

KESKLAVOR

Eesti Keskkonnauuringute Keskus

CENTRAL LAB

Estonian Environmental Research Centre

Osakeste keemilise koostise ja saasteallikate osakaalu hindamine Tallinnas

Tallinn 2013



Töö nimetus: Osakeste keemilise koostise ja saasteallikate osakaalu hindamine Tallinnas

Töö autorid

Katri Saare

Marek Maasikmets

Töö tellija:

Töö rahastaja



Tallinna Keskkonnaamet

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

Fax. 6112 901

info@klab.ee

www.klab.ee

Lepingu nr: 1-6.1/195

Töö valmimisaeg: 30.06.2013

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.....	8
2	MÕISTED JA LÜHENDID	10
3	MÕÕTESEADMED JA METOODIKA	13
4	PIIRVÄÄRTUSED	15
5	VÄLISÕHU KVALITEEDI HINDAMINE	17
5.1	Mõõtepunkt nr 1 - Endla tn 52, Statoili bensiinijaam	19
5.2	Mõõtepunkt nr 2 - Paldiski mnt 105, ABC Motors	33
5.3	Mõõtepunkt nr 3 – Vabaduse pst 65.....	47
6	Saasteainete hajumis- ja trajektoorarvutused	64
6.1	Trajektoorarvutused.....	65
6.2	Saasteainete hajumisarvutused	73
7	Soovituslikud peenosakeste vähendamismeetmed	77
8	Kokkuvõte.....	81
9	Kasutatud kirjandus.....	84

Joonised

Joonis 1	Mõõtepunktide asukoht.....	18
Joonis 2	Mõõtepunkti asukoht.....	19
Joonis 3	NO ₂ kontsentratsioon Endla 52.....	20
Joonis 4	SO ₂ kontsentratsioon Endla 52.....	21
Joonis 5	O ₃ kontsentratsioon Endla 52.....	21
Joonis 6	CO kontsentratsioon Endla 52.....	22
Joonis 7	Tolmu kontsentratsioon Endla 52.....	22
Joonis 8	Endla tn 1h mõõtetulemused (log10).....	23
Joonis 9	Metallide sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis.....	24
Joonis 10	ioonide kontsentratsioonid, µg/m ³	25
Joonis 11	ioonide summaarne sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis.....	26
Joonis 12	Kaaliumi sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis.....	26
Joonis 13	ioonide summaarne sisaldus PM _{2,5} fraktsioonis.....	27
Joonis 14	Kaaliumi sisaldus PM _{2,5} fraktsioonis.....	27
Joonis 15	PM ₁₀ fraktsiooni mineraalne koostis.....	28
Joonis 16	PM _{2,5} fraktsiooni mineraalne koostis.....	28
Joonis 17	EC/OC sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis.....	29
Joonis 18	09.11.12 Liivalaia seirejaama saabunud õhumassi 72 h trajektoor.....	30
Joonis 19	CO, O ₃ , NO ₂ , SO ₂ summaarsed saastevood Endla tn.....	31
Joonis 20	PM _{2,5} , PM ₁₀ , TSP summaarsed saastevood.....	32
Joonis 21	Mõõtepunkti asukoht Paldiski mnt 105.....	33
Joonis 22	NO ₂ kontsentratsioon Paldiski mnt 105.....	34
Joonis 23	SO ₂ kontsentratsioon Paldiski mnt 105.....	35
Joonis 24	O ₃ kontsentratsioon Paldiski mnt 105.....	35

Joonis 25	CO kontsentratsioon Paldiski mnt 105	36
Joonis 26	Tolmu kontsentratsioon Paldiski mnt 105.....	37
Joonis 27	Paldiski mnt 1h mõõtetulemused (log10)	38
Joonis 28	Metallide sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis	39
Joonis 29	ioonide kontsentratsioonid, µg/m ³	40
Joonis 30	ioonide sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis	41
Joonis 31	Kaaliumi sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis.....	41
Joonis 32	ioonide sisaldus PM _{2.5} fraktsioonis	42
Joonis 33	Kaaliumi sisaldus PM _{2.5} fraktsioonis	42
Joonis 34	PM ₁₀ fraktsiooni mineraalne koostis	43
Joonis 35	PM _{2.5} fraktsiooni mineraalne koostis.....	43
Joonis 36	EC/OC sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis	44
Joonis 37	CO, O ₃ , NO ₂ , SO ₂ summaarsed saastevood Paldiski mnt.....	45
Joonis 38	PM _{2.5} , PM ₁₀ ja TSP summaarsed saastevood Paldiski mnt	46
Joonis 39	Mõõtepunkti asukoht.....	47
Joonis 40	NO ₂ kontsentratsioon Vabaduse pst 65	48
Joonis 41	SO ₂ kontsentratsioon Vabaduse pst 65.....	49
Joonis 42	O ₃ kontsentratsioon Vabaduse pst 65.....	49
Joonis 43	CO kontsentratsioon Vabaduse pst 65.....	50
Joonis 44	Tolmu kontsentratsioon Vabaduse pst 65	51
Joonis 45	Vabaduse pst 1h mõõtetulemused (log10)	52
Joonis 46	Metallide sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis	53
Joonis 47	ioonide kontsentratsioonid, µg/m ³	54
Joonis 48	ioonide sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis	55
Joonis 49	Kaaliumi sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis.....	55
Joonis 50	ioonide sisaldus PM _{2.5} fraktsioonis	56

Joonis 51	Kaaliumi sisaldus PM _{2,5} fraktsioonis	56
Joonis 52	Levoglükosaani sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis	57
Joonis 53	PM ₁₀ fraktsiooni mineraalne koostis	57
Joonis 54	PM _{2,5} fraktsiooni mineraalne koostis	58
Joonis 55	EC/OC sisaldus PM ₁₀ fraktsioonis	58
Joonis 56	EC/OC sisaldus PM _{2,5} fraktsioonis	59
Joonis 57	29.01.2013 episoodi tasemed teistes seirejaamades	60
Joonis 58	29.01.13 Liivalaia seirejaama saabunud õhumassi 72 h trajektor	61
Joonis 59	CO, O ₃ , NO ₂ , SO ₂ summaarsed saastevood Vabaduse pst.....	62
Joonis 60	PM _{2,5} , PM ₁₀ , TSP summaarsed saastevood Vabaduse pst.....	63
Joonis 61	Liivalaia seirejaama 01.01.2006 – 01.01.2013 PM ₁₀ , NO ₂ ja CO 24 h andmed	64
Joonis 62	2013. a. I poole kõrgeenenud PM ₁₀ tasemetega episoodid.....	67
Joonis 63	1. episoodi trajektorarvutus.....	67
Joonis 64	2. episoodi trajektorarvutus.....	68
Joonis 65	3. episoodi trajektorarvutus.....	68
Joonis 66	4. episoodi trajektorarvutus.....	69
Joonis 67	5. episoodi trajektorarvutus.....	69
Joonis 68	6. episoodi trajektorarvutus.....	70
Joonis 69	7. episoodi trajektorarvutus.....	70
Joonis 70	8. episoodi trajektorarvutus.....	71
Joonis 71	9. episoodi trajektorarvutus.....	72
Joonis 72	Tallinna modelleerimisvõrgustik ja välisõhu mõõtepunktid	74
Joonis 73	Tallinna saasteallikad.....	75
Joonis 74	Modelleeritud ja mõõdetud tulemuste võrdlus.....	76
Joonis 75	Modelleeritud tulemuste osakaalud mõõtepunktide kaupa	76

Tabelid

Tabel 1	Mõõteseadmed mobiilses õhulaboris MOBAIR	14
Tabel 2	Välisõhu saastetaseme piir- ja sihtväärtused	15
Tabel 3	Tuulte esinemissagedus, Endla tn	19
Tabel 4	Tuulte esinemissagedus, Paldiski mnt	33
Tabel 5	Tuulte esinemissagedus, Vabaduse pst	48
Tabel 6	Linnakeskkonna peamised saasteallikad, koos heitkoguste kontrollimeetmetega	77

1 SISSEJUHATUS

Viimastel aastatel on Tallinnas olnud probleemiks peente osakeste piirväärtuse ületamised linnaõhu seirejaamades, eelkõige kesklinna piirkonnas. Vastavalt direktiivile 2008/50/EC tuleb Euroopa Komisjoni teavitada piirväärtuste ületamistest, nende põhjustest, piirväärtuste tagamiseks rakendada asjakohaseid meetmeid ja koostada tegevuskavad õhukvaliteedi parandamiseks. Tallinna välisõhu kvaliteedi parandamise tegevuskava kinnitati keskkonnaministri poolt 20.10.2010. Tegevuskava järel dustes nähti ette täpsemate lisauuringute korraldamise vajadus, mis võimaldaks rakendada täpsemaid meetmeid tolmuosakeste eraldumise vähendamiseks. Üheks tolmuosakeste allikaks on teekatete kulumine, tänavatel kasutatavad puistematerjalid ja asfaltkatteta parklad ja teelõigud. Selleks, et täpsemalt hinnata sellistest saasteallikatest lähtuvate osakeste osakaalu Tallinna välisõhus, teostati Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt osakeste fraktsioonilise jaotuse ja keemilise koostise mõõtmised.

Uuringu teostamiseks ja mõõtmiste läbiviimiseks kasutati liikuvat õhulaborit, mis on varustatud täisautomaatsete õhuanalüsaatoritega ning milledega määrati välisõhus erinevate saastekomponentide nagu tolmu fraktsioonide (TSP, PM₁₀, PM_{2,5}), vääveldioksiidi (SO₂), lämmastikdioksiidi (NO₂), süsinikmonooksiidi (CO), osooni (O₃) sisaldust ning meteoroloogilisi parameetreid (välisõhu temperatuur, õhuniiskus, tuule kiirus, tuule suund). Lisaks automaatanalüsaatoritele määrati olenevalt mõõtepunktist peente ja eriti peente osakeste (PM₁₀ ja PM_{2,5}) sisaldust gravimeetriselt, kogudes tolmu spetsiaalsetele filtritele, milledele määrati hiljem laboris raskmetallide (As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, V), üldsüsiniku (TOC), elementsüsiniku (EC), orgaanilise süsiniku (OC), levoglükosaani (C₆H₁₀O₅) ning ionide (Cl, NH₄, SO₄, Na, Ca, K ja Mg) sisaldus.

Kõik käesolevas töös kirjeldatud mõõtmised ja analüüsid on teostatud Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt, kasutades akrediteeritud määramismeetodeid. Eesti Keskkonnauuringute Keskus on akrediteeritud Eesti Akrediteerimiskeskuse poolt ning vastavad akrediteerimistunnistused on leitavad Eesti Akrediteerimiskeskuse kodulehelt:

http://www.eak.ee/dokumendid/pdf/kasitlusala/L008_annex_2.pdf

Eesti Vabariigis kehtivad välisõhus leiduvatele saasteainetele piir- ja sihtväärtused. Mõõtmistulemuste analüüsimisel lähtuti keskkonnaministri 8. juuli 2011. aasta määrusest nr 43 "Välisõhu saastatuse piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad", kus saasteainete sisaldusele kehtivad piirnormid on aluseks välisõhu kvaliteedile hindamisel.

Aruande eesmärk on anda ülevaade Tallinna õhu saastatusest eelnevalt toodud saasteainetega, võrrelda saastetasemeid keskkonnaministri määrusega kehtestatud normatiividega, samuti hinnata välisõhus leviva tolmuosakeste võimalikku päritolu, keemilist koostist ning fraktsioonilist jaotust ning saasteallikate osakaalu tolmuosakeste põhjustajana.

2 MÕISTED JA LÜHENDID

Saasteaine - keemiline aine või ainete segu, mis eraldub välisõhku tegevuse otsesel või kaudsel tagajärjel ja mis võib mõjuda kahjulikult inimese tervisele või keskkonnale, kahjustada vara või kutsuda esile pikaajalisi kahjulikke tagajärgi.

Välisõhu saastatuse tase - Välisõhu saastatuse tase on saasteaine kogus, mis kindla ajavahemiku jooksul sisaldub välisõhu ruumalaühikus 293 kelvini juures või sadestub välisõhust pinna ühele ruutmeetrile.

Saastatuse taseme piirväärtus (SPV) - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus.

Saastatuse taseme 24 tunni piirväärtus (SPV₂₄) - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus ööpäeva keskmisena.

Saastatuse taseme 1 tunni piirväärtus (SPV₁) - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus 1 tunni keskmisena.

Saastatuse taseme 8 tunni piirväärtus (SPV₈) - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus 8 tunni libiseva keskmisena.

Saastatuse taseme aasta piirväärtus (SPV_a) - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus aasta keskmisena.

Sihtväärtus - saasteaine kogus välisõhu ruumalaühikus, milleni tuleb jõuda kas kindlaksmääratud aja jooksul või võimalikult kiiresti ja mille eesmärk on parendada välisõhu kvaliteeti ja vältida kahjulikku mõju inimese tervisel.

Süsinikoksiid (CO) - värvitu, lõhnatu gaas, mis tekib süsinikühendite (kütuste) mittetäielikul põlemisel. Linnaõhu suurimaks CO allikaks on transport ja olmekütmine.

Lämmastiku oksiidid (NO_x) - olulisemad on lämmastikoksiid ja lämmastikdioksiid. Lämmastikoksiidid tekivad lämmastikust katalüütilisel põlemisel. Valdavalt emiteeritakse lämmastikoksiidi, mis oksüdeerivate gaaside toimel (osoon) muutub edasi lämmastikdioksiidiks. Peamised inimtekkelised allikad on energiatootmine ja liiklus.

Vääveldioksiid (SO₂) - terava lõhnaga värvitu gaas, mis tekib väävlit sisaldavate kütuste põlemisel. Põhiliseks SO₂ allikateks linnades on katlamajad, liiklusjaamades on märgatav ka autokütustest pärinev vääveldioksiid.

Peened osakesed (PM₁₀) - osakesed, mis läbivad 10 µm aerodünaamilise diameetriga¹ mõõduselektiivse ava 50 protsendil juhtudest (peened osakesed läbimõõduga alla 10 µm). Sellesse fraktsiooni kuulub suurem osa antropogeensetest tolmsaastest (nt põlemisprotsesside tagajärjel tekkinud lendtuhk, tahm).

Eriti peened osakesed (PM_{2,5}) - osakesed, mis läbivad 2,5 µm aerodünaamilise diameetriga¹ mõõduselektiivse ava 50 protsendil juhtudest (peened osakesed läbimõõduga alla 2,5 µm). Sellesse fraktsiooni kuulub suurem osa antropogeensetest põlemisprotsessidega seotud osakestest.

PAH ehk polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud on orgaanilised ühendid, mis sisaldavad üksteisega liitunud benseenituumasid. On looduslikult esinevad ained, mis tekivad süsinikku sisaldavate ühendite põlemisel madalal temperatuuril kontrollimata tingimustes. See toimub metsatulekahjude ja vulkaanide korral; inimtegevuse puhul – suitsetamisel, eluasemete kütmisel, energia tootmisel ja fossiilkütuste sõidukites kasutamisel; toidu valmistamisel ja jäätmete põletamisel ning erinevate tööstuslike protsesside tagajärjel. Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud esinevad looduslikul kujul toornaftas ja kivisöes ning olles lihtsalt formeeruvad ja stabiilsed ühendid, kuhjuvad need krakkimise ja destilleerimise varastes staadiumites. PAH-sisaldusega õlisid kasutatakse autorehvide, veoautode, mootorrataste, võidusõiduautode ja õhusõidukite puhul. Need õlid, mis moodustavad koguni 28 % protektorist, annavad rehvidele sellise esmatähtsa omaduse nagu haarduvus, mida karkassilt ei nõuta.

Benso(a)püreen (BaP) on tuntuim polütsükliliste aromaatsete süsivesinike (PAH) hulka kuuluv keemiline ühend. Kivisöetõrvast, naftast saadav värvusetu vedelik. Kasutatakse värvide, lõhkeainete, ravimite, plastmassi valmistamisel ning seguna mootorikütuses. Atmosfääri emiteeritud PAH-ide üldkogusest moodustab benso(a)püreen ligikaudu 5%.

Plii (Pb) - satub õhku kütuse põlemisel tekkiva lendtuha ja auto heitgaasi koostises (etüülitud bensiini kasutamise tõttu). Õhust sadestuvad Pb-ühendid pinnasesse ja vette, sealt taimedesse ning seejärel toiduahela kaudu loomadesse ja inimesse. Magistraalteedest kuni 50 m kaugusel kasvavates

¹ Aerodünaamiline läbimõõt iseloomustab sfäärilist osakest tihedusega üks gramm kuupsentimeetri kohta, millel on sama langemiskiirus, mis konkreetsetel reaalsel osakesel, olenemata selle osakese kujust, suurusel ja tihedusest.

taimedes on suhteliselt kõrge Pb-sisaldus. Seepärast ei tohi seal kasvatada aeg- ja puuvilju ega karjatada loomi. Pb-mürgituse puhul täheldatakse kõrgeenenud erutuvust (vahelduvad depressiooni- ja ärritusseisundid), agressiivse käitumise ilmingud, väikelastel vaimset peetust, ajutegevushäireid. Plii asendab luudes kaltsiumi, eraldub sealt aja jooksul organismi ning elutegevusprotsesse.

Kaadmium (Cd) - üks mürgisemaid metalle. Cd-ühendid on umbes 50 korda mürgisemad Pb-ühenditest. Cd on lisaelemendina masuudis (0,0001-0,001 %), kiviões, fosforväetistes. 0,03g – 0,04 g Cd-ühendeid põhjustab surma. Cd-mürgisust iseloomustab närvisüsteemi kahjustus, ägedad luuvalud jalgades ja õlavöötmes, ekseem, mälu nõrgenemine, hingeldamine. Cd asendab luudes Ca ning põhjustab luudefekte. Kaadmiumil on kantserogeenne ja teratogeenne toime. Taimed omastavad Cd-ühendeid juurte ja lehtede kaudu (kuhu õhust on langenud tolmtuhka). Kaadmiumi koguvad endasse seemned. Joogivees on 0,000001 % Cd, ühe sigareti suitsetamisel satub suitsuga kopsudesse umbes 2 ng Cd.

Arseen (As) - juba sajandeid tuntud mürgkemikaalina, mida ühendina "arseeniku" (As_2O_3) nime all kasutati tahtlikuks mürgitamiseks. As sisaldub kiviõe- ja põlevkivituhhas ning lendtuhana õhus. As kuulub põllumajanduses rakendatavate mürgkemikaalide, mõnede värvide ja pesuainete koostisse. As põhjustab naha- ja kopsuvähki.

Nikkel (Ni) - satub atmosfääri terase ja nikli tootmisel, fossiilsete kütuste põletamisel, metallitöötlusel, värvide, plastmassi ja akude tootmisel.

Levoglükosaan – tselluloossete materjalide pürolüüsi käigus tekkiv monosahhariidne anhüriid (vee eemaldamisel saadud ühend), mida sisaldub rohkesti koos lenduvate orgaaniliste ühenditega (LOÜ) puidu põlemisel tekkinud suitsu koostises.

Anioon – ühe või mitmeatomiline osake, millel on negatiivne laeng (Cl^- , SO_4^-).

Katioon – ühe või mitmeatomiline osake, millel on positiivne laeng (Mg^+ , Na^+ , Ca^+ , K^+ , NH_4^+).

3 MÕÖTESEADMED JA METOODIKA

Mõõtmiste läbiviimiseks kasutati mobiilset mõõtebussi Mobair, mis lisaks automaatsetele analüsaatoritele on varustatud tolumuseadmega DH-80, määramaks tolmu kontsentratsioone gravimeetriliselt (Tabel 1). Käosoleva töö raames mõõdeti peente - (PM_{10}) ja eriti peente ($PM_{2.5}$) osakeste sisaldust gravimeetriliselt, kogudes tolmu proovi spetsiaalsele filtrile, millelt määrati tolmu sisaldus vastavalt standardile EVS-EN 12341:2001 *Air quality – determination of the PM_{10} fraction of suspended particulate matter – Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods*. Tolmu mõõtmine gravimeetrilisel meetodil põhineb tolmuosakeste kogumisel filtrile konstantse voolukiirusega täpselt mõõdetud õhuhulgast fikseeritud perioodi jooksul (24 tundi). Filter kaalutakse enne ja pärast proovivõttu standardsetel tingimustel. Kaalutiste vahe ja filtrit läbinud õhuhulga põhjal arvutatakse osakeste sisaldus kuupmeetris õhus.

Raskmetallide sisaldust määrati seadmega ICP-MS Agilent 7500cx vastavalt standardile EVS-EN 14902:2005 *Ambient air quality – Standard method for measurement of Pb, Cd, As and Ni in the PM_{10} fraction of suspended particulate matter*. Filtrilt, kuhu on kogutud tolmu proov, võetakse konstantse suurusega tükk, mis mineraliseeritakse. Uuritava metalli määramine proovist põhineb vabade aatomite võimele absorbeerida kiirgust, mille võrdlemisel tuntud kalibreerimislahuse neeldumisvõimega saadakse kätte erinevate raskmetallide sisaldus proovis. Saadud tulemuse ning filtrit läbinud õhuhulga põhjal arvutatakse raskmetallide kontsentratsioon kuupmeetris õhus.

Anioonide (kloriid ja sulfaat) sisaldust tolmuproovidest määrati vastavalt standardile EVS-EN ISO 10304-1 „*Water quality - Determination of dissolved anions by liquid chromatography of ions - Part 1: Determination of bromide, chloride, fluoride, nitrate, nitrite, phosphate and sulfate*“ ja kationide (Mg, Na, Ca, K, NH_4) sisaldust kogutud tolmuproovidest analüüsiti vastavalt standardile EVS-EN ISO 14911 „*Water quality – Determination of dissolved Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} and Ba^{2+} using ion Chromatography – Method for water and waste water*“. Ioonid leostati destilleeritud veega ning nende sisaldus määrati kasutadesioonvahetus – vedelikkromatograafiat.

Levoglükosaani sisaldust tolmuproovidest määrati vastavalt standardtööjuhendile STJ Õ124. Ühendi määramine põhineb selle ekstraheerimisel õhufiltritelt metanooliga. Saadud ekstrakt kontsentreeritakse rotatsioonaurutis, seejärel puhastatakse ja derivatiseeritakse N-metüül-N-trimetüülsilüültrifluoroatsetamiidiga. Silüeeritud derivaat analüüsitakse gaaskromatograafiliselt kasutades massdetektorit.

Elementaarse ja orgaanilise süsiniku sisaldust kogutud tolmuproovidest määrati SunLabs OC/EC termooptilise analüsaatoriga.

Lisaks saasteainetele määrati automaatanalüsaatoriga mõõtepunktides ka meteoroloogilisi parameetreid nagu tuule suund ja kiirus, suhteline õhuniiskus ja temperatuur.

Tabel 1 Mõõteseadmed mobiilses õhulaboris MOBAIR

Mõõdetavad parameetrid	Sagedus	Kasutatav seade	Väljalaske aasta
Lämmastikoksiidid (NO _x)	Pidev mõõtmine	HORIBA APNA – 360 Kemoluminestsents (NO ja NO _x), NO ₂ arvutuslik: NO _x -NO=NO ₂	2000
Süsinikoksiid (CO)	Pidev mõõtmine	HORIBA APMA – 360 Infrapunase kiirguse absorptsioon	2000
Osoon (O ₃)	Pidev mõõtmine	HORIBA APOA – 360 UV-fotomeetria	2000
Peened osakesed, eriti peened osakesed (PM ₁₀ , PM _{2,5})	Tsükliline mõõtmine	Digitel DHA 80 gravimeetria	2005
Peened osakesed, eriti peened osakesed (PM ₁₀ , PM _{2,5})	Pidev mõõtmine	BAM 1020 beeta kiirguse absorptsioon	2010
Üldtolm (TSP)	Pidev mõõtmine	BAM 1020 beeta kiirguse absorptsioon	2010
Vääveldioksiid (SO ₂)	Pidev mõõtmine	HORIBA APSA – 360 UV-fluorestsents	2000
Tuule suund ja kiirus, õhuniiskus, temperatuur	Pidev mõõtmine	Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam 10 m mastiga	2000

4 PIIRVÄÄRTUSED

Piirväärtused on kehtestatud pidades silmas nende ohtlikkust inimestele ning keskkonnale. Vastavad saastatuse taseme piirväärtused on toodud keskkonnaministri 8. juuli 2011. aasta määruses nr 43 "Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtsajad".² Allolevas tabelis on nimetatud käesoleva töö raames mõõdetud saasteainete välisõhu saastetaseme piirväärtused (Tabel 2). Arseenile, kaadmiumile, niklile ja benso(a)püreenile on kehtestatud sihtväärtused, mis on arvatatud PM₁₀ fraktsioonis kalendriaasta keskmisena, st, et liikmesriikide kohus on tagada, et alates 31. detsembrist 2012 ei ületaks saastetasemed vastavalt direktiivis 2008/50/EÜ nimetatud saasteainetele kehtestatud sihtväärtusi. Eriti peente osakeste (PM_{2,5}) kontsentratsiooni vastavust sihtväärtusele hinnatakse alates 01.01.2010, st 2010. aasta on esimene aasta, mille andmeid kasutatakse vastavuse arvutamisel järgmise kolme või viie aasta jooksul, olenevalt vajadusest.

Tabel 2 Välisõhu saastetaseme piir- ja sihtväärtused

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Piir- või sihtväärtus (µg/m ³)	Lubatud ületamiste arv aastas
SO ₂	1 tund	350	24 tundi
	24 tundi	125	3 päeva
	1 aasta ³ (1.10-31.03)	20	-
NO ₂	1 tund	200	18 tundi
	1 aasta	40	-
NO _x	1 aasta ²	30	-
CO	8 tundi	10 mg/m ³	-
Pb	1 aasta	0,5	-
PM _{2,5}	1 aasta ⁴	25	-
PM ₁₀	24 tundi	50	35 päeva

² <https://www.riigiteataja.ee/akt/112072011003>

³ Ökosüsteemide kaitse

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Piir- või sihtväärtus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Lubatud ületamiste arv aastas
	1 aasta	40	-
TSP	1 tund	500	-
	24 tundi	150	-
As	1 aasta ⁴	6 ng/m^3	-
Cd	1 aasta ⁴	5 ng/m^3	-
Ni	1 aasta ⁴	20 ng/m^3	-
Al	1 tund	40	-
	24 tundi	40	-
Mg	1 tund	300	-
	24 tundi	100	-
Na	1 tund	300	-
	24 tundi	100	-
Fe	1 tund	50	-
	24 tundi	5	-
Cr	1 tund	2	-
	24 tundi	1	-
Zn	1 tund	200	-
	24 tundi	50	-
V	1 tund	10	-
	24 tundi	2	-
Cu	1 tund	20	-
	24 tundi	2	-

Alates 01.01.2015 hakkab PM2.5-le kehtima kalendriaasta keskmine (SPVa) piirväärtus, milleks on $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

⁴ Sihtväärtus

5 VÄLISÕHU KVALITEEDI HINDAMINE


Vastavalt osapoolte vahel sõlmitud lepingu Lisa 1-le, teostati ajavahemikus 26.10.2012 – 21.02.2013 mobiilse mõõtelaboriga välisõhu kvaliteedi mõõtmisi Tallinnas kolmes erinevas mõõtepunktis. 26.10-26.11.2012 mõõdeti liikuva õhulaboriga saastetasemeid Kristiine linnaosas Endla tn 52, Statoili bensiinjaama vahetus läheduses, 03.12.2012-14.01.2013 paiknes mõõtebuss Haabersti linnaosas Paldiski mnt 105, ABC Motorsi territooriumil ning 14.01.-21.02.2013 määrati õhulaboriga välisõhu kvaliteeti Nõmme linnaosas Vabaduse pst 65 (Joonis 1).

