OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus

Tallinna tolmusaaste päritolu uuring

Tallinn 2008

Lepingu nr:
Tööde algus: 01.05.2008
Tööde lõpp: 01.08.2008

Tarmo Pauklin
Juhatuse liige

Erik Teinemaa
Õhukvaliteedi juhtimise osakonna juhataja

Kesklabor
Central Lab

Sisukord

1. Sissejuhatus 4
2. Kirjanduse ülevaade 5
3. Kasutatud seadmed ja metoodikad 7
4. Mõõtetulemused 8
   4.1. Mõõtmised liikuva laboriga 8
      4.1.1. Regati pst 1 8
      4.1.2. Paldiski mnt 14
      4.1.3. Ehitajate tee 19
      4.1.4. Vete tänav 24
   4.2. Riikliku seirevõrgu andmed 29
5. Kokkuvõte 36
6. Kasutatud kirjandus 38

Joonised

Joonis 1 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ tunnikeskmine kontsentratsioon 9
Joonis 2 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ ööpäevakeskmine kontsentratsioon 9
Joonis 3 Tuule suund mõõteperioodil 10
Joonis 4 Katioonide ja anioonide sisaldus 6. juuli proovides 10
Joonis 5 Raskemetallide sisaldus 6. juuli proovides 11
Joonis 6 Polüaromaatsete süsivesinike sisaldus 7. juuli proovides 12
Joonis 7 Mõõtepunkti nr 1 asukoht 13
Joonis 8 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ tunnikeskmine kontsentratsioon 14
Joonis 9 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ ööpäevakeskmine kontsentratsioon 15
Joonis 10 Tuule suund mõõteperioodil 15
Joonis 11 Katioonide ja anioonide sisaldus 13. juuli proovides 16
Joonis 12 Raskemetallide sisaldus 13. juuli proovides 16
Joonis 13 Polüaromaatsete süsivesinike sisaldus 14. juuli proovides 17
Joonis 14 Mõõtepunkti nr 2 asukoht 18
Joonis 15 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ tunnikeskmine kontsentratsioon 19
Joonis 16 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ ööpäevakeskmine kontsentratsioon 20
Joonis 17 Tuule suund mõõteperioodil 20
Joonis 18 Katioonide ja anioonide sisaldus 24 ja 25 juuli proovides 21
Joonis 19 Raskemetallide sisaldus 24 ja 25 juuli proovides 21
Joonis 20 Polüaromaatsete süsivesinike sisaldus 24 ja 25 juuli proovides 22
Joonis 21 Mõõtepunkti nr 3 asukoht 23
Joonis 22 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ tunnikeskmine kontsentratsioon 24
Joonis 23 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ ööpäevakeskmine kontsentratsioon 25
Joonis 24 Tuule suund mõõteperioodil 25
Joonis 25 Katioonide ja anioonide sisaldus 26 juuli proovides 26
Joonis 26 Raskemetallide sisaldus 26 juuli proovides 26

Joonis 27 Polüaromaatsete süsivesinike sisaldus 27 juuli proovides 27
Joonis 28 Mõõtepunkti nr 4 asukoht 28
Joonis 29 Öine ja päevane PM_{10} keskmine kontsentratsioon (2007) 29
Joonis 30 Tallinnas paiknevad riiklikud seirejaamad 30
Joonis 31 PM_{10} aastakeskmine tase Tallinna seirejaamades 31
Joonis 32 PM_{10} piirväärtuse ületamiste arv Tallinna seirejaamades 32
Joonis 33 Liivaia seirejaama piirväärtuste ületamised ja Rahu seirejaamas mõõdetud tasemed 33
Joonis 34 PM_{10} 24 h keskmine kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas (2007) 33
Joonis 35 TSP 24 h keskmine kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas (2007) 34
Joonis 36 PM_{10} nädalane käik Tallinna seirejaamades (2007) 34
Joonis 37 PM_{10} ööpäevane käik Tallinna seirejaamades (2007) 35

1. Sissejuhatus

Töö eesmärgiks on hinnata Tallinnas leviva tolmusaaste keemilist koostist ja võimalikku päritolu. Selleks viidi läbi tolmu erinevate fraktsioonide pidevmõõtmised neljas mõõtepunktis. Igas mõõtepunktis tehti ühele peentolmu proovile raskmetallide, polüaromaatsete süsivesinike ja süsinikusisalduse analüüs ning analüüsiti mõningate ioonide sisaldust. Samaaegselt analüüsiti kahes riiklikus linnaõhu seirejaamas võetud peente osakeste ja üldtolmu proovides samu parameetreid. Saadud analüüsitulemuste ja mõõdetud meteoandmete põhjal hinnati tolmusaaste võimalikku päritolu. Lisaks hinnati mõõdetud parameetrite põhjal valitud piirkondade tolmusaaste võimalikku mõju inimtervisele.

Tolmu keemilise koostise kohta on hetkel olemas vaid riikliku seire raames mõõdetavad raskemetallide ja polüaromaatsete süsivesinike sisaldused Õismäe ja Liivalaia seirejaamadest kogutud tolmuproovides. Tallinna õhus leviva tolmusaaste põhjalikke keemilisi analüüse seni teostatud ei ole.

2. Kirjanduse ülevaade

Osakesed (PM – particulate matter) on termin, millega tähistatakse õhus suspendeerunud osakeste massikontsentratsiooni mikrogrammide või milligrammides kuupmeetri õhu kohta. Aerosooliosakeste suurus varieerub nanomeetritest kuni kümnete mikromeetriteni. Osakesed võivad olla tahked, vedelad või nende segud. Sõltuvalt tekkeprotsessist ja päritolust võivad osakesed sisaldada väga erinevaid keemilisi ühendeid. Seega on osakeste keemilise koostise põhjal võimalik hinnata nende päritolu. Atmosfäärsed osakesed jagunevad primaarseteks osakesteks ja sekundaarseteks osakesteks. Primaarsed osakesed pärinevad otseselt tekkeprotsessist, näiteks teekatte kulumine, diiselmootorite tahmaosakesed jne. Sekundaarsed osakesed tekivad atmosfääris mitmesuguste keemiliste ja füüsikaliste protsesside tulemusena.

Sõltuvalt osakeste aerodünaamilisest diameetrist jaotatakse neid peenteks osakesteks (alla 10 μm) ja ülipeenteks osakesteks (alla 2,5 μm) ning ultrapeenteks osakesteks (alla 0,1 μm). Vastavat klassifikatsiooni ei ole küll üheselt kehtestatud, kuid antud töö kontekstis kasutatakse eelpoolnimetatud jaotust.

Väga paljudes uuringutes on leitud, et peente osakeste (PM_{10}) ja eelkõige ülipeente osakeste ($PM_{2.5}$) massikontsentratsiooni ja tervisemõju/suremuse vahel on otsene seos. Kõige tuntum neist uuringutest on kahtlemata niinimetatud kuue linna uuring, kus Dockery ja Pope leidsid 1993 aastal USA kuue linna $PM_{2.5}$ kontsentratsiooni ja südame-veresoonkonna haigustesse surnud elanike arvu vahel on tugev korrelatsioon (Dockery 1993). Need uuringud olid üheks oluliseks tõukeks miks US-EPA kehtestas 1997 aastal aastakeskmise piirväärtuse $PM_{2.5}$ sisaldusele välisõhus ja 2006 aastal lisandus sellele 24 tunni keskmine piirväärtus. Euroopa Liidus hakkas $PM_{2.5}$ kehtima vaid sihtväärtusena alles 2008 aastast, kui jõustus uus õhukvaliteedi direktiiv. Välisõhus levivad ülipeened osakesed põhjustavad hinnanguliselt Euroopa Liidus ligikaudu 320 000 enneaegset surma 2000 a. andmetega arvutades (EC 2005).

Norman jt täheldasid Stockholmi kesklinnas naastrehvide kasutamise ja kõrgenenud PM_{10} 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 PM_{10} tasemeid vaid kuni 6% ja tänavate pühkimise mõju oli marginaalne. Samal ajal vähendas tänavate kastmine CMA (kaltsium-magneesiumatsetaadi 25% vesilahus) lahusega ööpäevakeskmiseid PM_{10} tasemeid kuni 35% (Norman 2006). Hosiokangas jt. leidsid, et tänavatolm moodustab PM_{10} kontsentratsioonist ligikaudu 46% (Hosiokangas 1999). Jaapanis keelustati alates 1997 aastast täielikult naastrehvide kasutamine just õhusaaste probleemidest tingituna. Siiski on nüüdseks leitud, et kokkuvõttes on see keeld läinud ühiskonnale rohkem maksma kui sellest saadav kasu (Asano 2002). Naastrehvidest loobumine tingib suurema kulu teehooldusele ja jäätõrjele. Jäätõrjeks kasutatav soolalahus mõjub omakorda negatiivselt keskkonnale (Hääl 2008).

Karppinen jt leidsid, et Helsingis on ligikaudu 7 $\mu g/m^3$ $PM_{2.5}$ fraktsioonist piirkondlik taustakontsentratsioon. Kohalike saasteallikate osa piirkondlikus taustajaamas oli alla 10% (Karppinen 2004). Aarnio jt uuringus leiti, et 2002 a. Helsingis esinenud üheksast tolmuepisoodist (kõikides seirejaamades kõrgenenud PM_{10} tasemed) olid vaid kolm puhtalt kohaliku päritoluga (Aarnio 2008). Ka Rootsis on piirkondlikud taustakontsentratsioonid Forsbergi jt hinnangul tingitud peamiselt kaugkandest (Forsberg 2005).

Ülipeentest osakestest tingitud keskmise eluea lühenemist hinnati Hans Orru poolt 2007 a. läbi viidud uuringus. Töös leiti, et ülipeentest osakestest tingitud keskmine statistilise eluea vähenemine on Tallinnas 7,7 kuud elaniku kohta (Orru 2007). Madalmaades on näiteks peentest osakestest tingitud keskmise eluea lühenemine Euroopa Komisjoni hinnangul isegi kuni 1-2 aastat.

3. Kasutatud seadmed ja metoodikad

Peentolmu sisaldust mõõdeti pidevalt kahte eri tüüpi analüsaatoriga – beetakiirguse absorptsioonil ja laserkiirguse hajumisel põhinevate automaatanalüsaatoritega. Lisaks automaatanalüsaatoritele mõõdeti peentolmu (PM_{10}) ja üldtolmu (TSP) sisaldust välisõhus gravimeetriliselt, kogudes tolmuproovi spetsiaalsetele 150 mm läbimõõduga klaasfiiber-mikrofiltritele, millelt määrati tolmu sisaldus vastavalt standardile *EVS-EN 12341:2001 Air quality – determination of the PM10 fraction of suspended particulate matter – Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods.* Filtrile kogutud peenosakeste proovides määratakse raskmetallidest arseeni (As), kaadmiumi (Cd), nikli (Ni), vase (Cu) ja plii (Pb) sisaldust AAS grafiitahju meetodil 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.* Gaaskromatograaf mass-spektomeetriga määrati peenosakeste proovides summaarsete polütsükliliste aromaatsete süsivesinike (PAH) ja benso(a)püreeni sisaldust vastavalt standardile *ISO 12884 ambient air – determination of total (gas and particle-phase) polycyclic aromatic hydrocarbons – Collection on sorbent-backed filters with gas chromatographic/mass spectrometric analyses.* Ioonide sisaldust tolmuproovides analüüsiti peale leostamist destilleeritud veega ioonkromatograafil.

Mõõtekohtade valikul ja pidevmõõtmiste läbiviimisel lähtuti Euroopa Liidu õhukvaliteedi raamdirektiivi 2008/50/EC kriteeriumitest.

