaks on iga laeva juures toodud vääveldioksiidi, lämmastikdioksiidi, peenosakeste ning musta süsiniku kontsentratsioonid laevade sadamasse saabumise ning väljumise tunnil. Võrdluseks on tabelis toodud ka keskmised saastetasemed ajal, mil laev sadamas seisis ning saastetasemed, mis mõõdeti 1 tund enne ning 1 tund pärast laeva väljumist sadamast.

Tabelist 5 tuleb esile, et 9 korral on saasteainete kontsentratsioon olnud keskmisest kõrgem juba eelneval tunnil, mil kruiisilaev sadamasse saabus. Nendel kordadel on olulist mõju tasemetele avaldanud varasem foon ning otsest seost kruiisilaevadega nendel kordadel välja tuua ei saa. 9 korral on saasteainete kontsentratsioonid olnud keskmisest madalamad nii kruiisilaevade saabumisel kui väljumisel ning tasemed pole tõusnud ka laevade sadamas oldud ajal. Nendest omakorda 5 korral pole tuul puhunud kruiisilaevade kai poolt, küll on aga tuul puhunud põhja-loode suunast ajal, mil laevad on sadamas seisnud ning ka nendel kordadel pole tasemete tõusu esinenud. 2 korral on keskmisest kõrgem tase mõõdetud kas laevade saabumisel või väljumisel sadamast, keskmisest kõrgem on tase püsinud ka laevade sadamas peatumise ajal. Võttes arvesse, et mõlemal korral on puhunud põhja-loodetuul ning samaaegselt peatus sadamas 4 kruiisilaeva, võib nendel kordadel saastetasemete tõusu seostada kruiisilaevadega. 2 korral on mõõdetud kõrgeenenud saastetasemed laevade saabumisel. Arvestades, et kõikidel kordadel on puhunud edelatuul, on antud tasemete tõusud seotud teiste allikatega. Eelkõige võib seda seostada laevale pääsemist ootavate autodega, mille ooteala jääb mõõtejaamast lääne-edela suunda. 2 korral on vääveldioksiidi kontsentratsioonid olnud laevade saabumisel keskmisest mõnevõrra kõrgemad, kuid lahkumisel ning sadamas peatumise ajal on tase püsinud madalal.

Tuginedes seireandmetele, siis kindlat seost saastetasemete tõusu ning kruiisilaevade saabumise, väljumise ning sadamas peatumise vahel välja tuua ei saa. Seda kinnitasid ka seireandmed, millest tuli esile, et mõningatel juhtudel ei esinenud kõrgeenenud kontsentratsioone kruiisilaevade saabumisel ega väljumisel ning ka ajal, mil laevad sadamas peatusid. Samuti esines mõõteperioodil kordi, mil tasemed olid keskmisest kõrgemad, kuid tuule suund ei olnud kruiisilaevade kai poolt või saasteainete tasemed olid kõrgemad juba enne kruiisilaeva saabumist või väljumist sadamast ehk tasemed olid mõjutatud teistest allikatest.



Tabel 5 Kruiisilaevad Tallinna Vanasadamas

Laev	Kai	Seisuaeg sadamas			Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³
SKY PRINCESS	26	09:22:00	Saabumine	16.07.2022 07:33	233	3.0	0.64	5.43	5.99	180.50
			Lahkumine	16.07.2022 16:55	248	4.2	0.66	19.00	0.00	831.00
			Keskmised näitajad seisuperioodil		244	4.6	0.42	7.32	5.79	389.70
			Keskmised näitajad 1 h enne saabumist		231	3.2	4.08	26.00	7.49	2921.00
			Keskmised näitajad 1 h pärast lahkumist		251	3.4	0.29	4.96	-0.50	685.50
AURORA	27	10:08:00	Saabumine	16.07.2022 08:27	232	2.6	0.67	9.10	4.49	237.00
			Lahkumine	16.07.2022 18:35	247	4.2	0.06	-0.84	0.50	117.00
			Keskmised näitajad seisuperioodil		245	4.4	0.36	6.54	4.72	410.82
			Keskmised näitajad 1 h enne saabumist		233	3.0	0.64	5.43	5.99	180.50
			Keskmised näitajad 1 h pärast lahkumist		254	3.9	0.01	-0.20	0.50	130.00
MARINA	26	08:57:00	Saabumine	17.07.2022 06:55	336	4.9	0.97	19.08	5.99	981.00
			Lahkumine	17.07.2022 15:52	279	2.6	2.57	21.54	4.99	600.50
			Keskmised näitajad seisuperioodil		317	3.88	2.88	23.33	7.24	761.75
			Keskmised näitajad 1 h enne saabumist		319	2.6	0.75	15.06	5.49	496.50
			Keskmised näitajad 1 h pärast lahkumist		262	2.7	1.78	18.27	5.99	628.50
MEIN SCHIFF 6	27	10:41:00	Saabumine	17.07.2022 07:18	338	5.4	2.51	21.50	9.48	1055.00
			Lahkumine	17.07.2022 17:59	256	2.4	1.26	9.83	4.99	390.00
			Keskmised näitajad seisuperioodil		305	3.5	2.81	22.03	7.03	695.91
			Keskmised näitajad 1 h enne saabumist		336	4.9	0.97	19.08	5.99	981.00
			Keskmised näitajad 1 h pärast lahkumist		242	1.6	0.50	6.15	3.99	192.50
ARTANIA	24	14:41:00	Saabumine	17.07.2022 08:16	338	5.3	2.20	18.26	7.49	275.50
			Lahkumine	17.07.2022 22:57	249	2.2	0.27	2.44	13.97	457.50
			Keskmised näitajad seisuperioodil		296	3.0	3.18	20.95	7.62	1030.97