Välisõhu kvaliteedi mõõtmiseks kasutati mobiilset mõõtebussi Mobair, mis registreeris saastetasemeid vähemalt nelja nädala jooksul igas valitud mõõtepunktis. Täisautomaatsete õhuanalüsaatoritega määrati vääveldioksiidi (SO_2), lämmastikoksiidide (NO_x), süsinikmonooksiidi (CO), osooni (O_3) ja erinevate tolmufraktsioonide (TSP, PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$) kontsentratsioone ning meteoparameetreid (tuule suund, tuule kiirus, välisõhu temperatuur ja suhteline õhuniiskus). Lisaks automaatanalüsaatoritele koguti tolmuproov ka spetsiaalsele filtrile, mida laboris analüüsiti gravimeetriselt. Peente ja eriti peente osakeste (PM_{10} ja $\text{PM}_{2,5}$) fraktsioonist määrati raskmetallide (As, Cd, Ni, Pb, Cr, Cu, Zn, V) ja ionide (SO_4^- , NH_4^+ , Cl^- , K^+ , Na^+ , Mg^+ , Ca^+) sisaldus. PM_{10} ja $\text{PM}_{2,5}$ fraktsioonist määrati ka mineraalide (Al, K, Ca, Mg, Na, Fe, Ti) sisaldus ning Vabaduse pst 65 mõõtepunktis levoglükosaani sisaldus. Lisaks määrati PM_{10} fraktsioonist nii automaatanalüsaatoriga kui gravimeetriselt analüüsitud ööpäevakeskmisest tolmuproovist EC/OC kontsentratsioon.

Kuna esimene ja viimane mõõtepäev on õhulabori teisaldamisega seotud ajakaost tingituna poolik, on mõõtmistulemuste ööpäevaste kontsentratsioonide arvutamisel kasutatud täispäevade andmeid. Alljärgnevalt tuuakse ülevaade mõõdetud saastetasemetest Endla tn, Paldiski mnt ja Vabaduse pst seirepunktides.

Lisaks saastetasemete analüüsile kajastavad alljärgnevad peatükid ka saasteainete summaarse saastevoo graafikuid, mille põhjal on võimalik määrata saasteainete pärinemise suund ja tuvastada võimalikud saasteallikad piirkonnas. Summeeritud saastevoo arvutamise aluseks on tuule kiiruse ja tunnikeskiste kontsentratsioonide korrutis (saastevoo), mis on summeeritud tuule suundade järgi.



 Mõõtebussi asukoht



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

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)

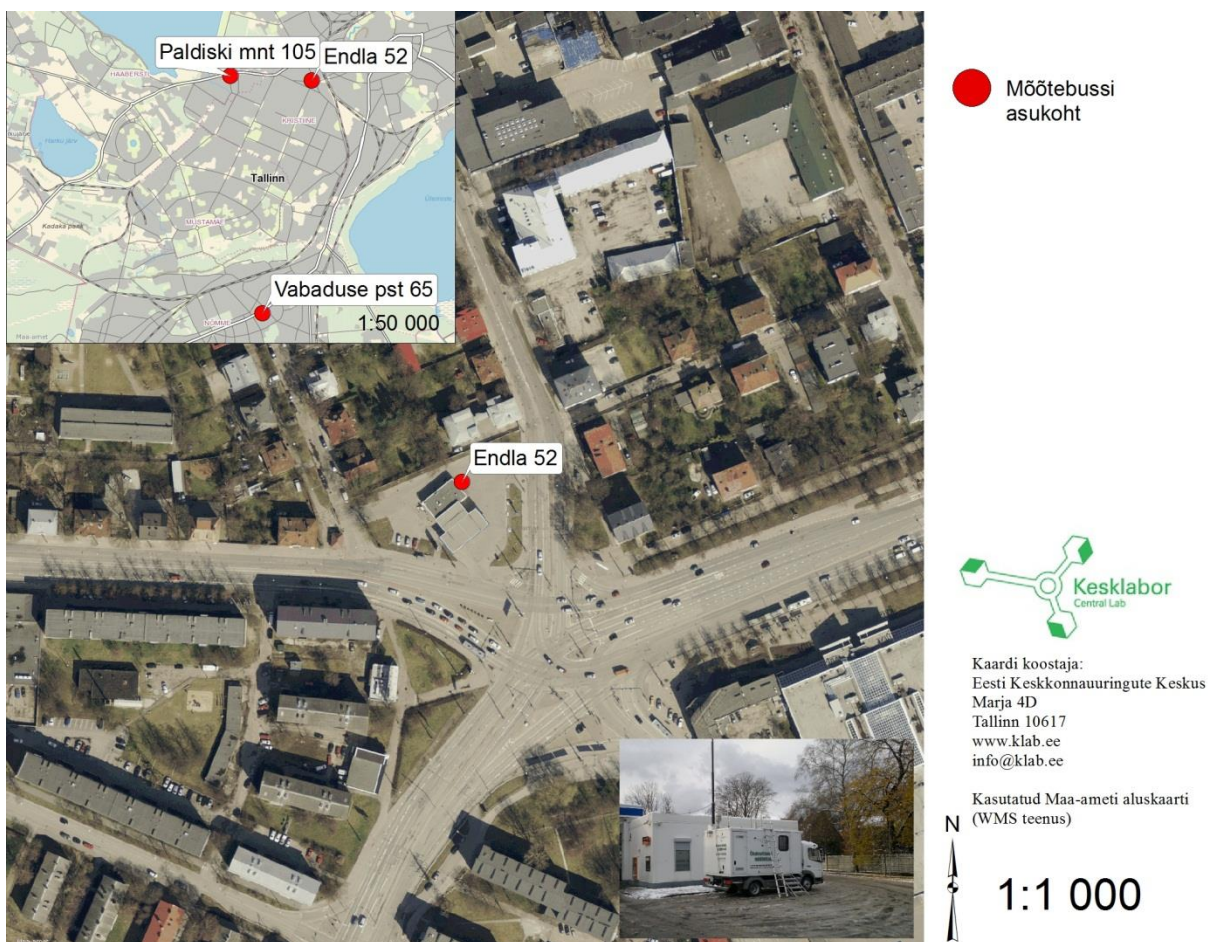


1:20 000

Joonis 1 Mõõtepunktide asukoht

5.1 Mõõtepunkt nr 1 - Endla tn 52, Statoili bensiinijaam

Õhukvaliteedi hindamiseks Endla tn 52 teostati valitud mõõtepunktis ajavahemikus 26.10.2012 – 26.11.2012 välisõhu saastetaseme mõõtmisi. Mõõtepunkt koordinaatidega (X540833, Y6588020) asus suure koormusega liiklussõlme läheduses (Joonis 2). Ööpäevaringselt mõõdeti automaatanalüsaatoritega CO, O₃, NO₂, SO₂, TSP, PM₁₀, PM_{2,5} kontsentratsioone ja meteoroloogilisi parameetreid. Lisaks määrati PM₁₀, PM₂ sisaldust välisõhus gravimeetriselt ning teostati keemilised analüüsid tolmufraktsioonide ioonilise ja mineraalse koostise, raskmetallide ning EC/OC suhtes.



Joonis 2 Mõõtepunkti asukoht

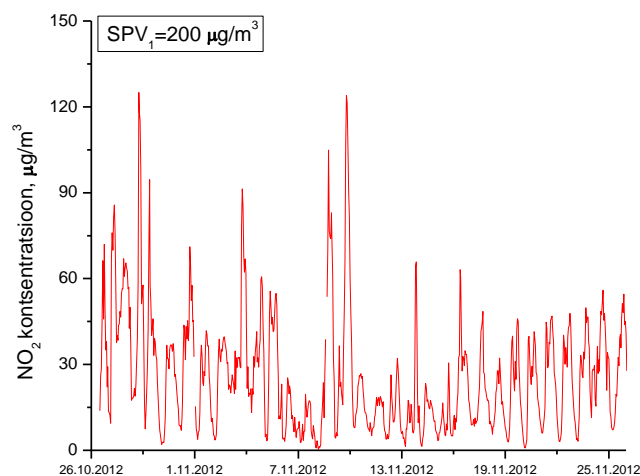
Mõõteperioodil puhusid valdavalt lõunakaarte tuuled (43,1 %) keskmise kiirusega 2,3 m/s, suhteline õhuniiskus oli keskmiselt 86 % ning välisõhu temperatuur 3,8 °C.

Tabel 3 Tuulte esinemissagedus, Endla tn

Tuule suund	(kraadi)	Esinemissagedus %
Põhi (N)	337.5-22.5 °	3,1

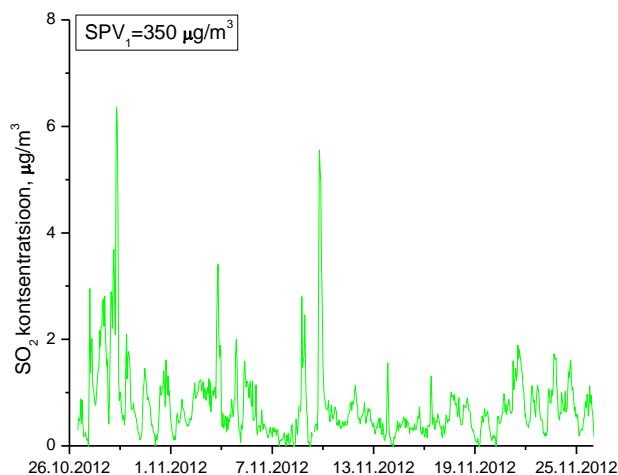
Kirre (NE)	22.5-67.5 °	1,2
Ida (E)	67.5-112.5 °	1,6
Kagu (SE)	112.5-157.5 °	8,8
Lõuna (S)	157.5-202.5 °	43,1
Edel (SW)	202.5-247.5 °	21,1
Lääs (W)	247.5-292.5 °	12,2
Loe (NW)	292.5-337.5 °	8,8

Lämmastikdioksiidile (NO₂) kehtib tunnikeskmine piirväärtus 200 µg/m³. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 125 µg/m³ (28.10) 53 µg/m³ (27.10). Mõõteperioodi keskmine NO₂ sisaldus oli 26,4 µg/m³ (Joonis 3).



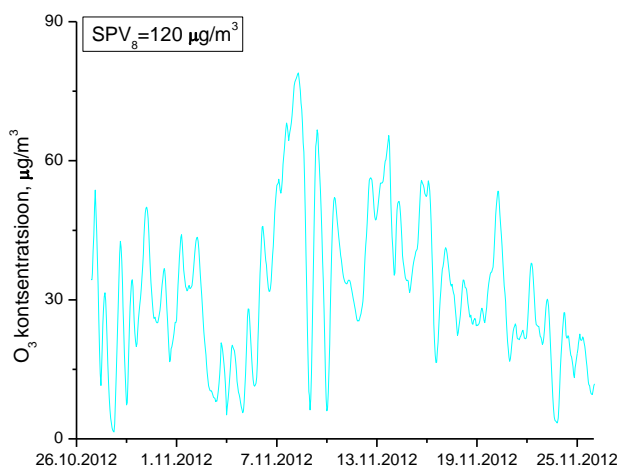
Joonis 3 NO₂ kontsentratsioon Endla 52

Väeveldioksiidile (SO₂) kehtib tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine piirväärtus vastavalt 350 µg/m³ ja 125 µg/m³. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne tunni ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli 6,4 µg/m³ (28.10) ja 2,5 µg/m³ (28.10). Mõõteperioodi keskmine SO₂ kontsentratsioon oli 0,8 µg/m³ (Joonis 4).



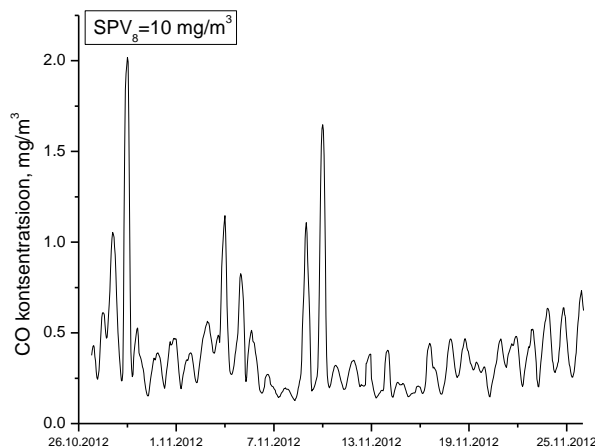
Joonis 4 SO₂ kontsentratsioon Endla 52

Osoonile (O₃) kehtib 8 h libisev keskmine sihtväärtus vastavalt 120 µg/m³. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne 8 h libisev ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli 79 µg/m³ (8.11) ja 65,3 µg/m³ (7.11). Mõõteperioodi keskmine O₃ sisaldus oli 31,6 µg/m³ (Joonis 5).



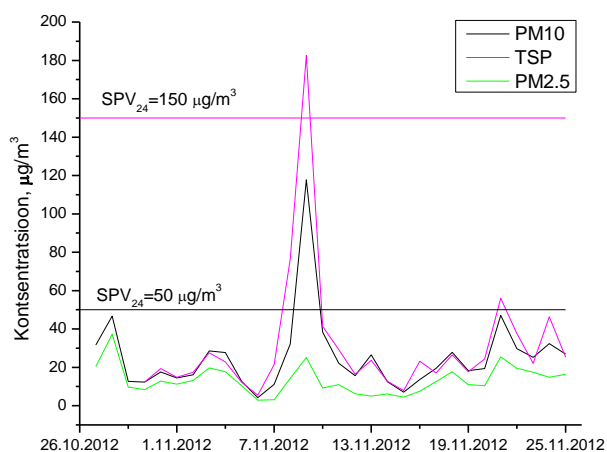
Joonis 5 O₃ kontsentratsioon Endla 52

Süsinikmonoksiidile (CO) kehtib 8 h libisev keskmine sihtväärtus vastavalt 10 mg/m³. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne 8 h libisev ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 2,0 mg/m³ (29.10) ja 1,0 mg/m³ (28.10). Mõõteperioodi keskmine CO sisaldus oli 0,4 mg/m³ (Joonis 6).

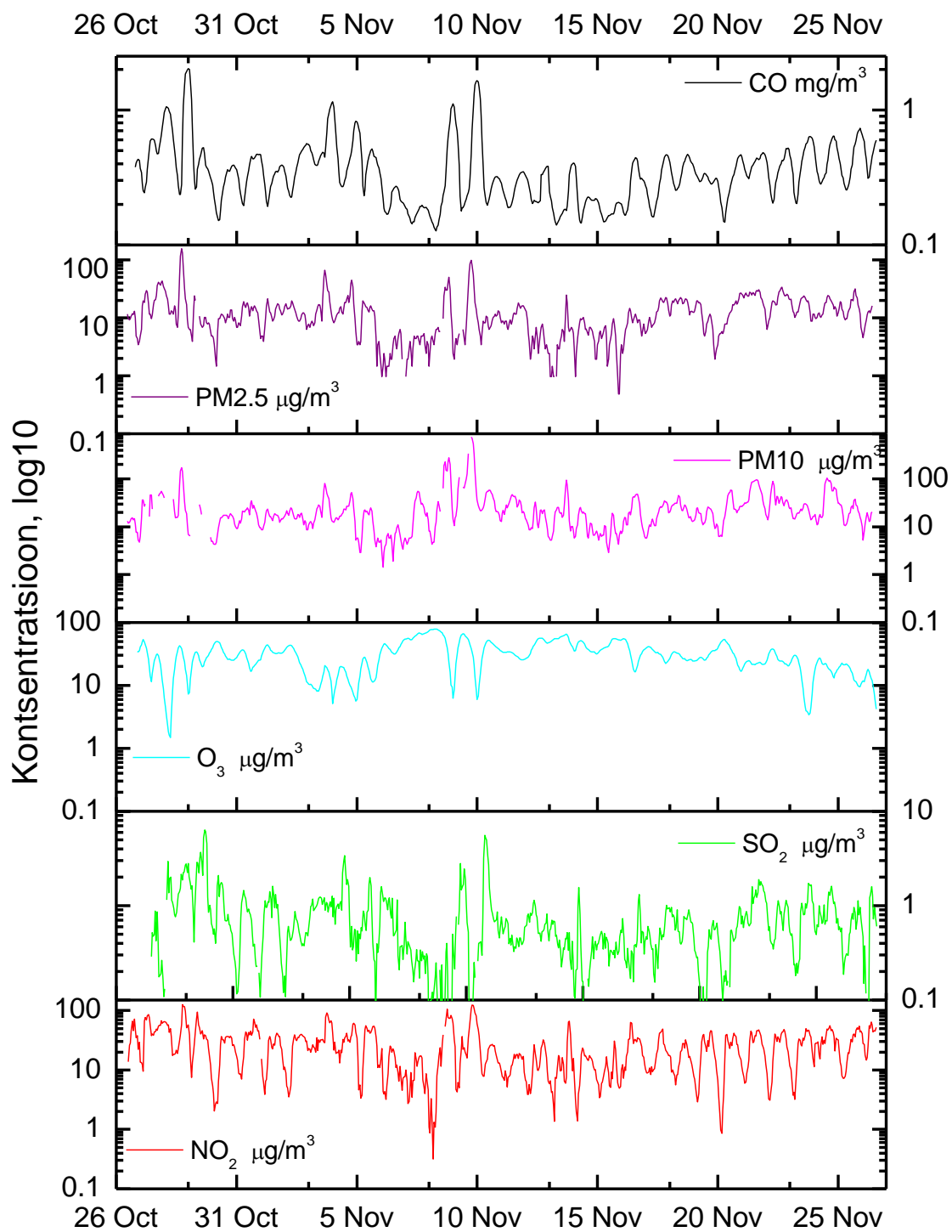


Joonis 6 CO kontsentratsioon Endla 52

Tolmu fraktsioonidest kehtib TSP-le 24 h keskmine piirväärtus $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja PM_{10} -le 24 h keskmine piirväärtus $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{2,5}$ on kehtestatud aastakeskmine sihtväärtus $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksimaalne ööpäevakeskmine TSP kontsentratsioon oli $182,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.11) ja PM_{10} sisaldus $117,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.11), mis olid ka mõõteperioodi ainukesed piirväärtust ületavad väärtused. $\text{PM}_{2,5}$ ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli $37,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (28.10). Mõõteperioodi keskmine üldtolmu, peente osakeste ja eriti peente osakeste sisaldus oli vastavalt $29,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $25,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $13,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 7).

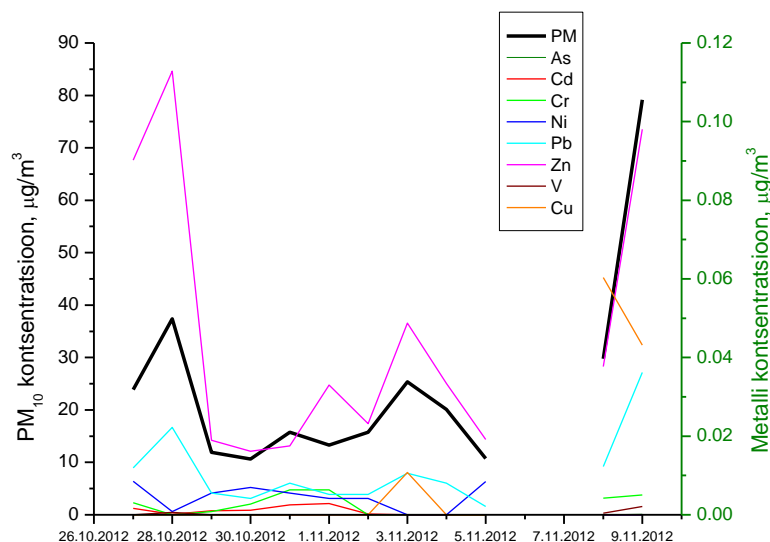


Joonis 7 Tolmu kontsentratsioon Endla 52



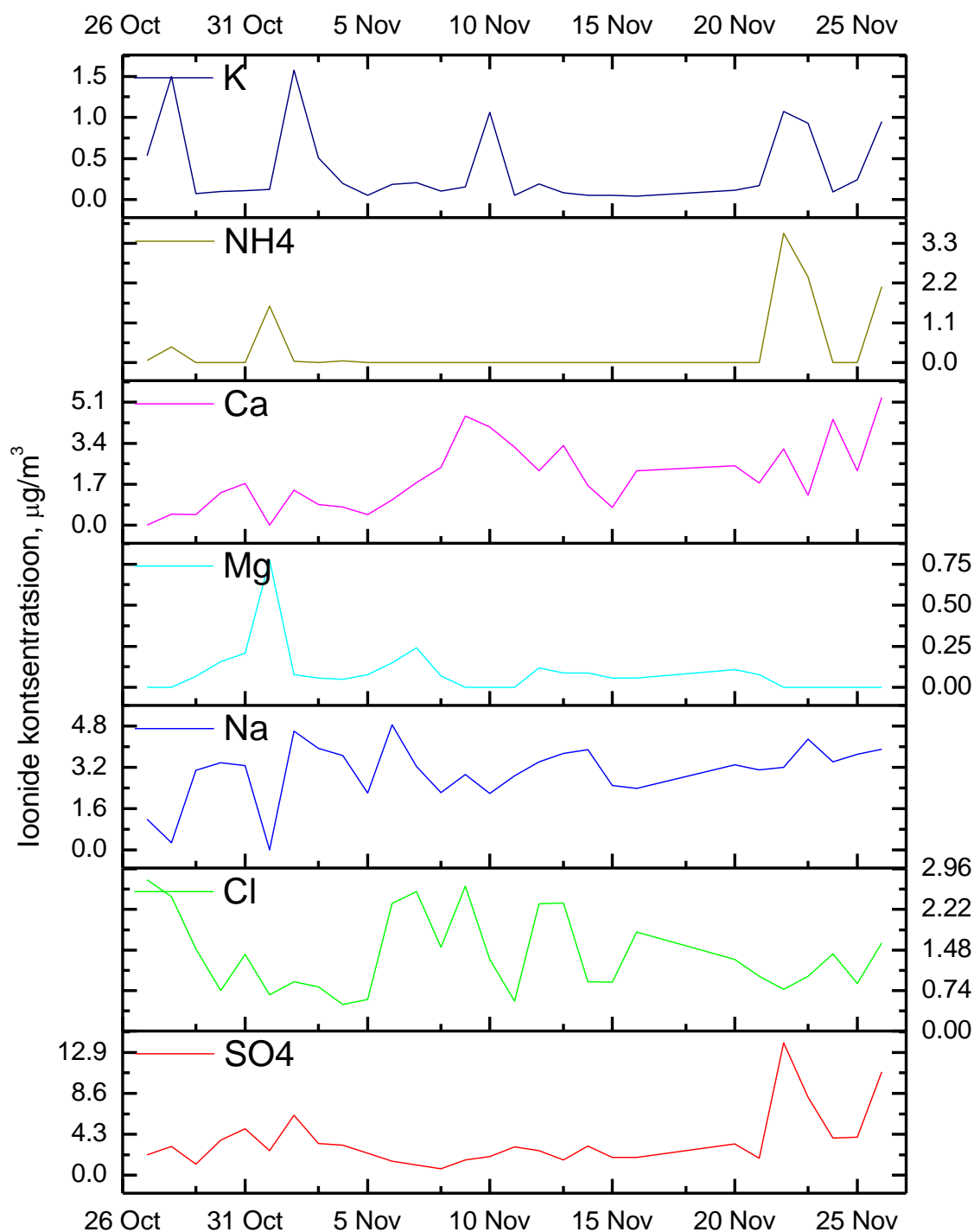
Joonis 8 Endla tn 1h mõõtetulemused (log10)

Automaatanalüsaatorile lisaks määrati peente ja eriti peente osakeste sisaldust välisõhus gravimeetriliselt ning teostati keemilised analüüsid tolmufraktsioonide ioonilise ja mineraalse koostise ning raskmetallide suhtes. Mõõteperioodil analüüsiti kokku 14 PM₁₀ filtrit ja 14 PM_{2,5} filtrit. PM₁₀ fraktsioonis määrati iooniline-, mineraalne- ja raskmetallide sisaldus, PM_{2,5} fraktsioonist iooniline ja mineraalne koostis. PM₁₀ fraktsioonist määrati järgmiste metallide sisaldus: As, Cd, Cr, Ni, Pb, Zn, V, Cu. Sarnaselt automaatanalüsaatorile mõõdeti ka gravimeetriliselt PM₁₀ piirväärtusest kõrgem tulemus 9.novembril – 79, 2 µg/m³, metallidest näitasid perioodi kõrgemaid kontsentratsioone sel päeval Pb, V, Cu ning Zn, mille sisaldus PM₁₀ fraktsioonis oli kogu mõõteperioodi vältel teiste metallide sisaldusest oluliselt kõrgem. Arseni, kaadmiumi ja kroomi ööpäevakeskmised kontsentratsioonid püsisid mõõteperioodil määramispiiri tasemel või jäid sellest allapoole. Kõigi metallide kontsentratsioonid PM₁₀ fraktsioonis jäid mõõteperioodi vältel kehtivatest piirväärtustest madalamaks (Joonis 9).

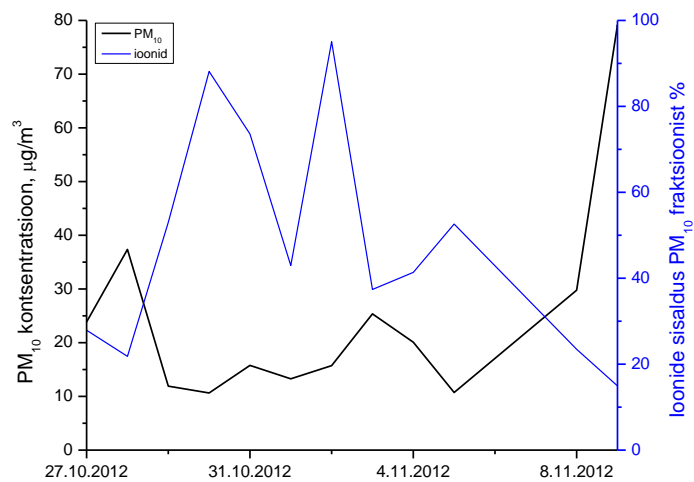


Joonis 9 Metallide sisaldus PM₁₀ fraktsioonis

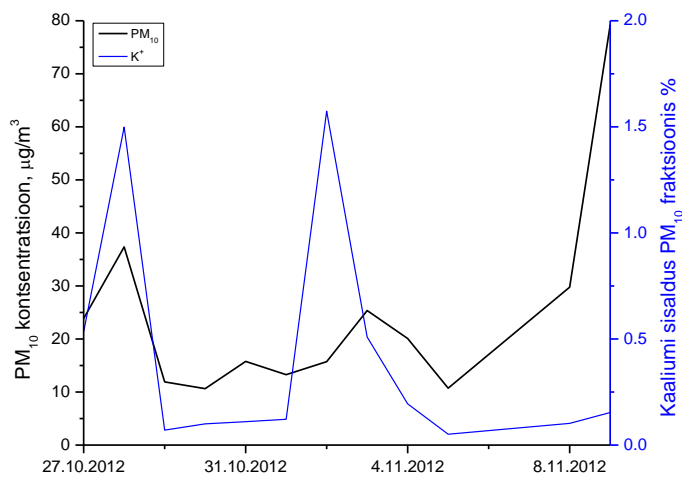
Ioonidest määrati PM₁₀ ja PM_{2,5} fraktsioonist järgmised katioonid ja anioonid: Mg⁺, Na⁺, Ca⁺, K⁺, NH₄⁺ ja Cl⁻, SO₄⁻. Ioonide summaarne sisaldus PM₁₀ fraktsioonis oli mõõteperioodil keskmiselt 51%, olenevalt mõõtepäevast kõikus see 15% - 96% vahel. Ioonide summaarne sisaldus PM_{2,5} fraktsioonis oli keskmiselt 55%, olenevalt mõõtepäevast jäi see 15% - 92% vahele. Kaaliumi sisaldus moodustas PM₁₀ fraktsioonist keskmiselt 2,2% (max sisaldus 10%, min sisaldus 0,2%). Maksimaalsed kaaliumi sisaldused PM₁₀ fraktsioonis olid 1,50 µg/m³ (28.10) ja 1,57 µg/m³ (2.11). Maksimaalne kaaliumi sisaldus PM_{2,5} fraktsioonis oli 1,07 µg/m³ (22.11) (Joonis 11, Joonis 12, Joonis 13, Joonis 14).