4. Mõõtetulemused

Käesoleva uuringu raames mõõdeti liikuva õhulaboriga Mobair2 neljas valitud mõõtepunktis peente ja ülipeente osakeste kontsentratsiooni. Lisaks analüüsiti PM_{10} fraktsioonis raskmetallide, polüaromaatsete süsivesinike, anioonide, katioonide ja üldsüsiniku sisaldust. Lisaks on käesolevas töös analüüsitud riikliku seire raames saadud mõõtetulemusi kolmest Tallinnas paiknevast riiklikust õhuseirejaamast.

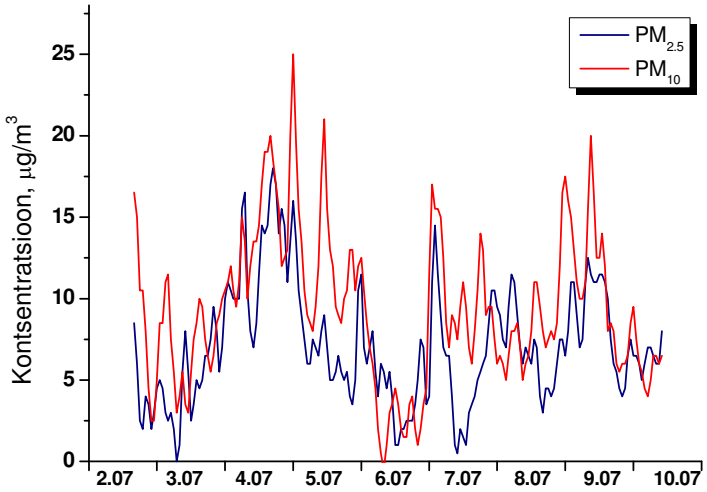
4.1. Mõõtmised liikuva laboriga

Mõõtekampaania ajal paiknes liikuv õhulabor neljas valitud mõõtepunktis – Pirita tee, Paldiski mnt, Ehitajate tee ja Vete tänav. Esimesed kolm mõõtepunkti iseloomustavad küllaltki tiheda liiklusega linnasiseseid magistraalteid. Viimane mõõtepunkt paikneb eemal tiheda liiklusega tänavatest (Kadaka pst jääb 300 m kaugusele kõrghaljastuse taha) ja seetõttu iseloomustab pigem linnasisest fooni.

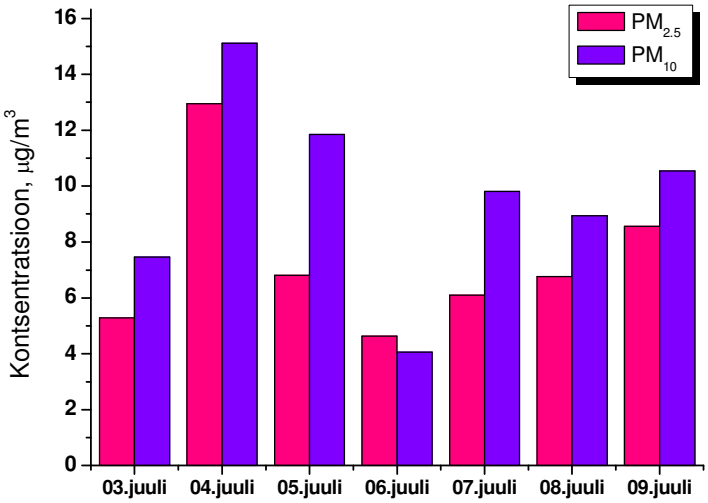
4.1.1. Regati pst 1

Mõõtekoht paiknes tiheda liiklusega Pirita tee (ca. 28 000 sõidukit ööpäevas) naabruses, jäädes Pirita tee ja mere vahele (Joonis 7). Mõõteperioodil puhusid valdavalt põhjakaarte tuuled (Joonis 3). Mõõteperioodil jäid peente osakeste tasemed madalamaks vastavast piirväärtusest. Ka tunnikeskmised kontsentratsioonid olid üldiselt madalad. Perioodi keskmine PM_{10} tase oli 9,4 $\mu g/m^3$. Samal perioodil mõõdeti Tallinna seirejaamades järgmised PM_{10} tasemed: Liivalaia 23,8 $\mu g/m^3$, Rahu 18,7 $\mu g/m^3$ ja Õismäe 15,2 $\mu g/m^3$. Mõõteperioodi keskmine $PM_{2.5}$ kontsentratsioon oli 7,2 $\mu g/m^3$, Õismäe seirejaamas mõõdeti sama perioodi keskmiseks $PM_{2.5}$ kontsentratsiooniks 6,1 $\mu g/m^3$.

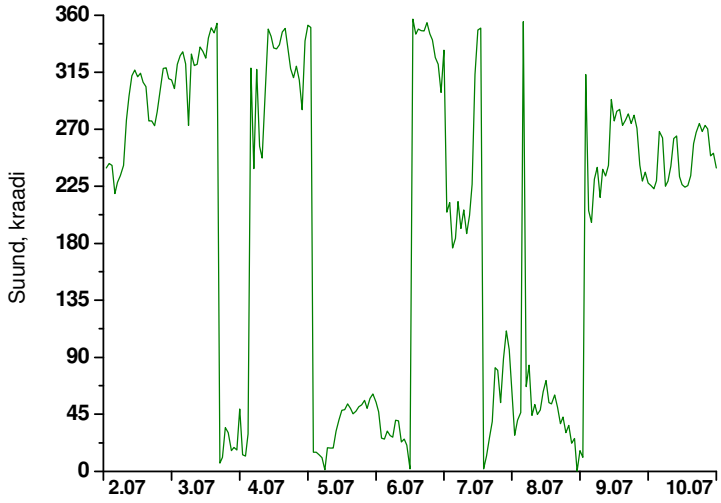
Mõõtepunktis mõõdetud madalaid tasemeid võib seletada põhjakaartest puhunud tuultega, mistõttu vaadeldud perioodil oli Pirita tee mõju suhteliselt tühine. Kõrgemaid tasemeid mõõdeti loodetuulega, mil mõõtepunkti kandus tõenäoliselt üle Tallinna lahe õhusaaste kesklinna piirkonnast.



Joonis 1 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ tunnikeskmine kontsentratsioon

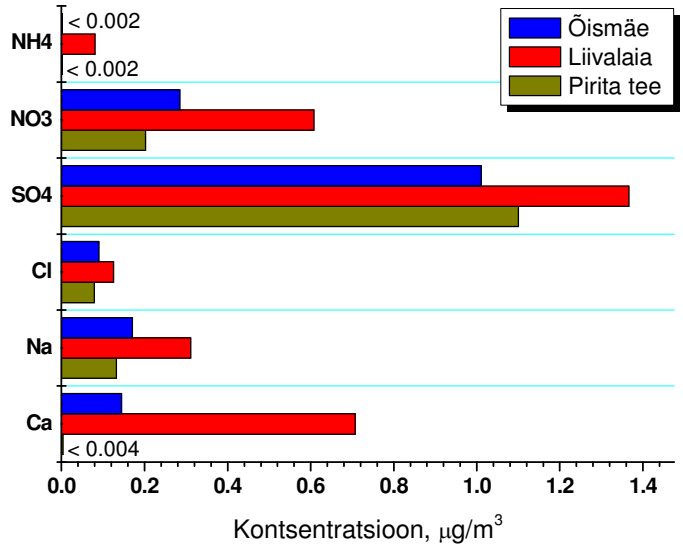


Joonis 2 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ ööpäevakeskmine kontsentratsioon



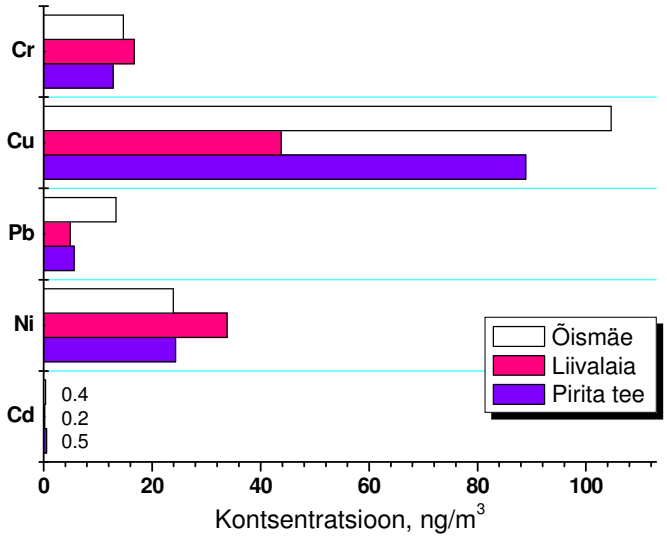
Joonis 3 Tuule suund mõõteperioodil

Lisaks määrati Paldiski maanteel, Liivalaia seirejaamas ja Õismäe seirejaamas pühapäeval 6. juulil kogutud tolmuproovides ioonide ja raskemetallide sisaldust (Joonis 4, Joonis 5). Pirita teel ja Õismäel koguti peente osakeste proov (kontsentratsioon vastavalt 3,9 µg/m^3 ja 4,3 µg/m^3) ning Liivalaia seirejaamas üldtolmu proov (kontsentratsioon 15,2 µg/m^3). Vaadeldud kuupäeval puhus tuul lõuna suunast, mistõttu Regati pst proov iseloomustab Pirita teel olnud liikluse mõju õhu kvaliteedile.



Joonis 4 Katioonide ja anioonide sisaldus 6. juuli proovides

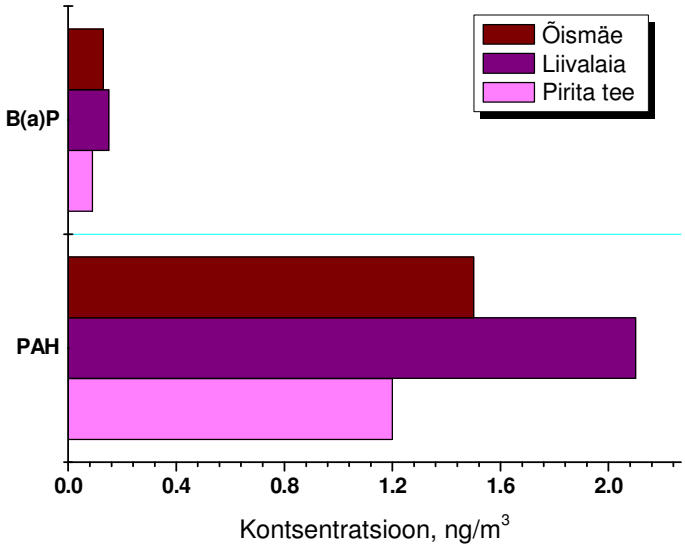
Ioonide analüüsi tulemusi vaadates on näha, et suurim erinevus Pirita tee ja linnajaamade mõõtetulemustes on kaltsiumi sisaldus. Liivalaia seirejaamas kogutud tolmuproovides on kaltsiumi oluliselt rohkem kui samal ajal Õismäe seirejaamas ja eriti suur on erinevus Pirita tee mõõtmistega. Siiski tuleb arvestada sellega, et Liivalaia seirejaamas analüüsiti üldtolmu proovi, teistes mõõtekohtades aga peente osakeste proovi. Muude komponentide sisaldused on suhteliselt sarnased (Joonis 4). Seega võib suurema kaltsiumisisalduse panna jämedama fraktsiooni arvele, mis viitab teekattest või ehitustegevusest pärinevale üldtolmu saastele.