Laev	Kai	Seisuaeg sadamas		Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	
			Keskmised näitajad 1 h enne saabumist		338	5.4	2.51	21.50	9.48	1055.00
			Keskmised näitajad 1 h pärast lahkumist		244	1.5	0.39	1.88	2.50	469.50
AZAMARA PURSUIT	25	08:07:00	Saabumine	17.07.2022 13:54	295	1.9	4.02	30.91	10.48	1354.00
			Lahkumine	17.07.2022 22:01	249	2.2	0.27	2.44	13.97	457.50
			Keskmised näitajad seisuperioodil		279	2.4	3.18	19.67	8.23	1264.50
			Keskmised näitajad 1 h enne saabumist		295	1.9	4.02	30.91	10.48	1354.00
			Keskmised näitajad 1 h pärast lahkumist		244	1.5	0.39	1.88	2.50	469.50
COSTA FASCINOSA	26	08:56:00	Saabumine	18.07.2022 08:03	2	0.6	0.15	7.11	1.50	437.50
			Lahkumine	18.07.2022 16:59	349	1.8	0.45	11.05	4.49	478.50
			Keskmised näitajad seisuperioodil		237	1.7	0.30	6.32	5.21	479.22
			Keskmised näitajad 1 h enne saabumist		342	1.0	0.55	12.94	2.00	480.50
			Keskmised näitajad 1 h pärast lahkumist		350	2.1	0.79	1.30	4.49	229.50
LE CHAMPLAIN	25	05:35:00	Saabumine	19.07.2022 07:26	249	1.7	0.08	5.05	10.98	437.50
			Lahkumine	19.07.2022 13:01	338	4.0	0.81	10.17	10.48	436.50
			Keskmised näitajad seisuperioodil		302	2.8	0.52	8.21	8.91	489.00
			Keskmised näitajad 1 h enne saabumist		246	1.7	0.30	13.60	13.97	708.00
			Keskmised näitajad 1 h pärast lahkumist		338	4.5	0.96	17.44	9.48	417.00
MSC PREZIOSA	26	10:55:00	Saabumine	19.07.2022 09:02	261	1.8	0.18	11.85	8.48	585.00
			Lahkumine	20.07.2022 19:57	250	4.4	0.15	1.31	9.98	215.00
			Keskmised näitajad seisuperioodil		314	3.8	0.87	10.85	8.27	336.50
			Keskmised näitajad 1 h enne saabumist		249	2.6	0.03	3.85	7.98	336.50
			Keskmised näitajad 1 h pärast lahkumist		236	4.9	0.10	4.90	7.98	225.50
WORLD VOYAGER	25	08:52:00	Saabumine	20.07.2022 14:06	247	3.3	1.78	12.87	14.47	433.00
			Lahkumine	20.07.2022 22:58	242	3.2	0.28	5.90	7.98	306.50