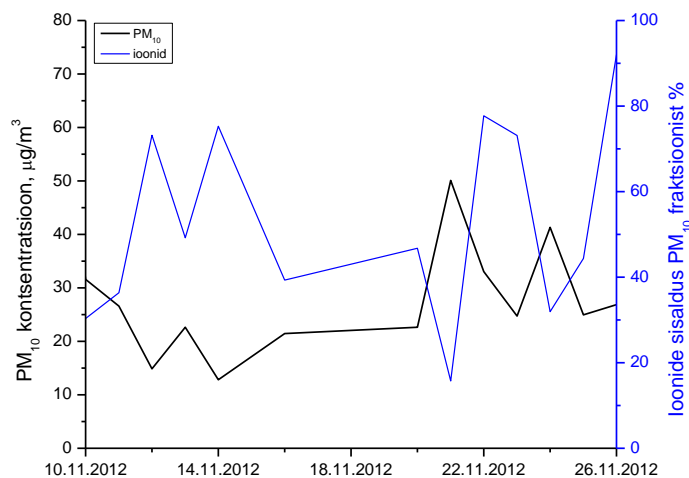
Joonis 10 Ioonide kontsentratsioonid, µg/m³



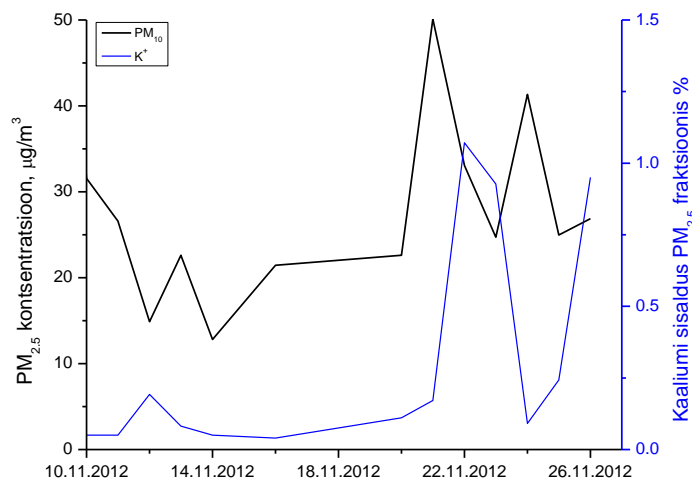
Joonis 11 Ioonide summaarne sisaldus PM₁₀ fraktsioonis



Joonis 12 Kaaliumi sisaldus PM₁₀ fraktsioonis

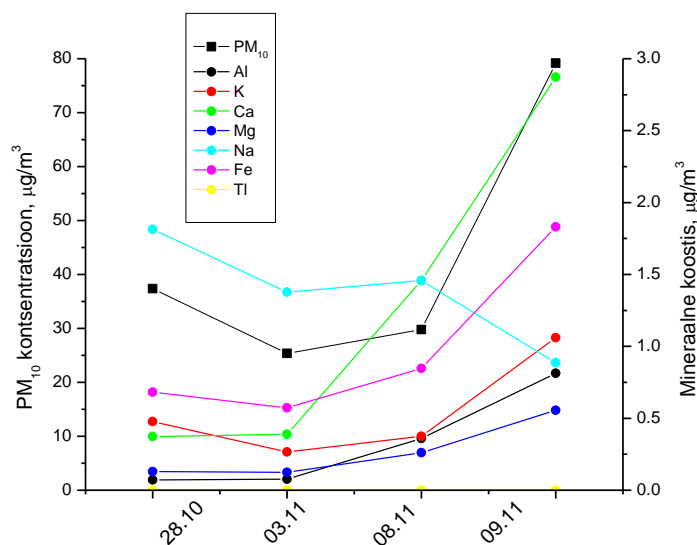
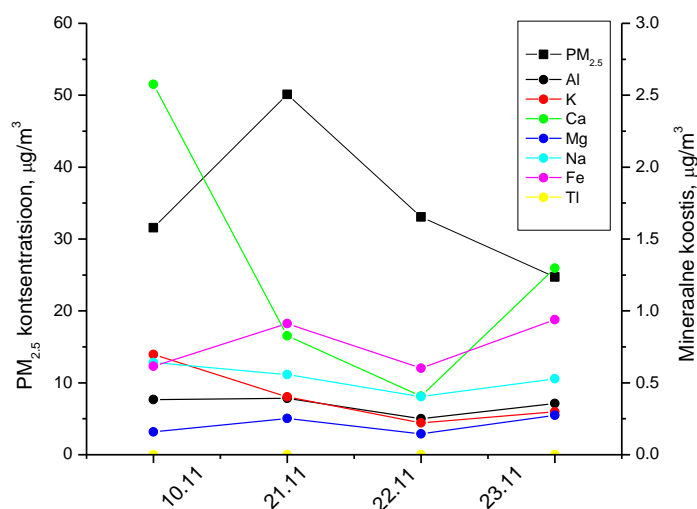


Joonis 13 Ioonide summaarne sisaldus PM_{2,5} fraktsioonis

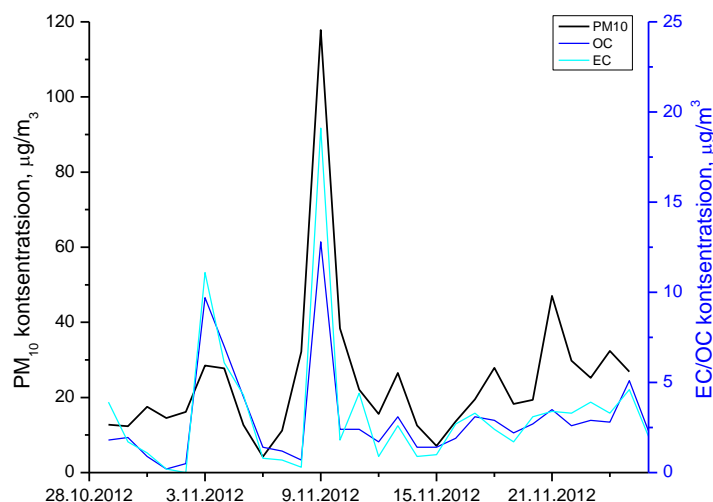


Joonis 14 Kaaliumi sisaldus PM_{2,5} fraktsioonis

Lisaks analüüsiti laboris tolmu mineraalset koostist, PM₁₀ ja PM_{2,5} fraktsioonist määrati järgmiste ühendite sisaldus: Ti, Al, Fe, Mg, K, Na, Ca. Maksimaalsed kontsentratsioonid PM₁₀ fraktsioonis olid vastavalt 0,1 µg/m³, 0,81 µg/m³, 1,83 µg/m³, 0,56 µg/m³, 1,06 µg/m³, 1,81 µg/m³ ja 2,87 µg/m³. PM_{2,5} fraktsioonis jäid talliumi sisaldused alla määramispiiri, teiste ühendite maksimaalsed kontsentratsioonid olid vastavalt 0,39 µg/m³, 0,94 µg/m³, 0,27 µg/m³, 0,70 µg/m³, 0,64 µg/m³, 2,57 µg/m³ (Joonis 15, Joonis 16).


Joonis 15 PM₁₀ fraktsiooni mineraalne koostis

Joonis 16 PM_{2.5} fraktsiooni mineraalne koostis

Mõõteperioodil määrati automaatanalüsaatoriga PM₁₀ fraktsioonist EC/OC sisaldus, kokku määrati orgaanilise ja elementaarse süsiniku sisaldus 31. tolmuproovist. Mõõteperioodi maksimaalsed EC/OC sisaldused mõõdeti 9.novembril, kui PM₁₀ kontsentratsioon oli 117,8 µg/m³ ning EC/OC sisaldus vastavalt 19,1 µg/m³ ja 12,8 µg/m³ (Joonis 17).



Joonis 17 EC/OC sisaldus PM₁₀ fraktsioonis

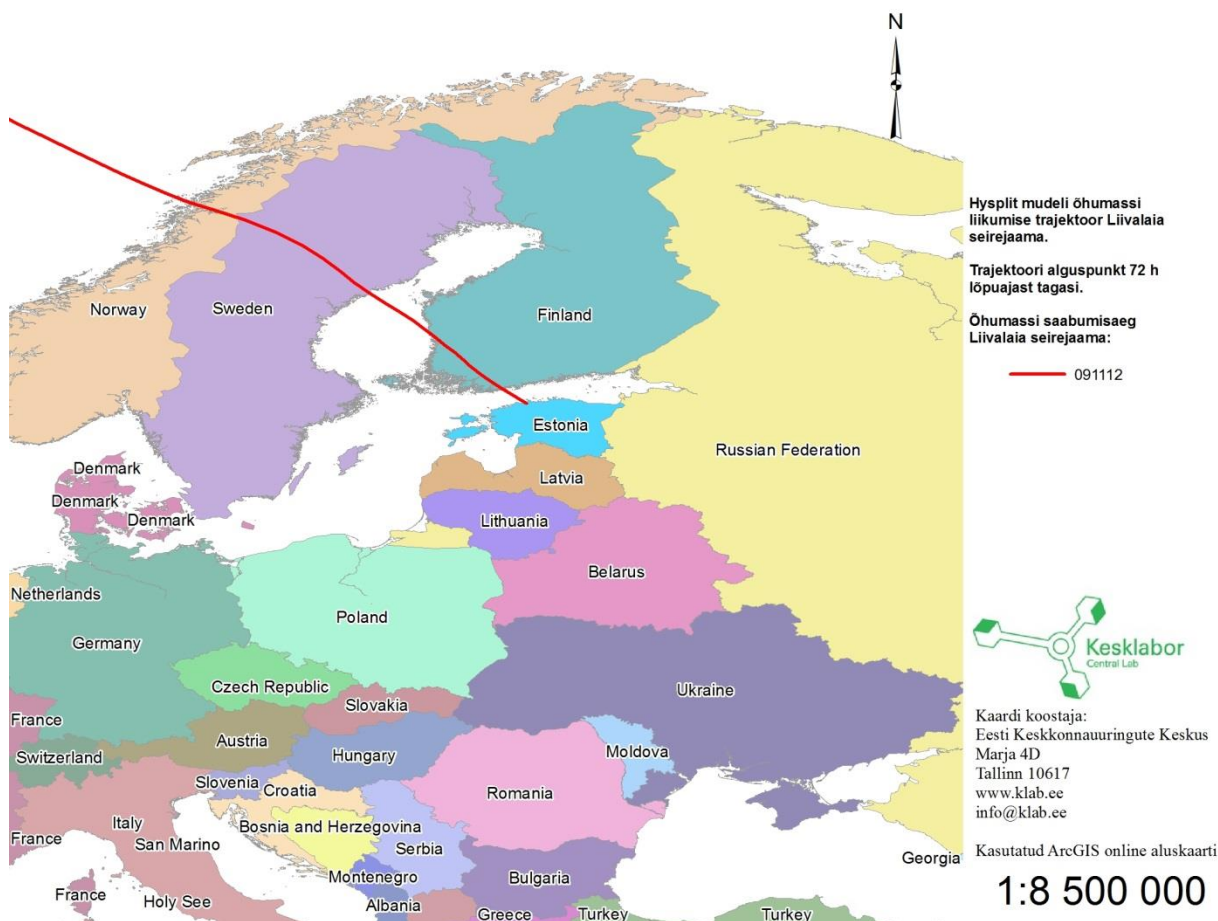
Endla tn mõõtepunkti mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et antud mõõtepunkti mõjutasid antud perioodil enim liiklusest pärinevad saasteained. Antud seost kinnitavad Joonis 8 tulemused, kus on selgelt täheldatav seos liiklusest pärinevate (NO₂, CO, PM10) saasteainete vahel. 09.11 kuni 11.11.2012 on toimunud episood, mil enamus saasteainete kontsentratsioone on järsult tõusnud. Taustajaamades (Lahemaa, Vilsandi) pole samal perioodil saasteainete tõus täheldatav, seega oli antud episood suure tõenäosusega pigem lokaalse päritoluga. Episoodi vältel puhusid peamiselt idakaare tuuled, kiirusega kuni 1,5 m/s ning õhutemperatuur on olnud 0°C piires. Antud perioodil esines nõrk inversioon, mille tulemusena oli saasteainete hajumine pärsitud. Episoodi ajal on tõusnud järsult Cl⁻, Ca⁺ ja K⁺ sisaldus (Joonis 10). Cl⁻ sisalduse kasv on suure tõenäosusega seotud teede libedustõrjevahendite kasutamise, Ca⁺ on enamasti pärit teekattematerjalide kulumisprotsessidest. K⁺ viitab biomassi suurenenud põletamisele antud perioodil. Kuna antud perioodil oli temperatuur 0°C piires, siis toimus lähedal asuvates eramutes küttekollete kütmine ning see omakorda mõjutas Endla tänava mõõtetulemusi. Kaugkande episoodi puudumisele antud kuupäevadel viitab SO₄⁻ madal tase. Kaugkandest põhjustatud episood on täheldatav mõõtekampaania lõpus alates 23.11.2012, mil on tõusnud SO₄⁻ ja peenosakeste tase. Hysplit trajektoorarvutuse põhjal on 09.11.2012 Tallinna jõudnud õhumass 72 tundi tagasi olnud Põhja-Gröönimaa kohal ning liikunud seejärel üle Põhjamere, Norra ja Rootsi Eestisse. Enamasti on arktilise päritoluga õhumassid puhtad ning seda kinnitavad ka Eesti taustajaamade sama perioodi andmed.

Element ja orgaanilise süsiniku suhe oli mõõteperioodi keskmisena 0,99. 17 ööpäeval oli EC/OC suhe alla 1,00, mis viitab suuremale orgaanilise süsiniku kontsentratsioonile välisõhus. PM10 ja PM2.5

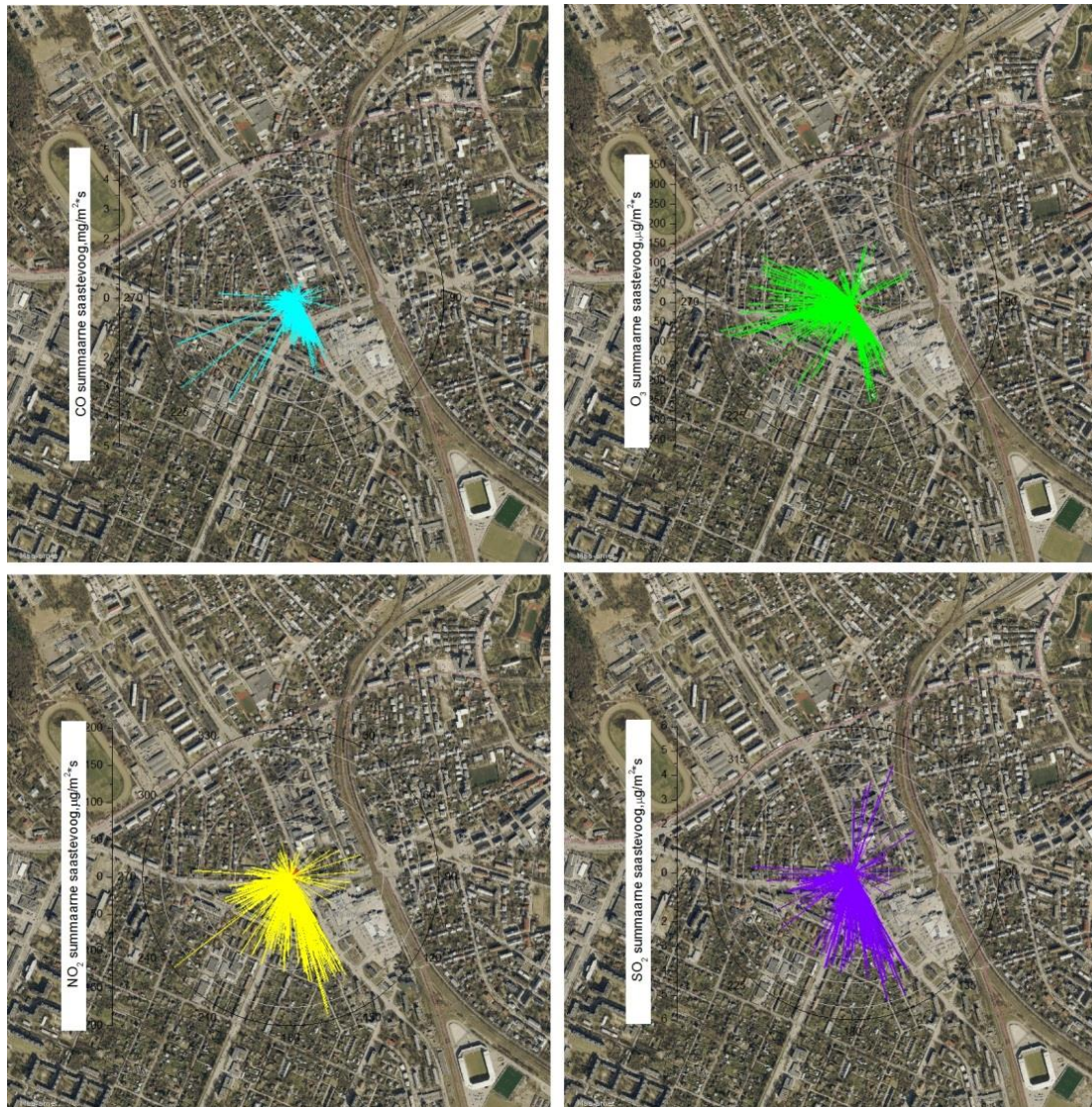
tõusude korral on täheldatav ka EC/OC tõus, mis omakorda viitab, et enamus osakeste tõusu oli põhjustatud põlemisprotsessidest pärinevate osakeste poolt. Teekatte kulumisest pärinevate peenosakeste osakaal antud mõõtepunktis oli oluliselt väiksema osakaaluga.

Mõõteperioodi summaarsete saasteveo graafikute põhjal pärineb enamus saasteaineid mõõtepunktist kagusuunalt – Endla tn ristmikult. Vaid O₃ puhul on täheldatav läänekaare domineerimine.

Antud mõõtepunktis teostatud mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et antud piirkonda mõjutab enim põlemisprotsessidest (sh liiklus) ning vähesel määral ka teekatte kulumisest pärinevad saasteained. 09.11.2012 mõõdeti TSP ja PM10 SPV24 ületamised, samuti ületati antud kuupäeval PM2.5 sihtväärtust.



Joonis 18 09.11.12 Liivalaia seirejaama saabunud õhumassi 72 h trajektoor



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

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
 (WMS teenus)



1:10 000

Joonis 19 CO, O₃, NO₂, SO₂ summaarsed saastevood Endla tn



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

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
 (WMS teenus)

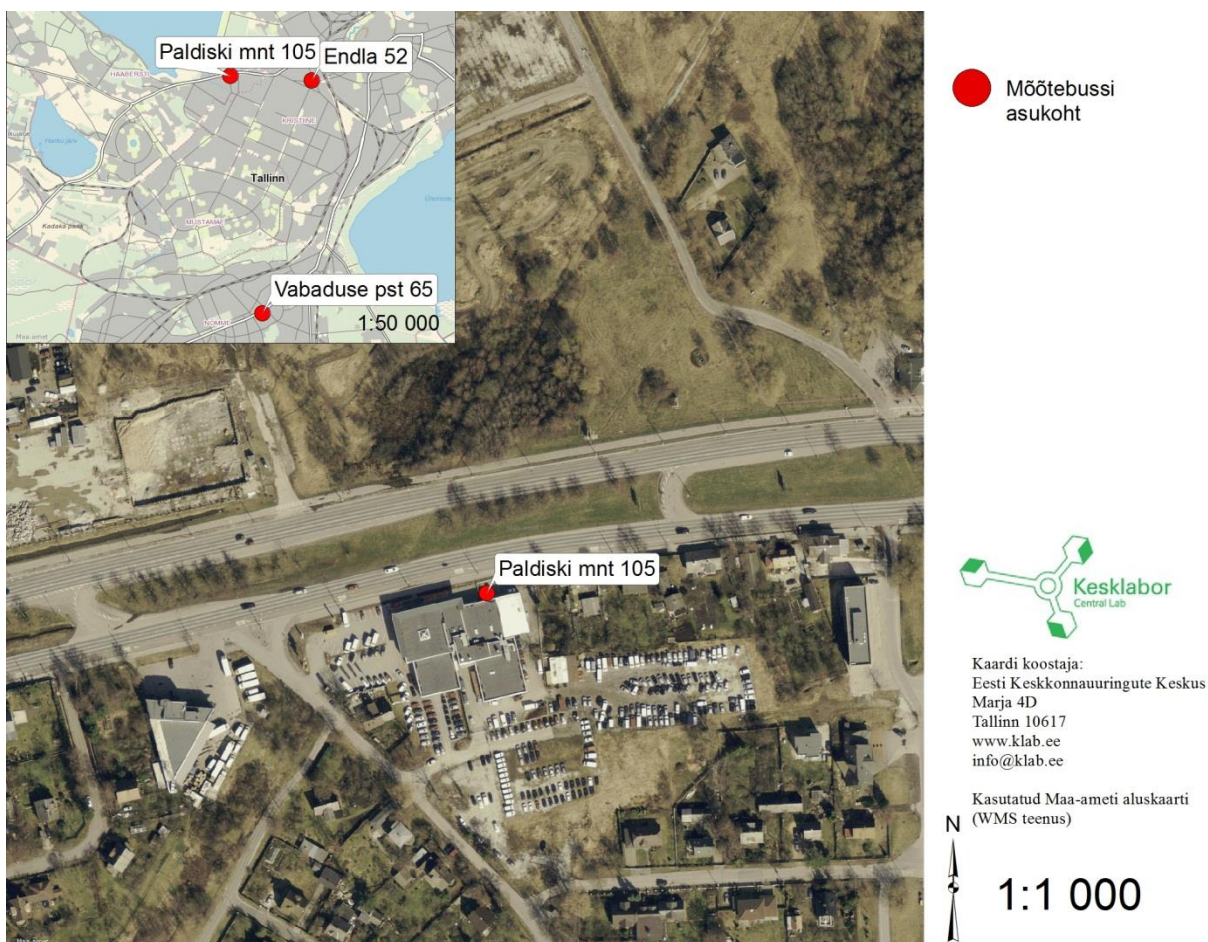


1:10 000

Joonis 20 PM_{2.5}, PM₁₀, TSP summaarsed saastevood

5.2 Mõõtepunkt nr 2 - Paldiski mnt 105, ABC Motors

Õhukvaliteedi hindamiseks Paldiski mnt 105 teostati valitud mõõtepunktis ajavahemikus 03.12.2012 – 14.01.2013 välisõhu saastetaseme mõõtmisi. Mõõtepunkt koordinaatidega (X538946, Y6588124) asus tiheda liiklusega magistraali ääres (Joonis 21). Ööpäevaringselt mõõdeti automaatanalüsaatoritega CO, O₃, NO₂, SO₂, TSP, PM₁₀, PM_{2,5} kontsentratsioone ja meteoroloogilisi parameetreid. Lisaks määrati PM₁₀, PM_{2,5} sisaldust välisõhus gravimeetriselt ning teostati keemilised analüüsid tolmufraktsioonide ioonilise ja mineraalse koostise, raskmetallide ja EC/OC suhtes.



Joonis 21 Mõõtepunkti asukoht Paldiski mnt 105

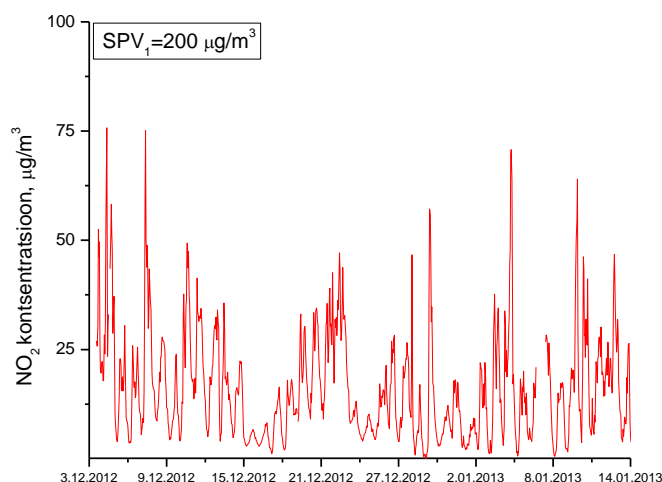
Mõõteperioodil puhusid valdavalt kagukaarte tuuled (41,4 %) keskmise kiirusega 2,4 m/s, suhteline õhuniiskus oli keskmiselt 88 % ning välisõhu temperatuur -5 °C.

Tabel 4 Tuulte esinemissagedus, Paldiski mnt

Tuule suund	(kraadi)	Esinemissagedus %
Põhi (N)	337.5-22.5 °	3,3

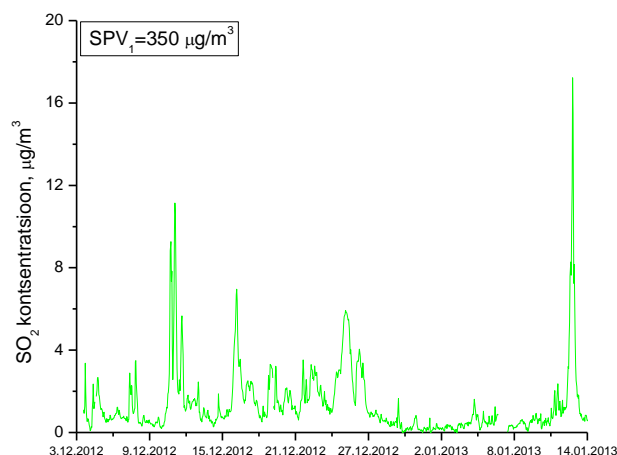
Kirre (NE)	22.5-67.5 °	4,7
Ida (E)	67.5-112.5 °	16,8
Kagu (SE)	112.5-157.5 °	41,4
Lõuna (S)	157.5-202.5 °	15,3
Edel (SW)	202.5-247.5 °	9,3
Lääs (W)	247.5-292.5 °	3,0
Loe (NW)	292.5-337.5 °	6,1

Lämmastikdioksiidile (NO₂) kehtib tunnikeskmine piirväärtus 200 µg/m³. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Keskmine tunni- ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 75,7 µg/m³ (4.12) ja 36,6 µg/m³ (4.12). Mõõteperioodi keskmine NO₂ sisaldus oli 16,1 µg/m³ (Joonis 22).



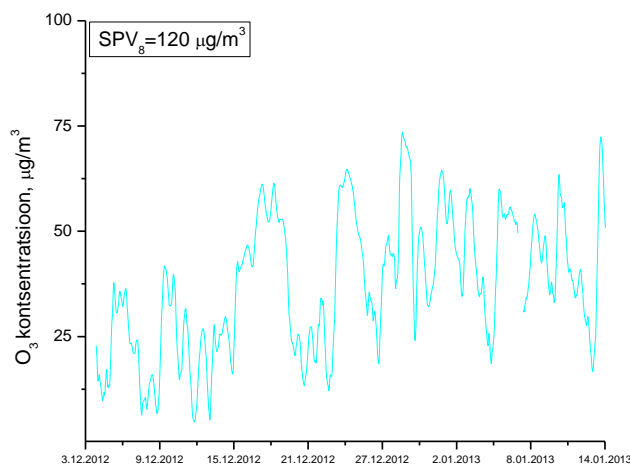
Joonis 22 NO₂ kontsentratsioon Paldiski mnt 105

Vääveldioksiidile (SO₂) kehtib tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine piirväärtus vastavalt 350 µg/m³ ja 125 µg/m³. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne tunni ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 17,2 µg/m³ (12.01) ja 5,5 µg/m³ (12.01). Mõõteperioodi keskmine SO₂ sisaldus oli 1,4 µg/m³ (Joonis 23).



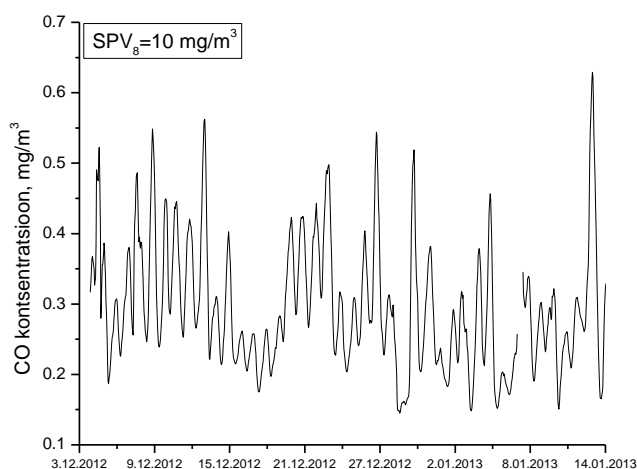
Joonis 23 SO₂ kontsentratsioon Paldiski mnt 105

Osoonile (O₃) kehtib 8 h tunni libisev keskmine sihtväärtus 120 µg/m³. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne 8 h libisev ja ööpäevakeskmise kontsentratsioon oli 73,5 µg/m³ (28.12) ja 64,0 µg/m³ (28.12). Mõõteperioodi keskmine O₃ sisaldus oli 38 µg/m³ (Joonis 24).