Joonis 5 Raskemetallide sisaldus 6. juuli proovides

Tsingi sisaldused olid Pirita teel 10,0 µg/m^3, Liivalaia tänaval 18,2 µg/m^3 ja Õismäel 17,2 µg/m^3. Vanaadiumi sisaldused olid kõikides mõõtepunktides alla 0,03 µg/m^3. Raskemetallide sisaldused olid kõikides mõõtepunktides küllaltki võrreldavad, hoolimata sellest, et Liivalaia seirejaamas analüüsiti üldtolmu fraktsiooni, Pirita tee ja Õismäe mõõtepunktides aga peente osakeste fraktsiooni. Tulemused kinnitavad, et raskmetallid sisalduvad peamiselt tolmu peenemates fraktsioonides, mis on hästi kooskõlas ka kirjanduse andmetega.

Samuti määrati Pirita teel, Liivalaia seirejaamas ja Õismäe seirejaamas esmaspäeval 7. juulil kogutud tolmuproovidest polüaromaatsete süsivesinike sisaldust (Joonis 6). Pirita teel ja Õismäel koguti peente osakeste proov (kontsentratsioon vastavalt 8,5 µg/m^3 ja 8,2 µg/m^3) ning Liivalaia seirejaamas üldtolmu proov (kontsentratsioon 46,9 µg/m^3). Kõikides mõõtepunktides mõõdetud benso(a)püreeni ja summaarsete polüaromaatsete süsivesinike sisaldused on üpris sarnased.



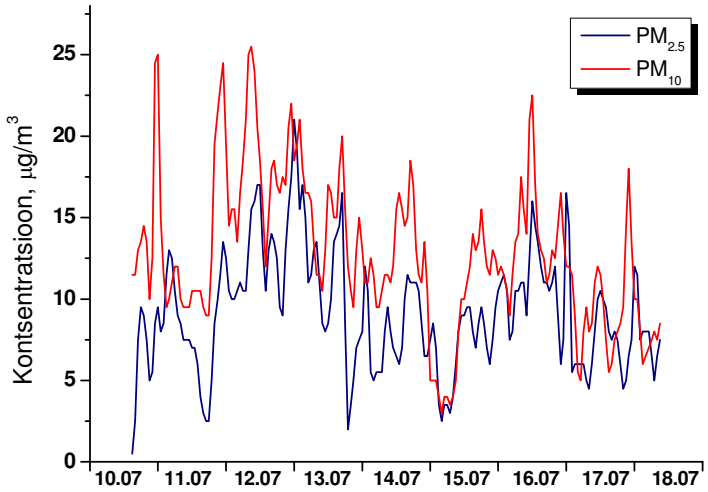
Joonis 6 Polüaromaatsete süsivesinike sisaldus 7. juuli proovides



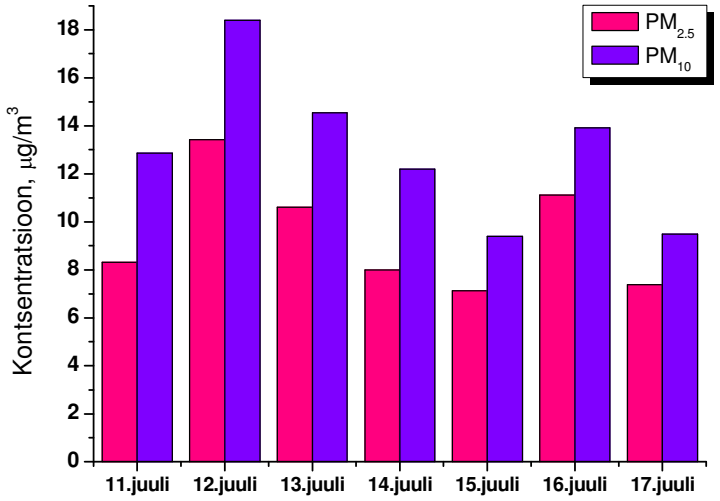
Joonis 7 Mõõtepunkti nr 1 asukoht

4.1.2. Paldiski mnt

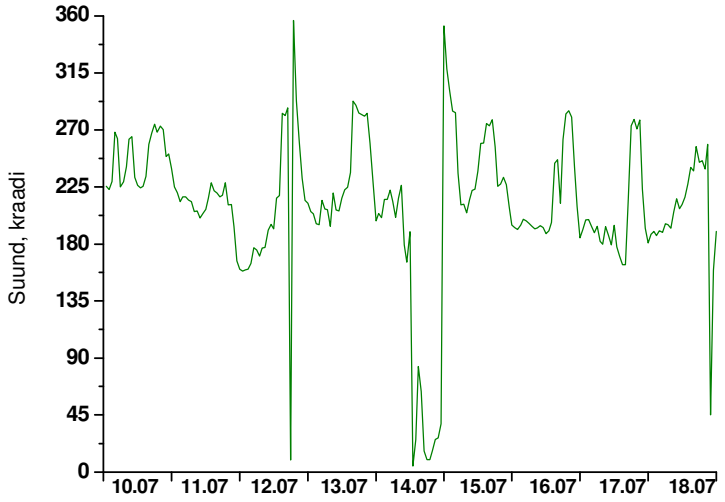
Paldiski mnt mõõtepunkt paiknes Loomaaia peavärava vahetus läheduses (Joonis 14). Mõõtepunktist põhja suunas jäi tiheda liiklusega Paldiski mnt (ca 25 000 sõidukit ööpäevas) ja lõuna suunas Loomaaia territoorium. Mõõteperioodil puhusid valdavalt lõuna- ja läänekaarte tuuled (Joonis 10). Perioodi keskmine PM_{10} tase oli 12,9 µg/m^3. Samal perioodil mõõdeti Tallinna seirejaamades järgmised PM_{10} tasemed: Liivalaia 32,0 µg/m^3, Rahu 22,0 µg/m^3 ja Õismäe 19,2 µg/m^3. Mõõteperioodi keskmine $PM_{2.5}$ kontsentratsioon oli 9,4 µg/m^3, Õismäe seirejaamas mõõdeti sama perioodi keskmiseks $PM_{2.5}$ kontsentratsiooniks 5,9 µg/m^3.



Joonis 8 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ tunnikeskmine kontsentratsioon

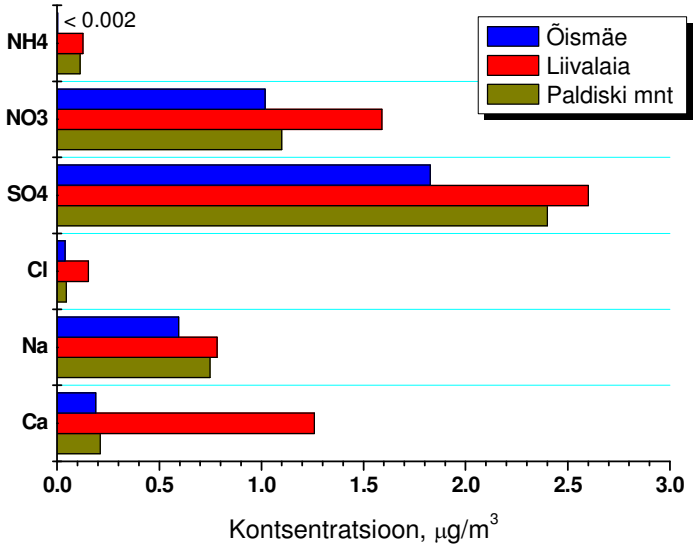


Joonis 9 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ ööpäevakeskmine kontsentratsioon



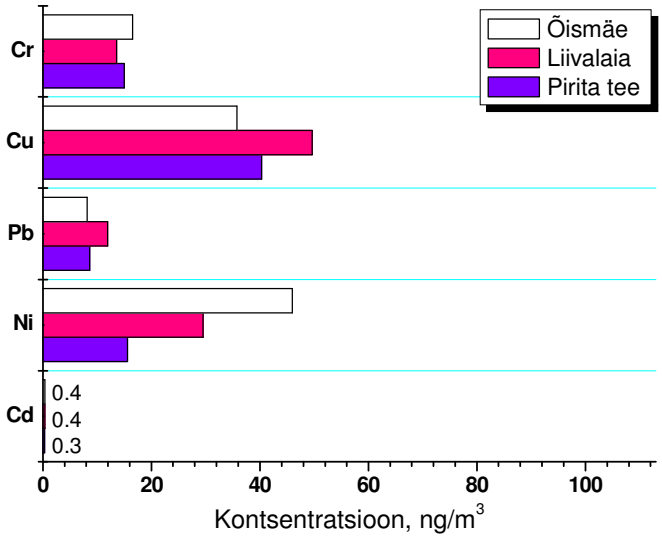
Joonis 10 Tuule suund mõõteperioodil

Lisaks määrati Paldiski maanteel, Liivalaia seirejaamas ja Õismäe seirejaamas pühapäeval 13. juulil kogutud tolmuproovides ioonide ja raskemetallide sisaldust (Joonis 11, Joonis 12). Pirita teel ja Õismäel koguti peente osakeste proov (kontsentratsioon vastavalt 8,8 µg/m^3 ja 6,5 µg/m^3) ning Liivalaia seirejaamas üldtolmu proov (kontsentratsioon 29,6 µg/m^3).



Joonis 11 Katioonide ja anioonide sisaldus 13. juuli proovides

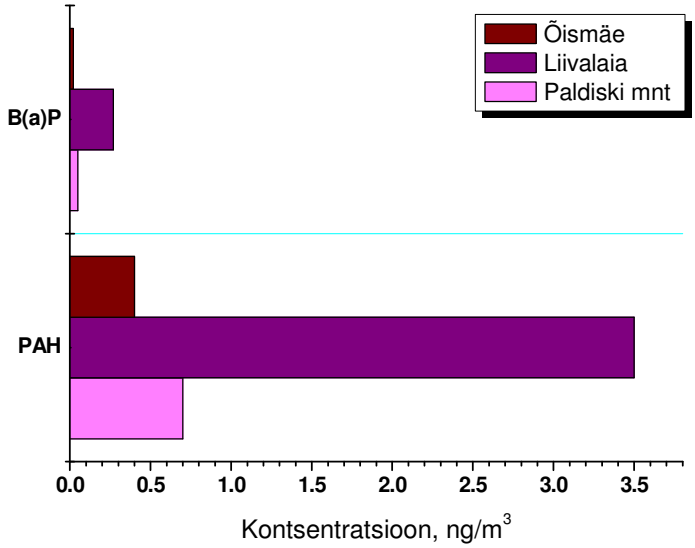
Erinevate mõõtepunktide tolmuproovides on ioonide sisaldused küllaltki võrreldavad, suurim erinevus on kaltsiumi sisalduses. Märgatavalt kõrgema kaltsiumisisaldusega eristuvad Liivalaia seirejaamas kogutud üldtolmu proovid (Joonis 11). Raskemetallide sisaldused on mõõtepunktide lõikes küllalt võrreldavad.