Laev	Kai	Seisuaeg sadamas		Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	
			Keskised näitajad seisuperioodil		246	3.7	0.66	8.69	11.31	296.00
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		247	3.3	1.78	12.87	14.47	433.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		252	0.9	0.85	21.43	14.97	508.00
BALMORAL	27	09:48:00	Saabumine	21.07.2022 07:40	341	0.7	1.29	17.40	15.97	757.50
			Lahkumine	21.07.2022 17:28	353	1.1	0.53	27.50	16.97	1005.00
			Keskised näitajad seisuperioodil		145	1.0	0.97	24.85	22.86	1085.45
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		311	0.5	0.75	18.79	17.96	828.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		350	1.1	0.66	39.96	12.97	1401.50
SEVEN SEAS NAVIGATOR	25	09:07:00	Saabumine	21.07.2022 08:47	46	1.0	1.07	15.16	22.95	1063.00
			Lahkumine	21.07.2022 17:54	353	1.1	0.53	27.50	16.97	1005.00
			Keskised näitajad seisuperioodil		126	1.0	0.93	25.59	23.55	1118.25
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		341	0.7	1.29	17.40	15.97	757.50
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		350	1.1	0.66	39.96	12.97	1401.50
VOYAGER OF THE SEAS	26	09:44:00	Saabumine	21.07.2022 10:16	6	0.7	1.75	47.55	23.95	1446.50
			Lahkumine	21.07.2022 20:00	29	0.4	0.07	21.95	10.48	550.00
			Keskised näitajad seisuperioodil		148	0.9	0.76	26.88	20.91	1060.00
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		1	0.9	0.89	27.55	19.96	1045.50
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		133	0.7	0.45	48.80	25.45	1705.00
HEBRIDEAN SKY	25	14:55:00	Saabumine	22.07.2022 07:11	201	2.8	0.41	12.33	21.96	930.00
			Lahkumine	22.07.2022 22:06	347	1.5	1.01	55.03	57.39	1663.50
			Keskised näitajad seisuperioodil		253	2.2	1.50	34.34	34.77	1461.75
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		203	2.6	1.48	19.08	16.97	1137.50
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		269	0.5	0.76	29.25	47.41	1582.00
	26	13:08:00	Saabumine	22.07.2022 08:52	207	2.9	2.75	34.71	34.93	1811.00



Laev	Kai	Seisuaeg sadamas		Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	
SEVEN SEAS SPLENDOR			Lahkumine	22.07.2022 22:00	347	1.5	1.01	55.03	57.39	1663.50
			Keskised näitajad seisuperioodil		256	2.1	1.57	35.81	35.63	1497.20
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		201	2.8	0.41	12.33	21.96	930.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		269	0.5	0.76	29.25	47.41	1582.00
SILVER MOON	25	05:32:00	Saabumine	24.07.2022 08:25	240	1.9	0.84	10.46	8.98	486.00
			Lahkumine	24.07.2022 13:57	326	0.3	0.88	32.21	9.98	1114.00
			Keskised näitajad seisuperioodil		244	1.2	0.83	17.36	9.56	764.08
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		233	1.8	0.39	4.17	11.98	311.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		348	1.7	0.51	20.07	6.49	923.50
MEIN SCHIFF 1	27	14:10:00	Saabumine	24.07.2022 09:20	225	1.4	1.06	17.71	6.49	748.50
			Lahkumine	24.07.2022 23:30	340	2.6	0.75	18.72	8.98	631.50
			Keskised näitajad seisuperioodil		315	2.2	0.50	13.16	6.75	598.50
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		240	1.9	0.84	10.46	8.98	486.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		333	1.6	1.34	22.34	12.48	453.00
CELEBRITY APEX	26	07:57:00	Saabumine	25.07.2022 07:12	337	1.9	0.62	6.65	10.98	512.50
			Lahkumine	25.07.2022 15:09	346	4.3	0.90	24.34	5.49	360.50
			Keskised näitajad seisuperioodil		340	2.9	0.93	14.81	8.32	553.00
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		331	2.0	1.53	27.81	13.47	869.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		343	3.2	1.43	38.63	9.48	686.00
NORWEGIAN DAWN	27	10:23:00	Saabumine	27.07.2022 06:40	229	2.2	4.52	36.21	16.97	1246.00
			Lahkumine	27.07.2022 17:03	239	2.5	0.10	7.19	11.48	679.50
			Keskised näitajad seisuperioodil		242	3.3	1.00	15.16	13.02	641.50
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		234	2.7	1.98	18.76	19.96	380.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		239	2.5	0.10	7.19	11.48	679.50