Joonis 24 O₃ kontsentratsioon Paldiski mnt 105

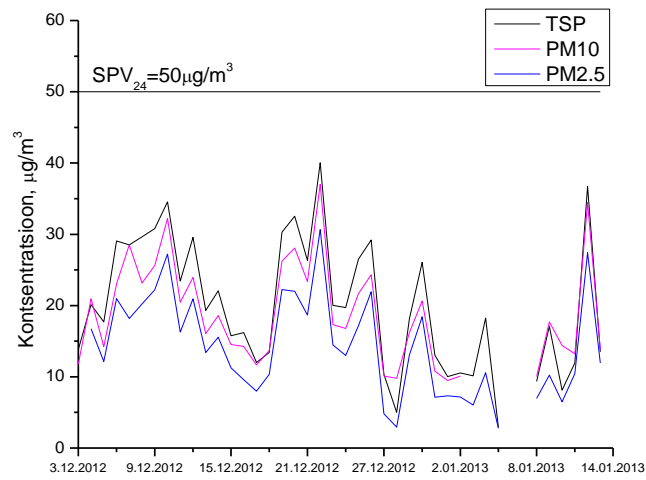
Süsinikmonoksiidile (CO) kehtib 8 h libisev keskmine sihtväärtus 10 mg/m³. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne 8 tunni libisev ja ööpäevakeskmise kontsentratsioon oli vastavalt 0,62 mg/m³ (12.01) ja 0,4 mg/m³ (12.01). Mõõteperioodi keskmine CO sisaldus oli 0,3 mg/m³ (Joonis 25).



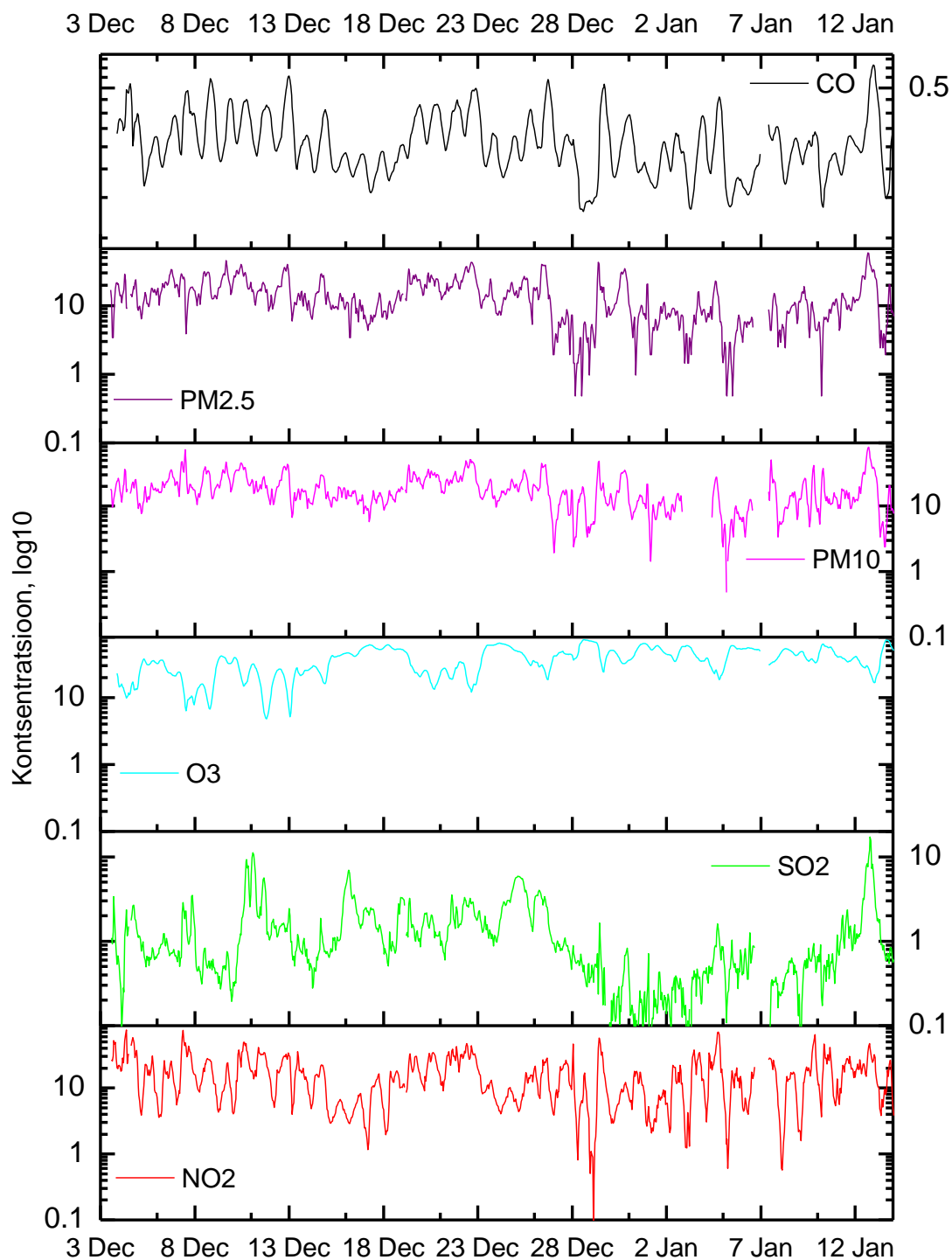
Joonis 25 CO kontsentratsioon Paldiski mnt 105

Tolmu fraktsioonidest kehtib TSP-le 24 h keskmine piirväärtus $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja PM_{10} -le 24 h keskmine piirväärtus $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{PM}_{2,5}$ on kehtestatud aastakeskmine sihtväärtus $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maksimaalne 24 h keskmine PM_{10} sisaldus oli $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (22.12) ja TSP sisaldus $40,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (22.12). Maksimaalne $\text{PM}_{2,5}$ 24 h keskmine kontsentratsioon oli $30,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (22.12). Mõõteperioodi keskmine üldtolmu, peente osakeste ja eriti peente osakeste sisaldus oli vastavalt $18,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $19,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $13,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 26).

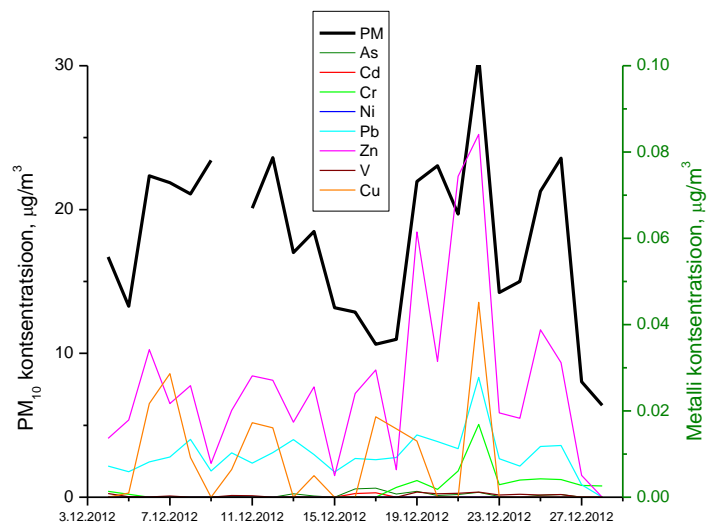
Lisaks automaatanalüsaatorile määrati peente ja eriti peente osakeste sisaldust gravimeetriliselt ning teostati keemilised analüüsid tolmufraktsioonide ioonilise ja mineraalse koostise ning raskmetallide suhtes. Mõõteperioodil analüüsiti kokku 24 PM_{10} filtrit ja 15 $\text{PM}_{2,5}$ filtrit. PM_{10} fraktsioonis määrati iooniline-, mineraalne- ja raskmetallide sisaldus, $\text{PM}_{2,5}$ fraktsioonist iooniline ja mineraalne koostis. PM_{10} fraktsioonist määrati järgmiste metallide sisaldus: As, Cd, Cr, Ni, Pb, Zn, V, Cu. Sarnaselt automaatanalüsaatorile ühtegi piirväärtusest kõrgemat PM_{10} sisaldust mõõtmiste ajal ei registreeritud. Metallidest sisaldas PM_{10} fraktsioon enim tsinki, ka vase ja plii sisaldused olid kõrgemad võrreldes ülejäänud metallide kontsentratsioonidega. As, Cd, Cr, Ni, V püsisid mõõteperioodi vättele määramispiiri lähedal või sellest allpool. Kõigi metallide sisaldused PM_{10} fraktsioonis jäid mõõteperioodi vättele kehtivatest piirväärtustest madalamaks (Joonis 28).



Joonis 26 Tolmu kontsentratsioon Paldiski mnt 105

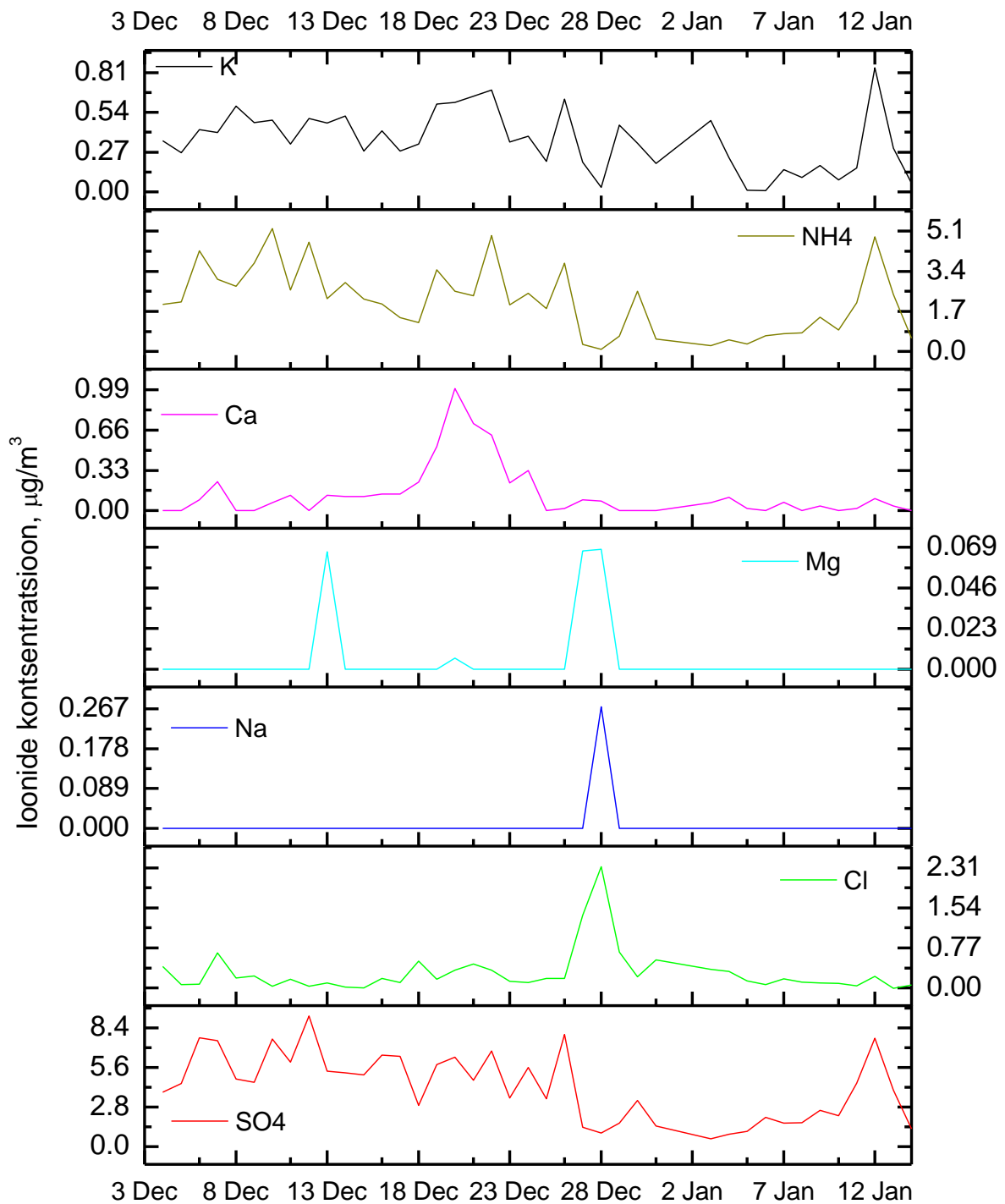


Joonis 27 Paldiski mnt 1h mõõtetulemused (log10)

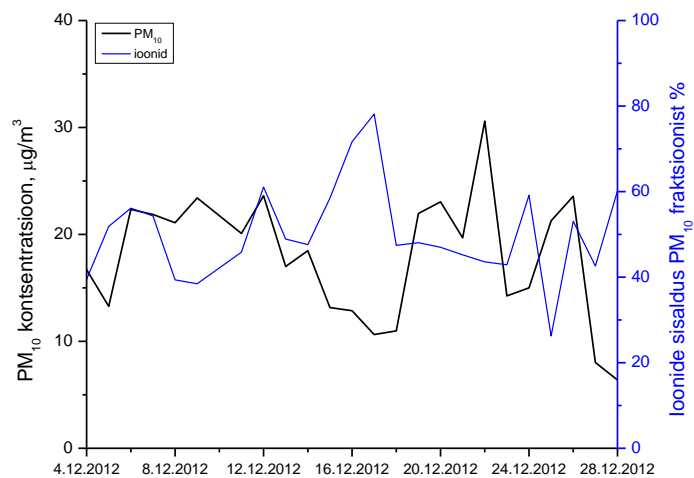


Joonis 28 Metallide sisaldus PM₁₀ fraktsioonis

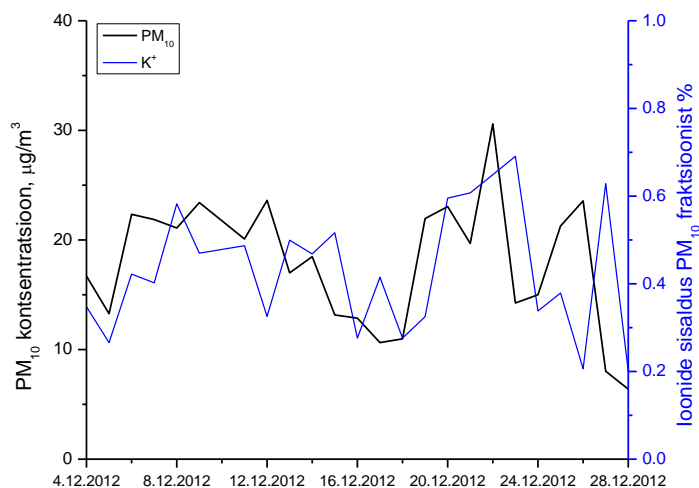
Iooneid määrati PM₁₀ ja PM_{2,5} fraktsioonist järgmised katioonid ja anioonid: Mg⁺, Na⁺, Ca⁺, K⁺, NH₄⁺ ja Cl⁻, SO₄⁻. Iooneid summaarne sisaldus PM₁₀ fraktsioonis oli mõõteperioodil keskmiselt 50%, olenevalt mõõtepäevast kõikus see 26% - 78% vahel. Iooneid summaarne sisaldus PM_{2,5} fraktsioonis oli keskmiselt 40%, olenevalt mõõtepäevast jäi see 21% - 58% vahele. Kaaliumi sisaldus moodustas PM₁₀ fraktsioonist keskmiselt 2,3% (max sisaldus 3,3%, min sisaldus 0,5%). Maksimaalne kaaliumi sisaldus PM₁₀ fraktsioonis oli 0,69 µg/m³ (22.12). Maksimaalne kaaliumi sisaldus PM_{2,5} fraktsioonis oli 0,84 µg/m³ (12.01) (Joonis 30, Joonis 31, Joonis 32, Joonis 33).



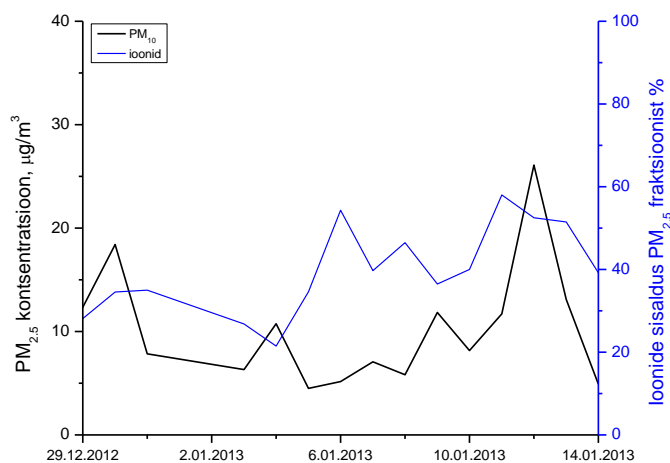
Joonis 29 Ioonide kontsentratsioonid, µg/m³



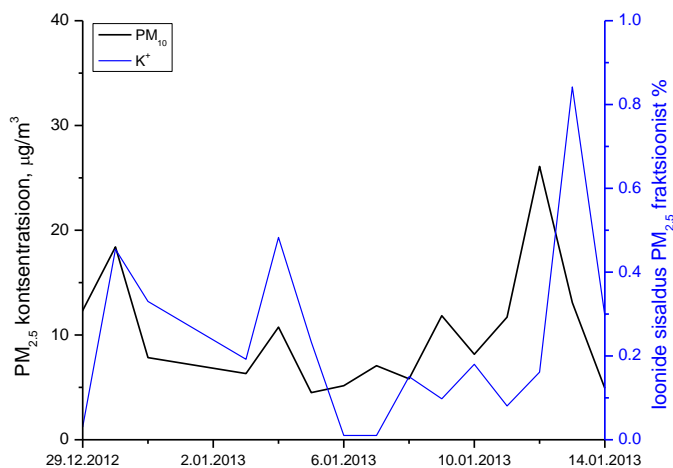
Joonis 30 Ioonide sisaldus PM₁₀ fraktsioonis



Joonis 31 Kaaliumi sisaldus PM₁₀ fraktsioonis

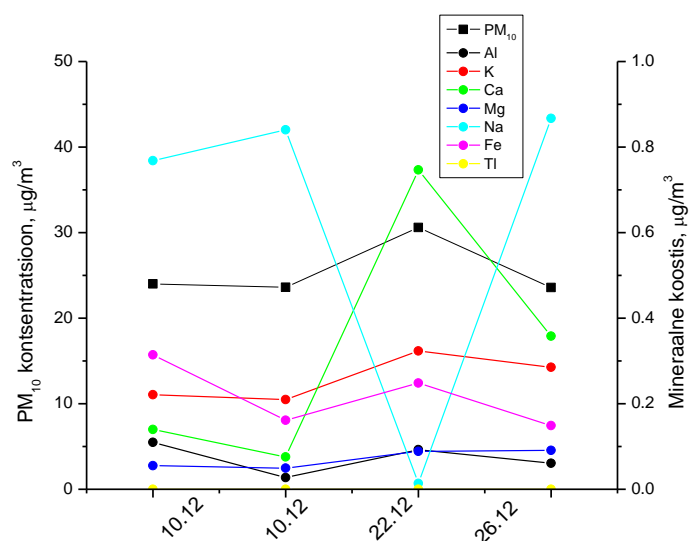


Joonis 32 Ioonide sisaldus PM_{2.5} fraktsioonis

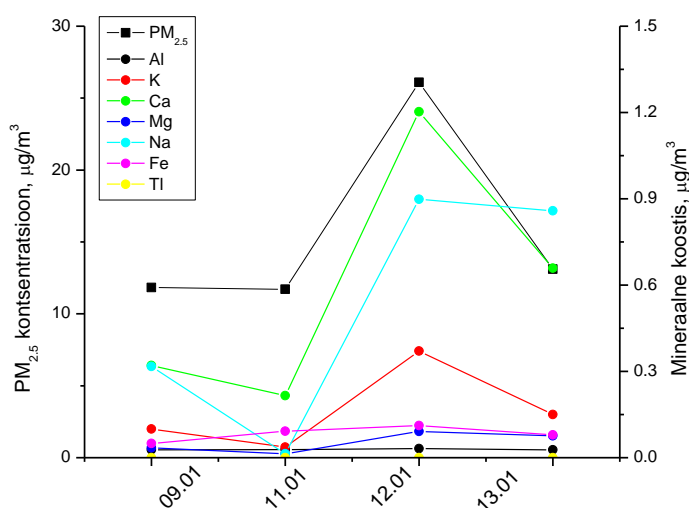


Joonis 33 Kaaliumi sisaldus PM_{2.5} fraktsioonis

Lisaks analüüsiti laboris tolmu mineraalset koostist, PM₁₀ ja PM_{2.5} fraktsioonist määrati järgmiste ühendite sisaldus: TI, Al, Fe, Mg, K, Na, Ca. Talliumi sisaldus jäi tolmu fraktsioonides alla määramispiiri, ülejäänud ühendite maksimaalsed kontsentratsioonid PM₁₀ fraktsioonis olid vastavalt 0,11 µg/m³, 0,31 µg/m³, 0,09 µg/m³, 0,32 µg/m³, 0,87 µg/m³, 0,75 µg/m³ ning PM_{2.5} fraktsioonis vastavalt 0,03 µg/m³, 0,11 µg/m³, 0,09 µg/m³, 0,37 µg/m³, 0,90 µg/m³ ja 1,2 µg/m³ (Joonis 34, Joonis 35).

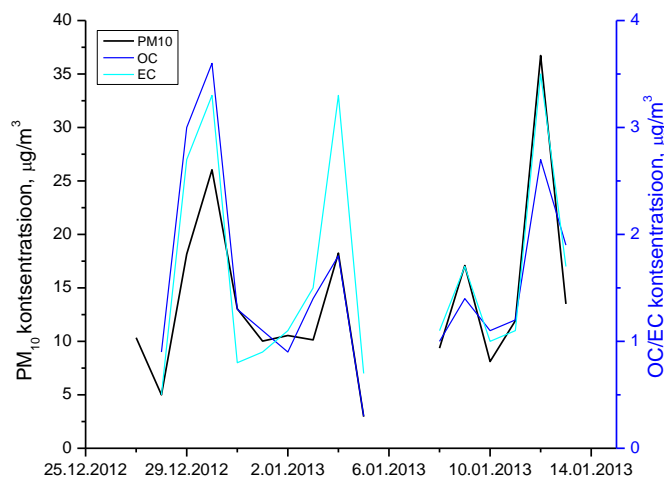


Joonis 34 PM₁₀ fraktsiooni mineraalne koostis



Joonis 35 PM_{2.5} fraktsiooni mineraalne koostis

Mõõteperioodi vältel määrati automaatanalüsaatoriga PM₁₀ fraktsioonist EC/OC sisaldus, kokku määrati orgaanilise ja elementaarse süsiniku sisaldus 18. proovist. Mõõteperioodi maksimaalsed EC/OC sisaldused mõõdeti 30.detsembril, kui PM₁₀ kontsentratsioon oli 26,1 µg/m³ ning EC/OC sisaldus vastavalt 3,3 µg/m³ ja 3,6 µg/m³ (Joonis 36).



Joonis 36 EC/OC sisaldus PM₁₀ fraktsioonis

Paldiski mnt mõõtepunkti mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et antud mõõtepunkti mõjutasid antud perioodil enim põlemisprotsessidest (sh liiklusest) pärinevad saasteained. Antud seost kinnitavad Joonis 27 tulemused, kus on selgelt täheldatav seos liiklusest pärinevate (NO₂, CO, PM₁₀) saasteainete vahel.

Kuna antud mõõtepunkt asus mere läheduses (kaugus merest ca 500 m), siis on antud piirkond hästi ventileeritud ning piirväärtusi ületavaid saastetasemeid ei täheldatud.

Element ja orgaanilise süsiniku suhe oli mõõteperioodi keskmisena 1,11, st elementsüsiniku osakaal oli suurem. PM₁₀ ja PM_{2.5} tõusude korral on täheldatav ka EC/OC tõus, mis omakorda viitab, et enamus osakeste tõusu oli põhjustatud põlemisprotsessidest pärinevate osakeste poolt. Teekatte kulumisest pärinevate peenosakeste osakaal antud mõõtepunktis oli oluliselt väiksema osakaaluga.

Mõõteperioodi summaarsete saastevoo graafikute põhjal pärineb enamus saasteaineid mõõtepunktist loode- ja kagusuunalt – Paldiski maantee ja piirkonna eramute suunalt.

Antud mõõtepunktis teostatud mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et antud piirkonda mõjutab enim põlemisprotsessidest (sh liiklus) ning vähesel määral ka teekatte kulumisest pärinevad saasteained. Ühegi saasteaine piir- ega sihtväärtuse ületamist ei tuvastatud.



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

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
 (WMS teenus)



1:10 000

Joonis 37 CO, O₃, NO₂, SO₂ summaarsed saastevood Paldiski mnt



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

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
 (WMS teenus)

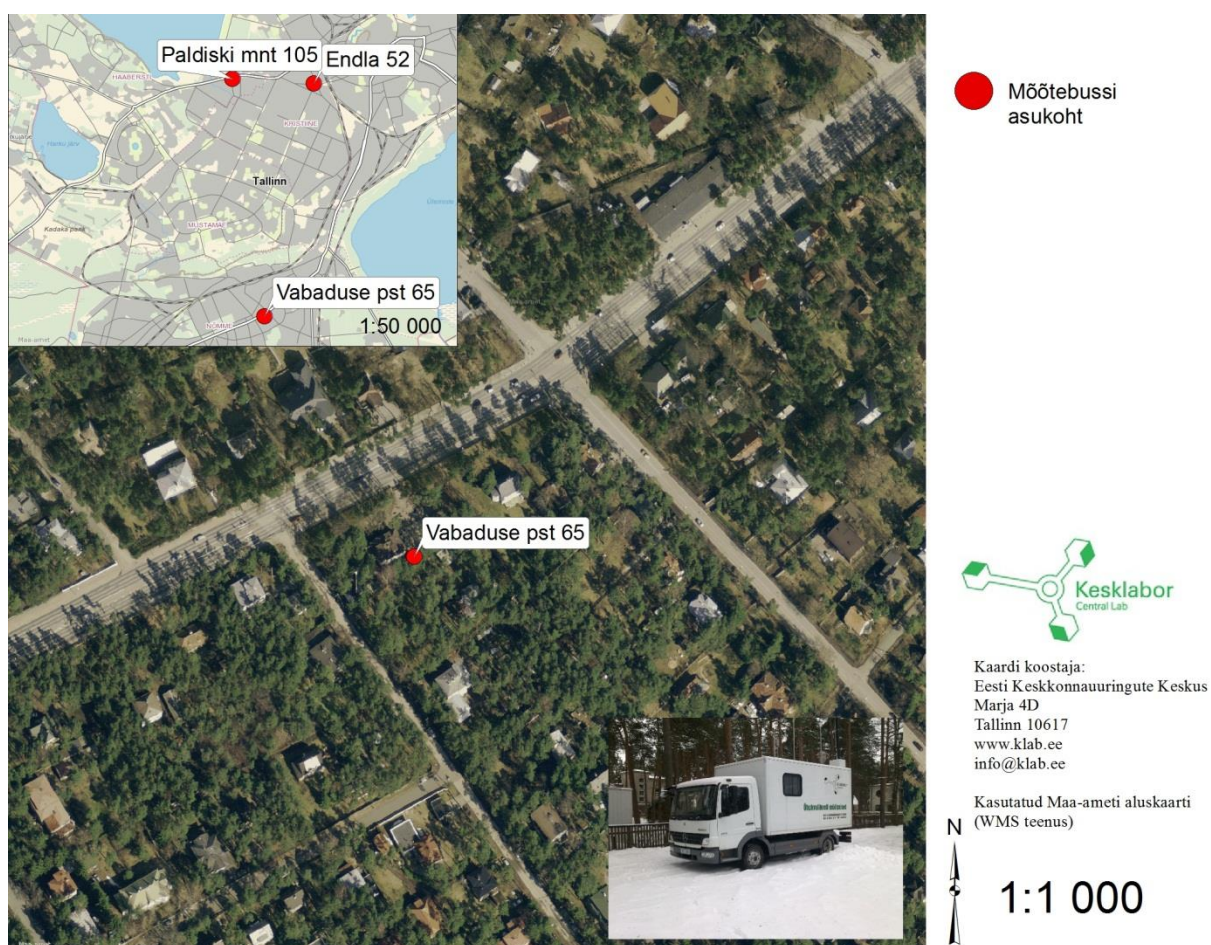


1:10 000

Joonis 38 $PM_{2.5}$, PM_{10} ja TSP summaarsed saastevood Paldiski mnt

5.3 Mõõtepunkt nr 3 – Vabaduse pst 65

Õhukvaliteedi hindamiseks Vabaduse pst 65 teostati valitud mõõtepunktis ajavahemikus 14.01.2013 – 21.02.2013 välisõhu saastetaseme mõõtmisi. Mõõtepunkt koordinaatidega (X539698, Y6582640) asus tiheda liiklusega magistraali ääres (Joonis 39). Ööpäevaringselt mõõdeti automaatanalüsaatoritega CO, O₃, NO₂, SO₂, TSP, PM₁₀, PM_{2,5} kontsentratsioone ja meteoroloogilisi parameetreid. Lisaks määrati PM₁₀, PM_{2,5} sisaldust gravimeetriselt ning teostati keemilised analüüsid tolmufraktsioonide ioonilise ja mineraalse koostise, raskmetallide, EC/OC ja levoglükosaani suhtes.