Joonis 12 Raskemetallide sisaldus 13. juuli proovides

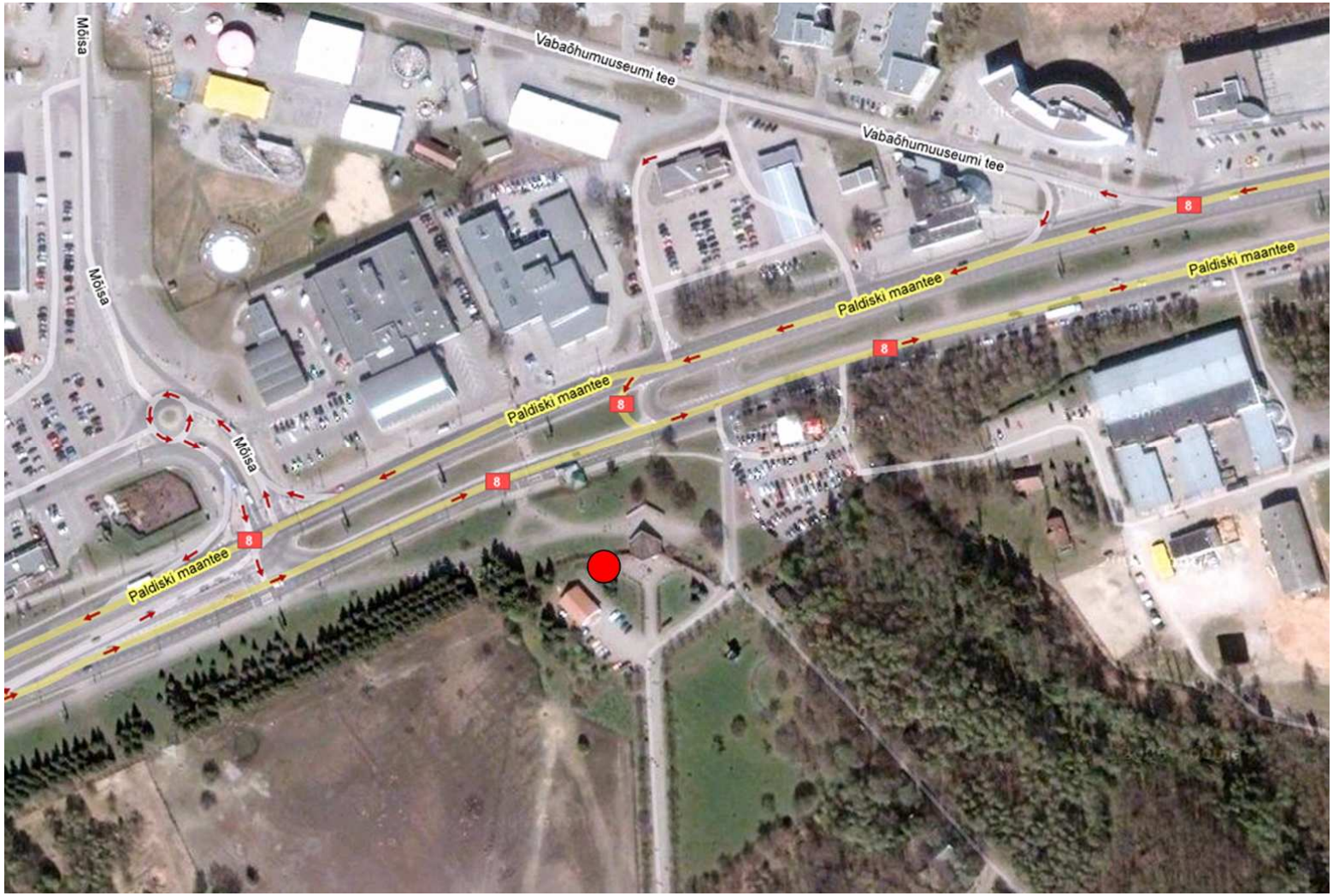
Tsingi sisaldused olid Paldiski maanteel 17,4 µg/m^3, Liivalaia tänaval 4,2 µg/m^3 ja Õismäel 4,4 µg/m^3. Vanaadiumi sisaldused olid kõikides mõõtepunktides alla 0,03 µg/m^3. Vaadeldud perioodil on mõnevõrra üllatuslik tsingi kõrge tase Paldiski maantee mõõtepunktis võrreldes linnaõhu seirejaamades mõõdetud tasemetega.

Samuti määrati Paldiski maanteel, Liivalaia seirejaamas ja Õismäe seirejaamas esmaspäeval 14. juulil kogutud tolmuproovidest polüaromaatsete süsivesinike sisaldust (Joonis 13). Pirita teel ja Õismäel koguti peente osakeste proov (kontsentratsioon vastavalt 9,0 µg/m^3 ja 6,8 µg/m^3) ning Liivalaia seirejaamas üldtolmu proov (kontsentratsioon 43,5 µg/m^3).



Joonis 13 Polüaromaatsete süsivesinike sisaldus 14. juuli proovides

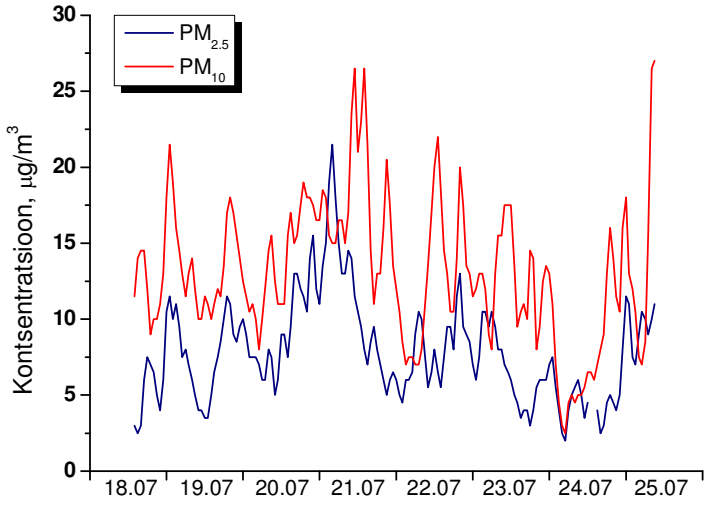
TOC sisaldust määrati 13. juuli Paldiski mnt ja Õismäe PM_{10} proovist ja Liivalaia TSP proovist. Kõikides mõõtekohtades jäi TOC sisaldus alla 1%.



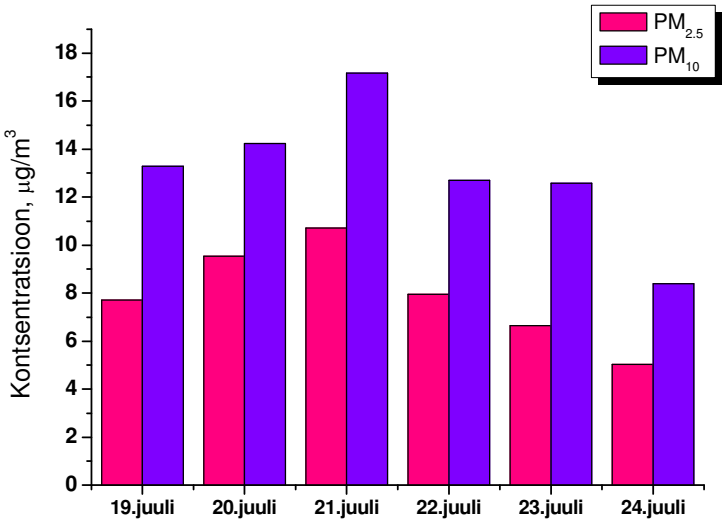
Joonis 14 Mõõtepunkti nr 2 asukoht

4.1.3. Ehitajate tee

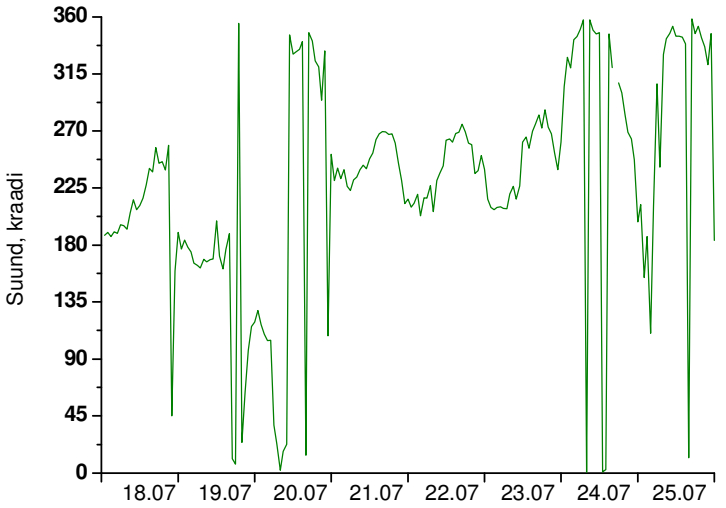
Ehitajate tee mõõtepunkt paiknes Loomaaia läänevärava vahetus läheduses. Mõõtepunktist lääne suunas jäi Ehitajate tee (ca. 45 000 sõidukit ööpäevas) ja Õismäe linnaosa, lõuna suunas Mustamäe ja ida suunas loomaaia territoorium. Mõõteperioodil puhusid valdavalt lõuna- ja läänekaarte tuuled (Joonis 17). Perioodi keskmine PM_{10} tase oli 13,3 µg/m^3. Samal perioodil mõõdeti Tallinna seirejaamades järgmised PM_{10} tasemed: Liivalaia 26,1 µg/m^3, Rahu 23,2 µg/m^3 ja Õismäe 19,7 µg/m^3. Mõõteperioodi keskmine $PM_{2.5}$ kontsentratsioon oli 9,4 µg/m^3, Õismäe seirejaamas mõõdeti sama perioodi keskmiseks $PM_{2.5}$ kontsentratsiooniks 6,8 µg/m^3.



Joonis 15 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ tunnikeskmine kontsentratsioon

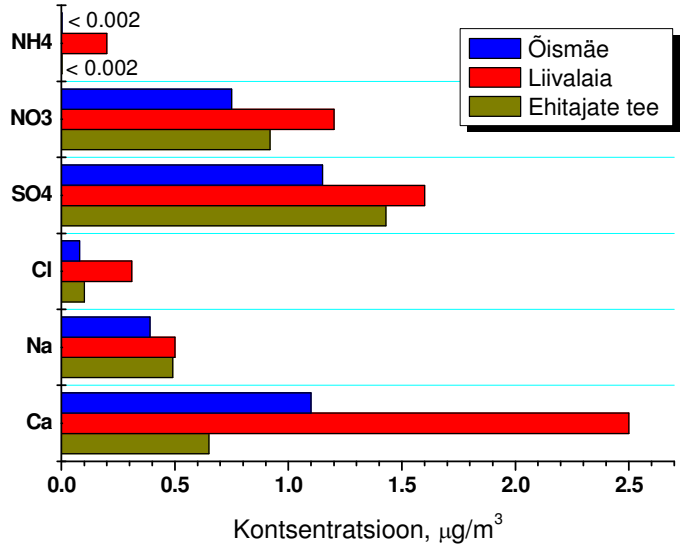


Joonis 16 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ ööpäevakeskmine kontsentratsioon



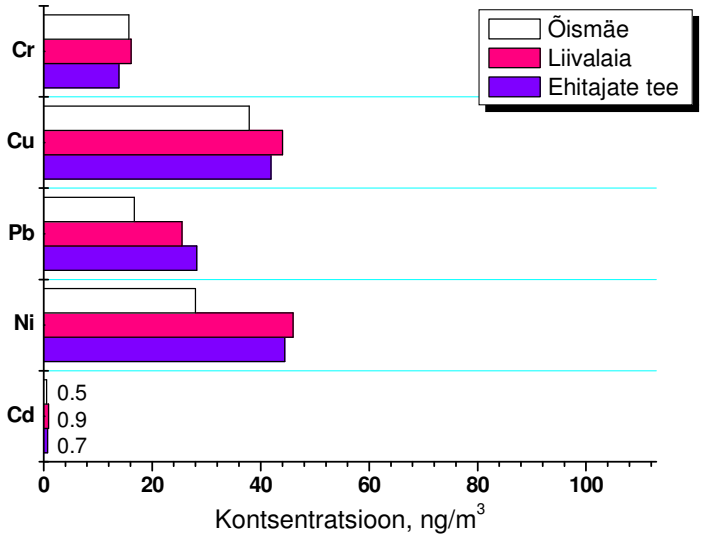
Joonis 17 Tuule suund mõõteperioodil

Lisaks määrati Ehitajate teel, Liivalaia seirejaamas ja Õismäe seirejaamas neljapäeval ja reedel 24 ja 25 juulil kogutud tolmuproovides ioonide ja raskemetallide sisaldust (Joonis 18, Joonis 19). Ehitajate teel ja Õismäel koguti peente osakeste proov (kontsentratsioon vastavalt 8,8 µg/m^3 ja 6,5 µg/m^3) ning Liivalaia seirejaamas üldtolmu proov (kontsentratsioon 29,6 µg/m^3).