Laev	Kai	Seisuaeg sadamas		Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³	
VOYAGER OF THE SEAS	26	09:31:00	Saabumine	27.07.2022 07:20	229	2.6	2.97	19.47	15.47	626.50
			Lahkumine	27.07.2022 16:51	244	3.6	0.67	22.55	12.97	889.00
			Keskised näitajad seisuperioodil		243	3.5	0.74	13.86	12.77	577.25
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		229	2.2	4.52	36.21	16.97	1246.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		239	2.5	0.10	7.19	11.48	679.50
MARINA	25	07:55:00	Saabumine	27.07.2022 10:01	240	3.0	0.85	31.28	16.97	1490.50
			Lahkumine	27.07.2022 17:56	239	2.5	0.10	7.19	11.48	679.50
			Keskised näitajad seisuperioodil		245	3.6	0.40	12.68	12.35	611.75
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		248	3.6	0.53	16.03	13.47	595.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		251	2.2	0.00	5.38	6.49	377.50
MEIN SCHIFF 6	27	15:06:00	Saabumine	28.07.2022 08:53	251	1.3	0.25	15.54	3.99	860.50
			Lahkumine	28.07.2022 23:59	345	4.7	0.21	2.46	16.97	392.50
			Keskised näitajad seisuperioodil		337	3.6	0.50	10.13	8.02	642.28
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		249	1.5	0.07	10.51	4.99	478.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		340	4.2	0.96	16.51	8.48	169.00
AMBIENCE	26	14:58:00	Saabumine	29.07.2022 08:04	342	4.4	1.08	12.55	1.50	653.00
			Lahkumine	29.07.2022 23:02	341	3.8	0.76	16.48	7.49	624.50
			Keskised näitajad seisuperioodil		331	4.0	1.09	17.64	6.09	509.47
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		343	3.8	0.66	6.82	2.00	227.00
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist		343	4.0	1.11	22.83	7.98	259.50
SEVEN SEAS SPLENDOR	26	08:57:00	Saabumine	30.07.2022 07:39	324	1.8	2.16	22.60	6.49	312.50
			Lahkumine	30.07.2022 16:36	267	1.6	0.80	20.98	11.98	633.00
			Keskised näitajad seisuperioodil		328	2.8	1.28	19.85	5.19	421.45
			Keskised näitajad 1 h enne saabumist		324	1.7	2.28	32.12	6.99	647.00



Laev	Kai	Seisuaeg sadamas		Tuule suund, °	Tuule kiirus, m/s	SO ₂ , µg/m ³	NO ₂ , µg/m ³	PM ₁₀ , µg/m ³	BC, ng/m ³
			Keskised näitajad 1 h pärast lahkumist	246	2.5	0.28	5.25	9.98	210.00



6 Kokkuvõte

Perioodil 15.07 – 01.08.2022 viidi Tallinna Vanasadamas läbi õhukvaliteedi pidevmõõtmised, eesmärgiga hinnata õhusaaste olukorra muutumist sadamas laevade sisenemisel, väljumisel, sadamas seismise ajal ning laevale suunduvate autode mõju. Mõõtmisi teostati nii lämmastikdioksiidi (NO₂), vääveldioksiidi (SO₂), peenosakeste (PM₁₀) kui musta süsiniku (BC) osas.

Tallinna Sadam on Vanasadamas teinud suuri muudatusi, et vähendada õhku paisatavate saasteainete tasemeid. Õhukvaliteedi parendamiseks rakendatud meetmete tulemuslikkus tuleb esile ka mõõdetud saasteainete kontsentratsioonides. Pidevmõõtmised näitasid, et piirväärtused on sadama territooriumil tagatud kõikide mõõdetud saasteainete osas. Kuigi saastetasemed on võrreldes Liivalaia tänaval paikneva Kesklinna seirejaamaga nii lämmastikdioksiidi kui vääveldioksiidi osas kõrgemad, jäävad ka need vaatamata sellele oluliselt alla kehtestatud piirväärtuste.

Lisaks saasteainete pidevmõõtmistele, valiti töö käigus – laevade võimaliku mõju hindamiseks õhukvaliteedi tasemetele – välja 6 episoodi, mida täpsemalt analüüsiti. Üheks episoodiks loeti korda, mil üheaegselt olid keskmisest kõrgemad nii vääveldioksiidi kui ka lämmastikdioksiidi tasemed ning seda vähemalt 5 järjestikuse tunni jooksul. Episoodide analüüsist selgus, et saasteainete kontsentratsioonidele avaldavad mõju nii sadamas seisvad laevad kui ka sadama alal toimuv muu liiklus, sh laevale pääsemist ootavad sõidu- ning veoautod. Sõidukite mõju saastetasemetele tuli lisaks esile ka summaarsete saastevoo graafikutelt, mille kohaselt kandusid maksimaalsed tasemed mõõtejaamani valdavalt edela suunast ehk samast suunast, kus paikneb autode ooteala. Muuhulgas tuli episoodide analüüsist esile, et oluline mõju saastetasemetele on ka üldisel saastel. Seda kinnitasid ka olukorrad, mil saasteainete tasemed olid keskmisest kõrgemal ajal, kui sadamas samaaegset tegevust ei toimunud.

Töö käigus analüüsiti eraldi ka ainult kruisilaevade mõju saasteainete saastetasemetele. Analüüsist tuli esile, et ühte kindlat seost saastetasemete tõusu ning kruisilaevade saabumise, väljumise ning sadamas peatumise vahel välja tuua ei saa. Teatav seos ilmnes ajal, kui terminalis peatus samaaegselt 4 kruisilaeva, kuid enamikel kordadel, mil kruisilaevad sadamasse saabusid, sadamast väljusid või kai ääres peatusid, siis märkimisväärset mõju need õhukvaliteedile ei avaldanud.