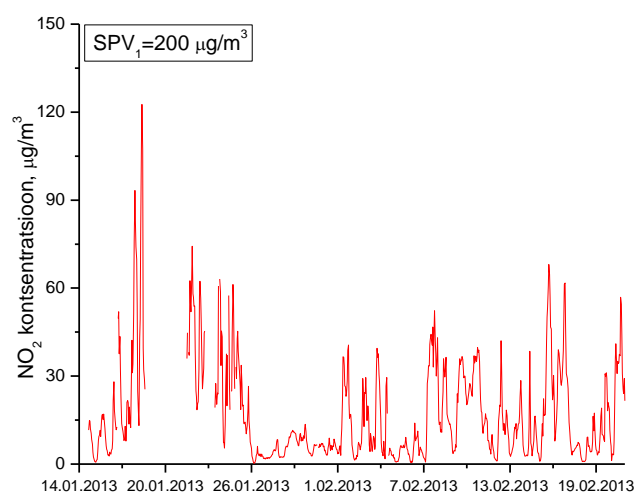
Joonis 39 Mõõtepunkti asukoht

Mõõteperioodil puhusid valdavalt kirde tuuled (27,9 %) keskmise kiirusega 0,6 m/s, suhteline õhuniiskus oli keskmiselt 89 % ning välisõhu temperatuur -3,2 °C.

Tabel 5 Tuulte esinemissagedus, Vabaduse pst

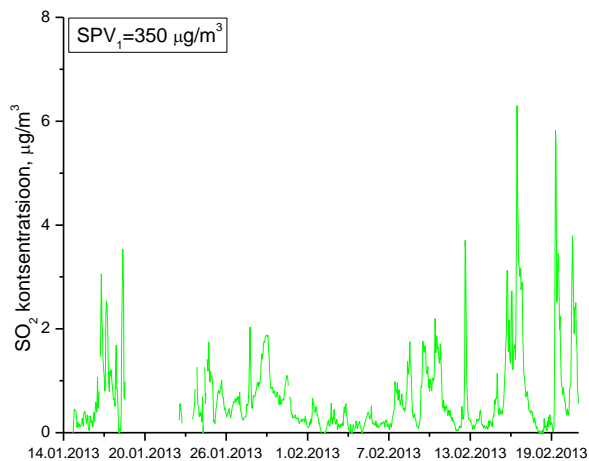
Tuule suund	(kraadi)	Esinemissagedus %
Põhi (N)	337.5-22.5 °	8,2
Kirre (NE)	22.5-67.5 °	27,9
Ida (E)	67.5-112.5 °	23,0
Kagu (SE)	112.5-157.5 °	4,3
Lõuna (S)	157.5-202.5 °	2,6
Edel (SW)	202.5-247.5 °	6,0
Lääs (W)	247.5-292.5 °	15,0
Loe (NW)	292.5-337.5 °	13,0

Lämmastikdioksiidile (NO₂) kehtib tunnikeskmine piirväärtus 200 µg/m³. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 122,2 µg/m³ (18.01) ja 37,4 µg/m³ (22.01). Mõõteperioodi keskmine NO₂ sisaldus oli 16,9 µg/m³ (Joonis 40).


Joonis 40 NO₂ kontsentratsioon Vabaduse pst 65

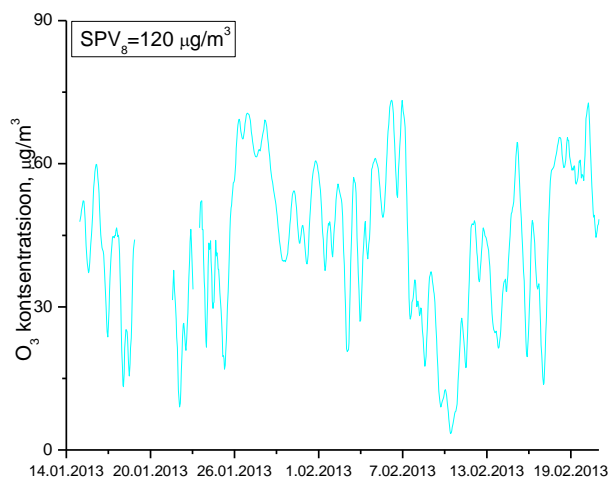
Väeveldioksiidile (SO₂) kehtib tunnikeskmine ja ööpäevakeskmine piirväärtus vastavalt 350 µg/m³ ja 125 µg/m³. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne tunni ja

ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (16.02) ja $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (16.02). Mõõteperioodi keskmine SO_2 sisaldus oli $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 41).



Joonis 41 SO_2 kontsentratsioon Vabaduse pst 65

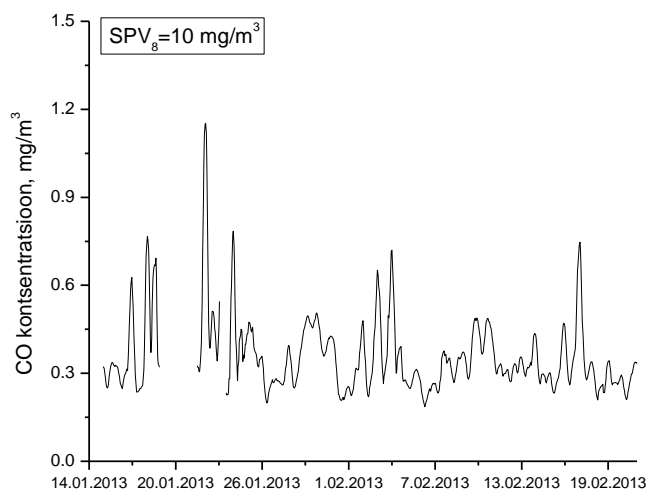
Osoonile (O_3) kehtib 8 h libisev keskmine sihtväärtus vastavalt $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne 8 tunni libisev ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli $73,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (6.02) ja $68,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (26.01). Mõõteperioodi keskmine O_3 sisaldus oli $43,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Joonis 42).



Joonis 42 O_3 kontsentratsioon Vabaduse pst 65

Süsinikmonoksiidile (CO) kehtib 8 h libisev keskmine sihtväärtus vastavalt $10 \text{mg}/\text{m}^3$. Mõõdetud kontsentratsioonid jäid allapoole kehtivat piirväärtust. Maksimaalne 8 tunni libisev ja

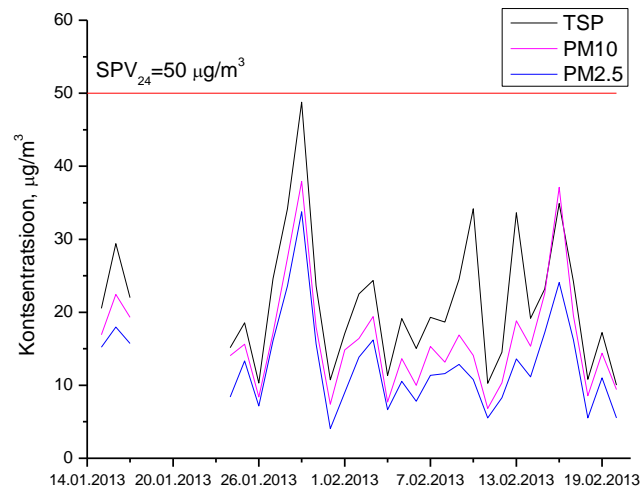
ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli $1,2 \text{ mg/m}^3$ (22.01) ja $0,5 \text{ mg/m}^3$ (29.01). Mõõteperioodi keskmine CO sisaldus oli $0,4 \text{ mg/m}^3$ (Joonis 43).



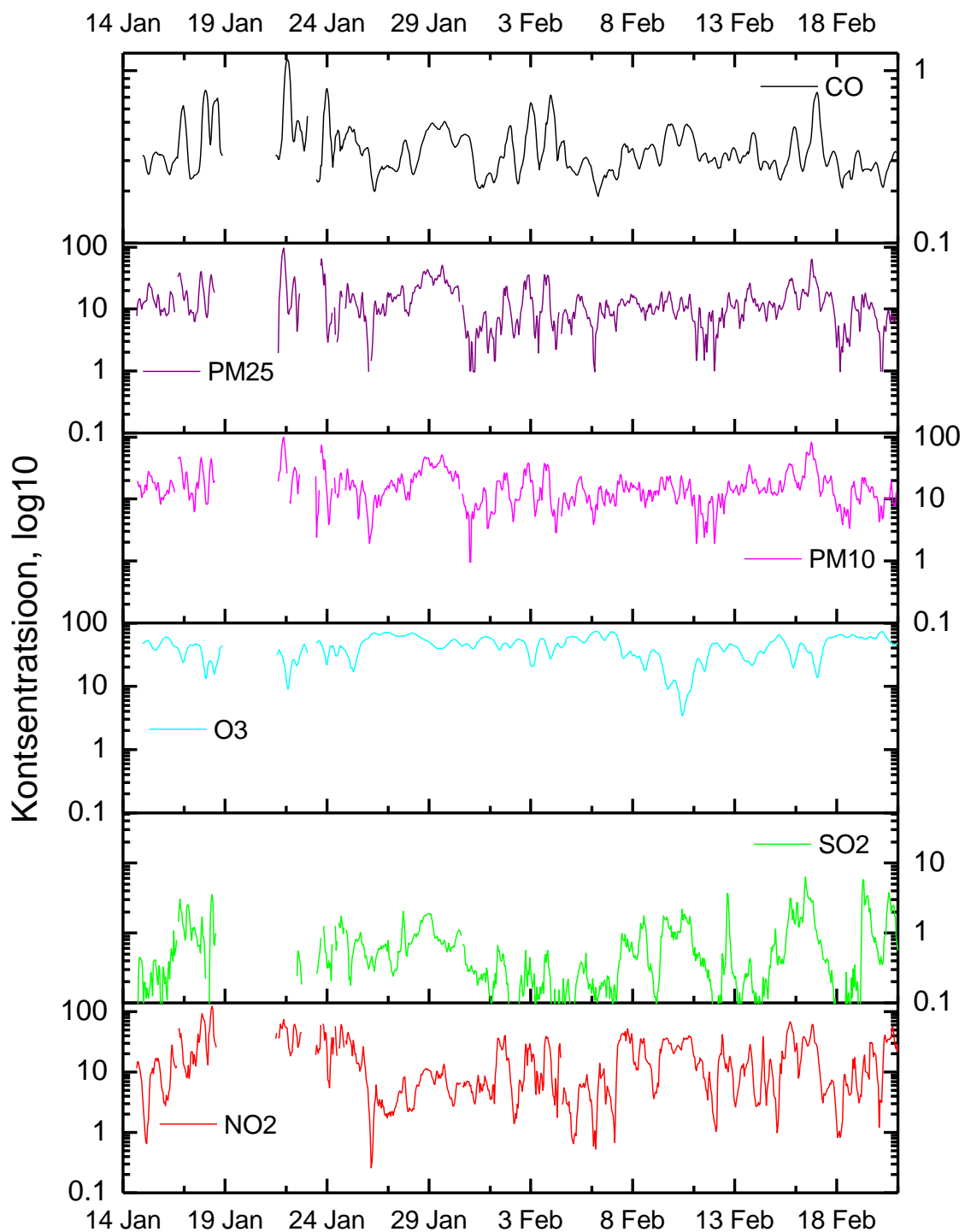
Joonis 43 CO kontsentratsioon Vabaduse pst 65

Tolmu fraktsioonidest kehtib TSP-le 24 h keskmine piirväärtus $150 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ja PM₁₀-le 24 h keskmine piirväärtus $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, PM_{2,5} on kehtestatud aastakeskmine sihtväärtus $25 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Maksimaalne ööpäevakeskmine PM₁₀ sisaldus oli $37,9 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (29.01) ja TSP sisaldus $48,8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (29.01). Maksimaalne PM_{2,5} ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli $33,8 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (29.01), mil ületati ka PM_{2,5} aastakeskmist sihtväärtust. Mõõteperioodi keskmine üldtolmu, peente osakeste ja eriti peente osakeste sisaldus oli vastavalt $22,1 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, $17,3 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ ja $13,7 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (Joonis 44).

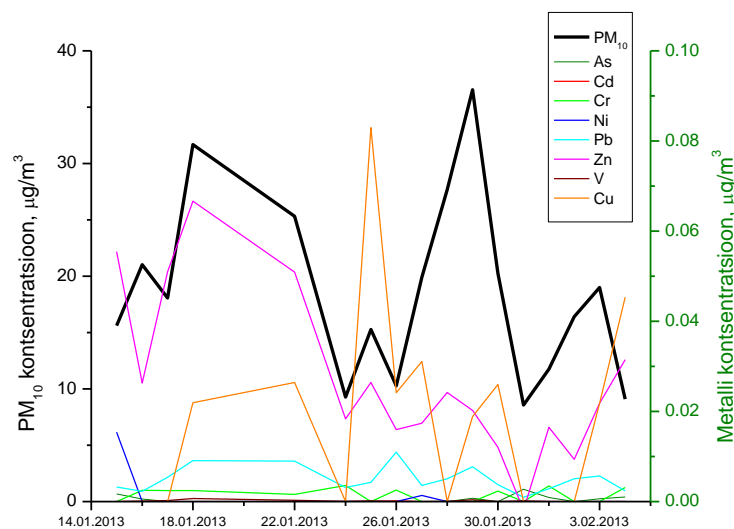
Lisaks automaatanalüsaatorile määrati peente ja eriti peente osakeste sisaldust gravimeetriliselt ning teostati keemilised analüüsid tolmufraktsioonide ioonilise ja mineraalse koostise ning raskmetallide suhtes. Mõõteperioodil analüüsiti kokku 17 PM₁₀ filtrit ja 14 PM_{2,5} filtrit. PM₁₀ fraktsioonis määrati iooniline-, mineraalne- ja raskmetallide sisaldus, PM_{2,5} fraktsioonist iooniline ja mineraalne koostis. PM₁₀ fraktsioonist määrati järgmiste metallide sisaldus: As, Cd, Cr, Ni, Pb, Zn, V, Cu. PM₁₀ fraktsioonis näitasid kõrgemaid tulemusi tsiingi ja vase kontsentratsioonid; As, Cd, Ni sisaldused püsisid mõõtmisperioodi vältel määramispiiri lähedal või jäid sellest madalamaks. Kõigi metallide kontsentratsioonid PM₁₀ fraktsioonis jäid mõõteperioodi vältel kehtivatest piirväärtustest madalamaks (Joonis 46).



Joonis 44 Tolmu kontsentratsioon Vabaduse pst 65

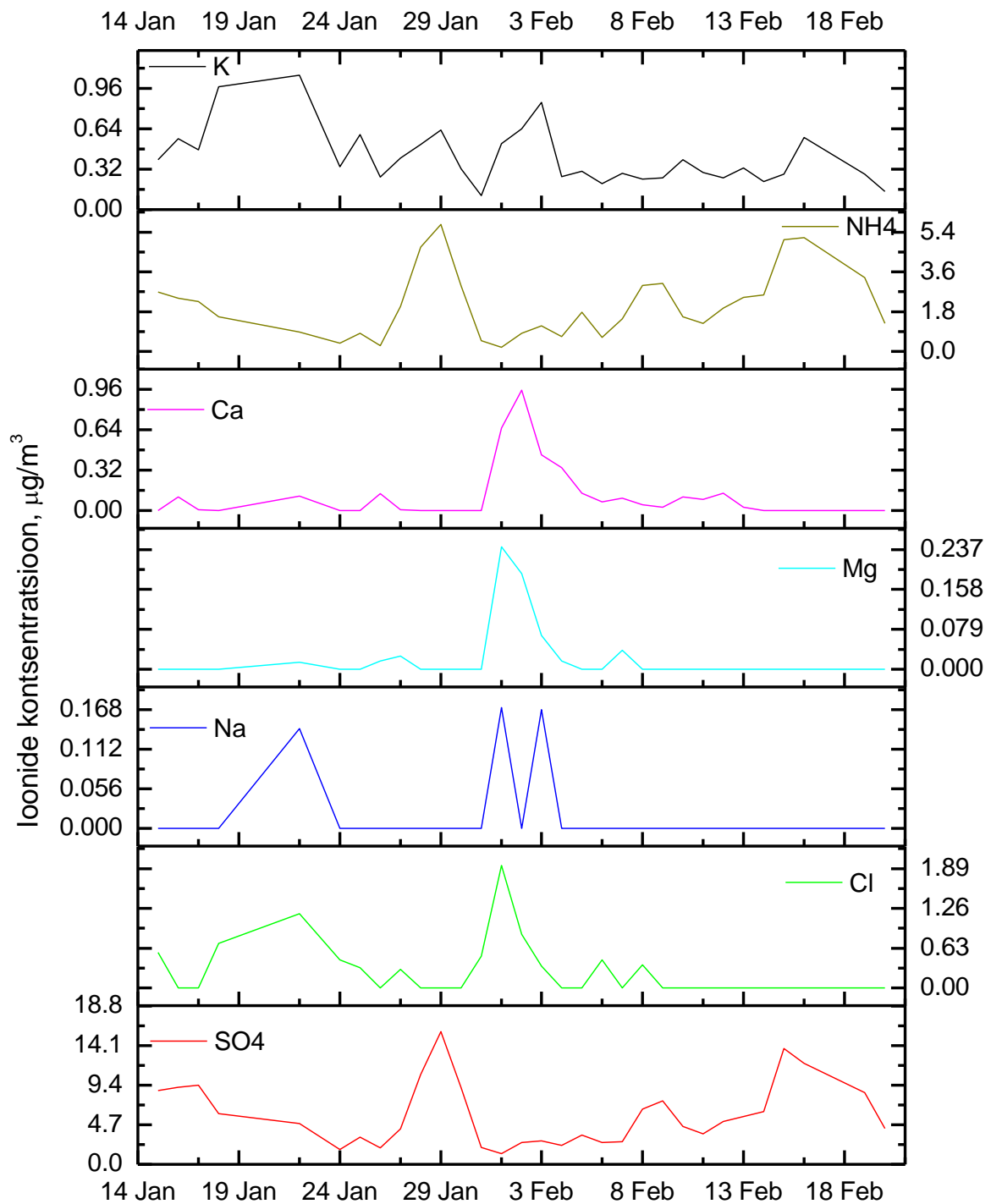


Joonis 45 Vabaduse pst 1h mõõtetulemused (log10)

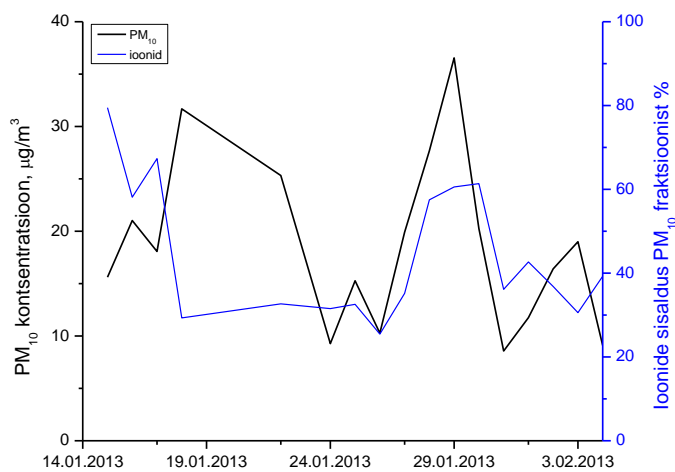


Joonis 46 Metallide sisaldus PM₁₀ fraktsioonis

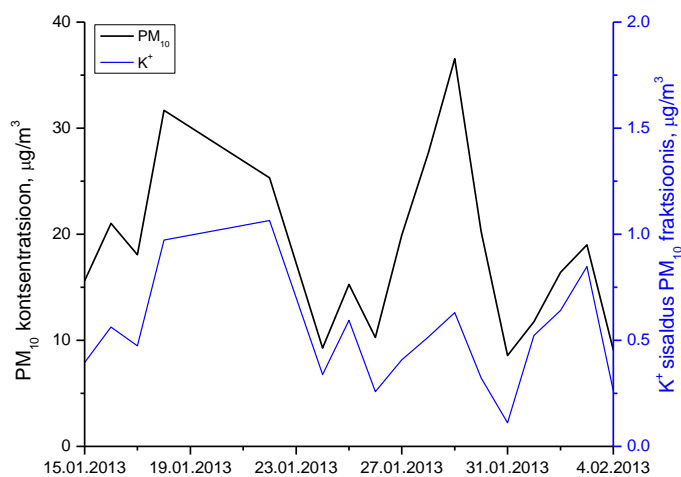
Iooneid määrati PM₁₀ ja PM_{2,5} fraktsioonist järgmised katioonid ja anioonid: Mg⁺, Na⁺, Ca⁺, K⁺, NH₄⁺ ja Cl⁻, SO₄⁻. Iooneid summaarne sisaldus PM₁₀ fraktsioonis oli mõõteperioodil keskmiselt 45%, olenevalt mõõtepäevast kõikus see 25% - 75% vahel. Iooneid summaarne sisaldus PM_{2,5} fraktsioonis oli keskmiselt 64%, olenevalt mõõtepäevast jäi see 34% - 81% vahele. Kaaliumi sisaldus moodustas PM₁₀ fraktsioonist keskmiselt 2,9 % (max sisaldus 4,5%, min sisaldus 1,3%). Maksimaalne kaaliumi sisaldus PM₁₀ fraktsioonis oli 1,07 µg/m³ (22.01). Maksimaalne kaaliumi sisaldus PM_{2,5} fraktsioonis oli 0,57 µg/m³ (16.02) (Joonis 48, Joonis 49, Joonis 50, Joonis 51).



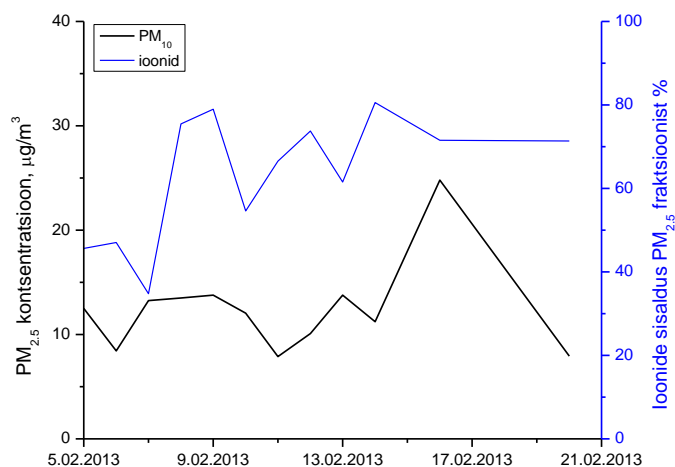
Joonis 47 Ioonide kontsentratsioonid, µg/m³



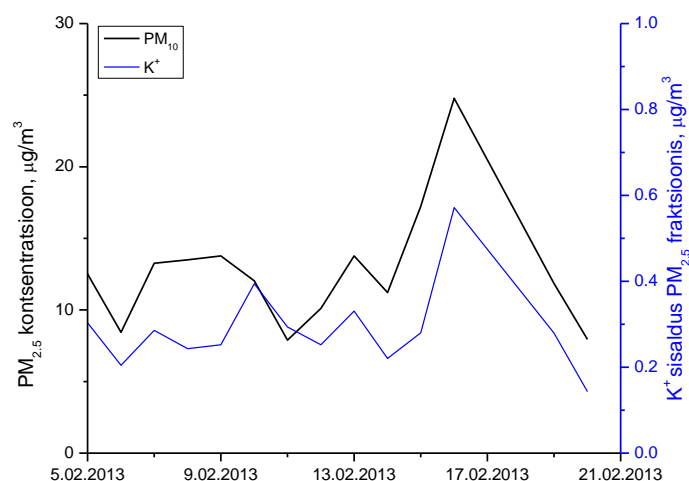
Joonis 48 Ioonide sisaldus PM₁₀ fraktsioonis



Joonis 49 Kaaliumi sisaldus PM₁₀ fraktsioonis

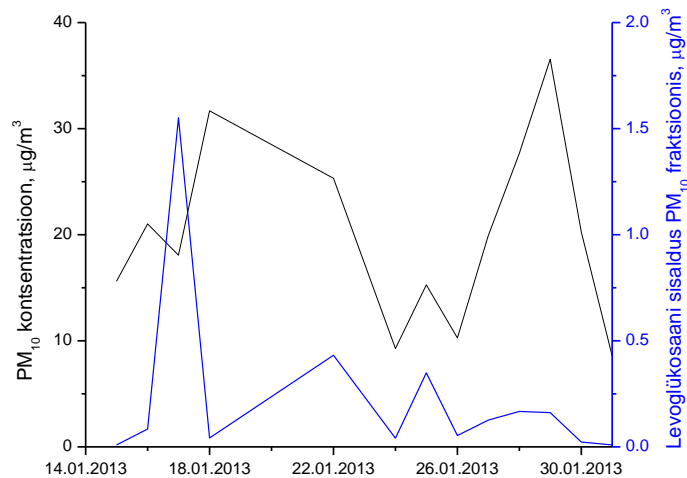


Joonis 50 Ioonide sisaldus PM_{2.5} fraktsioonis



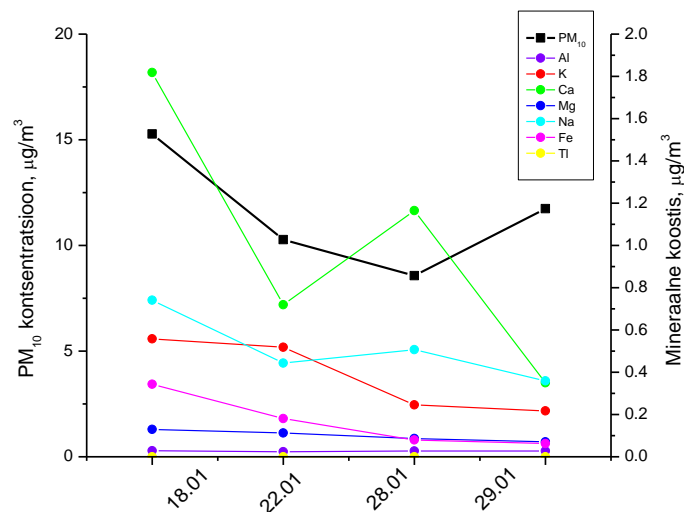
Joonis 51 Kaaliumi sisaldus PM_{2.5} fraktsioonis

Mõõtekampaania raames määrati ka levoglükosaani sisaldust, mõõteperioodil analüüsiti kokku 14 tolmufiltrit. Maksimaalne levoglükosaani sisaldus PM₁₀ fraktsioonis määrati 17. jaanuaril kui peente osakeste sisaldus oli 18,1 µg/m³, levoglükosaani kontsentratsioon PM₁₀ fraktsioonis oli vastavalt 1,55 µg/m³ (Joonis 52).