Joonis 18 Katioonide ja anioonide sisaldus 24 ja 25 juuli proovides

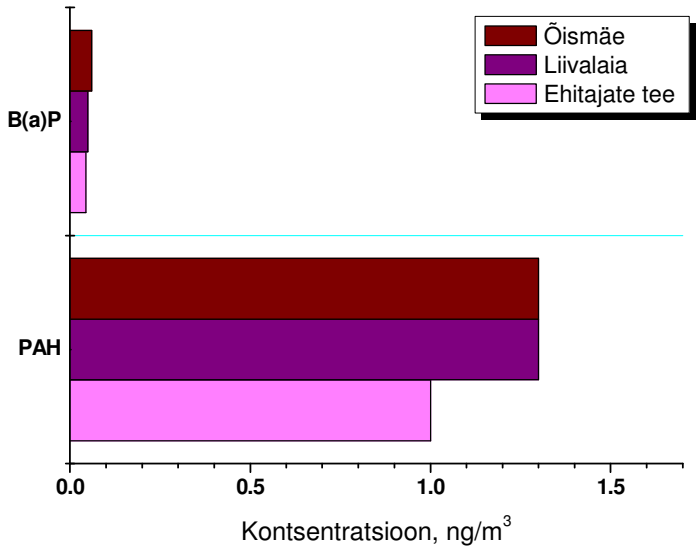
Erinevate mõõtepunktide tolmuproovides on ioonide sisaldused küllaltki võrreldavad, suurim erinevus on kaltsiumi sisalduses. Märgatavalt kõrgema kaltsiumisisaldusega eristuvad Liivalaia seirejaamas kogutud üldtolmu proovid (Joonis 18). Raskemetallide sisaldused on mõõtepunktide lõikes küllalt võrreldavad.



Joonis 19 Raskemetallide sisaldus 24 ja 25 juuli proovides

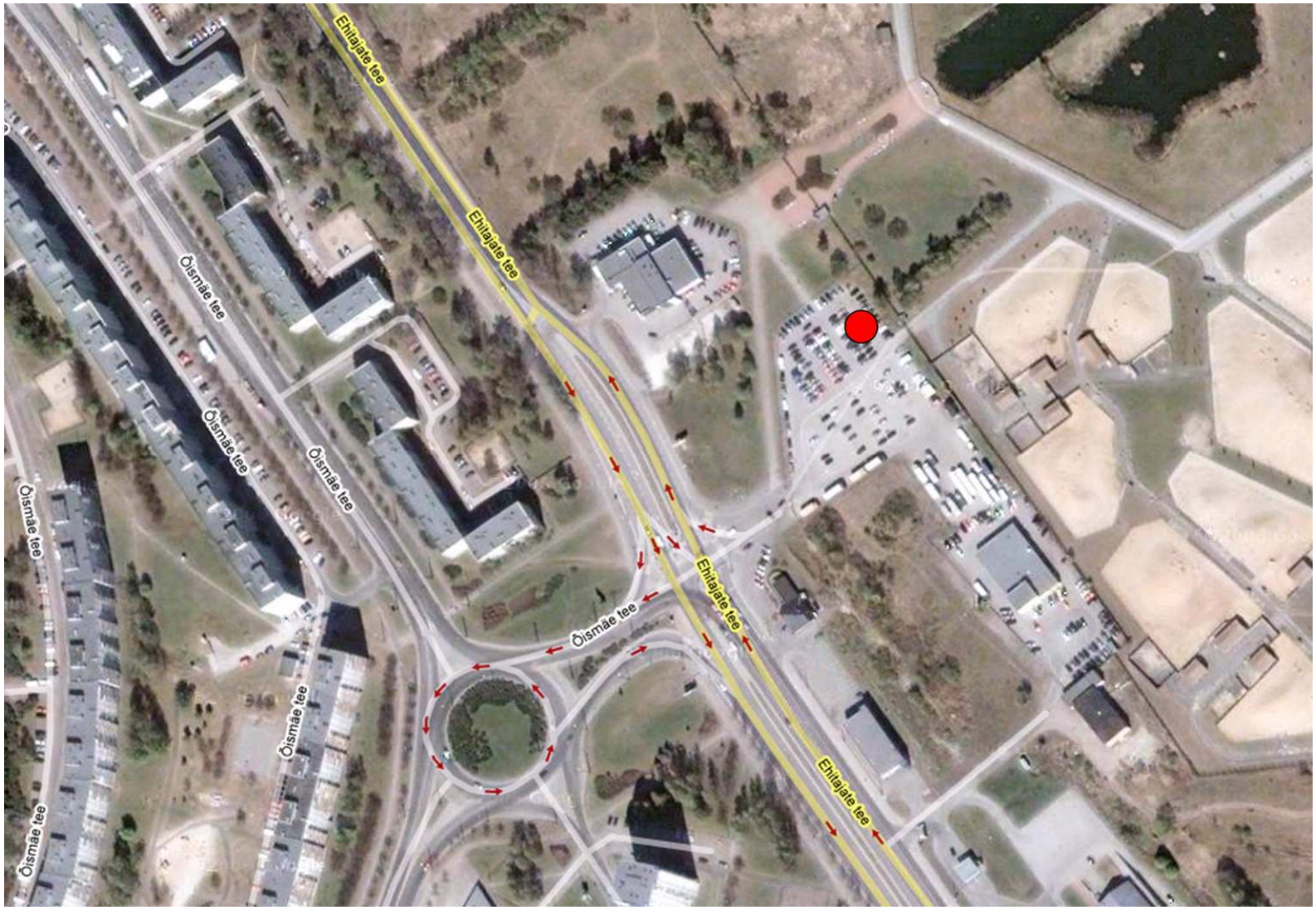
Tsingi sisaldused olid Ehitajate teel 15,4 µg/m^3, Liivalaia tänaval 15,8 µg/m^3 ja Õismäel 13,9 µg/m^3. Vanaadiumi sisaldused olid kõikides mõõtepunktides alla 0,03 µg/m^3.

Ehitajate teel ja Liivalaia seirejaamas määrati neljapäeval 24 juulil ja Õismäe seirejaamas reedel 25. juulil kogutud tolmuproovidest polüaromaatsete süsivesinike sisaldust (Joonis 20). Ehitajate teel ja Õismäel koguti peente osakeste proov (kontsentratsioon vastavalt 9,0 µg/m^3 ja 6,8 µg/m^3) ning Liivalaia seirejaamas üldtolmu proov (kontsentratsioon 43,5 µg/m^3).



Joonis 20 Polüaromaatsete süsivesinike sisaldus 24 ja 25 juuli proovides

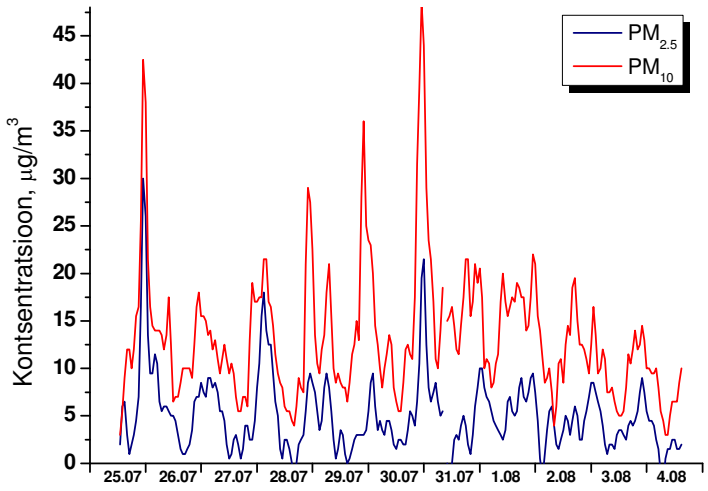
TOC sisaldust määrati 24. juuli Ehitajate tee ja 25. juuli Õismäe PM_{10} proovist ja 24. juuli Liivalaia TSP proovist. Kõikides mõõtekohtades jäi TOC sisaldus alla 1%.



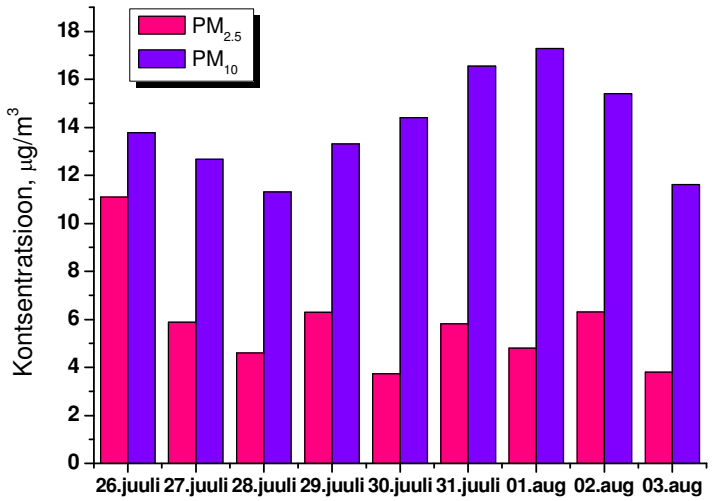
Joonis 21 Mõõtepunkti nr 3 asukoht

4.1.4. Vete tänav

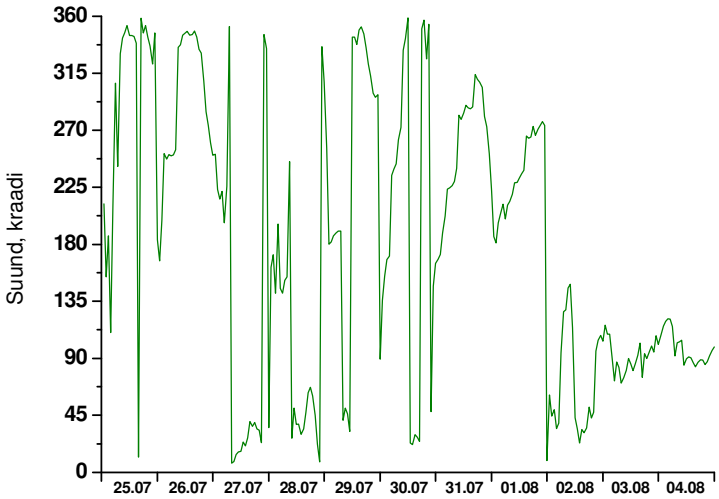
Vete tänava mõõtepunkt paiknes Tähetorni tänava ja Kadaka puiestee vahelises piirkonnas. Mõõtepunktist ida suunas jäi Kadaka puiestee (ca. 18 000 sõidukit ööpäevas) ja lõuna suunas Tähetorni tänav (ca. 3 700 sõidukit ööpäevas) ja põhja suunas Õismäe linnaosa. Mõõteperioodi alguses puhusid valdavalt põhjakaarte tuuled, mis perioodi lõpu poole pöördusid lõunasse ja idasse (Joonis 24). Perioodi keskmine PM_{10} tase oli 14,0 µg/m^3. Samal perioodil mõõdeti Tallinna seirejaamades järgmised PM_{10} tasemed: Liivalaia 31,5 µg/m^3, Rahu 19,9 µg/m^3 ja Õismäe 18,9 µg/m^3. Mõõteperioodi keskmine $PM_{2.5}$ kontsentratsioon oli 5,8 µg/m^3, Õismäe seirejaamas mõõdeti sama perioodi keskmiseks $PM_{2.5}$ kontsentratsiooniks 7,1 µg/m^3.



Joonis 22 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ tunnikeskmine kontsentratsioon

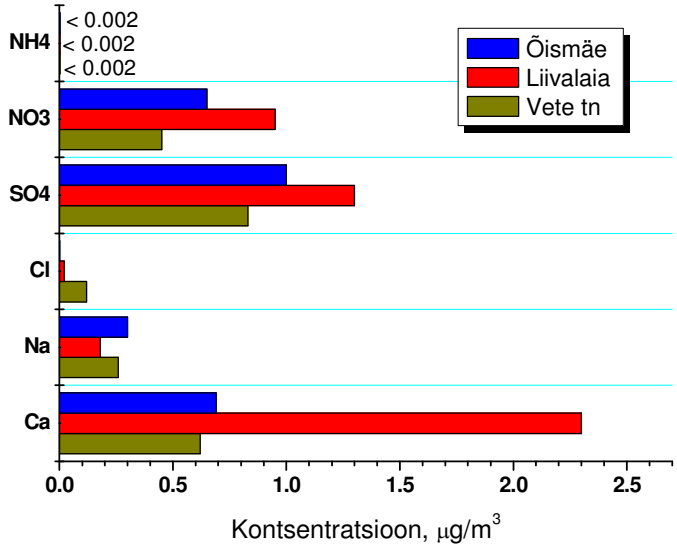


Joonis 23 PM_{10} ja $PM_{2.5}$ ööpäevakeskmine kontsentratsioon



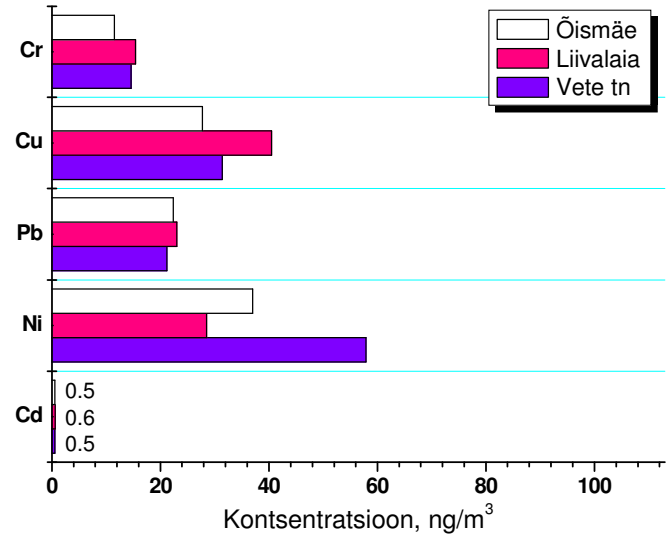
Joonis 24 Tuule suund mõõteperioodil

Lisaks määrati Vete tänaval, Liivalaia seirejaamas ja Õismäe seirejaamas laupäeval 26. juulil kogutud tolmuproovides ioonide ja raskemetallide sisaldust (Joonis 25, Joonis 26). Vete tänaval ja Õismäel koguti peente osakeste proov (kontsentratsioon vastavalt 6,9 µg/m^3 ja 9,2 µg/m^3) ning Liivalaia seirejaamas üldtolmu proov (kontsentratsioon 34,1 µg/m^3).



Joonis 25 Katioonide ja anioonide sisaldus 26 juuli proovides

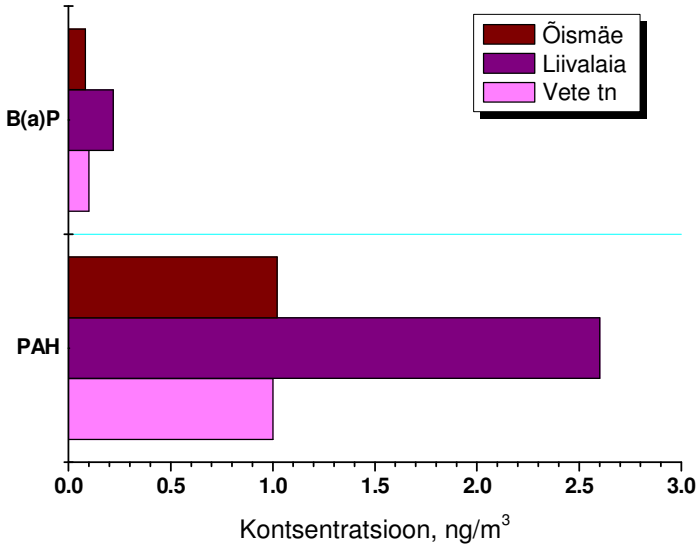
Erinevate mõõtepunktide tolmuproovides on ioonide sisaldused küllaltki võrreldavad, suurim erinevus on kaltsiumi sisalduses. Märgatavalt kõrgema kaltsiumisisaldusega eristuvad Liivalaia seirejaamas kogutud üldtolmu proovid (Joonis 25). Raskemetallide sisaldused on mõõtepunktide lõikes küllalt võrreldavad. Mõnevõrra üllatav on nikli kõrgem kontsentratsioon Vete tänava mõõtepunktis. Kirjandusallikates on seostatud nikli kõrgenenud tasemeid kütteõli põletamisega.



Joonis 26 Raskemetallide sisaldus 26 juuli proovides

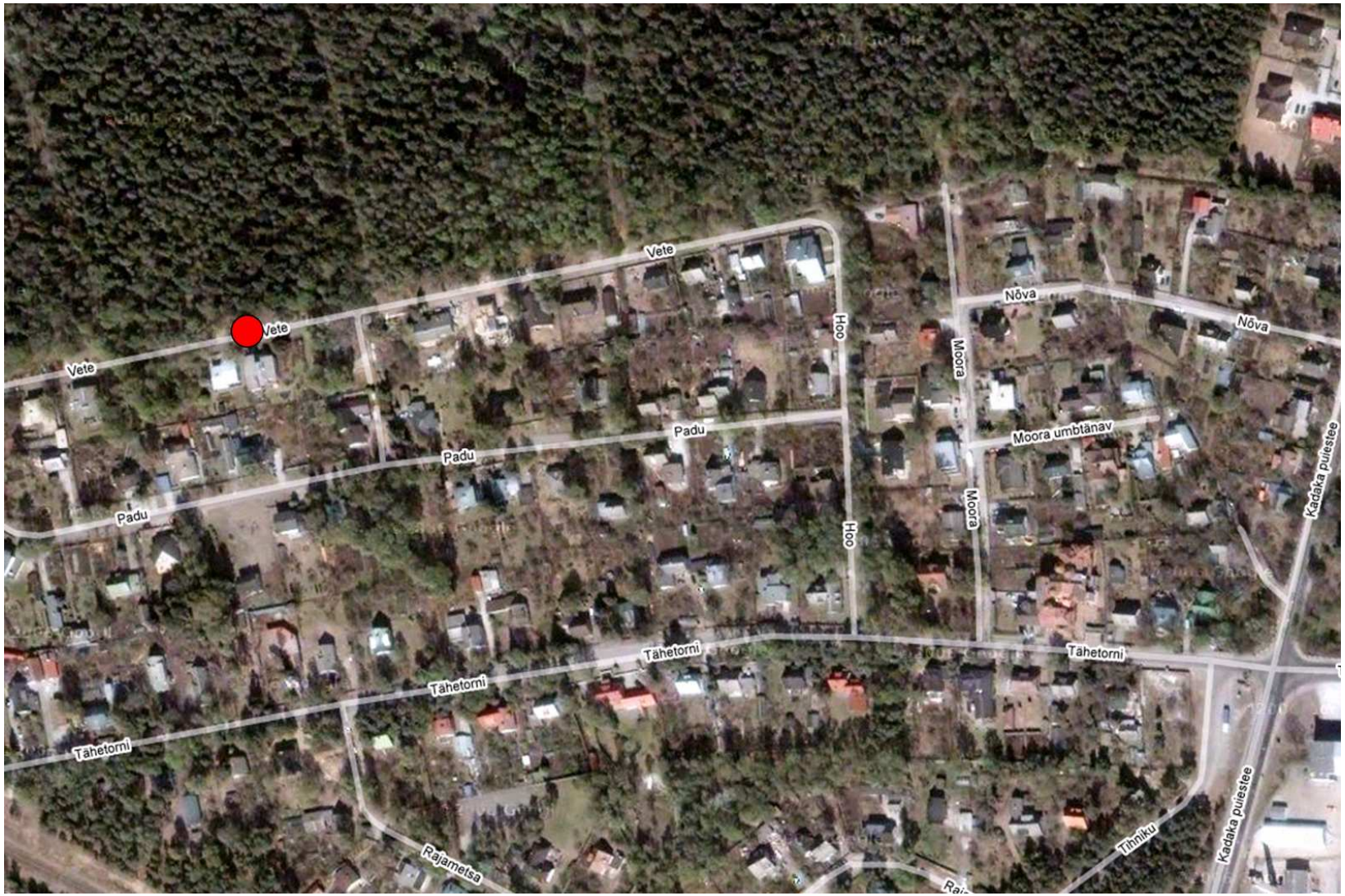
Tsingi sisaldused olid Vete tänaval 16,3 µg/m^3, Liivalaia tänaval 16,8 µg/m^3 ja Õismäel 4,1 µg/m^3. Vanaadiumi sisaldused olid kõikides mõõtepunktides alla 0,03 µg/m^3.

Vete tänaval, Õismäe ja Liivalaia seirejaamas määrati pühapäeval 27 juulil kogutud tolmuproovidest polüaromaatsete süsivesinike sisaldust (Joonis 27). Vete tänaval ja Õismäel koguti peente osakeste proov (kontsentratsioon vastavalt 6,5 µg/m^3 ja 7,8 µg/m^3) ning Liivalaia seirejaamas üldtolmu proov (kontsentratsioon 33,9 µg/m^3).



Joonis 27 Polüaromaatsete süsivesinike sisaldus 27 juuli proovides

TOC sisaldust määrati 26. juuli Vete tn ja Õismäe PM_{10} proovist ja Liivalaia TSP proovist. Kõikides mõõtekohtades jäi TOC sisaldus alla 1%.