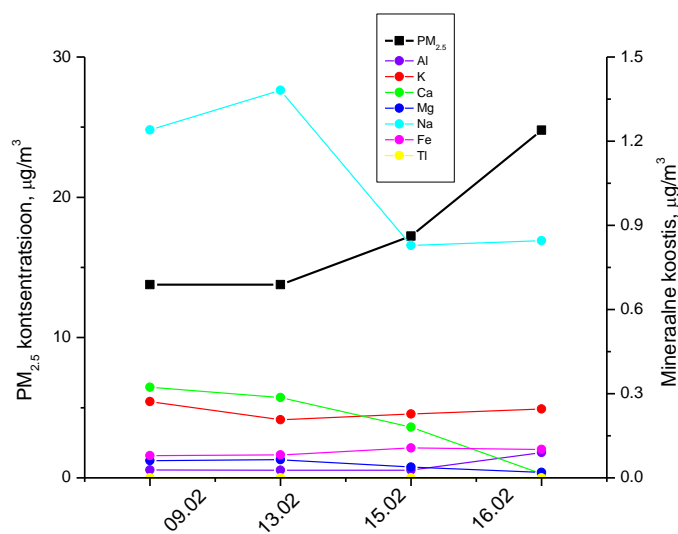


Joonis 52 Levoglükosaani sisaldus PM₁₀ fraktsioonis

Lisaks analüüsiti laboris tolmu mineraalset koostist, PM₁₀ ja PM_{2.5} fraktsioonist määrati järgmiste ühendite sisaldus: Tl, Al, Fe, Mg, K, Na, Ca. Talliumi sisaldus jäi tolmu fraktsioonides alla määramispiiri, ülejäänud ühendite maksimaalsed kontsentratsioonid PM₁₀ fraktsioonis olid vastavalt 0,03 µg/m³, 0,34 µg/m³, 0,13 µg/m³, 0,56 µg/m³, 0,74 µg/m³, 1,82 µg/m³ ning PM_{2.5} fraktsioonis vastavalt 0,09 µg/m³, 0,11 µg/m³, 0,06 µg/m³, 0,27 µg/m³, 1,38 µg/m³ ja 0,32 µg/m³ (Joonis 53, Joonis 54).

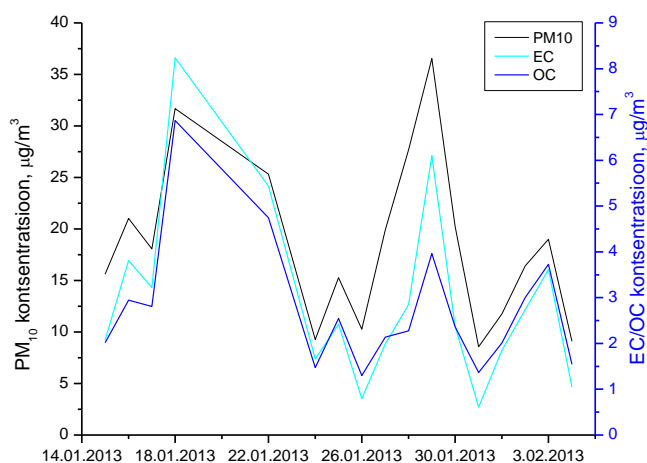


Joonis 53 PM₁₀ fraktsiooni mineraalne koostis



Joonis 54 PM_{2.5} fraktsiooni mineraalne koostis

Mõõteperioodil määrati gravimeetriliselt analüüsitud PM₁₀ fraktsioonist EC/OC sisaldus, kokku määrati orgaanilise ja elementaarse süsiniku sisaldus 31. Proovist (17 PM₁₀ fraktsioonist ja 14 PM_{2.5} fraktsioonist). Mõõteperioodi maksimaalsed EC/OC sisaldused PM₁₀ fraktsioonis mõõdeti 18.jaanuaril, kui PM₁₀ kontsentratsioon oli 31,7 µg/m³ ning EC/OC sisaldus vastavalt 8,2 µg/m³ ja 6,9 µg/m³ (Joonis 55). Maksimaalsed EC/OC sisaldused PM_{2.5} fraktsioonis mõõdeti 16. veebruaril, kui PM_{2.5} kontsentratsioon oli 24,8 µg/m³ ning EC/OC sisaldus vastavalt 4,1 µg/m³ ja 3,5 µg/m³ (Joonis 56).



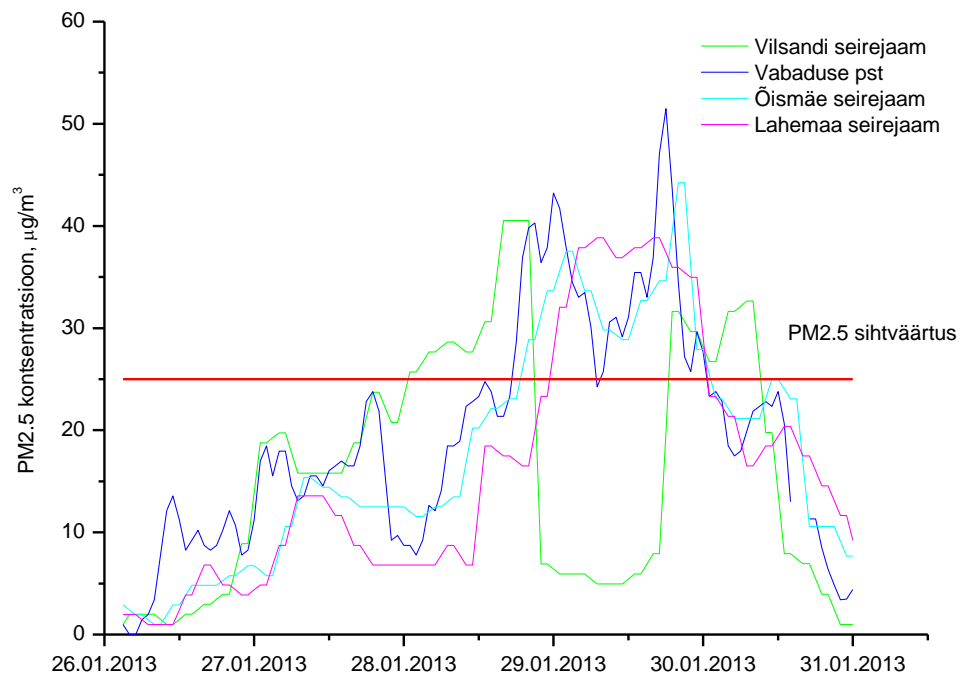
Joonis 55 EC/OC sisaldus PM₁₀ fraktsioonis



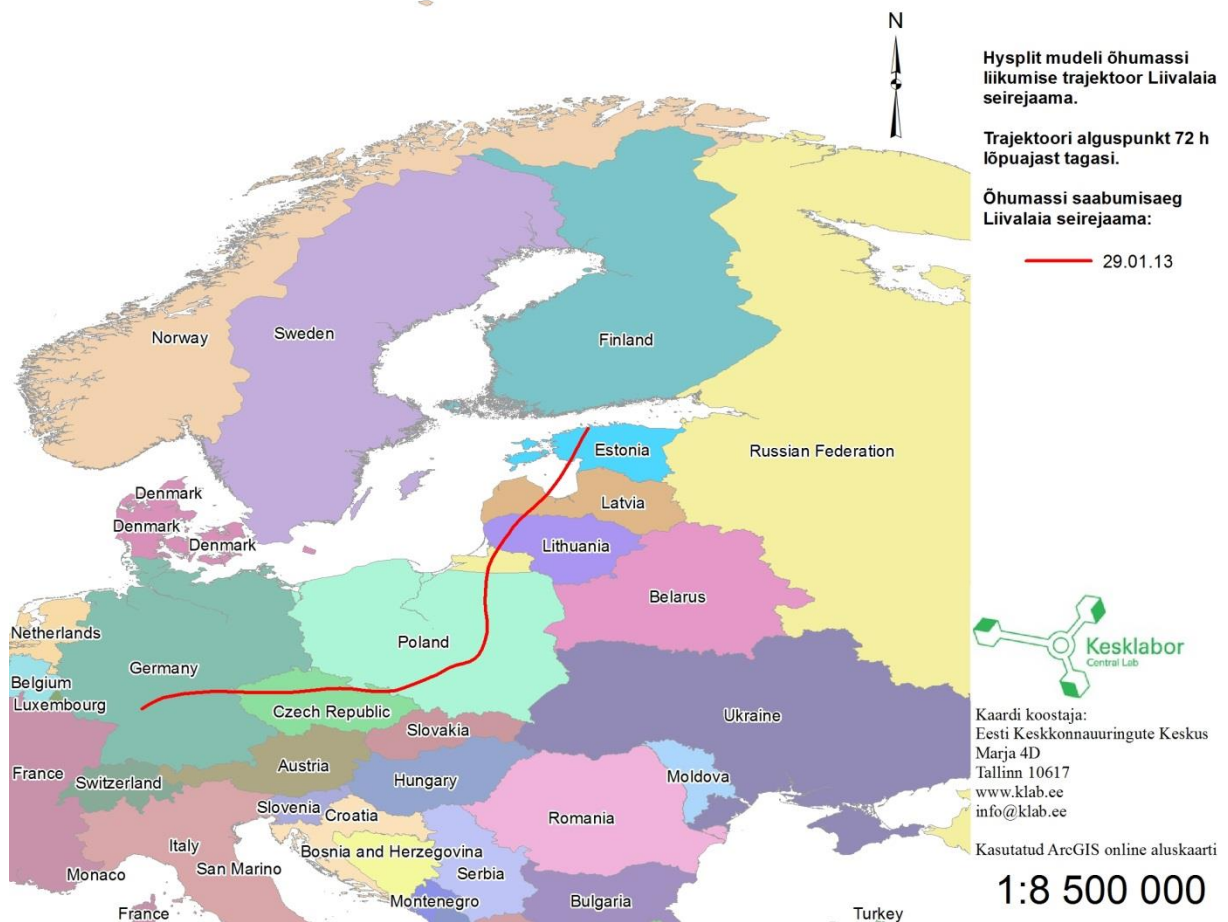
Joonis 56 EC/OC sisaldus PM_{2.5} fraktsioonis

Vabaduse pst mõõtepunkti mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et antud mõõtepunkti mõjutasid antud perioodil enim liiklusest ja olmekütmisest pärinevad saasteained. Osakeste piirväärtuse ületamisel on täheldatav tugev kaugkande mõju, mida kinnitavad taustajaamade mõõtetulemused (Joonis 57).

28.01 kuni 30.01.2013 toimus episood, mil enamus saasteainete kontsentratsioone on järsult tõusnud. Taustajaamades (Lahemaa, Vilsandi, Öismäe) on samal perioodil saasteainete tõus täheldatav, seega on antud episood põhjustatud kaugkandest. Episoodi vältel on tõusnud järsult SO_4^- ja NH_4^+ sisaldus (Joonis 47). Kaugkande episoodi esinemisele antud kuupäevadel viitab SO_4^- ja NH_4^+ kõrgenenud tase. Hysplit trajektorarvutuse põhjal on 29.01.2013 Tallinna jõudnud õhumass 72 tundi tagasi olnud Lõuna-Saksamaa kohal ning liikunud seejärel üle Tšehhi, Poola, Leedu ja Läti Eestisse (Joonis 58). Enamasti on Kesk-Euroopa päritoluga talvised õhumassid saastunud (tööstus, olmekütmine) ning seda kinnitavad ka Eesti taustajaamade sama perioodi andmed.



Joonis 57 29.01.2013 episoodi tasemed teistes seirejaamades

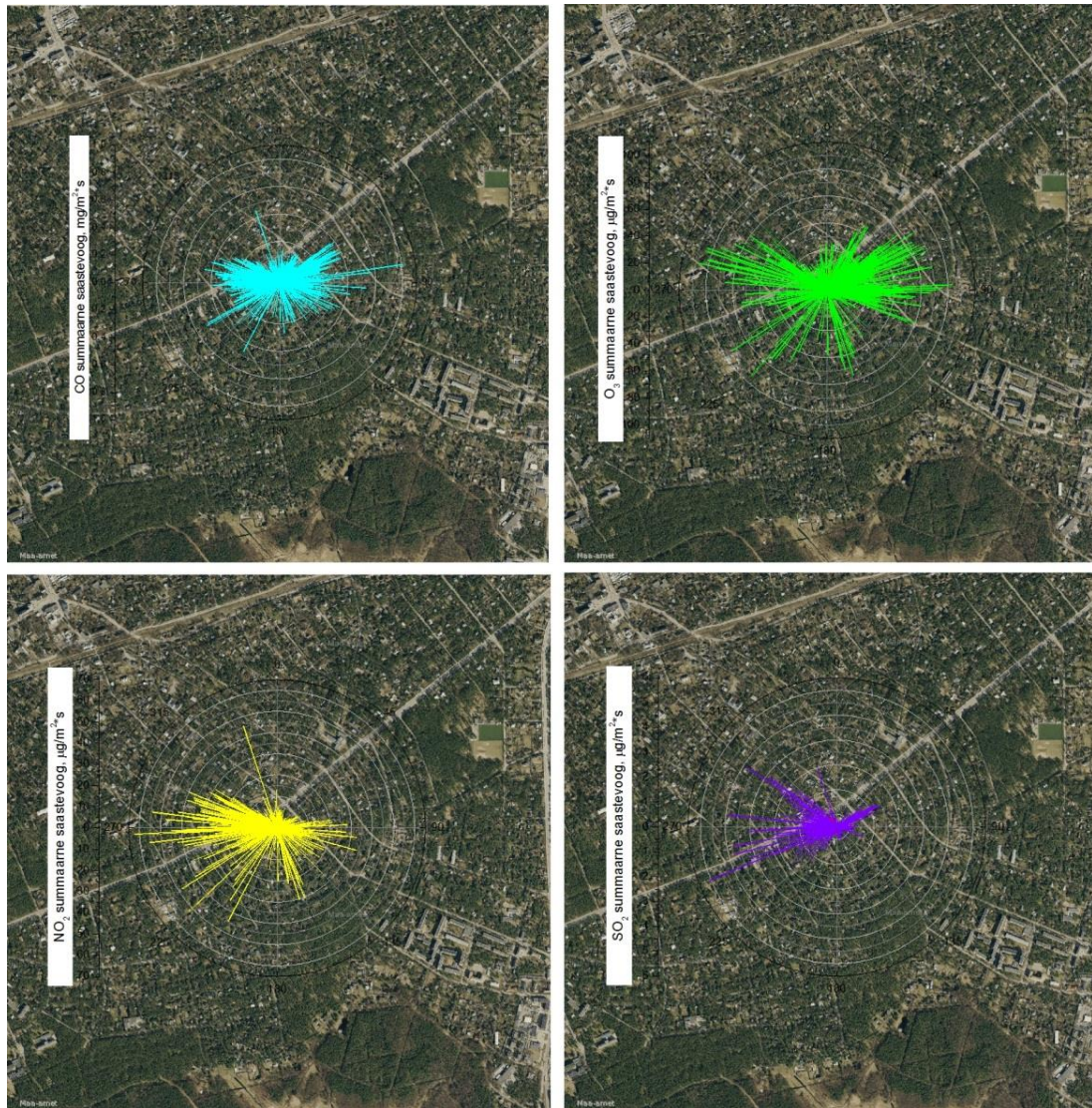


Joonis 58 29.01.13 Liivalaia seirejaama saabunud õhumassi 72 h trajektor

Element ja orgaanilise süsiniku suhe oli mõõteperioodi keskmisena 0,54, mis viitab suuremale orgaanilise süsiniku kontsentratsioonile välisõhus. PM10 ja PM2.5 tõusude korral on täheldatav ka EC/OC tõus, mis omakorda viitab, et enamus osakeste tõusu oli põhjustatud põlemisprotsessidest pärinevate osakeste poolt.

Mõõteperioodi summaarsete saastevoo graafikute põhjal kindlat ilmakaart välja ei joonistu.

Antud mõõtepunktis teostatud mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et antud piirkonda mõjutab enim põlemisprotsessidest (sh liiklus) ning samuti tuvastati kaugkande mõju 29.01.2013 episoodi ajal, mil ületati PM_{2,5} sihtväärtust.



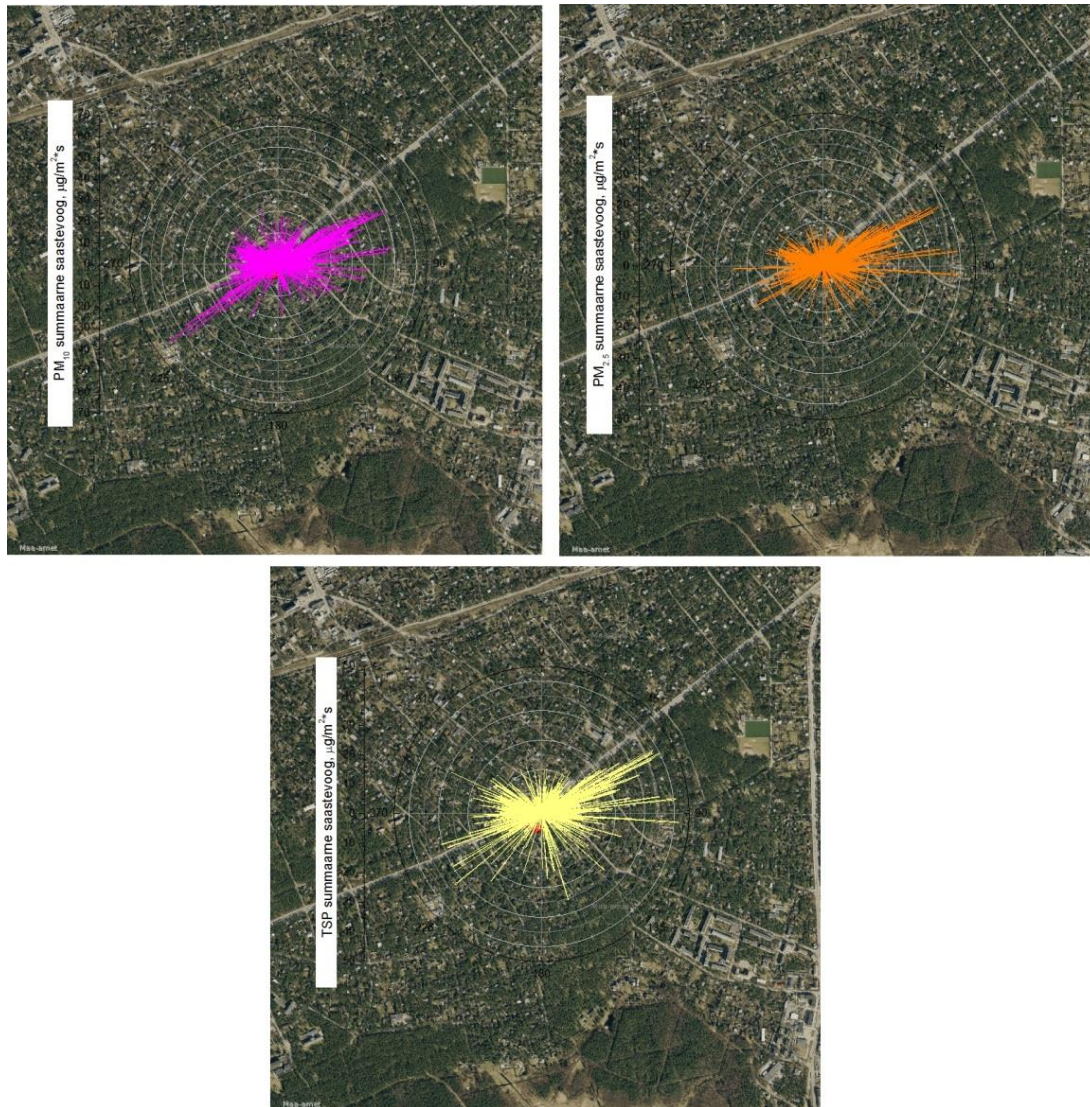
Kaardi koostaja:
Eesti Keskkonnauuringute Keskus
Marja 4D
Tallinn 10617
www.klab.ee
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti
(WMS teenus)



1:10 000

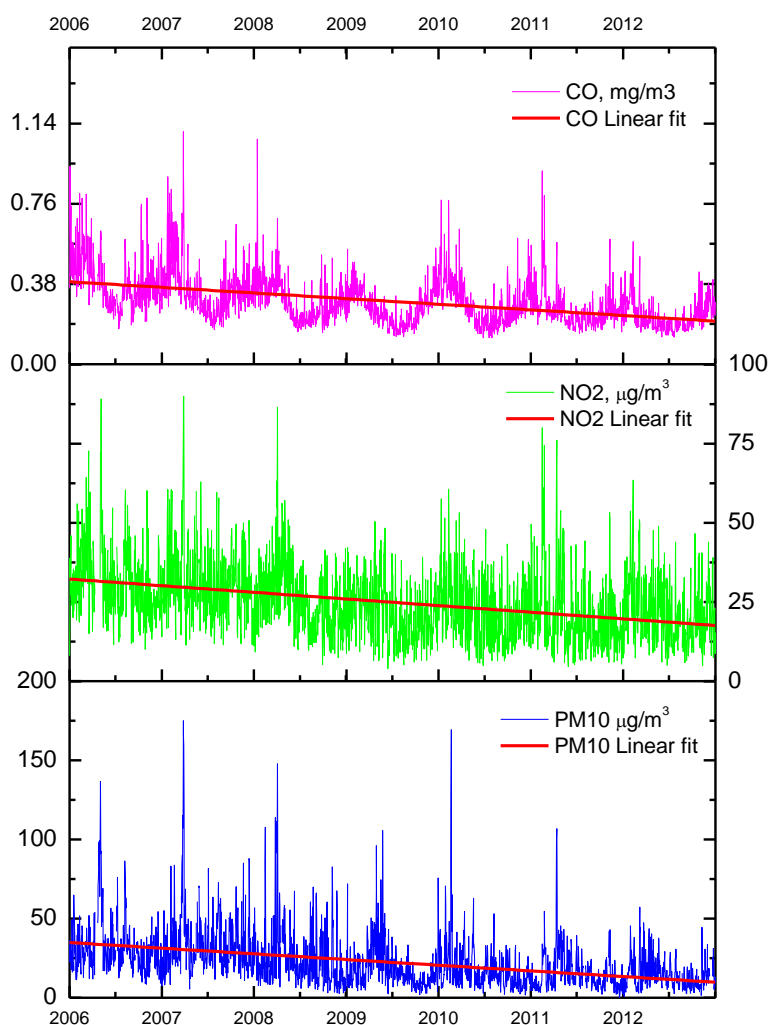
Joonis 59 CO, O₃, NO₂, SO₂ summaarsed saastevood Vabaduse pst



Joonis 60 PM_{2.5}, PM₁₀, TSP summaarsed saastevood Vabaduse pst

6 Saasteainete hajumis- ja trajektoorarvutused

PM10 ületamiste arv Tallinna linnas alates 2009. a. II pooles vähenenud, seda eelkõige tänu liikluskoormuse vähenemisele (eelkõige tänu majandussurutisele). Otsest seost PM10 tasemetega ja sõidukite vahel iseloomustab Liivalaia seirejaama pikaajaline aegrida, mille kohaselt koos PM10 tasemetega on alates 2009. a. II poolest vähenenud ka CO ja NO₂ tasemed (Joonis 61).



Joonis 61 Liivalaia seirejaama 01.01.2006 – 01.01.2013 PM10, NO₂ ja CO 24 h andmed

Sellele vaatamata esineb jätkuvalt Tallinna linnastus PM10 24 h piirväärtuste ja ülemise hindamisiiri ületamisi. Erinevate lokaalsete saasteallikate peenosakeste osakaalu hindamiseks teostati emissiooniandmete põhjal hajumisarvutused ning välisõhu seirejaamade kõrgeenenud tasemeid hinnati Hysplit trajektoorarvutustega, mille alusel on võimalik hinnata õhumasside päritolu. Antud

töös hinnati õhumasside päritolu 72 tunnise tagasiarvutusega, st trajektoori alguspunkt oli 72 tundi tagasi kaardil toodud asukohas.

6.1 Trajektoorarvutused

Esmalt valiti 2013. a. I poolest 15 kõrgenenud PM10 tasemetega ööpäevakeskmist tulemust, millest omakorda valiti 9 episoodi, mille kestvus ulatus 1 kuni 4 päevani.

1. episoodi ajal ületati Õismäe seirejaamas PM10 24 h piirväärtust, teised Tallinna linnas asuvad seirejaamad registreerisid PM10 ülemist hindamisiipi ületavad tasemed. Antud juhul oli õhumass 72 tundi tagasi Valgevene ja Venemaa piirialadel, liikus üle Valgevene ja Läti Eestisse. Antud perioodil olid kõrgenenud PM10 tasemed ka Tartu seirejaamas ning mõnevõrra olid kõrgenenud PM2.5 tasemed Vilsandi, Saarejärve ja Lahemaa taustajaamades. Seega oli PM10 24 h piirväärtuse ületamine Õismäe seirejaamas suure tõenäosusega põhjustatud saasteainete kaugkandest.

2. episoodi ajal ületati PM10 ülemist hindamisiipi Liivalaia seirejaamas. Õhumassid pärinesid antud perioodil Skandinaaviast. Taustajaamade PM2.5 tasemed antud perioodil märkimisväärselt ei tõusnud. Antud episood oli pigem kohaliku päritoluga.

3. episoodi ajal ületati PM10 24 h piirväärtust Liivalaia seirejaamas, teised Tallinna linnas asuvad seirejaamad ületamisi ei registreerinud. Õhumassid pärinesid antud perioodil Loode-Venemaalt. Taustajaamade PM2.5 tasemed antud perioodil märkimisväärselt ei tõusnud. Antud episood oli pigem kohaliku päritoluga.

4. episoodi ajal ületati PM10 24 h piirväärtust Liivalaia seirejaamas, teised Tallinna linnas asuvad seirejaamad registreerisid PM10 ülemise hindamisiipi ületamised. Õhumassid pärinesid antud perioodil Skandinaaviast. Taustajaamade PM2.5 tasemed antud perioodil märkimisväärselt ei tõusnud. Antud episood oli pigem kohaliku päritoluga.

5. episoodi ajal ületati PM10 24 h piirväärtust Liivalaia seirejaamas, teised Tallinna linnas asuvad seirejaamad registreerisid PM10 ülemise hindamisiipi ületamised. Õhumassid pärinesid antud perioodil Skandinaaviast. Taustajaamade PM2.5 tasemed antud perioodil märkimisväärselt ei tõusnud. Antud episood oli pigem kohaliku päritoluga.

6. episood ajal ületati PM10 ülemist hindamisiipi Liivalaia seirejaamas. Õhumassid pärinesid antud perioodil Kesk-Euroopast. Antud perioodil olid kõrgenenud PM2.5 tasemed Vilsandi, Saarejärve ja

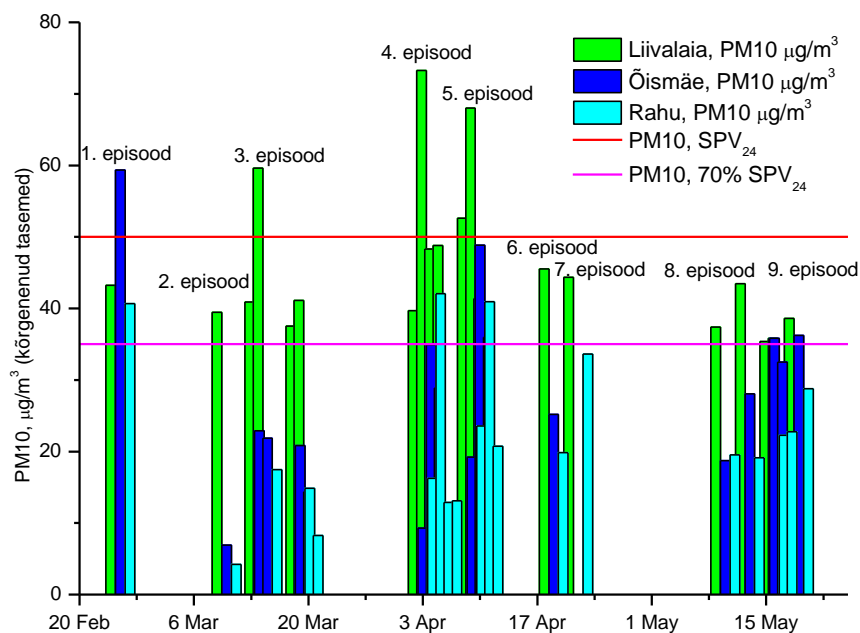
Lahemaa taustajaamades. Seega oli PM10 ülemise hindamisiiri ületamine Liivalaia seirejaamas suure tõenäosusega põhjustatud saasteainete kaugkandest.