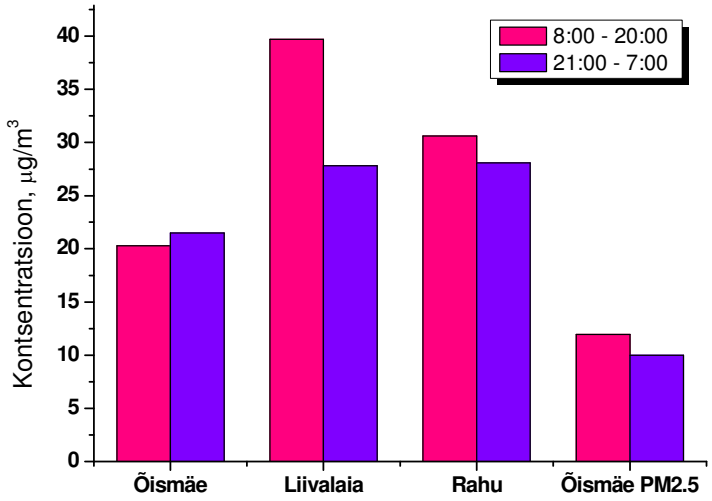


Joonis 28 Mõõtepunkti nr 4 asukoht

4.2. Riikliku seirevõrgu andmed

Tallinnas paikneb praeguse seisuga kolm statsionaarset riiklikku välisõhu seirejaama. Seirejaamad paiknevad Liivalaia tänaval, Õismäe teel ja Kopli tänaval (Joonis 30). Kõikides nimetatud seirejaamades mõõdetakse välisõhus PM_{10} sisaldust beetakiirguse neeldumise põhimõttel. Lisaks mõõdetakse Õismäe seirejaamas PM_{10} tasemeid ka referentsmeetodiga – gravimeetriliselt. Liivalaia seirejaamas mõõdetakse gravimeetriliselt üldtolmu (TSP) kontsentratsiooni.

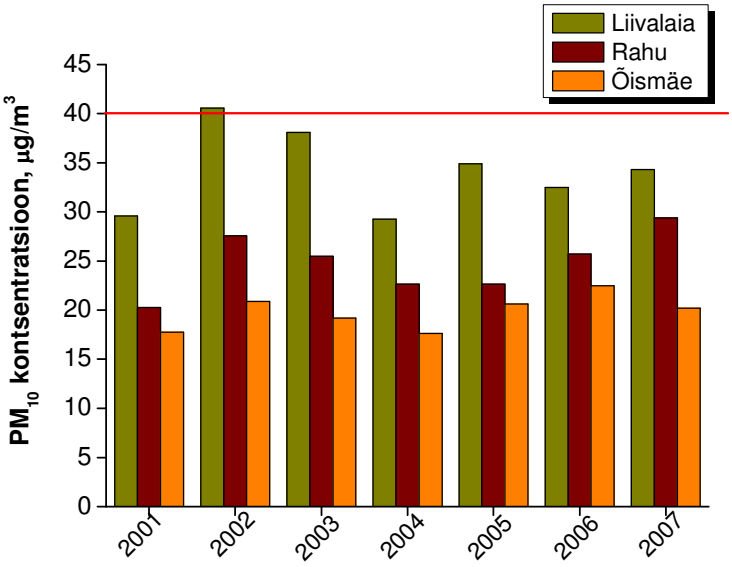
Viimaste aastate lõikes on PM_{10} tasemed olnud küllaltki stabiilsed või kergelt tõusvad (Joonis 31). Kui jälgida seirejaamade lõikes piirväärtuse ületamiste arvu, siis on näha, et peamised õhukvaliteedi probleemid on seotud Liivalaia seirejaama mõõtetulemustega. Iga-aastaselt ületatakse Liivalaia seirejaamas kehtivat piirväärtust rohkem kui lubatud arv kordi (35 päeval aastas) (Joonis 32). Seirejaamades mõõdetud PM_{10} kontsentratsiooni nädalane käik ja ööpäevane tsükkel näitavad väga tugevat korrelatsiooni sõltuvalt nädalapäevast ja kellaajast. Kõige tugevamini tuleb ööpäevane ja kellaajaline rütm esile just Liivalaia seirejaamas. Kui jagada seirejaamade mõõtetulemused kaheks perioodiks – 8-20 ja 21-7 siis Rahu ja Õismäe jaamade puhul on 2007 a. andmetega arvutades on erinevus tühine, siis Liivalaia seirejaamas on päevane tase oluliselt kõrgem (Joonis 29).



Joonis 29 Öine ja päevane PM_{10} keskmine kontsentratsioon (2007)



Joonis 30 Tallinnas paiknevad riiklikud seirejaamad

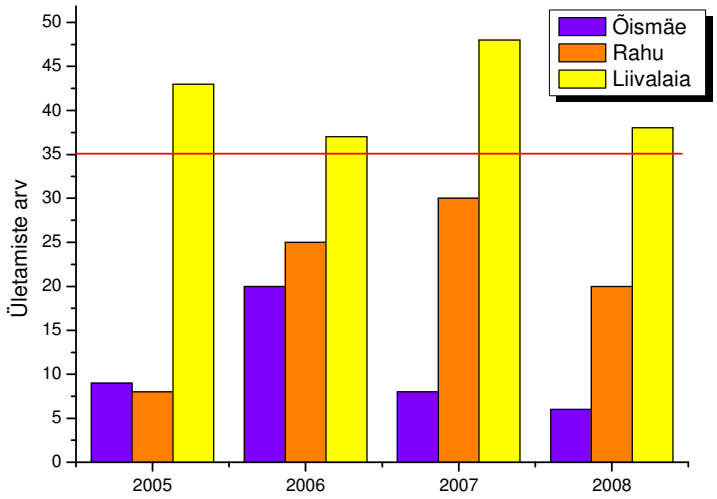


Joonis 31 PM_{10} aastakeskmine tase Tallinna seirejaamades

Viimaste aastate lõikes on näha, et peente osakeste tasemed on Õismäe ja Liivalaia seirejaamades olnud suhteliselt stabiilsed, Rahu seirejaamas on täheldatav mõningane kasvutendents. Aastakeskmist piirväärtust ei ole viimastel aastatel ületatud (Joonis 31). Ka ööpäevakeskmise piirväärtuse ületamised on aastate lõike olnud suhteliselt sarnasel tasemel. Kuna aastas võib ööpäevakeskmist piirväärtust ületada kuni 35 päeval, siis peamised probleemid on seotud kesklinna piirkonnaga, mida iseloomustavad Liivalaia seirejaama mõõtetulemused. Liivalaia seirejaamas ületab peente osakeste ööpäevakeskmine kontsentratsioon kehtivat piirväärtust ligikaudu 40-45 päeval aastas (Joonis 32). Käesoleval aastal on piirväärtust ületatud juba 38 päeval. Osaliselt on see seletatav sel aastal seirejaama vahetus läheduses toimuvate ehitustöödega. Siiski on ka varasemate aastate mõõtetulemuste valguses selge, et piirväärtuste ületamise põhjuseks ei ole ainult piirkonnas toimuv ehitustegevus.

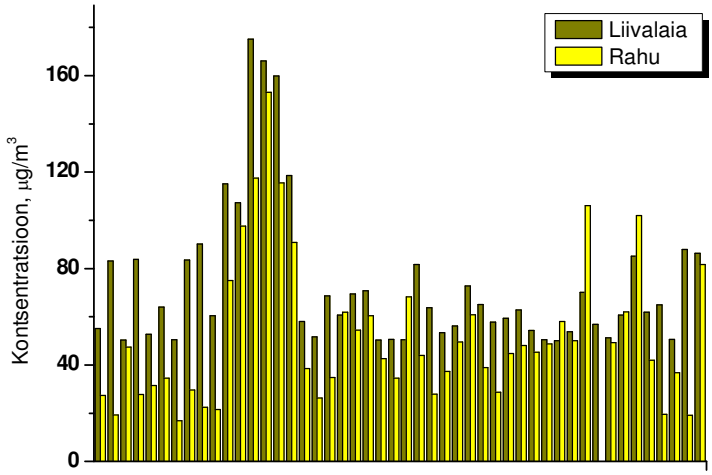
Tallinna kesklinnas paiknevas Liivalaia seirejaamas mõõdetud PM_{10} ööpäevakeskmise piirväärtuse ületamiste arvu võrdluseks võib tuua vastavad ületamiste arvud naaberriikide pealinnade kõige kõrgema saastetasemega seirejaamades. Näiteks 2006 aastal ületati peente osakeste ööpäevakeskmist piirväärtust Liivalaia seirejaamas 42 korral, Helsingi Töölöntulli ajutises seirejaamas

59 korral, Stockholmis Hornsgatani seirejaamas 69 korral ja Riia Valdemara tänava seirejaamas koguni 123 korral. Seega võrreldes naaberriikide pealinnadega ei eristu Tallinn kuidagi eriliselt kõrge tolmusaastega.

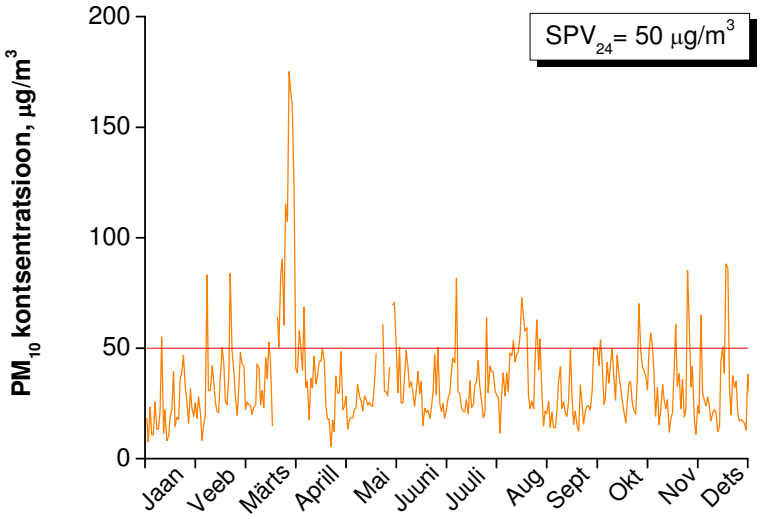


Joonis 32 PM_{10} piirväärtuse ületamiste arv Tallinna seirejaamades

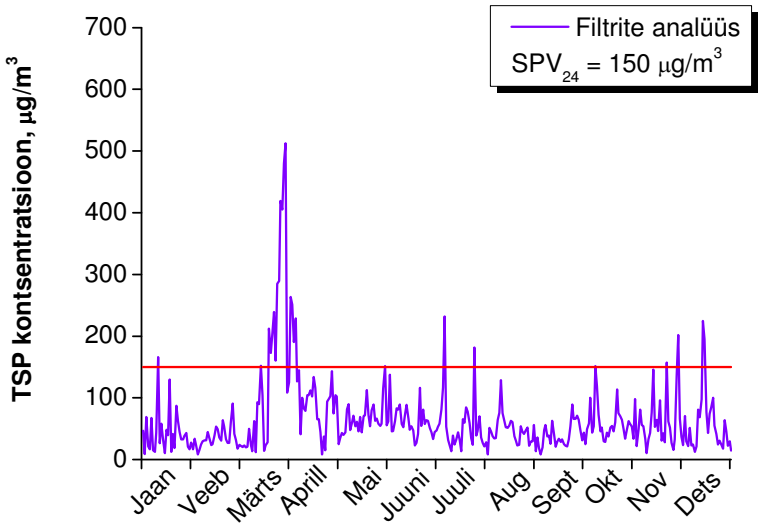
Möödunud aastal ületati peente osakeste piirväärtust Liivalaia seirejaamas 48 korral, Rahu seirejaamas 30 korral ja Õismäe seirejaamas 8 korral (Joonis 32). Piirväärtuse ületamiste analüüs näitab, et kõigi kaheksa Õismäe seirejaamas registreeritud piirväärtuse ületamise ajal mõõdeti ka Rahu ja Liivalaia seirejaamas piirväärtust ületavaid peente osakeste tasemeid. Kuna Õismäe seirejaam iseloomustab linna taustakontsentratsioone, siis on nende kaheksa episoodi puhul küllaltki selge kaugkande mõju. Seda kinnitavad ka samaaegselt mõõdetud kõrgenenud $PM_{2.5}$ tasemed. Samal ajal kattusid Rahu ja Liivalaia seirejaamas mõõdetud piirväärtust ületavad kontsentratsioonid 17 korral. Vaadeldes Liivalaia seirejaamas mõõdetud piirväärtuste ületamisi ja samal ajal mõõdetud peente osakeste kontsentratsiooni Rahu seirejaamas, siis on näha, et valdavalt registreeritakse kõrgenenud kontsentratsioone samaaegselt mõlemas seirejaamas (Joonis 33).



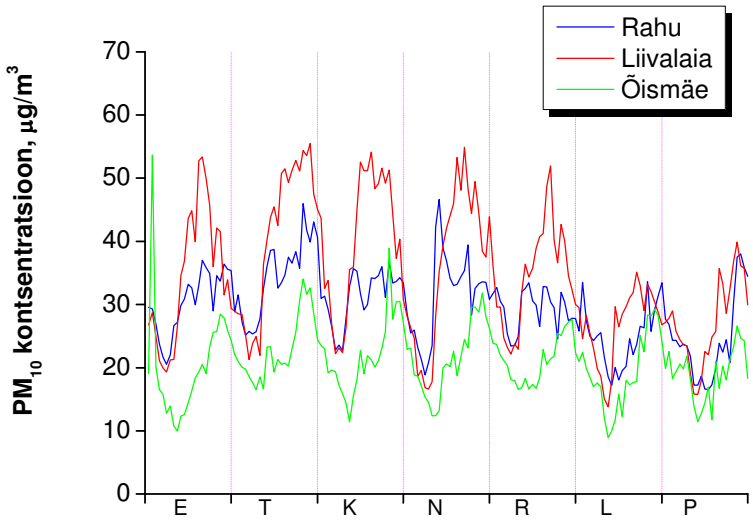
Joonis 33 Liivaia seirejaama piirväärtuste ületamised ja Rahu seirejaamas mõõdetud tasemed



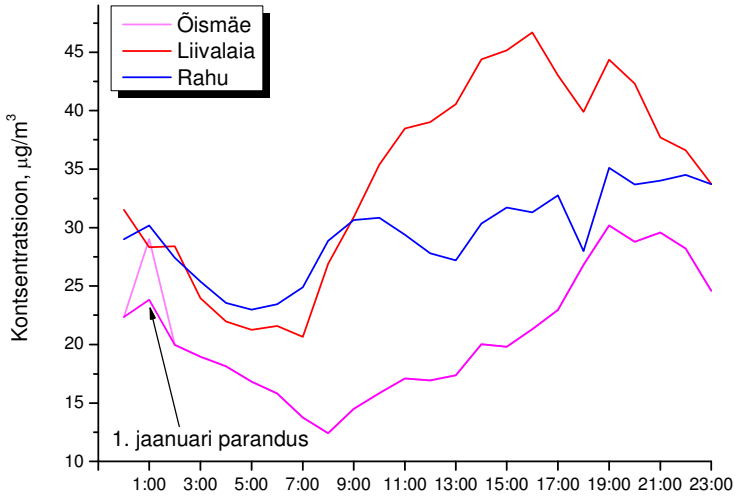
Joonis 34 PM_{10} 24 h keskmine kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas (2007)



Joonis 35 TSP 24 h keskmine kontsentratsioon Liivalaia seirejaamas (2007)



Joonis 36 PM_{10} nädalane käik Tallinna seirejaamades (2007)



Joonis 37 PM_{10} ööpäevane käik Tallinna seirejaamades (2007)

Peamised probleemid kõrgete saastetasemetega tolmu osas on seotud Liivalaia seirejaamaga, mis iseloomustab kesklinna tervikuna. Seega tuleks rakendatavate meetmete osas analüüsida põhjalikult Liivalaia seirejaama mõõtetulemusi, mis võimaldaks rakendada kõige asjakohasemaid meetmeid peente osakeste tasemete vähendamiseks ja piirväärtuste tagamiseks.

Mõõtetulemuste analüüs näitab küllaltki üheselt, et Liivalaia seirejaamas mõõdetud PM_{10} tasemetest oluline osa pärineb liiklusest. Peamiseid kõrgeid piirväärtust ületavaid PM_{10} kontsentratsioone täheldatakse põhiliselt varakevadel peale lumikatte sulamist (Joonis 34). Ka üldtolmu tasemed järgivad sama mustrit (Joonis 35). Üheks oluliseks põhjuseks on lume sulamisele ja tänavate kuivamisele järgnev teekatteosakeste resuspensioon välisõhku ja emissioon tingituna naastrehvide kasutamisest jää- või lumikatteta kuival teekattel. Üldtolmu proovide analüüs näitas, et Liivalaia seirejaamas kogutud proovides on võrreldes muude piirkondadega oluliselt kõrgemad kaltsiumisisaldused. Selle põhjuseks võib olla teekatte kulumine kui ka piirkonnas hetkel käimasolev ehitustegevus. Kuna riikliku seire raames on aastate lõikes kogutud suurel hulgal tolmuproove, siis nende hilisem keemiline analüüs annaks informatsiooni selle kohta kui palju mõjutab kaltsiumi tasemeid käimasolev ehitustegevus seirejaama naabruses ja kui suur osa on teekatte kulumisel.

5. Kokkuvõte

Senised andmed ja naaberriikides läbiviidud uuringud näitavad, et üheks olulisemaks peente osakeste allikaks tiheda liiklusega tänavate naabruses on liiklus. Liiklusest pärinev saaste omakorda jaguneb suitsugaasidega väljapaisatavateks peenosakesteks ja teepinnalt resuspendeerunud osakesteks. Viimase üheks peamiseks tekkepõhjuseks on erinevate autorite hinnangul just naastrehvide kasutamine.

Käesoleva uuringu raames läbi viidud mõõtmised neljas mõõtepunktis Tallinnas andsid tulemuseks küllalt madalad peente ja ülipeente osakeste tasemed. Üheski valitud mõõtepunktis vaadeldud perioodil PM_{10} ööpäevakeskmist piirväärtust ei ületatud. Magistraalteede läheduses paikneva kolme mõõtepunkti mõõtetulemuste ja tuule suundade analüüs näitab saaste pärinemist magistraaltänavate suunast. Siiski on mõõdetud tasemed küllalt madalad.

Riikliku seire käigus on registreeritud iga-aastaselt peente osakeste piirväärtuse ületamisi rohkem kui maksimaalselt lubatud 35 päeval just Liivalaia seirejaamas, mis iseloomustab kesklinna piirkonda. Samas võrreldes piirväärtuse ületamise arvu naaberriikide pealinnadega ei ole olukord Tallinnas selles osas midagi erilist, pigem on ületamiste arv väiksem. Seireandmete analüüs näitab, et Liivalaia seirejaamas mõõdetud tolmu kõrged tasemed on seotud põhiliselt liiklusega. Seega tuleb tolmusaaste vähendamiseks rakendatavate meetmete osas kesklinnas keskenduda peamiselt liiklusest tingitud saastele.

Tolmuproovide raskemetallide ja polüaromaatsete süsivesinike analüüsi tulemused olid küllaltki võrreldavad hoolimata osakeste massikontsentratsioonide suurest erinevusest. See näitab, et tervisele ohtlikud raskemetallid ja polüaromaatsed süsivesinikud sisalduvad peamiselt osakeste peenemates fraktsioonides. See on kooskõlas ka muudes riikides läbi viidud uuringutega. Siiski oleks vajalik läbi viia suuremal arvul tolmuproovide keemilisi analüüse, et teha üheseid järeldusi.

Suurim erinevus erinevate mõõtekohtade tolmuproovide koostises oli seotud kaltsiumiga. Kõrgeima kaltsiumisisaldusega proovid pärinesid kesklinnas paiknevast

Liivalaia seirejaamast. Kuna Liivalaia seirejaamas analüüsiti üldtolmu fraktsiooni, siis kõrgemad kaltsiumi sisaldused ja võrreldavad muude komponentide sisaldused näitavad, et kaltsiumi kõrgem kontsentratsioon on tingitud jämedama fraktsiooni tolmuosakestest. Selle põhjuseks võib olla ühelt poolt intensiivne liiklus ja teekatte kulumisest tingutud tolmuosakeste resuspensioon kui seirejaama naabruses toimuv ehitustegevus.

Uuringu käigus saadud andmete põhjal on küll võimalik teha esialgseid hinnanguid ja järeldusi, kuid põhjalikuma informatsiooni saamiseks tuleks teostada pikema aja vältel tolmu keemilise koostise analüüse. Üheks võimaluseks oleks analüüsida riikliku seire käigus kogutud ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuses säilitatavaid tolmuproove varasematest perioodidest. Tolmuepisoodidest ja piirväärtust ületavate perioodidest pärinevate tolmuproovide keemiline analüüs annaks teavet selle kohta, mis saasteallikad võivad põhjustada ülenormatiivse saastega episoode. Kesklinna seirejaama ja Õismäe (linna taustajaam) seirejaama tolmuproovide võrdlemine annaks informatsiooni kaugkandest tingutud tolmuepisoodide ja lokaalset päritolu saasteepisoodide kohta.

6. Kasutatud kirjandus

Dockery, D. W., et al. (1993). "An Association Between Air Pollution and Mortulity in Six U.S. Cities." New England Journal of Medicine 329: 1573-1759.

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

Orru, H. (2007). Välisõhu kvaliteedi mõju inimeste tervisele Tallinna linnas. Tartu, Tartu Ülikool, Tervishoiu Instituut: 61.

EC (European Commission) (2005). Thematic Strategy on air pollution. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Brussels, 21.9.2005 COM(2005). 18 pp.

Karppinen A., Härkönen J., Kukkonen J., Aarnio P., Koskentalo T., (2004). Statistical model for assessing the portion of ine particulate matter transported regionally and long range to urban air. Scand J Work Environ Health 2:47-53.

Päivi Aarnio, Jyrki Martikainen, Tareq Hussein, Ilkka Valkama, Hanna Vehkamäki, Larisa Sogacheva, Jari Härkönen, Ari Karppinen, Tarja Koskentalo, Jaakko Kukkonen and Markku Kulmala, (2008). Analysis and evaluation of selected PM10 pollution episodes in the Helsinki Metropolitan Area in 2002. Atmospheric Environment, Vol 42, pp. 3992-4005.

Bertil Forsberg, Hans-Christen Hansson, Christer Johansson, Hans Areskoug, Karin Persson, and Bengt Järvholm, (2005). Comparative Health Impact Assessment of Local and Regional Particulate Air Pollutants in Scandinavia, AMBIO: A Journal of the Human Environment, Volume 34, Issue 1, pp. 11–19.

Kaisa Kesanurm, (2008). Välisõhu seire 2007, Eesti Keskkonnauuringute Keskus, aruanne.

Maire-Liis Hääl, Peep Sürje and Harri Rõuk, (2008) Traffic as a source of pollution, Estonian Journal of Engineering, 14, 1, pp. 65–82.

Asano, M., Tanabe, S., Hara, F., and Yokoyama, S. (2002). Economic Evaluation of Banning Studded Tires Because of Environmental Impact. Transportation Research Record 1794, Paper No. 02-3473.

Jari Hosiokangas, Juhani Ruuskanen, Juha Pekkanen, (1999). Effects of soil dust episodes and mixed fuel sources on source apportionment of PM10 particles in Kuopio, Finland, Atmospheric Environment 33, pp 3821-3829.