7. episoodi ajal ületati PM10 ülemist hindamisiiri Liivalaia seirejaamas. Õhumassid pärinesid antud perioodil Skandinaaviast. Taustajaamade PM2.5 tasemed antud perioodil märkimisväärselt ei tõusnud. Antud episood oli pigem kohaliku päritoluga.

8. episoodi ajal ületati PM10 ülemist hindamisiiri Liivalaia seirejaamas. Õhumassid pärinesid antud perioodil Leedust. Taustajaamade PM2.5 tasemed antud perioodil märkimisväärselt ei tõusnud. Antud episood oli pigem kohaliku päritoluga.

9. episoodi ajal ületati PM10 ülemist hindamisiiri Liivalaia ja Õismäe seirejaamas. Õhumassid pärinesid antud perioodil Skandinaavia lõunaosast. Taustajaamade PM2.5 tasemed antud episoodi lõpus tõusid. Seega oli PM10 ülemise hindamisiiri ületamine Liivalaia ja Õismäe seirejaamas suure tõenäosusega põhjustatud saasteainete kaugkandest.

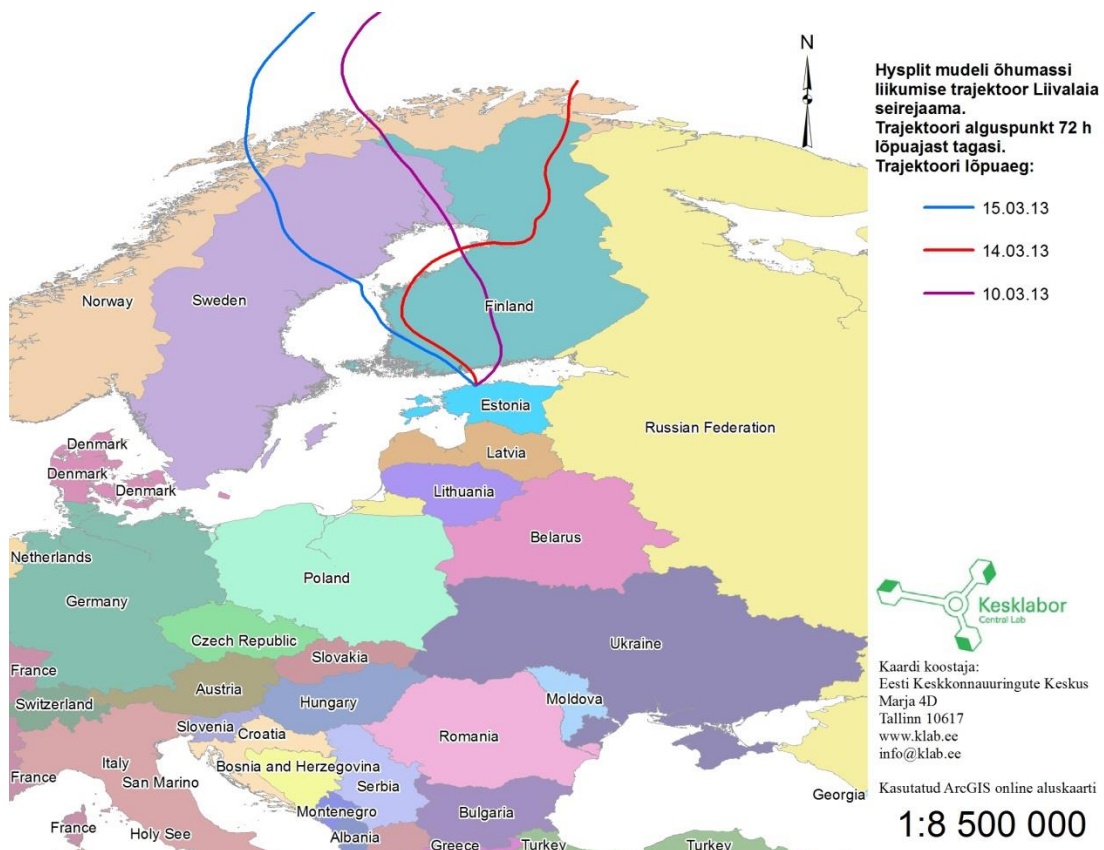
Kõigi kohaliku päritoluga episoodide puhul on täheldatav ka teiste põlemisprotsessidest pärinevate saasteainete tõus, mis omakorda tõendab, et enamus lokaalseid osakeste ületamisi on põhjustatud põlemisprotsessidest tekkivate osakeste poolt. Peenosakeste resuspensioon on probleemiks kevadisel perioodil peale lume sulamist, mil sõidukid paiskavad lisaks heitgaasidest emiteeritavatele peenosakestele ka ohtralt teekatte ja rehvide kulumisest tekkivaid peenosakesi. Vaatamata naastrehvide kasutamisega kaasnevatele liiklusohutuse positiivsetele aspektidele, ei saa tähelepanuta jätta naastrehvide kasutamisega kaasnevaid negatiivseid aspekte, mis avalduvad eelkõige teekatte suuremas kulumises (otsene kulu teehitusele) ning tänu sellele ka peenosakeste kõrge tasemetele linnakeskkonnas (otsene kulu tervishoiule). Näiteks Stockholmi kesklinnas täheldati naastrehvide kasutamise ja kõrge taseme PM10 tasemete vahel tugevat korrelatsiooni. Selline korrelatsioon esines vaid kuiva tänavakatte korral. Samas uuringus hinnati erinevate meetmete mõju naastrehvidest tingitud osakeste episoodide leevendamiseks ja leiti, et tänavate intensiivne kõrgsurvepesu vähendas PM10 tasemeid vaid kuni 6% ja tänavate pühkimise mõju oli marginaalne. Samal ajal vähendas tänavate kastmine CMA (kaltsium-magneesiumatsetaadi 25% vesilahus) lahusega ööpäevakeskmiseid PM10 tasemeid kuni 35% (Norman et al., 2006). Teekatte kulumisest tekkivad osakesed olid suurusvahemikus 3-5 µm (Hussein et al., 2008).



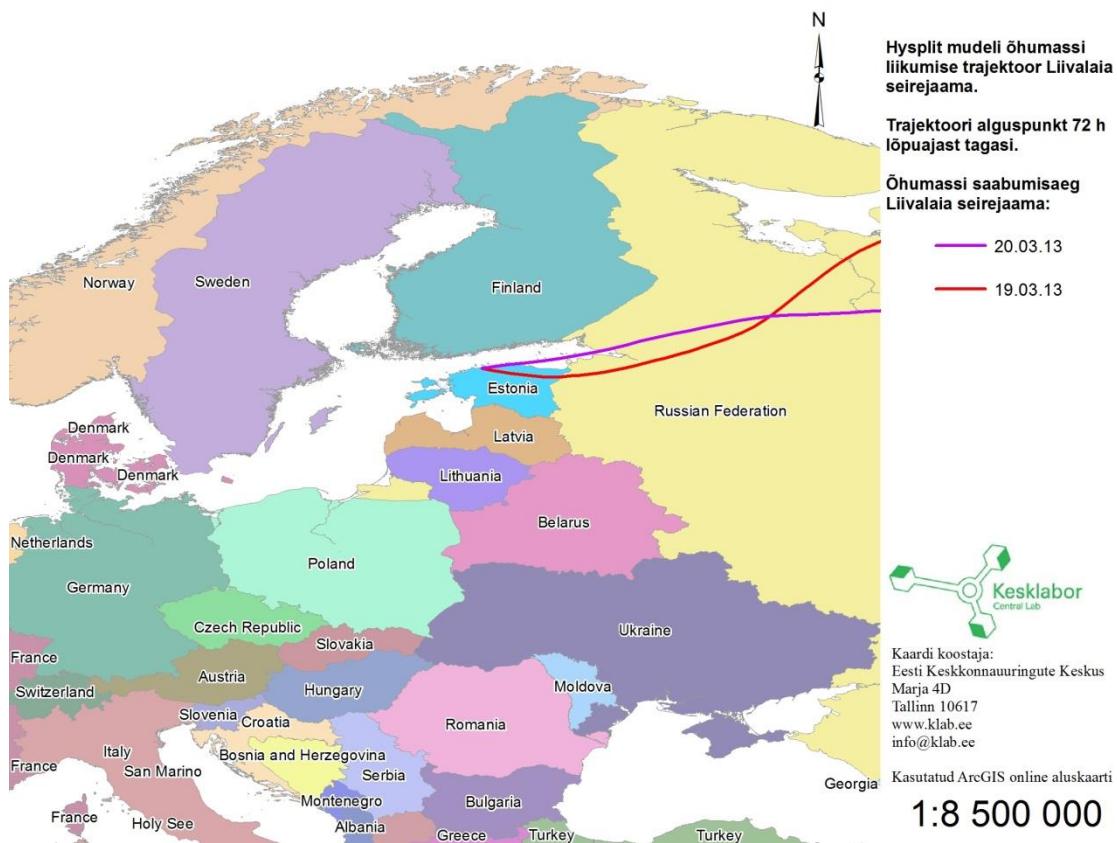
Joonis 62 2013. a. I poole kõrgenenud PM10 tasemetega episoodid



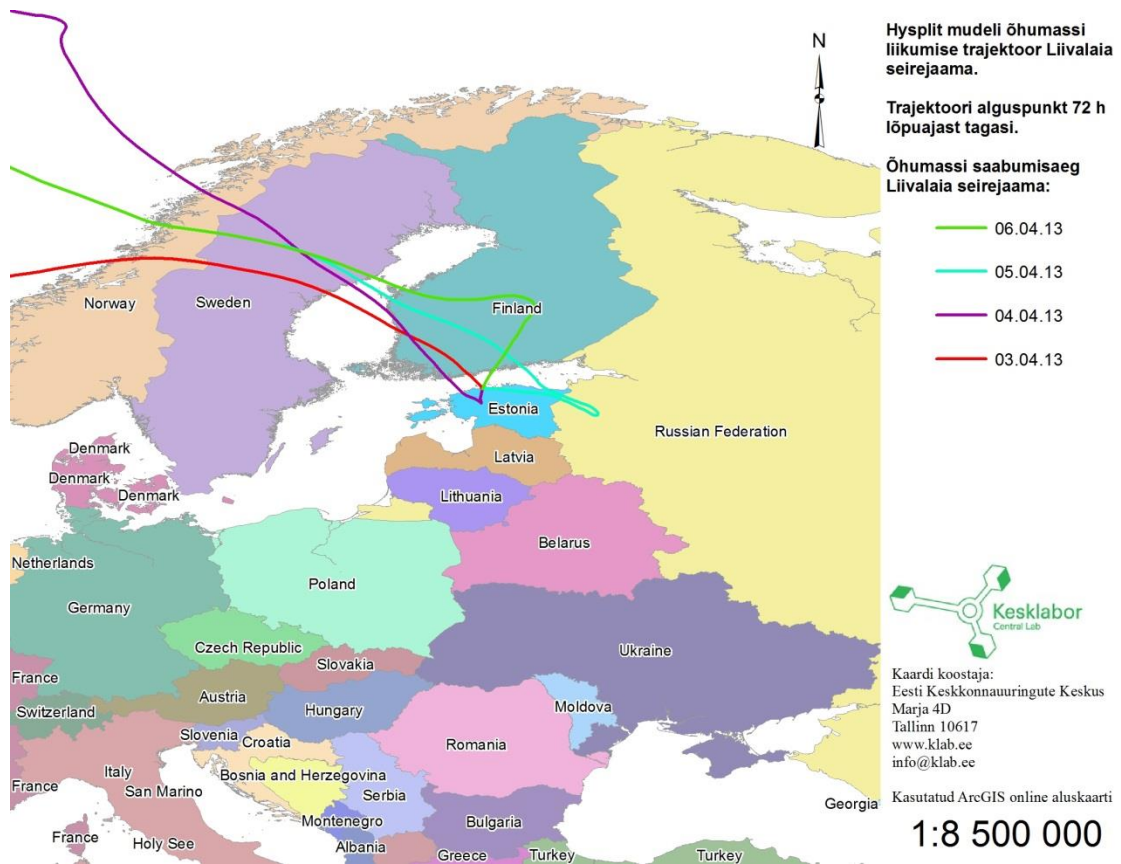
Joonis 63 1. episoodi trajektoorarvutus



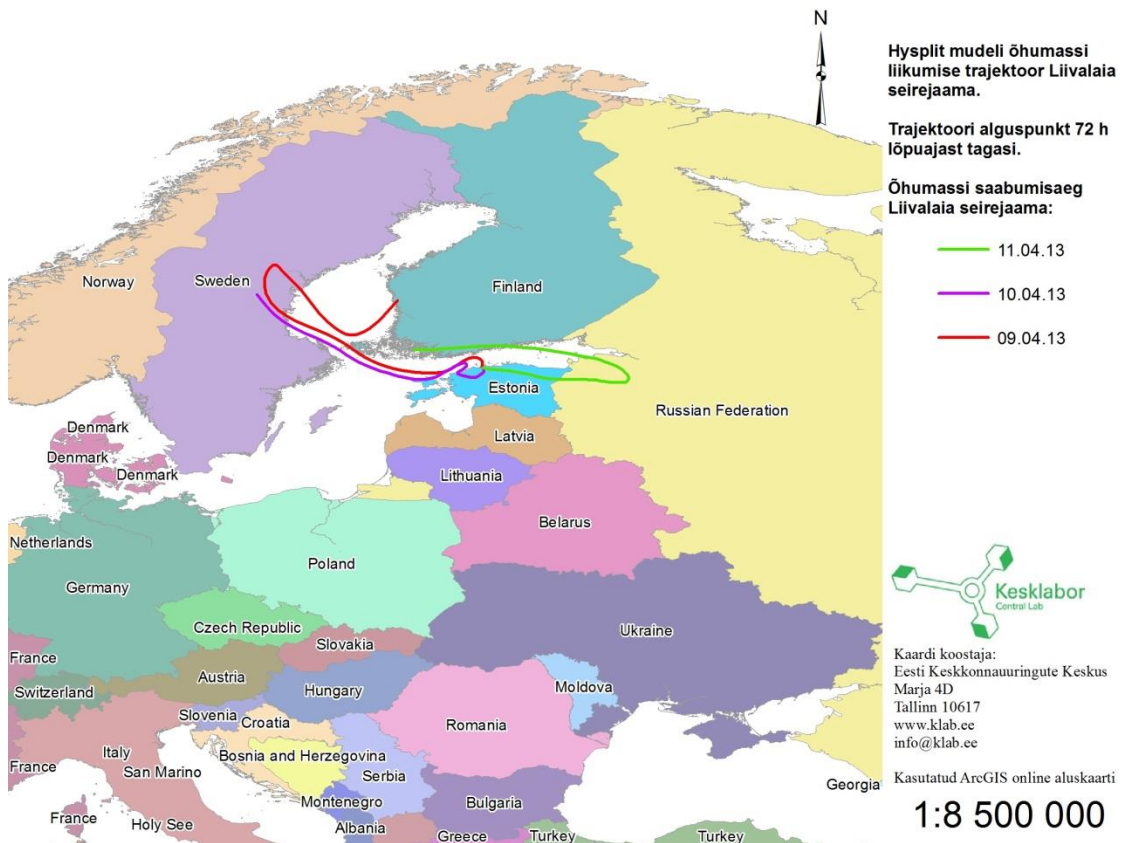
Joonis 64 2. episoodi trajektorarvutus



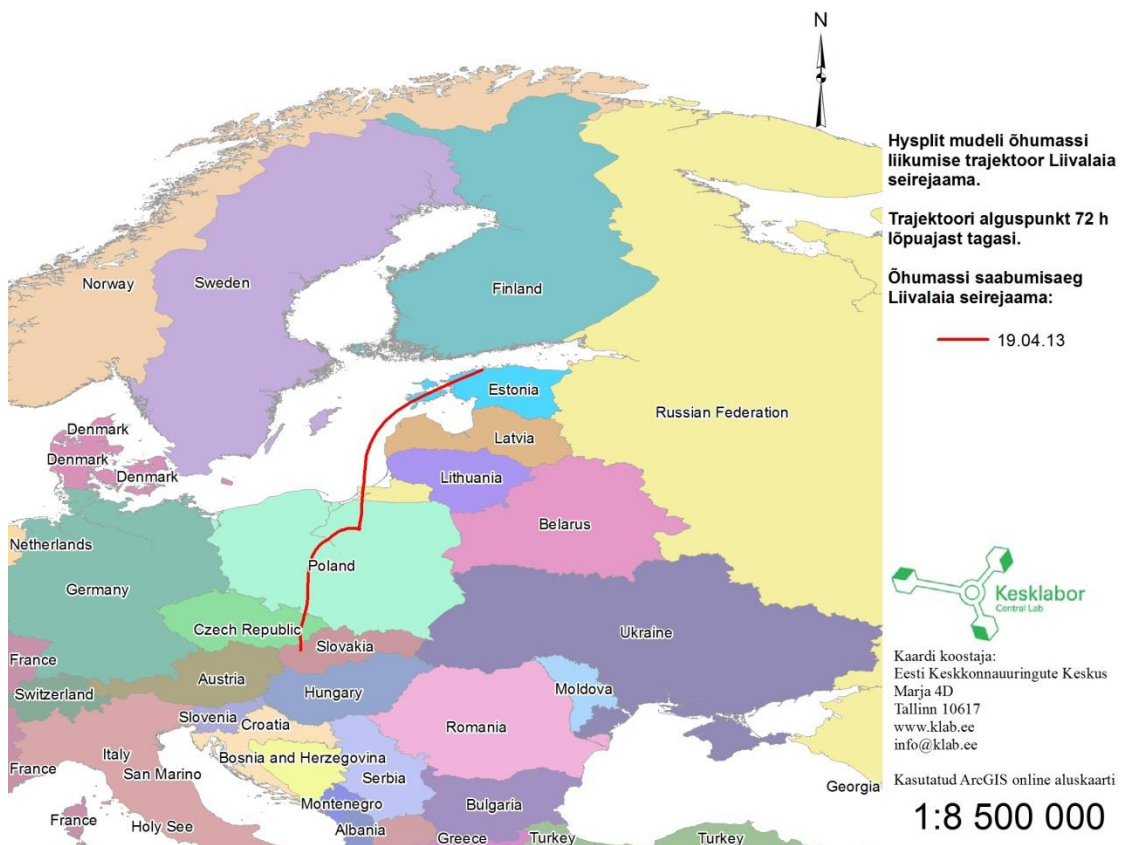
Joonis 65 3. episoodi trajektorarvutus



Joonis 66 4. episoodi trajektoorarvutus



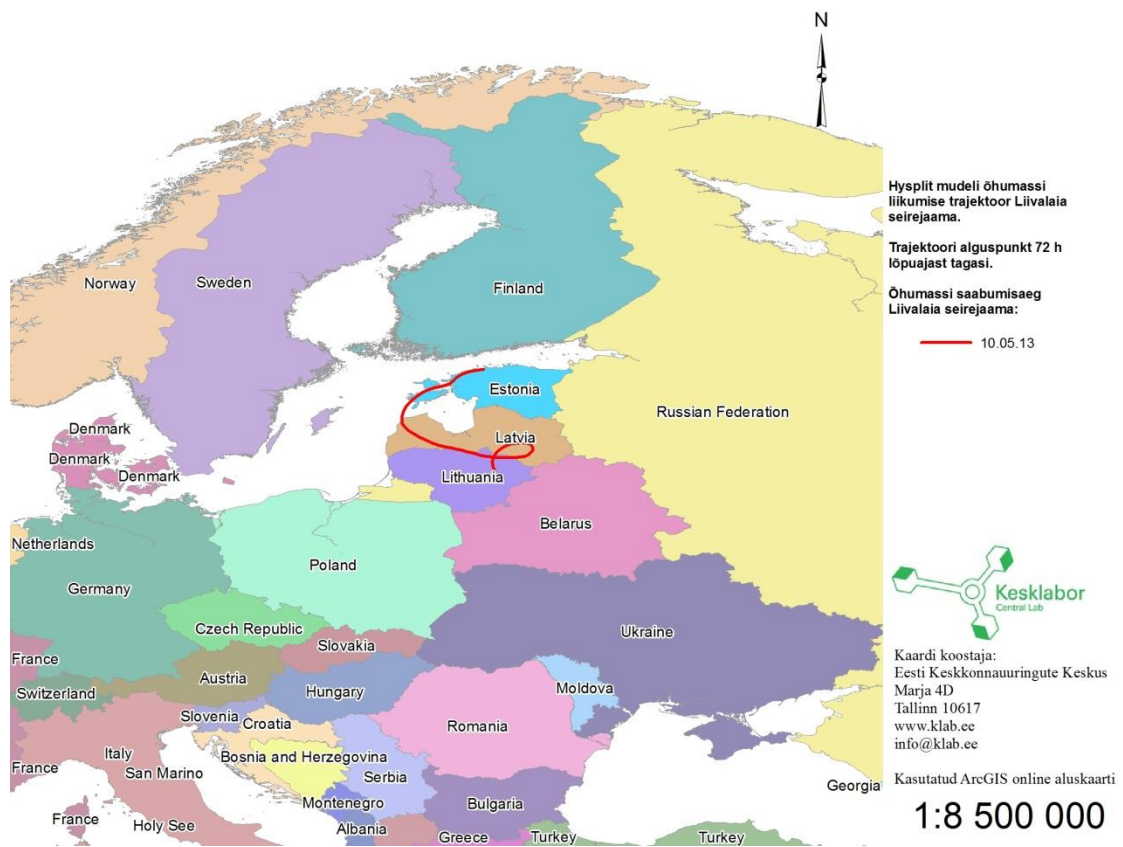
Joonis 67 5. episoodi trajektoorarvutus



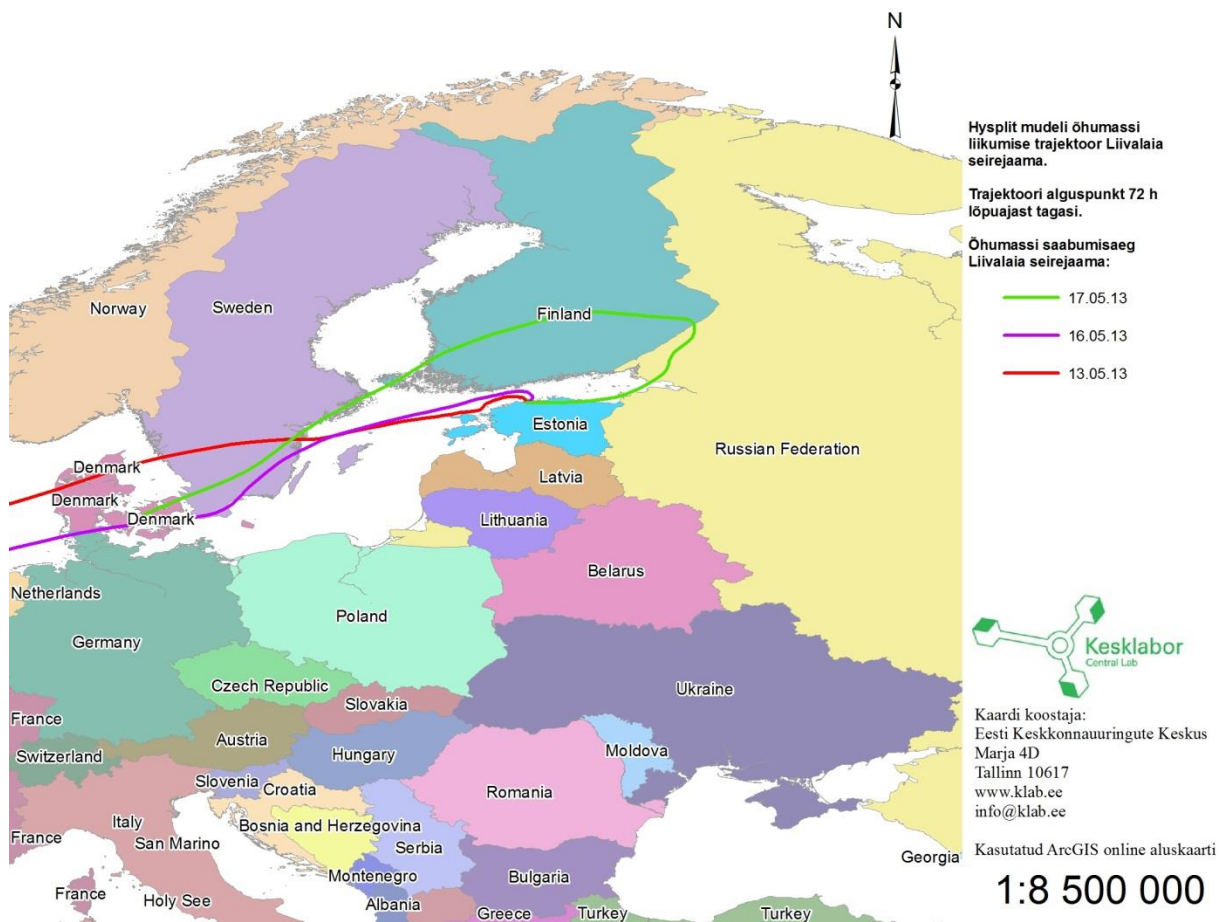
Joonis 68 6. episoodi trajektorarvutus



Joonis 69 7. episoodi trajektorarvutus



Joonis 70 8. episoodi trajektoorarvutus



Joonis 71 9. episoodi trajektoorarvutus

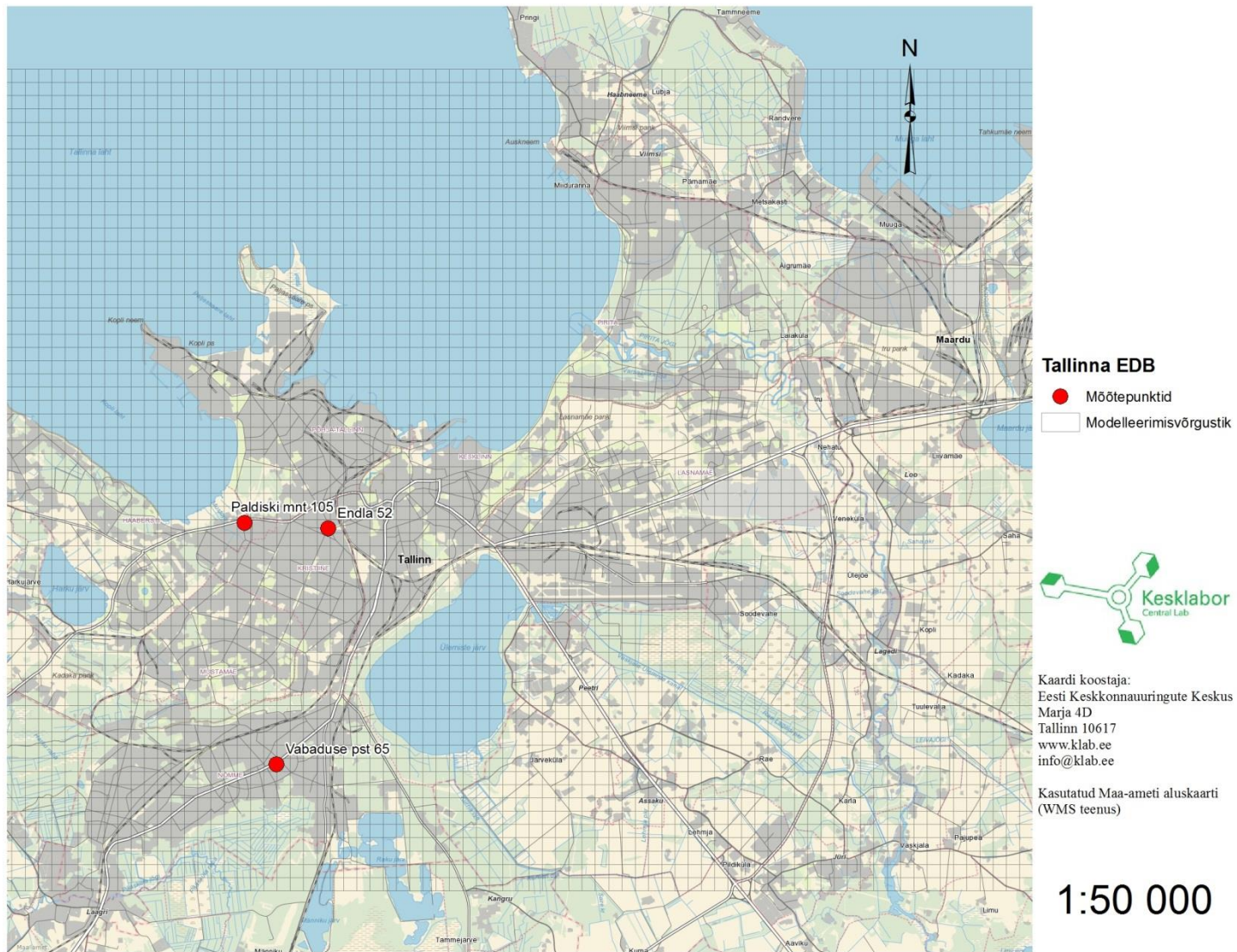
6.2 Saasteainete hajumisarvutused

Selleks, et hinnata lokaalsete saasteallikate osakaalu PM10 tasemete osas, koostati Tallinna linnas asuvate teadaolevate saasteallikate põhjal ühtne emisiooniandmebaas (Joonis 73), mis võimaldab teostada hajumisarvutusi järgmiste saasteallikatega üksikult ning omavahel kombineerituna. Selleks kombineeriti omavahel järgmised andmebaasid:

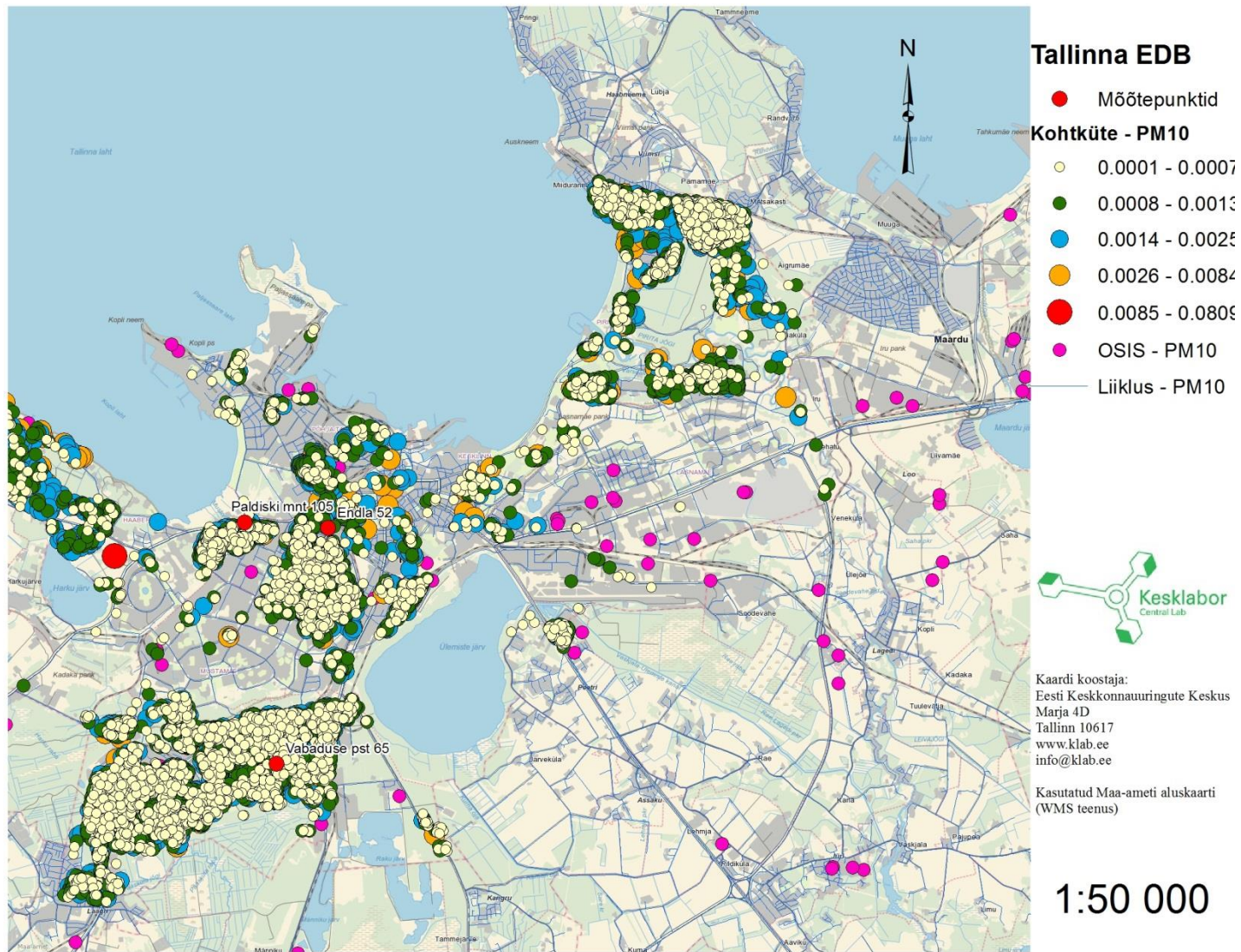
1. Liikluse andmebaas – sisaldab Tallinna teedevõrgustikku, koos liiklusloenduse, selle ajalise dünaamika, sõidukipargi vanuselise ja sõidukite tüübi jaotumuse andmetega. Andmebaas sisaldab NO_x, PM10, CO ja LOÜ heitkoguseid.
2. Õhusaasteallikate infosüsteemi (OSIS) põhine punktallikate andmebaas – sisaldab Keskkonnaministeriumi Keskkonnaagentuuri poolt ja paiksete saasteallikate valdajate poolt raporteeritud aastaseid heitkoguseid õhusaasteluba omavate käitiste kohta.
3. Kohtkütte andmebaas – sisaldab andmeid Tallinna linnas asuvatest elamutest, milles kasutatakse kütusena puitu. Kohtkütte andmebaasi koostamisel võeti aluseks ehitusregistri ja katastriüksuste kaardikihi andmed. Vastavalt köetava pinna suurusele arvatati peenosakeste heitkogused iga elamu kohta eraldi ning iga saasteallikas defineeriti 10 meetrise punktallikana.

Saasteainete hajumisarvutused teostati Airviro keskkonnas Euleri võrgustikmudeliga (Euler Grid). Modelleerimisvõrgustiku silma suuruseks oli 300 x 300 meetrit (101 x 62 võrgusilma) ning ajaline resolutsioon 1 tund (Joonis 72). Modelleerimisperioodi pikkuseks oli vastava välisõhu seirepunkti mõõteaeg. Modelleerimisvõrgustik kattis kõiki välisõhu seirepunkte, mis võimaldas hilisemat andmevõrdlust modelleeritud ja mõõdetud andmete vahel.

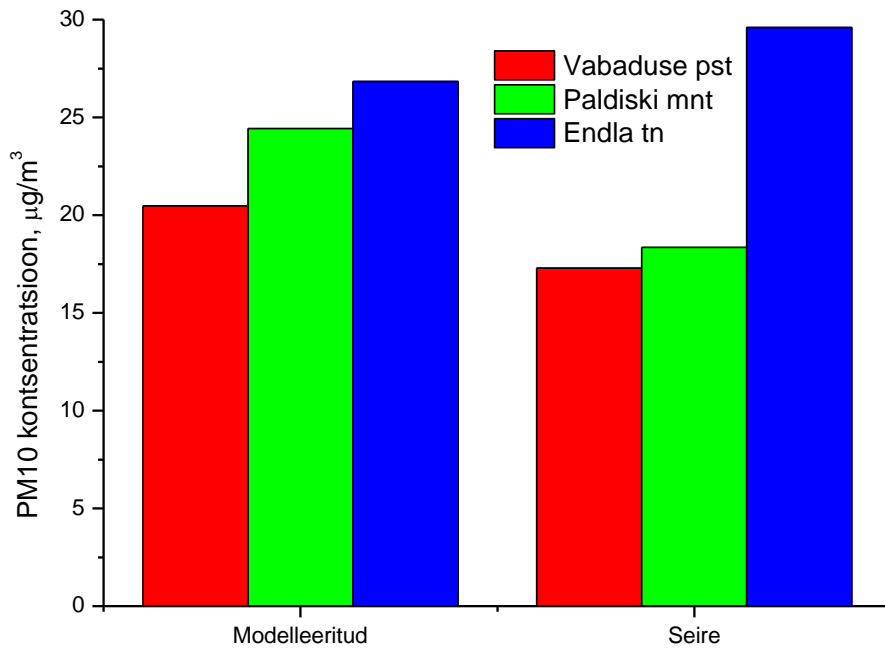
Üldiselt langevad modelleeritud ja mõõdetud PM10 tasemed erinevates seirepunktides hästi kokku. Vabaduse ja Paldiski mõõtepunktides on modelleeritud tasemed võrreldes reaalsete mõõtetulemustega mõnevõrra ülehinnatud, Endla tn mõõtepunktis seevastu alahinnatud. Modelleeritud ja mõõdetud tulemuste maksimaalne erinevus on ca 15%, mis on hea tulemus ning võimaldab piisava usaldusväärsusega hinnata lokaalsete allikate osakaalu antud töö mõõtepunktides. Modelleeritud tulemuste põhjal saab järeldada, et kõigis mõõtepunktides domineerib liiklus kui peamine PM10 emiteerija. Kohtküte esineb enim Vabaduse tn mõõtepunktis. Tööstuslike saasteallikate osakaal PM10 osas antud mõõtepunktides on marginaalne. Tulevikus on vaja modelleerimisel arvestada ka kaugkande võimalikku osakaalu.



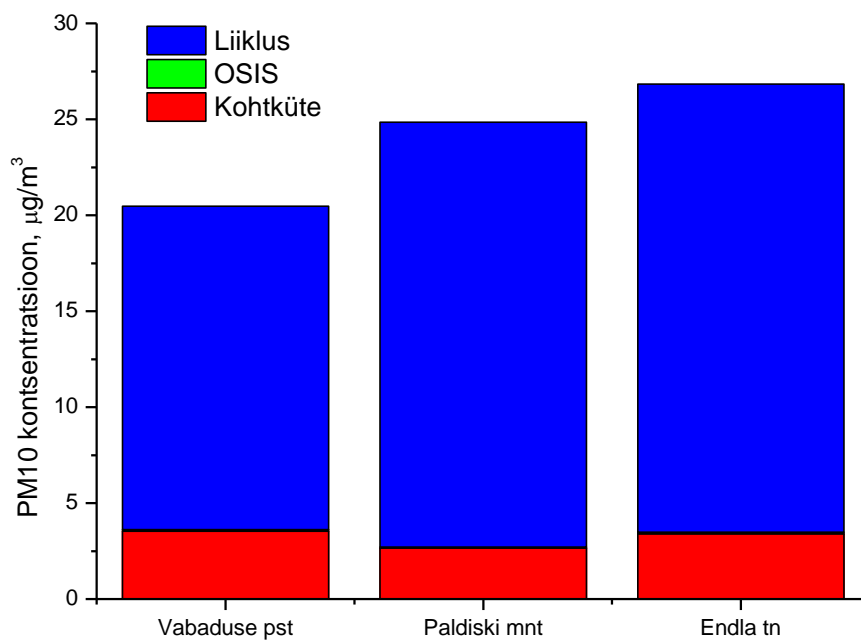
Joonis 72 Tallinna modelleerimisvõrgustik ja välisõhu mõõtepunktid



Joonis 73 Tallinna saasteallikad



Joonis 74 Modelleeritud ja mõõdetud tulemuste võrdlus



Joonis 75 Modelleeritud tulemuste osakaalud mõõtepunktide kaupa

7 Soovituslikud peenosakeste vähendamismeetmed

Sarnaselt Eesti Keskkonnauuringute Keskuse koostatud ja Keskkonnaministeeriumi tellitud aruandes „Linnade välisõhu kvaliteedi kompleksse hindamise analüüs“ (Maasikmets et al., 2013), võib linnades esinevad saasteallikad laias laastus jagada viide rühma ning sealt pärinevate saasteainete heitkoguste peamised reguleerimismeetmed on toodud Tabel 6.

Tabel 6 Linnakeskkonna peamised saasteallikad, koos heitkoguste kontrollimeetmetega

Saasteallikas	Heitkoguste reguleerimisel kasutatav meede
<p style="text-align: center;">Transpordisaaste</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sõidukite tehnoseisundi regulaarse ja pistelise kontrolli tõhustamine 2. Kütustele kehtestatud keskkonnanõuete täitmise kontrollimine 3. Naastrehvide kasusaja piiramine 4. Sõidukite liikumise piiramine kõrgenenud saasteepisoodide korral 5. Piirkiiruse reguleerimine 6. Ühtlase liiklusvoo tagamine 7. Teede hea seisukorra tagamine 8. Keskkonnasõbralike sõidukite eelistamine linnaliikluses parkimiskorralduse kaudu 9. Müratõkete ehitus 10. Raskeliikluse ümbersuunamine linnakeskusest
<p style="text-align: center;">Olmeküte</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Soovituslikud nõuded olmekütte ahjude ehitamisel 2. Kvaliteetse kütuse kasutamine 3. Küttesüsteemide regulaarne puhastus 4. Kaug- ja olmekütte piirkondade kehtestamine planeeringutel 5. Korraldatud jäätmevedu, komposteerimise propageerimine 6. Aiaprahi põletamiskeeld

Tööstus	<ol style="list-style-type: none"> 1. Saasteainete heitkoguste reguleerimine keskkonnalubadega, sh heitkoguste maksustamine 2. Parima võimaliku tehnika rakendamine, sh keskkonnalubadega reguleerimata valdkondades
Muud hajusallikad (ehitustegevus, tühermaad)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ehitustegevuses tolmavate pindade niisutamine, katmine 2. Tühermaade haljastamine 3. Ehitusobjektidel tolmukatete kasutamine 4. Ehitusobjektidelt ja karjäärdest tänavatele liikuvate sõidukite rehvide pesu 5. Kallurveokitel puistekaupade käitlemisel koormakatete kasutamine 6. Tänavate regulaarne puhastus ja korrashoid
Episoodilised saasteallikad (põlengud, lõhkamistööd)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lõhkamistöde reguleerimine keskkonnalubade kaudu 2. Maastikupõlengute ennetamine teavitustöö ja maastike hooldamise kaudu

Kuna liiklus ja olmekütmine pole otseselt keskkonnalubadega reguleeritud, siis saab sealt pärinevate saasteainete vähendamiseks kasutada kaudseid meetodeid. Liikluse ja olmekütmise valdkonnas on oluline kohaliku omavalitsuse (KOV) ja riiklike meetmete omavaheline kombineerimine. KOV saab eelkõige seda valdkonda mõjutada läbi planeerimisprotsessi ja heakorratööde, võttes aluseks reaalsed seireandmed. Riik omalt poolt saab mõjutada nt naastrehvide kasutamist ning kütusele ja sõidukitele esitatavaid keskkonnanõudeid.

Üldised administratiivsed ja poliitilised meetmed (Teinema et al., 2009), mida võiks linnaõhu parendamisel rakendada:

- Kaaluda meetodeid liiklustiheduse vähendamiseks linnas ja selle ümbruses, sealhulgas ühistranspordi soodustamine ja lisaks sõiduautode hulga vähendamine linnas;

- Kõrgendatud tolmuepisoodide vältel lühiajalise meetmena elanike mõjutamine kasutama ühistransporti (tasuta sõit ühistranspordis, parkimismaks kesklinnas, liikluspiirangud sõiduautodele, vaid ühe reisijaga sõiduautode liikumise piiramine probleemsetes piirkondades);
- Sõidukite emissioonidele rangemate standardite rakendamine, kõikide sõidukite reaalse kontrolli tagamine, osakeste lubatud emissioonide vähendamine, lubatud piirkiiruse vähendamine piirkondades, kus PM10 tasemed on kõrged;
- Tagada, et järgitakse keskkonnanõuete täitmist tööstusettevõtetest;
- Arvestada planeerimispiirangute kehtestamist peenosakeste kuhjumise vältimiseks ehitiste ümbruses (peenosakesi tekitavate pindade katmine asfaldiga või muru istutamine);
- Suuremates linnades niinimetatud ummikumaksu kehtestamine Stockholmi ja Londoni eeskujul ja nende kogemustele tuginedes;
- Naastrehvide kasutusaja lühendamine ja vaid linnasõiduks kasutatavatel sõidukitel lamellrehvide propageerimine;
- Naastrehvide kasutamise piiramine (eeldab siiski põhjalikku kuluanalüüsi ja liiklusohutuse aspektist sellise otsuse tagajärgede hindamist).

Üldised tehnilised meetmed (Teinema et al., 2009), mida võiks linnaõhu parendamisel rakendada:

- Tagada, et jäätõrjeks kasutatavad ained on sellised, mis minimeerivad PM10 teket – ulatuslik soola kasutamine võib suurendada PM10 emissioone kevaditi kuna naastrehvide mõju on tugevam märgades tingimustes (soolast tingitud jää sulamine);
- Kevadperioodil tänavate kastmine kaltsiumkloriidi vesilahusega tolmu emissioonide vähendamiseks;
- Lokaalse iseloomuga saasteepisoodide ajal tänavate intensiivsem pesemine ja puhastamine (eelkõige kevadised lume sulamisele ja teekatte kuivamisele järgnevad tolmuepisoodid)

Peenosakeste tervisemõju vähendamisel tuleks rakendada eelkõige (Orru et al., 2011):

- vähendada mootorsõidukite hulka linnades, suunata intensiivsed liiklusvood elu- ja puhkerajoonidest eemale. Säilitada puhver- ja rohealad, mis on vajalikud saasteainete paremaks hajumiseks;

- vähendada naastrehvide kasutust linnades, kuna need kulutavad teekatet ja selle kaudu tekitavad peeneid osakesi;
- luua paremad tingimused jalakäijatele ning jalgratturitele kergliikluseks. Kõnni- ja rattateed peaksid paiknema sõiduteest eemal, kus ekspositsioon saastele on väiksem;
- soodustada olmekütte vähendamist tiheasustusaladel luues elanikele paremad tingimused liitumaks kaugküttega. Et olmekütteil on oluline sotsiaalmajanduslik aspekt ning kasutab muuhulgas tihti taastuvaid kütuseid (puitu), tuleks sealseid elanikke motiveerida vähendama emissioone (kuiv ja kvaliteetne kütus, korras küttekolded, teadmised jäätmete jms põletamise kahjulikust mõjust jne);
- teavitada elanikkonda, eeskätt riskigruppe õhusaaste negatiivsetest mõjudest ja suurema saastega piirkondadest ja ajaperioodidest (võimalik kõrge saastetasemega õhusaasteepisoodide teavitamine meedias), et inimesed saaksid teha terviseteadlikke otsuseid oma igapäevases elus;
- edendada linnaelanike tervislikke eluviise (sportimine jms), et suurendada organismi vastupanuvõimet õhusaastele ning vähendada teisi terviseriske. Viimased uuringud on näidanud, et sportimisel saadav kasu on suurem õhusaaste negatiivsest mõjust.

8 Kokkuvõte

Vastavalt osapoolte vahel sõlmitud lepingu Lisa 1-le, teostati ajavahemikus 26.10.2012 – 21.02.2013 mobiilse mõõtelaboriga välisõhu kvaliteedi mõõtmisi Tallinnas kolmes erinevas mõõtepunktis. 26.10-26.11.2012 mõõdeti liikuva õhulaboriga saastetasemeid Kristiine linnaosas Endla tn 52, Statoili bensiinjaama vahetus läheduses, 03.12.2012-14.01.2013 paiknes mõõtebuss Haabersti linnaosas Paldiski mnt 105, ABC Motorsi territooriumil ning 14.01.-21.02.2013 määrati õhulaboriga välisõhu kvaliteeti Nõmme linnaosas Vabaduse pst 65 (Joonis 1).

Endla tn mõõtepunkti mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et antud mõõtepunkti mõjutasid antud perioodil enim liiklusest pärinevad saasteained. Antud seost kinnitavad Joonis 8 tulemused, kus on selgelt täheldatav seos liiklusest pärinevate (NO_2 , CO, PM₁₀) saasteainete vahel. 09.11 kuni 11.11.2012 on toimunud episood, mil enamus saasteainete kontsentratsioone on järsult tõusnud. Taustajaamades (Lahemaa, Vilsandi) pole samal perioodil saasteainete tõus täheldatav, seega oli antud episood suure tõenäosusega pigem lokaalse päritoluga.

Paldiski mnt mõõtepunkti mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et antud mõõtepunkti mõjutasid antud perioodil enim põlemisprotsessidest (sh liiklusest) pärinevad saasteained. Antud seost kinnitavad Joonis 27 tulemused, kus on selgelt täheldatav seos liiklusest pärinevate (NO_2 , CO, PM₁₀) saasteainete vahel. Kuna antud mõõtepunkt asus mere läheduses (kaugus merest ca 500 m), siis on antud piirkond hästi ventileeritud ning piirväärtusi ületavaid saastetasemeid ei täheldatud.

Vabaduse pst mõõtepunkti mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et antud mõõtepunkti mõjutasid antud perioodil enim liiklusest ja olmekütmisest pärinevad saasteained. Osakeste piirväärtuse ületamisel on täheldatav tugev kaugkande mõju, mida kinnitavad taustajaamade mõõtetulemused (Joonis 57). 28.01 kuni 30.01.2013 toimus episood, mil enamus saasteainete kontsentratsioone on järsult tõusnud. Taustajaamades (Lahemaa, Vilsandi, Õismäe) on samal perioodil saasteainete tõus täheldatav, seega on antud episood põhjustatud kaugkandest. Episoodi vältel on tõusnud järsult SO_4^- ja NH_4^+ sisaldus (Joonis 47).

Teostatud õhumasside trajektoorarvutuste põhjal tuvastati 2013. a. I poolel 9 PM₁₀ episoodi, millest 3 olid põhjustatud saasteainete kaugkandest ning ülejäänud olid lokaalse tekkega.

Kõigi kohaliku päritoluga episoodide puhul on täheldatav ka teiste põlemisprotsessidest pärinevate saasteainete tõus, mis omakorda tõendab, et enamus lokaalseid osakeste ületamisi on põhjustatud põlemisprotsessidest tekkivate osakeste poolt. Peenosakeste resuspensioon on probleemiks kevadisel perioodil peale lume sulamist, mil sõidukid paiskavad lisaks heitgaasidest emiteeritavatele

peenosakestele ka ohtralt teekatte ja rehvide kulumisest tekkivaid peenosakesi. Vaatamata naastrehvide kasutamisega kaasnevale liiklusohutuse positiivsetele aspektidele, ei saa tähelepanuta jätta naastrehvide kasutamisega kaasnevaid negatiivseid aspekte, mis avalduvad eelkõige teekatte suuremas kulumises (otsene kulu teehitusele) ning tänu sellele ka peenosakeste kõrgele tasemele linnakeskkonnas (otsene kulu tervishoiule).

Lokaalsete saasteallikate osakaalu hindamisel PM10 tasemete osas, koostati Tallinna linnas asuvate teadaolevate saasteallikate põhjal ühtne emisiooniandmebaas ning teostati PM10 hajumisarvutused Euleri võrgustikmudeliga. Üldiselt langevad modelleeritud ja mõõdetud PM10 tasemed erinevates seirepunktides hästi kokku. Vabaduse ja Paldiski mõõtepunktides on modelleeritud tasemed võrreldes reaalselt mõõtetulemustega mõnevõrra ülehinnatud, Endla tn mõõtepunktis seevastu alahinnatud.

Modelleeritud tulemuste põhjal saab järeldada, et kõigis mõõtepunktides domineerib liiklus kui peamine PM10 emiteerija. Kohtküte osakaal on suurim Vabaduse tn mõõtepunktis. Tööstuslike saasteallikate osakaal PM10 osas antud mõõtepunktides on marginaalne.

Sarnaselt varasemate Tallinna peenosakeste uuringutega (Tallinna linnastu välisõhu kvaliteedi parendamise tegevuskava, 2009; Peente osakeste päritolu uuring, 2010) on antud mõõtetulemuste põhjal selgelt näha, et Tallinna välisõhu kvaliteeti mõjutavad peenosakeste suhtes enim järgmised allikad (olulisuse järjekorras):

1. Liiklus, sh osakeste resuspensioon teekattelt;
2. Olmekütmine
3. Kaugkanne

Seejuures moodustab osakeste resuspensioon teekattel olenevalt asukohast kogu PM10 kontsentratsioonist tavaperioodil 10-20% ning kevadisel perioodil võib see küündida kuni 50%-ni. Resuspensiooni osakaal PM10 kogu kontsentratsioonis sõltub eelkõige ilmastikutingimustest (kuiva teekatte korral osakaal suurem), tee seisukorrast ja liiklustihedusest. Teaduslike uuringute tulemused teekatte puhastamise mõju kohta PM10 on kontsentratsioonidele on vastukäivad, näiteks tavaharjamine ja veega kastmine mõjutab paljude uuringute põhjal PM10 kontsentratsioone marginaalselt (Norman et al., 2006), küll aga vähendab taoline tegevus üldtolmu (TSP) kontsentratsioone. Samas vähendas tänavate kastmine CMA (kaltsium-magneesiumatsetaadi 25% vesilahus) lahusega ööpäevakeskmiseid PM10 tasemeid kuni 35% (Norman et al., 2006). Taolise

lahuse kasutamist võiks katsetada ka Tallinnas ning kastmise käigus hinnata PM10 kontsentratsioonide vähendamist.

Samas on PM10 ületamiste arv Tallinna linnas alates 2009. a. II pooles vähenenud, seda eelkõige tänu liikluskoormuse vähenemisele (eelkõige tänu majandussurutisele). Autode müügi- ja teenindusettevõtete Eesti liidu (AMTEL) analüüsi tulemustest selgub, et Eesti sõiduautode pargi uuening on viimase 10 aasta jooksul peatunud ning keskmine vanus isegi suureneb (Postimees, 05.03.2013), seega ei saa PM10 tasemete languse taga olla autopargi uueningest tingitud aspektid. Otsest seost PM10 tasemete ja sõidukite vahel iseloomustab Liivalaia seirejaama pikaajane aegrida, mille kohaselt koos PM10 tasemetega on alates 2009. a. II poolest vähenenud ka CO ja NO₂ tasemed (Joonis 61).

Kuna liiklus ja olmekütmine pole otseselt keskkonnalubadega reguleeritud, siis saab sealt pärinevate saasteainete vähendamiseks kasutada kaudseid meetodeid. Liikluse ja olmekütmise valdkonnas on oluline kohaliku omavalitsuse (KOV) ja riiklike meetmete omavaheline kombineerimine. KOV saab eelkõige seda valdkonda mõjutada läbi planeerimisprotsessi ja heakorratööde, võttes aluseks reaalsed seireandmed. Riik omalt poolt saab mõjutada nt naastrehvide kasutamist ning kütusele ja sõidukitele esitatavaid keskkonnanõudeid.

Alates 01.01.2015 hakkab PM2.5-le kehtima kalendriaasta keskmine (SPVa) piirväärtus, milleks on 25 µg/m³.

9 Kasutatud kirjandus

Hussein, T., Johansson, C., Karlsson, H., Hansson, H.C. 2008. Factors affecting non-tailpipe aerosol particle emissions from paved roads: On-road measurements in Stockholm, Sweden. Atmospheric Environment. 688–702.

Maasikmets, M., Saare, K., Arumäe, T., Lehes, L., Viidik, A., Ebber, A. 2013. Linnade välisõhu kvaliteedi kompleksse hindamise analüüs.

Norman, M., Johansson, C. 2006. "Studies of some measures to reduce road dust emissions from paved roads in Scandinavia." Atmospheric Environment 40(32): 6154.

Postimees, 05.03.2013 „Analüüs: Eesti autopark ei uuene“, leitav: <http://www.e24.ee/1159408/analuus-eesti-autopark-ei-uuene>

Orru, H., Teinemaa, E., Kesanurm, K., Kaasik, M., Tamm, T., Lai, T. 2011. Välisõhu kvaliteedi mõju inimeste tervisele – peentest osakekestest tuleneva mõju hindamine kogu Eesti lõikes

Teinemaa, E., Saare, K. 2009. Tallinna linnastu välisõhu kvaliteedi parendamise tegevuskava.